

EIA/RIMA DAS OBRAS DE PROTEÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA DA CEDAE NO RIO GUANDU



RELATÓRIO FINAL

DEZEMBRO 2009

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1-1
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	2-1
3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA	3-1
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	4-1
4.1 Meio Físico	4-1
4.1.1 Clima	4-1
4.1.2 Geologia	4-12
4.1.3 Caracterização Geomorfológica	4-21
4.1.4 Hidrografia e Recursos Hídricos	4-24
4.2 Meio Biótico	4-47
4.2.1 Vegetação e Uso do Solo	4-47
4.2.2 Áreas Protegidas e Prioritárias para a Conservação	4-62
4.2.3 Fauna de Vertebrados Terrestres e Aquáticos	4-68
4.2.4 Qualidade dos Ambientes Aquáticos	4-81
4.3 Meio Antrópico	4-148
4.3.1 Área de Influência Indireta	4-148
4.3.2 Área de Influência Direta	4-185
4.4 Legislação Ambiental	4-189
4.4.1 Gestão Ambiental	4-189
4.4.2 Gestão dos Recursos Hídricos	4-197
4.4.3 Licenciamento Ambiental	4-204
4.4.4 Normas Específicas para os Principais Aspectos Ambientais	4-210
4.5 Ações, Planos e Programas Intervenientes	4-215
4.5.1 Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.	4-216
4.5.2 Pacto pelo Saneamento no Estado do Rio de Janeiro	4-221
4.5.3 Parque Fluvial e Replanta Guandu	4-221
5. PROGNÓSTICO AMBIENTAL	5-1
6. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	6-1
7. PROGRAMAS AMBIENTAIS	7-1
8. BIBLIOGRAFIA	8-1
9. EQUIPE TÉCNICA	9-1

1. INTRODUÇÃO

As águas do rio Guandu abastecem mais de 8,5 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O Projeto de Proteção da Tomada D'Água da CEDAE no Rio Guandu, objeto deste Estudo de Impacto Ambiental (EIA), foi concebido com o propósito de evitar que a qualidade das águas captadas para abastecimento humano seja prejudicada pela acentuada poluição e por eventuais acidentes com cargas industriais provenientes dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, afluentes mais próximos ao local da captação.

O projeto consiste de um dique na margem esquerda do rio Guandu, a montante da tomada d'água, associado a estruturas hidráulicas de desvio das águas para jusante da barragem principal da CEDAE. As alternativas de projeto previamente concebidas e as características de engenharia da alternativa selecionada são apresentadas no Capítulo 2, precedidas de uma sucinta descrição das condições atuais e perspectivas de melhoria a curto e longo prazo dos referidos afluentes, como justificativas para a necessidade emergencial desta obra.

Conforme definido no Termo de Referência da CEDAE para este EIA, o Diagnóstico (Capítulo 4) baseou-se essencialmente em estudos já existentes. Para tal, a equipe utilizou principalmente os dados e informações disponíveis em estudos e planos elaborados para a bacia do rio Guandu, em dados originais do monitoramento de qualidade da água bruta executado regularmente pela CEDAE, em dados estatísticos e outras informações de fontes oficiais como IBGE e outros órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, bem como estudos publicados (teses, dissertações e relatórios técnicos) pertinentes às áreas temáticas abordadas no diagnóstico e na análise dos impactos.

De modo a complementar os dados secundários, este EIA contou ainda com a elaboração de modelagens hidrológicas e hidráulicas para identificação das prováveis manchas de inundação nas sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga a montante da tomada d'água e de modelagens de qualidade da água para avaliação dos impactos do empreendimento a jusante, no rio Guandu, estudos estes apresentados nos Anexos I e II.

Foram também realizadas observações de campo, que consistiram de visita ao local do empreendimento e entorno imediato, incluindo percurso de barco na Lagoa do Guandu com captura e devolução de peixes para identificação *in loco* das espécies mais comuns, entrevistas informais com moradores e pescadores da comunidade de Todos os Santos, localizada na margem esquerda do rio Guandu, próximo à tomada d'água da CEDAE, e ainda observações e sondagens geológico/geotécnicas para identificação de potenciais áreas de empréstimo.

Com base na avaliação de impactos do projeto, apresentada no Capítulo 6, foram delineados programas ambientais específicos para monitoramento, minimização e compensação dos impactos identificados.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para a caracterização deste empreendimento, além dos aspectos de engenharia do projeto, é necessário situá-lo em relação à localização, estrutura e magnitude do sistema de captação e utilização de água do rio Guandu pela CEDAE, frente ao processo avançado de degradação da qualidade das águas dos afluentes mais próximos da captação, rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, bem como frente às conseqüências e riscos para o sistema e as perspectivas de reversão desse processo. Os subitens a seguir apresentam esses aspectos, seguidos da descrição das alternativas de solução estrutural de engenharia, da justificativa para a alternativa selecionada e, por fim, das características técnicas e eficácia esperada do projeto.

2.1 Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

A CEDAE abastece cerca de 80% da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) através do sistema de captação, tratamento e distribuição de água do rio Guandu.

A estação de tratamento de água "ETA Guandu" foi incluída no *Guinness Book* (o Livro dos Recordes) por ser a maior estação de tratamento de água do mundo, em produção contínua¹. Inaugurada em 1955, a ETA Guandu tem hoje, após sucessivas ampliações e melhorias técnicas, capacidade para produzir 43.000 litros por segundo de água tratada, suficiente para abastecer uma população superior a 8,5 milhões de pessoas, atendendo aos municípios de Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados, Itaguaí, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Rio de Janeiro.

Para garantir essa produção na ETA, a CEDAE mantém o nível necessário à tomada d'água operando duas barragens no rio Guandu - uma principal e uma auxiliar - construídas para aproveitamento da vazão aumentada do rio em conseqüência das obras de transposição das águas do rio Paraíba do Sul, realizadas para a geração de energia no Complexo Hidrelétrico da LIGHT S/A.

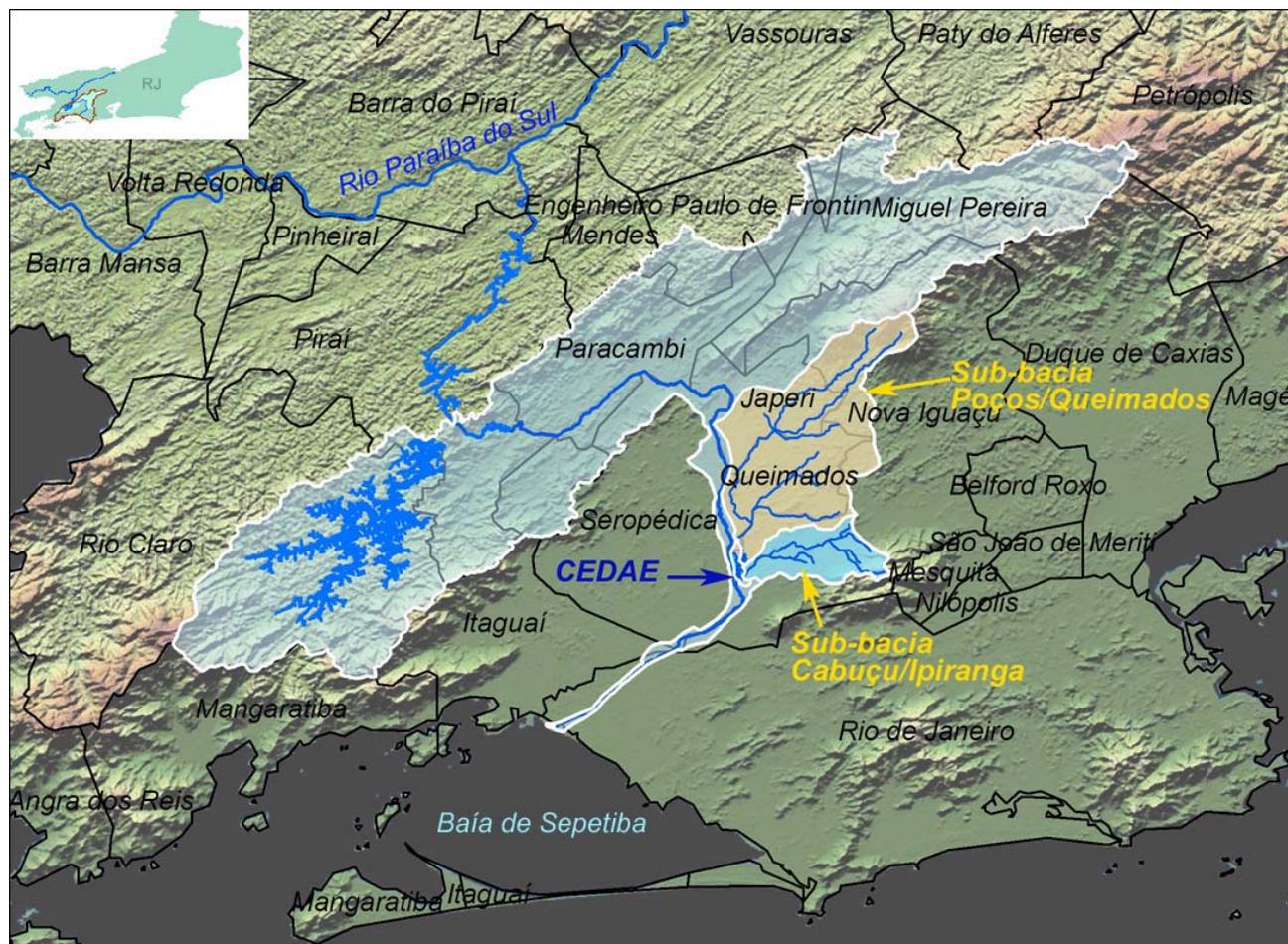
A barragem principal da CEDAE foi construída em um trecho próximo à foz de dois afluentes da margem esquerda do rio Guandu, formados pelas respectivas sub-bacias dos rios dos Poços e Queimados e dos rios Cabuçu e Ipiranga. O barramento formou uma área constantemente alagada, conhecida como Lagoa do Guandu, na planície brejosa que existia no local de encontro dos rios.

Para evitar confusão quanto às nomenclaturas desses rios, utilizamos a denominação conjunta de rio Poços/Queimados e rio Cabuçu/Ipiranga quando trata-se dos trechos finais pós-confluência dos rios formadores ou quando trata-se das respectivas sub-bacias.

A Figura 2.1-1 mostra o local da captação da CEDAE no contexto regional da bacia do rio Guandu e sua ligação com o rio Paraíba do Sul, com destaque para as sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, observando-se também a divisão municipal. O rio Guandu é o principal contribuinte da baía de Sepetiba. A descrição detalhada da hidrografia encontra-se no item 4.1.4.

¹ Informação no site www.cedae.rj.gov.br, link Guandu no Guinness - folheto institucional (acesso em ago/2009).

Figura 2.1-1 - Localização regional da captação da CEDAE no rio Guandu.



Fontes: limites da bacia obtidos em SONDOTÉCNICA/ANA, 2006 e imagem de relevo em MIRANDA (2005).

A transposição das águas do rio Paraíba do Sul elevou a vazão natural do rio Guandu de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ para mais de $160 \text{ m}^3/\text{s}$, tornando este rio o maior manancial de água utilizada para abastecimento no Estado do Rio de Janeiro. A CEDAE tem o direito outorgado pela Portaria SERLA nº 524, de 17/01/2007, de captação das águas do rio Guandu a uma vazão de até $45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nas Figuras 2.1-2 e 2.1-3 observam-se o local da captação, o encontro das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga com o rio Guandu, as barragens e tomada d'água, os desarenadores e a ETA Guandu.

Na figura 2.1-2 observa-se que a ETA Guandu situa-se na margem da rodovia BR-465 (Antiga Rio-São Paulo) próximo ao entroncamento com a rodovia RJ-105, conhecida como Estrada de Madureira, a cerca de 4 km de distância do local da captação e já fora dos limites da bacia do rio Guandu.

Figura 2.1-2 - Localização da captação da CEDAE e da ETA Guandu

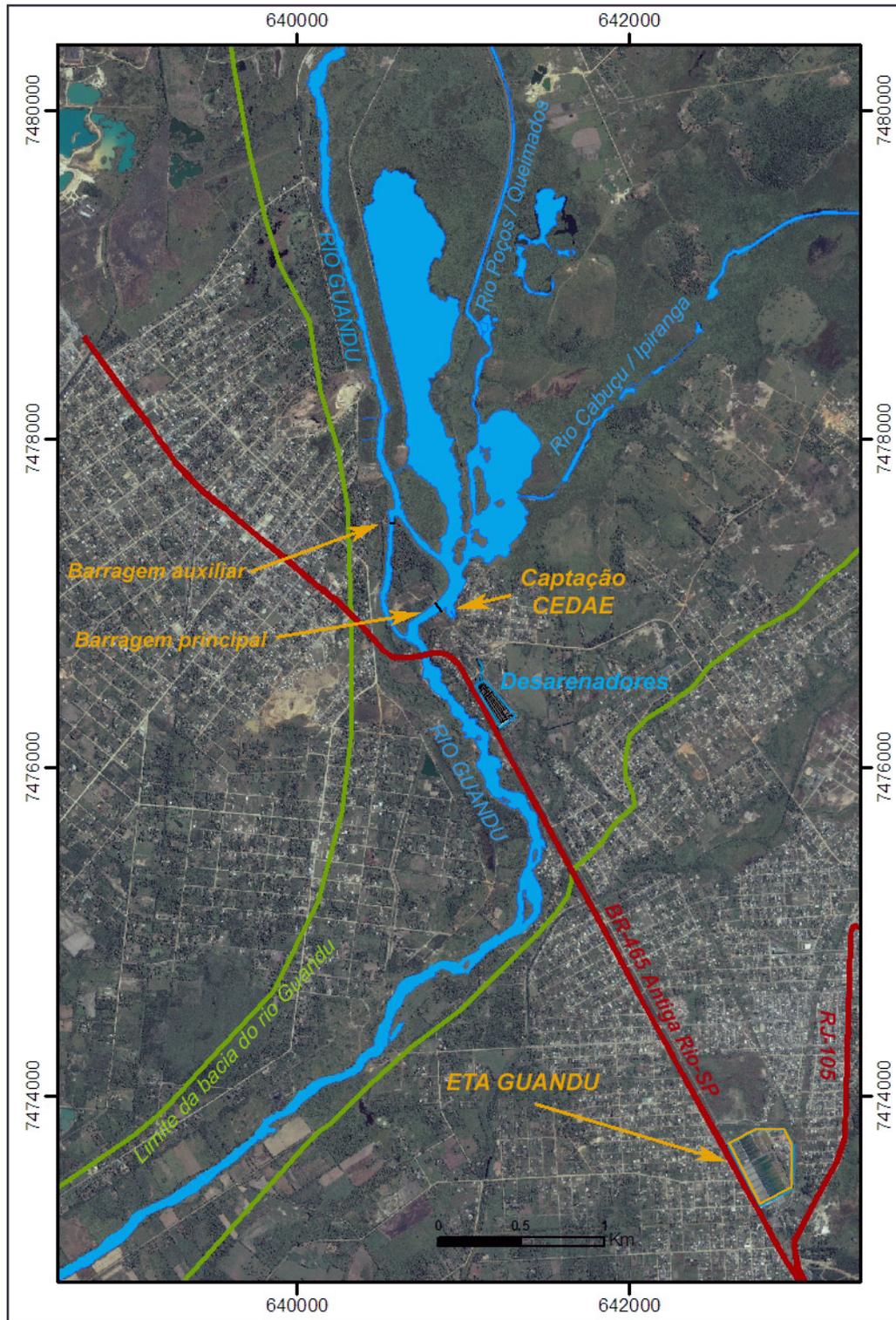


imagem Ikonos de jan 2002

Figura 2.1-3 - Localização da captação da CEDAE no rio Guandu e da ETA Guandu

Em período chuvoso, as águas chegam na ETA ainda com acentuada turbidez, característica da presença de sedimentos no rio Guandu, chegando porém, ao final do tratamento, límpida, transparente e nos devidos padrões normativos de qualidade das águas para abastecimento humano (Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde).

A água captada no rio Guandu passa por dois túneis de 300 metros de comprimento e, em seguida, pelos desarenadores, que são canais de 9 m x 270 m utilizados para remover areia e materiais pesados que ainda estão em suspensão na água. Duas elevatórias de água bruta com várias moto-bombas, com vazões nominais de 2.500 e 3.500 litros por segundo, bombeiam a água que sai dos desarenadores para a ETA Guandu através de um conjunto de 5 grandes adutoras com diâmetros de 2,1 e 2,5 m e extensão de 3.200 m. Na ETA, as diversas fases de tratamento da água - coagulação, floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção e fluoretação - consomem grandes quantidades de produtos químicos: em média, são gastos diariamente 140 toneladas (t) de sulfato de alumínio, 20 t de cloreto férrico, 15 t de cloro, 25 t de cal virgem e 10 t de ácido fluossilícico.²

2.2 A Degradação dos Rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga

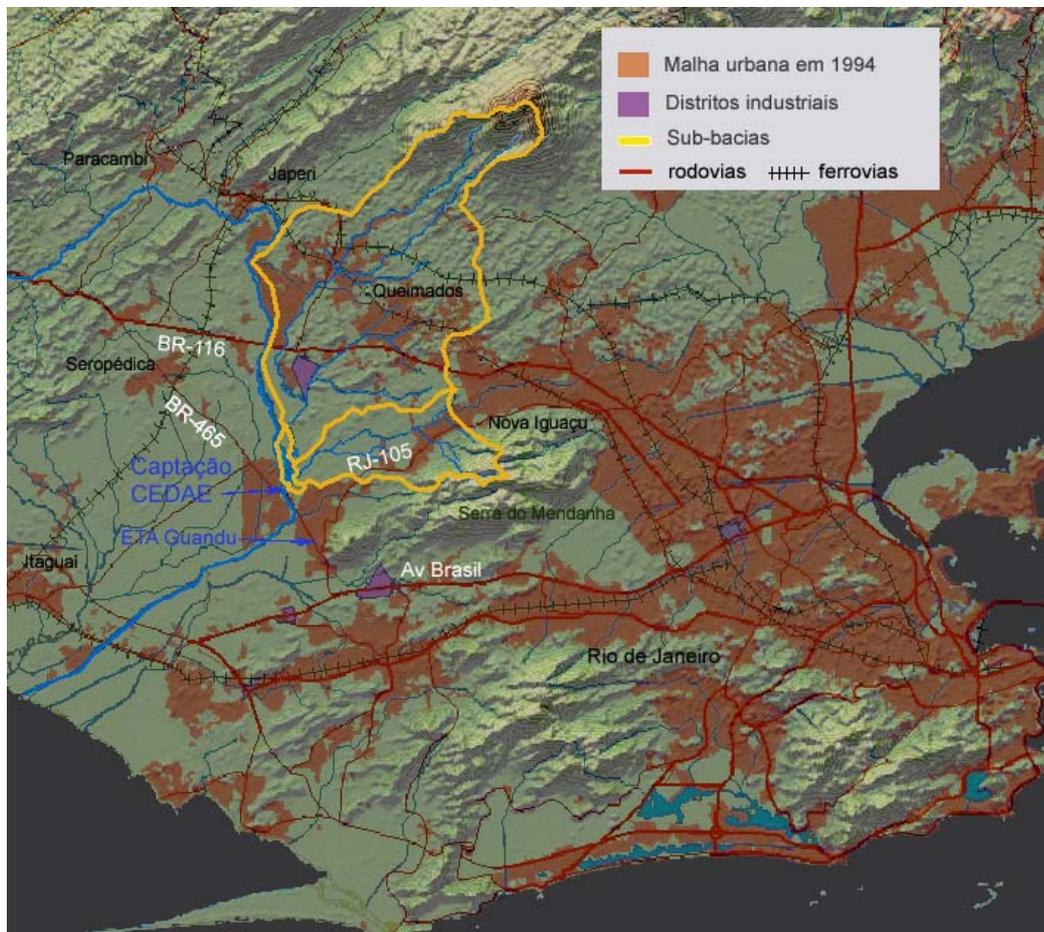
O aporte de esgotos domésticos, efluentes industriais e resíduos sólidos na rede hidrográfica que forma os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga tem causado elevados e crescentes índices de poluição em suas águas. O problema ocorre há mais de duas décadas e vem se agravando, tendo em vista que o crescimento urbano e industrial ocorre sem planejamento territorial adequado às normas ambientais, com ocupação de margens de rios e sem a necessária infra-estrutura em saneamento básico e em tratamento dos efluentes industriais.

² Informações no site www.cedae.rj.gov.br, link Guandu no Guinness - folheto institucional (acesso em ago/2009).

As sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga estão situadas em uma das áreas preferenciais de expansão da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, RMRJ. Rodovias e ferrovias, algumas existentes desde o século XIX, têm sido vetores de expansão da malha urbana da cidade do Rio de Janeiro em direção aos municípios que fazem parte da bacia do rio Guandu.

Na Figura 2.2-1 pode-se observar o avanço da ocupação da RMRJ em 1994, quando já havia se estendido pelas sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Atualmente, a ocupação já atingiu uma área maior nessas sub-bacias, conforme se pode constatar nos dados e mapas apresentados no diagnóstico de vegetação e uso do solo (item 4.2.1).

Figura 2.2-1 - Expansão da malha urbana na RMRJ com destaque para as sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.



Fonte: Malha urbana e distritos industriais obtidos no LabGeo/Fundação CIDE, sobrepostos à imagem de relevo de MIRANDA (2005).

A malha urbana que se desenvolveu em torno dos ramais ferroviários em Queimados e Japeri vem se expandindo para a parte sul desses municípios, no curso inferior da bacia Poços/Queimados, atrelada ao acesso pela rodovia BR-116 (Dutra). A sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga é atravessada longitudinalmente pela RJ-105, um importante vetor de crescimento do município de Nova Iguaçu. Facilitada pela ligação entre as

rodovias BR-116, BR-465 e Avenida Brasil, a malha urbana atrelada à RJ-105 expande-se preferencialmente pelas áreas planas em torno da Serra do Mendanha.

Diversas indústrias existentes na malha urbana das sub-bacias, a maior parte concentrada no Distrito Industrial de Queimados, bem como atividades agrícolas e de extração mineral, somam-se em um cenário de crescentes fontes de poluição, cada vez mais próximas do encontro das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga com o rio Guandu.

No ano 2000, o Censo Demográfico do IBGE já não registrava população rural nos municípios que abrangem as sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga - Japeri, Nova Iguaçu e Queimados - apesar de ainda existirem unidades de produção agrícola nesses municípios. Segundo as estimativas feitas para o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, ou "Plano da Bacia do Guandu" (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), no ano 2000 cerca de 333.000 pessoas residiam na área abrangida por estes três municípios na bacia do rio Guandu. Projeções feitas no mesmo estudo estimaram um aumento de cerca de 10% desta população para o ano 2010. De acordo com a contagem feita pelo IBGE em 2007, o município de Queimados, totalmente inserido na sub-bacia do rio Poços/Queimados, apresentava 7% de aumento em relação a 2000.

De acordo com os estudos hidrológicos e de qualidade da água realizados para o Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), as vazões dos rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga são insuficientes para diluir a excessiva carga orgânica de efluentes domésticos e industriais que recebem, principalmente nos períodos de estiagem. Atualmente, na maioria dos trechos desses rios, a partir da malha urbana, os índices de poluição estão fora de qualquer das classes de corpos de água doce definidas na Resolução CONAMA 357/05.

As condições de qualidade dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e dos demais ambientes aquáticos diretamente relacionados ao empreendimento são apresentadas no diagnóstico do meio biótico (item 4.2.4). No Quadro 2.2-1, a seguir, foram reunidos alguns indicadores principais que fornecem uma noção do nível de poluição orgânica nesses rios. Chama a atenção os valores de coliformes fecais, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do rio Queimados, que são extremamente discrepantes em relação aos parâmetros da Resolução 357/05 e também aos valores dos demais corpos d'água relacionados no quadro.

Além de receber uma carga maior de efluentes domésticos e industriais, o rio Queimados está inserido em perímetro urbano desde suas nascentes. O rio dos Poços, no qual deságua o rio Queimados, tem suas nascentes em florestas naturais da Serra do Tinguá, protegidas pela Reserva Biológica do Tinguá; e os rios Cabuçu e Ipiranga nascem na Serra do Mendanha, que ainda dispõe de florestas nas cabeceiras e também está inserida em uma unidade de conservação, a APA Gericinó-Mendanha. Essa proteção ambiental nas cabeceiras fornece melhor qualidade ao curso superior desses rios e reduz um pouco o impacto da poluição a jusante, porém não é suficiente para diluir a carga orgânica lançada nos cursos médios e inferiores.

Quadro 2.2-1

Alguns dados de qualidade das águas dos rios Queimados, dos Poços, Cabuçu/Ipiranga, da Lagoa do Guandu e do rio Guandu, em confronto com os parâmetros da Resolução Conama 357/05 (valores médios e índices de violação).

Corpo hídrico ³	Coliformes fecais		Fósforo*		OD		DBO	
	NMP/100ml	i.v.	mg/L	i.v.	mg/L	i.v.	mg/L	i.v.
Classe 2 Conama 357/05	1.000	-	0,03 a 0,1	-	> 5,0	-	< 5,0	-
Classe 3 Conama 357/05	4.000	-	0,05 a 0,15	-	> 4,0	-	< 10,0	-
Rio Queimados (RQM-10)	1.745.800	97%	7,5	97%	0,5	97%	42,5	93%
Rio dos Poços (RPC-09)	4.431	53%	2,5	100%	2,3	97%	6,8	36%
Rio Cabuçu /Ipiranga (RIG-12)	36.876	96%	2,4	96%	2,0	96%	14,6	75%
Lagoa do Guandu (LGA-14)	14.091	79%	1,1	96%	6,1	37%	11,7	50%
Guandu montante (RGN-08)	4.016	44%	0,4	83%	6,9	13%	5,0	14%
Guandu na captação (RGN-17)	3.692	61%	0,4	83%	6,8	0%	8,8	69%

Fonte: Dados primários, fornecidos pela CEDAE, do monitoramento de qualidade da água bruta no período de abril/2005 a dez/2007. * Para fósforo a Resolução 357/05 define 3 valores correspondentes ao tipo de corpo hídrico, se ambiente lêntico (0,03 e 0,05 mg/L), intermediário (0,05 e 0,075mg/L) ou lótico (0,1 e 0,15 mg/L). OBS: i.v. = índice de violação de classe ou percentual de amostras fora do padrão para classe 2.

Os dados do Quadro 2.2-1 mostram que o rio Guandu também apresenta violações aos índices para classe 2, não somente após o encontro com os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga mas também antes, devido às cargas oriundas de outras sub-bacias a montante e do rio Paraíba do Sul. Porém, o grande volume de água do rio Guandu reduz o impacto dessas cargas, assim como da poluição que chega à Lagoa do Guandu através dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

Os indicadores de qualidade da água apresentados no quadro 2.2-1 estão diretamente relacionados à carga orgânica que chega aos rios, proveniente principalmente dos esgotos domésticos "in natura". Além dos esgotos, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, bem como o próprio rio Guandu e outros afluentes, recebem efluentes industriais e estão sujeitos a acidentes com cargas tóxicas tanto na rotina operacional das indústrias como no transporte desse material nas rodovias que atravessam as bacias dos rios Guandu e Paraíba do Sul, a montante da captação da CEDAE. Como se pode constatar no diagnóstico (item 4.2.4), dados do monitoramento

³ Os parâmetros da Resolução 357/05 colocados no quadro são os das classes 2 e 3, referentes a rios de água doce que podem ser utilizados para abastecimento humano após tratamento convencional. Porém, os índices de violação colocados no quadro referem-se somente às violações aos parâmetros para classe 2, tendo em vista o que determina a Resolução: enquanto não forem aprovados os enquadramentos em norma específica, os rios de água doce devem ser enquadrados em classe 2. Uma proposta de enquadramento foi apresentada no Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), porém, este enquadramento proposto ainda não está regulamentado (ver item 4.2.4).

realizado pelo INEA revelam violações aos parâmetros da Resolução CONAMA 357/05 também para substâncias tóxicas como fenóis, cianeto e chumbo nas águas das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, desde a década de 1980, pelo menos.

2.3 Perspectivas de solução do problema

Diante da elevada carga de poluição que chega aos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, é fundamental saber, para a caracterização deste empreendimento, quais seriam as perspectivas de solução do problema, de modo que a captação da CEDAE no rio Guandu não esteja constantemente sujeita aos impactos desta poluição.

Com relação aos esgotos domésticos, a necessária e urgente implantação de infraestrutura de coleta e tratamento nos núcleos urbanos da bacia do Guandu foi prevista e dimensionada entre as ações do Plano da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). Cerca de R\$ 1,13 bilhão, que corresponde a 75% do custo total do plano de investimentos em ações de melhoria ambiental da bacia, compreende o conjunto de ações para implantação dos sistemas de saneamento: coleta/tratamento de esgotos e drenagem nos núcleos urbanos da bacia. Para os núcleos urbanos dos municípios de Japeri, Nova Iguaçu e Queimados, abrangidos pela bacia, foi estimado no Plano um custo total de R\$ 464,52 milhões, a serem investidos em sistemas de coleta/tratamento dos esgotos e drenagem urbana, ao longo de 25 anos. No quadro 2.3-1 estão discriminados os custos para cada município.

Quadro 2.3-1

Investimentos previstos no Plano da Bacia do Guandu para obras de saneamento (esgoto+drenagem) em Japeri, Nova Iguaçu e Queimados.

INVESTIMENTOS	Japeri	Nova Iguaçu	Queimados	TOTAL
Estudos básicos*	2.192.539,00	2.831.487,00	2.891.892,00	7.915.918,00
Projeto executivo	516.419,00	757.811,00	706.116,00	1.980.346,00
Obras + Supervisão	52.933.028,00	77.675.653,00	72.376.965,00	202.985.646,00
TOTAL ESGOTO	55.641.986,00	81.264.951,00	75.974.973,00	212.881.910,00
DRENAGEM	84.952.800,00	80.114.400,00	86.572.800,00	251.640.000,00
TOTAL	140.594.786,00	161.379.351,00	162.547.773,00	464.521.910,00

Fonte: Plano da Bacia do Guandu, Anexo 2 - Subcomponente 2.1 Sistema de Coleta e Tratamento de Esgotos (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). * Estudos básicos compreendem levantamentos aerofotogramétricos e topográficos, projetos básicos, EIA/Rima, Termos de Referência e editais de licitação.

Os recursos financeiros para essas obras dependem da disponibilidade de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água na bacia do Guandu, entre outras possíveis fontes de financiamento, como os próprios orçamentos públicos anuais. Nos itens 4.4 e 4.5 deste EIA são apresentadas informações sobre essas fontes. Vale ressaltar que neste ano (2009) a CEDAE renovou convênios com municípios da bacia para gestão e melhorias nos sistemas de água e esgoto e deu início ao pagamento da cobrança pelo uso da água. Como maior usuária de mananciais de abastecimento urbano no estado, estas iniciativas da CEDAE representam um substancial aporte de recursos. De acordo com informações veiculadas pelo governo estadual⁴, a partir de 2010, a CEDAE deverá

⁴ Notícias veiculadas em dez/2009 nos sites www.cedae.rj.gov.br e INEA - www.inea.rj.gov.br

repassar cerca de R\$ 20 milhões por ano para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e, no mínimo, 70% desse montante deverão ser aplicados nas demandas de coleta e tratamento de esgotos urbanos.

No entanto, dois aspectos importantes devem ser observados nesse contexto de investimentos em tratamento de esgotos na bacia do rio Guandu:

- 1) A morosidade, frente à urgência de investimentos em saneamento básico, do processo de implantação da política e sistema de gestão dos recursos hídricos e, por conseguinte, a perspectiva de que somente no horizonte de longo prazo do Plano da Bacia (25 anos ou mais) estejam satisfatoriamente concluídas as obras de saneamento necessárias para melhorar a qualidade dos rios da bacia;
- 2) A probabilidade de que o tratamento dos esgotos seja insuficiente para garantir a melhoria necessária na qualidade dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, conforme avaliação dos estudos de qualidade da água do Plano da Bacia, citados a seguir:

A capacidade de diluição da carga de esgotos, representada pelo volume e pela vazão do rio, é um grande diferencial para as perspectivas de solucionar o problema de qualidade de suas águas com a implantação de infra-estrutura em esgotamento sanitário. Para avaliar a eficiência dessa infra-estrutura nas sub-bacias dos rios mais poluídos e para subsidiar a proposta de enquadramento dos rios da bacia do Guandu de acordo com critérios normativos, foram realizadas simulações de qualidade da água, apresentadas no Plano da Bacia.

Conforme consta no capítulo 3 do Plano da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), essas simulações foram feitas considerando o atendimento a 90% da população com estações de tratamento de esgoto com eficiência de remoção de 90% da DBO e de 97% do fósforo. Nessas condições de tratamento, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga chegariam à foz, na lagoa, com índices relacionados à carga orgânica (OD, DBO, coliformes, fósforo) ainda fora de classe ou no máximo em classe 3 da Resolução CONAMA 357/05, se considerada a vazão média de cada rio. Com vazões críticas de estiagem - *vazões mínimas médias de 7 dias de duração e dez anos de recorrência, $Q_{7,10}$* - os rios ainda chegariam à lagoa fora de classe.

Deve-se ressaltar, porém, que a ausência de séries históricas de vazões desses rios limitou a consistência dos resultados da simulação, realizada com base em vazões estimadas a partir de poucas medições feitas em 1998. Ou seja, com séries históricas os resultados poderiam ser tanto mais como menos críticos.

De acordo com a Resolução 357/05, rios em classe 3 ainda podem ser usados no abastecimento humano, após tratamento convencional. Porém, diante da forte possibilidade de que, mesmo com a implantação dos sistemas de tratamento dos esgotos, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, em vazões inferiores à média, não cheguem a atingir padrões classe 3, verifica-se a igualmente forte possibilidade de que as águas captadas pela CEDAE no rio Guandu continuem sofrendo os impactos da poluição que resulta da carga de esgotos sanitários nestes rios.

Com relação aos efluentes industriais e aos riscos de acidentes com cargas tóxicas, o Plano da Bacia contempla ações indiretas, que visam ampliar e melhorar a capacidade do poder público e do Comitê da Bacia no controle dos agentes responsáveis pelo lançamento de cargas poluentes, bem como incentivar esses agentes a implantar ou a melhorar os sistemas de tratamento. Dentre as ações propostas no Plano da Bacia constam ações que envolvem a pesquisa e a modelagem dos efluentes industriais e dos resíduos tóxicos produzidos na bacia e a implantação de banco de dados, destacando-se ainda a proposta de criar um sistema de alerta de poluição por cargas acidentais visando dar maior segurança à ETA Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). Em 2004, antes ainda da elaboração do Plano da Bacia, foi realizada uma auditoria do Ministério Público para a definição de Termos de Ajustamento de Conduta entre o Estado e as empresas do Distrito Industrial de Queimados. Segundo SERBER (2005), que analisou os resultados desta auditoria, houve tímidas melhorias na infra-estrutura de tratamento de efluentes.

No entanto, essas iniciativas para controle da poluição industrial ainda não se converteram em ações efetivas realizadas de modo a reduzir significativamente a carga de poluição que os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga recebem. Além disso, a captação da CEDAE continuaria suscetível a acidentes com cargas tóxicas nas indústrias e/ou nas rodovias que atravessam essas sub-bacias, especialmente na BR-116 (Dutra).

Além de estar constantemente sujeita à contaminação em casos de acidentes com cargas tóxicas, a captação da CEDAE no rio Guandu está também sujeita à proliferação de algas potencialmente tóxicas, em decorrência das elevadas cargas de nutrientes que chegam à lagoa do Guandu, provenientes dos esgotos que atingem os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

A CEDAE vem monitorando a presença de cianobactérias potencialmente tóxicas desde 2001, quando foi detectada sua ocorrência em alguns pontos de amostragem do INEA no rio Guandu e nos rios dos Poços e Queimados. Além do monitoramento de cianobactérias na lagoa e nos demais pontos de amostragem de qualidade da água dos rios, a CEDAE também realiza regularmente análises de microcistinas em água bruta e tratada na ETA Guandu, de acordo com as diretrizes e parâmetros normativos (Resolução CONAMA 357/05 e Portaria 518/04 do Ministério da Saúde), não tendo registrado até o momento nenhum valor acima dos limites. Embora não tenham sido identificadas espécies tóxicas na lagoa, o risco sempre existe e pode comprometer a regularidade do abastecimento caso ocorra a proliferação dessas espécies.

Conclui-se, desse modo, que há um conjunto de aspectos muito desfavoráveis e poucas perspectivas de melhoria das condições atuais dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga a curto ou médio prazo. Os fatores identificados, como a morosidade do processo de implantação da política de gestão dos recursos hídricos na bacia, os elevados custos e prazos incertos das ações e ainda a duvidosa eficácia para a qualidade da água desses rios com a implantação da infra-estrutura de esgotamento sanitário, aumentam a insegurança e os custos de manutenção do sistema da CEDAE de captação e tratamento de água para abastecimento de 8,5 milhões de habitantes da Região Metropolitana.

Nesse contexto, a CEDAE considera que, através da colocação do dique e estruturas de desvio das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, o projeto de proteção da tomada d'água da ETA Guandu atenuará significativamente, em curto prazo, os impactos da poluição para a qualidade da água captada no rio Guandu. Este projeto, que já vem sendo planejado e discutido há muitos anos nas instâncias de gestão dos recursos hídricos do estado, também está no Plano de Investimentos da Bacia, entre as ações destinadas à proteção dos recursos hídricos, com um orçamento estimado em R\$ 30 milhões (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

2.4 Alternativas de Engenharia para o Empreendimento

A primeira iniciativa do poder público estadual voltada para o problema da poluição dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e seus impactos para a tomada d'água da CEDAE no rio Guandu ocorreu há mais de 30 anos. Em março/1978 foi nomeada uma Comissão composta pela CEDAE, SERLA e FEEMA (as duas últimas hoje integradas ao INEA). Em 1979 foi elaborado pela empresa PROMON Engenharia um projeto de desvio desses rios através de um canal de 2 km de extensão e grandes dimensões na calha para escoar vazões de cheia da ordem de 360 m³/s. Esse projeto não foi executado, mas serviu de base para estudos posteriores realizados pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos Ambientais - LabHid, da COPPE/UFRJ, em 2000 e 2001, nos quais também constam estas informações do histórico de planejamento do projeto. Os estudos do LabHid identificaram alternativas de projeto de engenharia para o desvio, que serão descritas em seguida, neste item.

Nesse meio tempo, em nov-dez de 1990, o Laboratório de Traçadores da COPPE/UFRJ realizou um estudo para avaliar os caminhos preferenciais e de misturas das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga no encontro com o rio Guandu. Controlando a barragem de Ponte Coberta para manter o rio Guandu na vazão de estiagem e, portanto, favorecendo os fluxos para jusante dos afluentes em questão, foi injetado um traçador fluorescente (Uranina) no curso final desses rios e, em seguida, foram medidas as concentrações do traçador nas entradas dos túneis de captação e nas comportas da barragem principal. Nas condições hidráulicas e climáticas do período do estudo, observou-se que as águas do rio Poços/Queimados se misturavam com as águas do rio Guandu de forma homogênea, com uma ligeira tendência de escoamento pelo curso mais à direita do rio Guandu na barragem principal, enquanto que as águas do rio Cabuçu/Ipiranga tendiam a escoar principalmente para os túneis de captação. Imagens e fotos aéreas analisadas no diagnóstico para este EIA indicam que as águas do rio Guandu podem avançar mais ou menos em seu remanso para dentro da lagoa, promovendo uma mistura maior ou menor com os afluentes e, portanto, uma variável condição de diluição antes da captação.

O estudo de alternativas de engenharia para desvio dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga foi realizado pelo LabHid/COPPE em duas etapas. A primeira etapa compreendeu os estudos hidrológicos para estimativa das vazões e as definições preliminares de cinco alternativas de desvio (LabHid/COPPE, 2000). Na segunda etapa, a partir de levantamentos topobatimétricos, foram aprimorados os estudos e reavaliadas as alternativas de engenharia, apresentando-se um conjunto de três alternativas e estimativas dos níveis de inundação a montante das intervenções

(LabHid/COPPE, 2001). Em ambas as etapas desse estudo foram indicadas obras de tratamento dos esgotos nos núcleos urbanos das sub-bacias e também obras de tratamento na calha dos rios através do sistema FLOTFLUX visando reduzir a poluição dos mesmos até que as ETEs entrem em operação.

Em 2004, a CEDAE concebeu uma quarta alternativa de engenharia, compondo estruturas definidas nas alternativas estudadas pelo LabHid/COPPE em 2001, e contratou a empresa Tecnosolo S.A. para desenvolver o projeto desta alternativa, que resultou no atual projeto de proteção da tomada d'água da ETA Guandu, objeto deste EIA. O tratamento de esgotos nos núcleos urbanos das sub-bacias já está previsto no Plano da Bacia do Guandu e o tratamento dos rios com o sistema FLOTFLUX foi descartado pela CEDAE tendo em vista o seu alto custo frente a uma eficiência parcial e uma eficácia duvidosa. O FLOTFLUX é uma tecnologia brasileira, patenteada pela empresa DT Engenharia, que utiliza o processo de flotação a ar dissolvido para tratamento diretamente no leito do curso d'água e para tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Existem poucos sistemas FLOTFLUX instalados no Brasil (menos de 15 estações fluviais) e a eficácia e relação custo/benefício têm sido questionadas, embora haja também poucos estudos de avaliação técnica e comparativa frente aos diversos aspectos e formas de tratamento de fontes poluentes pontuais e difusas.

Um estudo recente (COUTINHO, 2007) avaliou o desempenho do sistema FLOTFLUX instalado em dois córregos afluentes à represa da Pampulha, em Belo Horizonte (MG), que apresentam características semelhantes às dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Os resultados mostram que, em 3 anos de operação (de 2003 a 2006), a estação atingiu a eficiência esperada nas metas de projeto somente para DBO e DQO, ficando abaixo das metas para as demais variáveis - turbidez, coliformes fecais, sólidos dissolvidos totais, nitrogênio, fósforo, óleos e graxas - sendo que, em relação ao enquadramento do efluente, somente os valores médios de remoção de turbidez, matéria orgânica e sólidos atenderam aos parâmetros de classe 2 da Resolução Conama 357/05. Embora o autor tenha concluído que o sistema FLOTFLUX é uma alternativa concreta, sob os aspectos técnico e ambiental, para tratamento de cursos d'água e proteção de mananciais, por reduzir as cargas orgânicas que causam a eutrofização do reservatório, os custos comparativos apresentados pelo mesmo autor colocam em questão a eficácia do sistema: em 2006, o custo de tratamento em uma ETE operada pela COPASA-MG, que utiliza o processo convencional de lodos ativados, foi de R\$0,07 por m³ tratado, a metade do valor gasto no sistema FLOTFLUX da Pampulha naquele ano (R\$0,14 por m³ tratado). Além disso, o destino final do lodo resultante do sistema, que no caso da Pampulha é conduzido para tratamento em uma ETE já existente, seria mais um problema para o caso dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

As alternativas de engenharia são descritas a seguir, conforme apresentadas no estudo original (LabHid/COPPE, 2001) para as três primeiras e conforme apresentada no projeto da Tecnosolo (2004) para a quarta alternativa.

2.4.1 Alternativa 1

Esta alternativa, apresentada esquematicamente na Figura 2.4-1, consiste de um canal de desvio dimensionado para escoar as cheias dos rios Poços/Queimados e

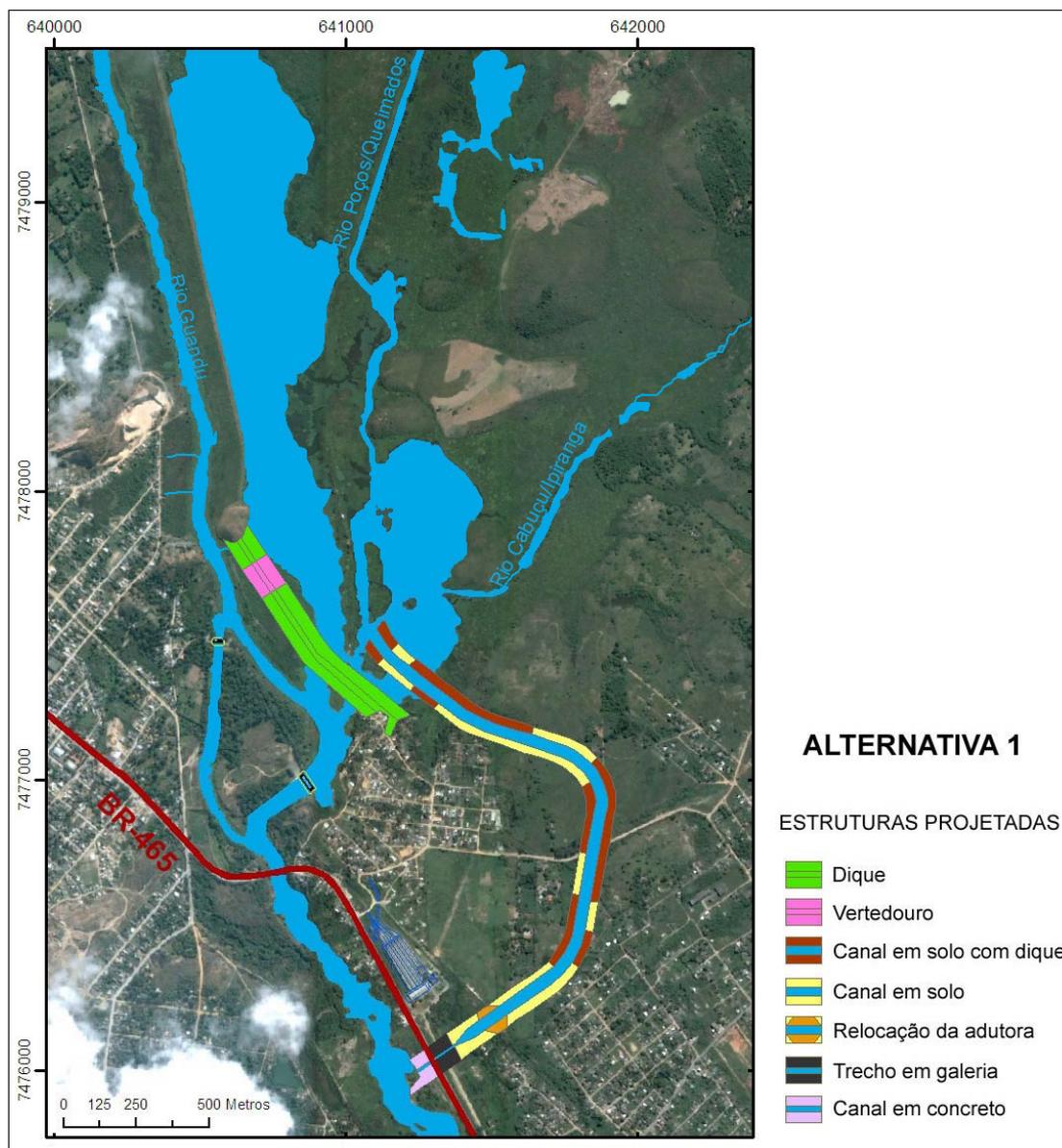
Cabuçu/Ipiranga com tempo de retorno de 20 anos, um dique para isolamento do rio Guandu e um vertedouro.

As características e dimensões dessas estruturas são as seguintes:

Alternativa 1 - Canal de Desvio

- canal em solo com largura média de fundo igual a 40m, taludes 1:3 e extensão de 1770m;
- Três degraus com largura de 15,0m e alturas variáveis entre 1,0 e 2,0m revestidos com gabiões tipo manta com espessura de 0,30m;
- trecho em galeria com seção de 15,0 x 4,0m e extensão aproximada de 50m;
- canal em concreto com dimensões de 15,0m x 4,0m e cerca de 160m de extensão;
- obras de sustentação das adutoras do Guandu próximas à antiga rodovia Rio-São Paulo e de substituição de um trecho das 2 linhas de adução de Ribeirão das Lajes;
- Enrocamento de proteção das margens do rio Guandu, no local de deságüe do canal de desvio.

Figura 2.4-1 - Localização das estruturas definidas na Alternativa 1.



Fonte: Desenho da alternativa obtido em LabHid/COPPE (2001) sobre mosaico de imagens e hidrografia extraídos do Google Earth, imagem de out/2006.

Em alguns segmentos nos quais o canal de desvio atravessa áreas baixas, foi prevista a construção de diques marginais, indicados na Figura 2.3-1. O canal de desvio foi dimensionado para o escoamento em regime gradualmente variado, utilizando o modelo HEC-RAS 2.2 do U.S.C.E.

Vale observar que o canal, apesar de concebido para uma vazão com recorrência de 20 anos ($253\text{m}^3/\text{s}$), tem capacidade para escoar sem extravasamentos, utilizando sua borda livre, uma vazão maior, em cerca de 20%, ou seja, da ordem de $300\text{m}^3/\text{s}$, que, de acordo com o estudo de cheias, está associada a uma recorrência próxima a 50 anos.

Alternativa 1 - Dique Para Isolamento do Rio Guandu

O dique previsto corresponde a um prolongamento do dique existente na margem esquerda do rio Guandu e tem por finalidade impedir que as águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga se misturem às do rio Guandu. O coroamento do dique foi considerado na cota 14,50m e sua extensão estimada em 800m.

Alternativa 1 - Vertedouro

As dimensões principais do vertedouro são as seguintes:

- cota da crista: 12,30m
- carga hidráulica máxima: 1,00m
- extensão de crista: 158m

A crista do vertedouro foi considerada na cota 12,3m. Sua operação, em conjunto com o canal de desvio, está prevista na ocorrência de vazões com período de retorno superior a 10 anos.

◆ **Alternativa 1A - Variante da Alternativa 1**

Visando reduzir o elevado custo da Alternativa 1, o estudo do LabHid/COPPE (2001) considerou uma variante, denominada Alternativa 1A, que consistiria da mesma estrutura e dimensões para o canal de desvio, porém dispensaria o vertedouro e o dique que isola o rio Guandu da lagoa.

Em substituição ao dique, seria mantido o isolamento dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga através da recuperação e do fechamento do antigo dique da margem direita do rio Poços/Queimados⁵, fixando a crista na cota 12,30m, protegida com blocos, numa extensão de 1,0km. A mistura das águas desses rios com as da lagoa do Guandu se daria em vazões com tempo de recorrência superior a 10 anos, quando ocorreria o extravasamento sobre esta margem do rio Poços/Queimados na direção da lagoa.

Ou seja, o vertedouro seria o próprio dique marginal do rio Poços/Queimados e a lagoa permaneceria em contato com o rio Guandu.

Esta recuperação da margem direita do rio Poços/Queimados também foi incorporada na segunda alternativa, apresentada a seguir, com crista um pouco mais baixa.

2.4.2 Alternativa 2

A Alternativa 2 (Figura 2.4-2) contempla também um canal de desvio, com traçado aproximado ao do canal previsto na Alternativa 1, porém dimensionado para uma vazão de 2,5m³/s. No trecho final de deságüe do canal no rio Guandu se utilizaria uma

⁵ Os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga foram retificados e dragados por ocasião das grandes obras de drenagem realizadas nas baixadas fluminenses pelo DNOS na primeira metade do século XX. Na época foram construídos diques marginais nesses rios, que estão hoje parcialmente destruídos.

antiga estrutura de tomada d'água do Guandu para ultrapassagem sob a rodovia BR-465 (antiga Rio-São Paulo).

As dimensões do canal em solo proposto foram obtidas considerando-se o regime de escoamento uniforme e, tal como na Alternativa 1, foram previstos diques marginais em alguns segmentos do canal. As estruturas previstas são as seguintes:

Alternativa 2 - Canal de Desvio

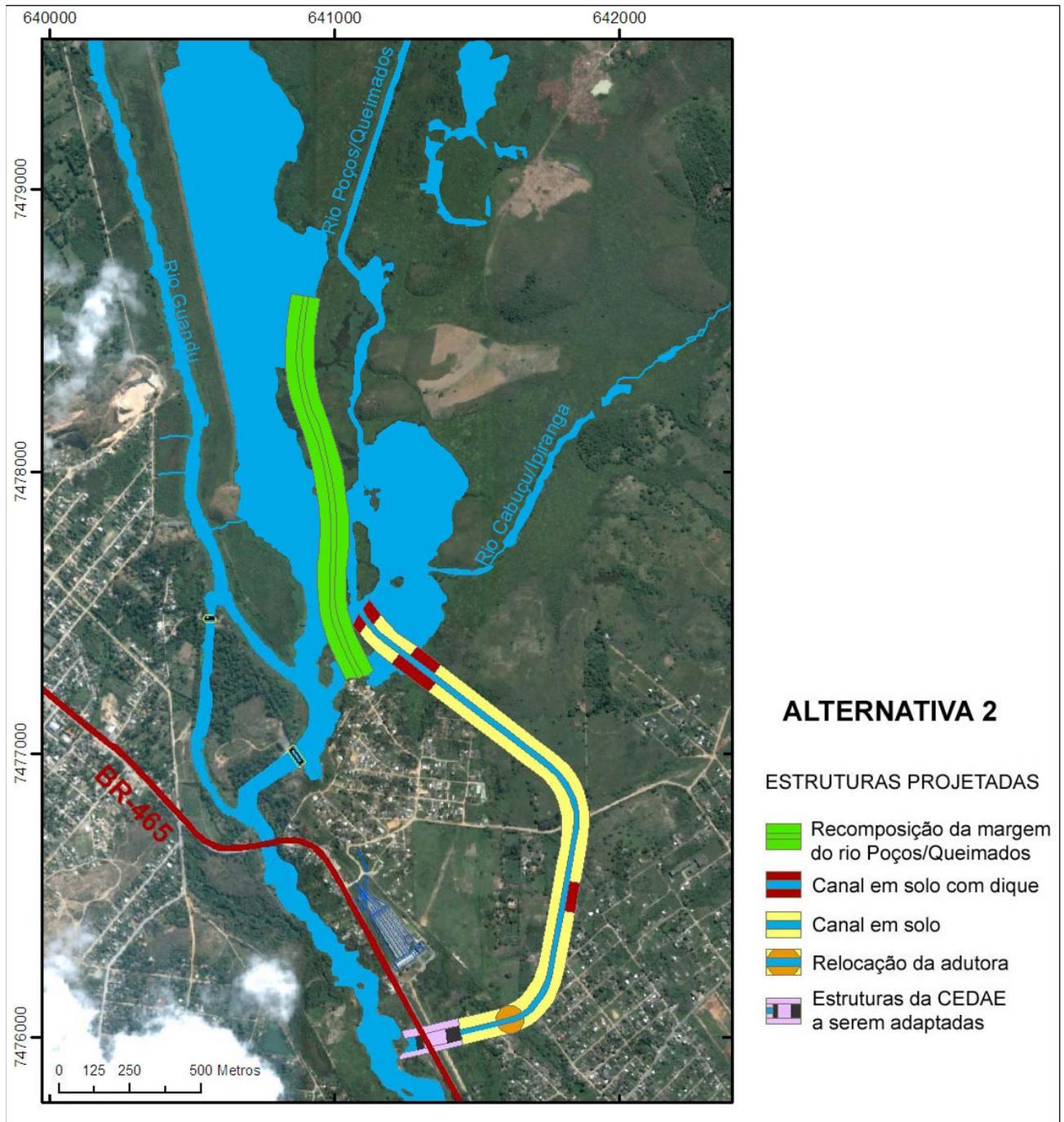
- Canal em solo com largura de fundo igual a 1,0m, taludes 1V:3H e extensão de 2.100m;
- Coeficiente de rugosidade de Manning: $n = 0,030$;
- Dois degraus com altura de 1,30m revestidos com gabião manta;
- Obras de sustentação e substituição de trecho das adutoras de Ribeirão das Lajes;
- Recuperação da estrutura de concreto no trecho final do canal de desvio (antiga captação da CEDAE) para ser utilizada na ultrapassagem sob a antiga Rio-São Paulo e para o deságüe no rio Guandu;
- Enrocamento de proteção da margem do rio Guandu no local de deságüe do canal de desvio.

Alternativa 2 - Recomposição da Margem Direita do Rio Poços/Queimados

Além do canal, a Alternativa 2 contempla a recomposição da margem direita do rio Poços/Queimados e Ipiranga com extensão avaliada em 1,0km e coroamento em torno da cota 12,00m, visando garantir a separação dos escoamentos desses cursos d'água, do rio Guandu, para vazões baixas. No caso de vazões mais elevadas na bacia desses rios haveria um vertimento sobre essa margem e mistura com as águas da lagoa do Guandu.

Para todos os segmentos da margem direita a serem complementados, ou integralmente executados, foi previsto um revestimento com *rip-rap* de proteção com blocos de diâmetro 0,30m, visando a preservação de sua integridade nos processos de galgamento por ocasião da ocorrência de cheias.

Figura 2.4-2 - Localização das estruturas definidas na Alternativa 2.



Fonte: Desenho da alternativa obtido em LabHid/COPPE (2001) sobre mosaico de imagens e hidrografia extraídos do Google Earth, imagem de out/2006.

2.4.3 Alternativa 3

A Alternativa 3 (Figura 2.4-3) tem o mesmo objetivo da Alternativa 2, de efetuar apenas o desvio da vazão de $2,5\text{m}^3/\text{s}$. Porém, o desvio na Alternativa 3 seria feito por meio de tubulações desembocando no rio Guandu a jusante da barragem principal.

Esta alternativa também incorpora o dique de recomposição da margem direita do rio Poços/Queimados, mantendo somente a lagoa em contato com o rio Guandu.

Alternativa 3 - Tubulação de Desvio

O desvio seria executado no primeiro trecho, entre o local de captação e a ilha, à direita da barragem principal, através de dois tubos de polietileno PEAD-PN4, com diâmetro externo igual a 0,90m, numa extensão de 110m. Para ultrapassagem da ilha e deságüe no braço do rio Guandu a jusante, numa extensão de 220m, seriam utilizados dois tubos de concreto classe CA-1, de diâmetro igual a 0,90m.

Para a escolha do traçado mais adequado e para o desenvolvimento do projeto seria imprescindível a realização de sondagens e levantamentos topográficos específicos.

Alternativa 3 - Recomposição da Margem Direita do Rio Poços/Queimados

Tal como concebido na alternativa 2, a recomposição da margem direita dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga com extensão prevista de 1,0km e coroamento em torno da cota 12,00m, visa garantir a separação dos escoamentos desses cursos d'água, do rio Guandu, para vazões baixas. No caso de vazões mais elevadas na bacia desses rios ocorreria uma superação natural dessa margem e mistura com as águas da lagoa do Guandu.

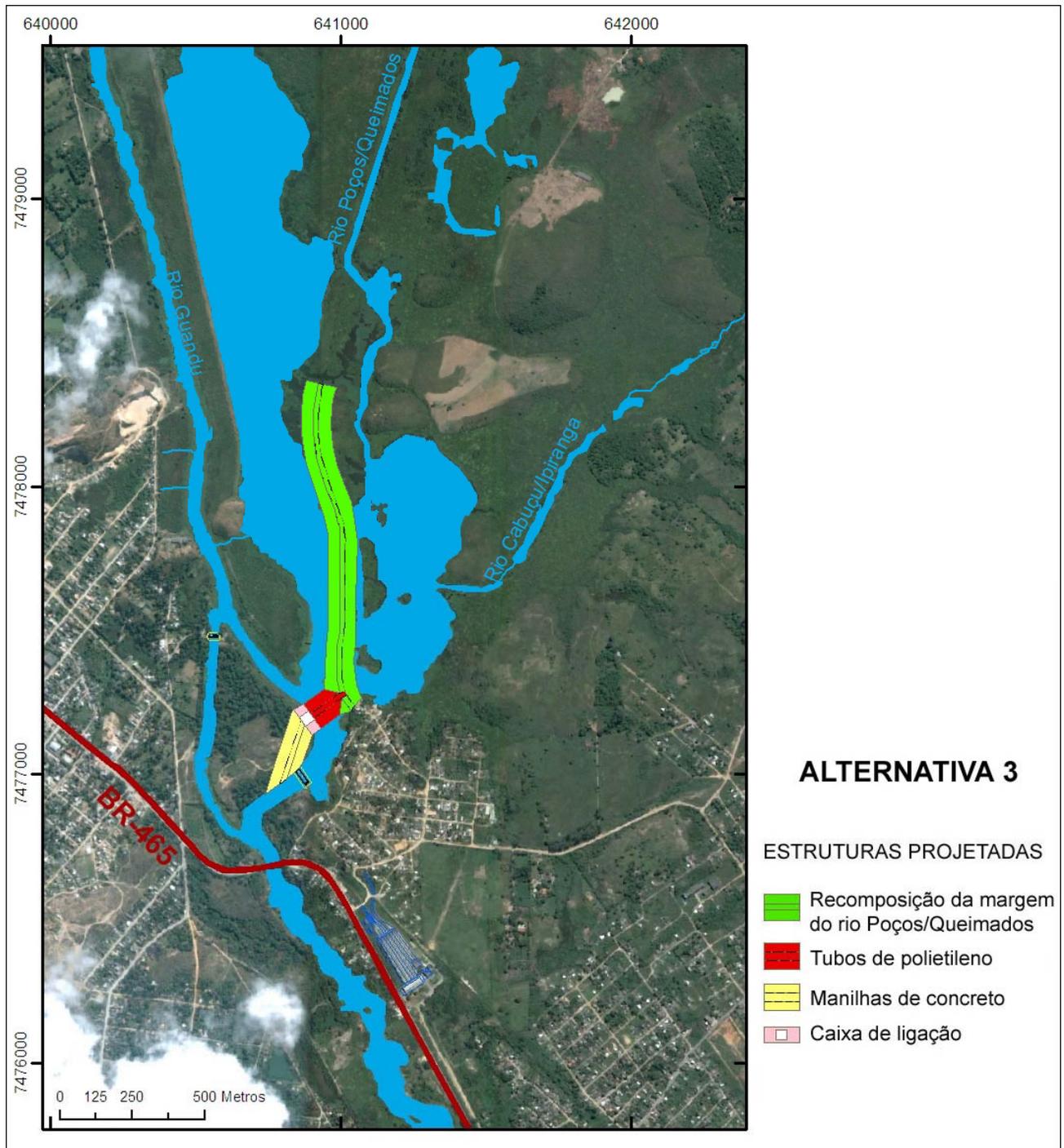
◆ **Alternativas 3A e 3B - Variantes da Alternativa 3**

Duas variantes foram consideradas no estudo do LabHid/COPPE para esta alternativa.

Na variante 3A considerou-se a utilização de tubos de polietileno PEAD-PN4 em toda a extensão da tubulação de desvio, caso a utilização de manilhas de concreto se mostre desaconselhável. Esta opção, no entanto, aumentaria o custo em cerca de 30%.

Na variante 3B cogitou-se a opção de passagem da tubulação de desvio pelo corpo da barragem principal ou pela estrutura mais próxima da captação, denominada de "Purga", o que seria operacionalmente complicado mas o traçado da tubulação de desvio seria encurtado em 30m e o movimento de terra na travessia pela ilha seria evitado. O custo dessa variante 3B, considerando-se apenas os dutos de desvio e a recuperação da margem direita do trecho final do rio Poços/Queimados, seria um pouco inferior. Mas no caso da necessidade de construção de ensecadeira para a ultrapassagem do barramento, o custo seria significativamente majorado.

Figura 2.4-3 - Localização das estruturas definidas na Alternativa 3.



Fonte: Desenho da alternativa obtido em LabHid/COPPE (2001) sobre mosaico de imagens e hidrografia extraídos do Google Earth, imagem de out/2006.

2.4.4 Alternativa 4

Conforme dito anteriormente, em 2004 a CEDAE contratou a empresa Tecnosolo S.A. para desenvolver o projeto de uma quarta alternativa, que combina estruturas previstas nas três principais alternativas estudadas pelo LabHid/COPPE em 2001.

Esta alternativa 4 consiste de um dique separando o rio Guandu da lagoa, semelhante ao dique concebido na Alternativa 1, com vertedouro para eventuais cheias a montante. No trecho mais próximo da captação insere-se no dique uma estrutura de tomada d'água para o desvio das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga através de tubulações que atravessam sob o dique e seguem submersas até a ilha, de onde seguem enterradas até um ponto logo a jusante da barragem principal. Adotou-se, portanto, a solução de desvio concebida na Alternativa 3, porém com diferentes dimensões e estrutura mais complexa.

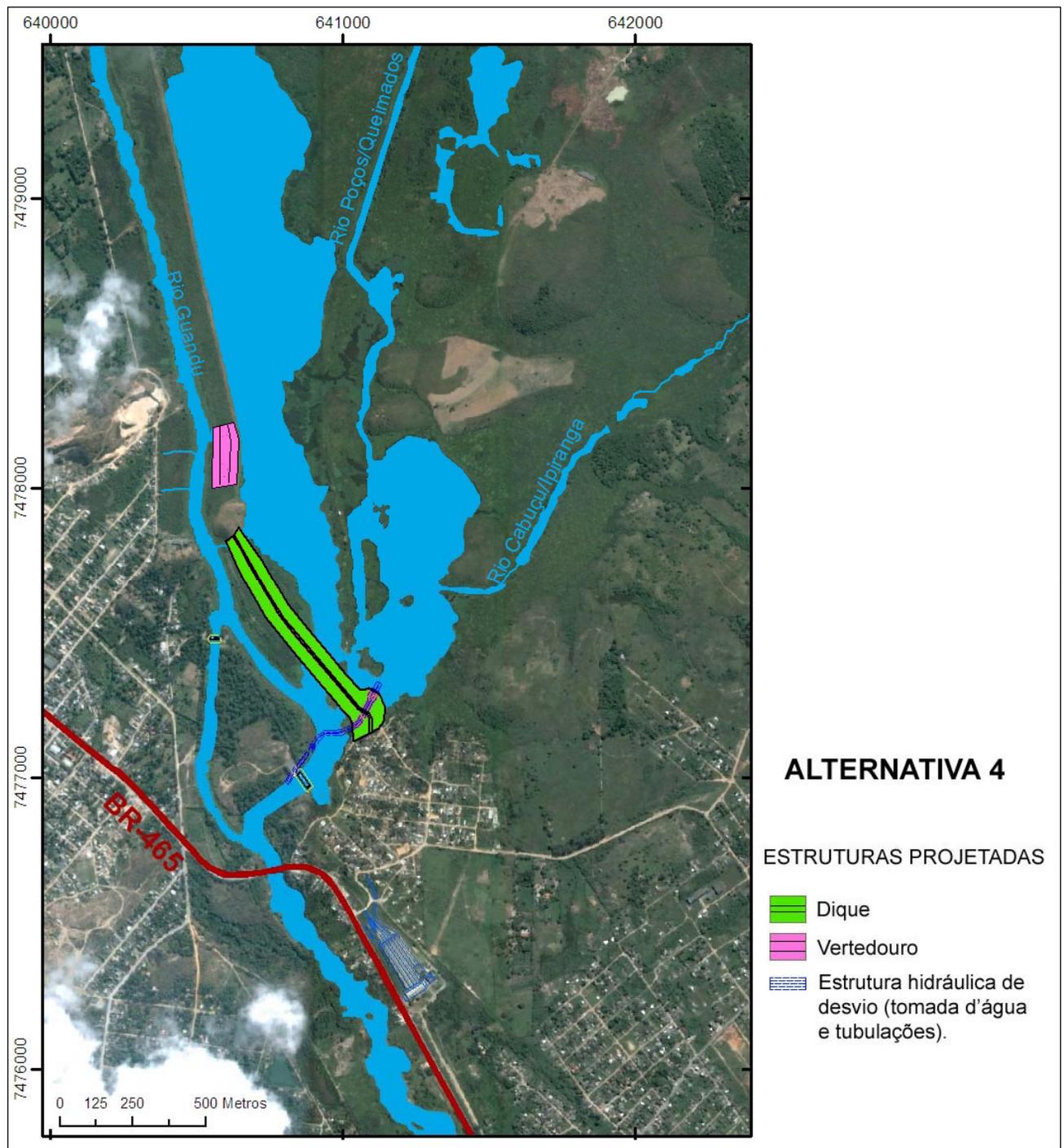
A alternativa 4 elimina, assim, os impactos das obras de implantação do canal, previstas nas alternativas 1 e 2. A alternativa 4 também evita a passagem das águas da lagoa para o rio Guandu, que somente ocorrerá em eventuais cheias que exijam a utilização do vertedouro, este porém situado em local mais distante da captação e cujo escoamento poderá ser conduzido preferencialmente pelo braço do rio Guandu oposto ao local da captação, onde se encontra a barragem auxiliar.

A Figura 2.4-4 mostra a localização dessas estruturas básicas da Alternativa 4.

Em decorrência das primeiras análises dos impactos do empreendimento, no processo de elaboração dos estudos para este EIA, observou-se que a interrupção da comunicação do rio Guandu com a lagoa causaria um significativo rebaixamento do nível d'água da lagoa, podendo transformá-la em uma extensa área de brejo nos períodos de estiagem, recuperando parte do volume nos períodos chuvosos, o que resultaria em condições ambientais mais drásticas do que as atuais, com maiores prejuízos à biota aquática e vertimento de uma água de pior qualidade para jusante no curso final do rio Guandu.

Sob o princípio da precaução, visando prevenir a ocorrência deste impacto, a CEDAE incorporou ao projeto a concepção de uma estrutura para transferência de água do rio Guandu para a lagoa quando necessário para manter o N.A. médio atual da lagoa. A localização mais adequada e o dimensionamento desta estrutura serão ainda objeto de estudo mais detalhado; considera-se, a princípio, a possibilidade de adaptar o vertedouro para esta função.

Figura 2.4-4 - Localização das estruturas definidas na Alternativa 4.



Fonte: Desenho gerado com base nas plantas do projeto da Tecnosolo (2004) sobre mosaico de imagens e hidrografia extraídos do Google Earth, imagem de out/2006.

2.4.5 Análise comparativa e justificativa para a Alternativa 4

As estruturas principais de cada alternativa estão sucintamente descritas no Quadro 2.4-1 para facilitar a comparação do ponto de vista técnico/operacional e ambiental, comentada em seguida ao quadro.

Quadro 2.3-1

Descrição básica das alternativas de engenharia do projeto

ALTERNATIVAS	ESTRUTURAS PRINCIPAIS	ESTRUTURAS COMPLEMENTARES
Alternativa 1	<u>Dique</u> de 800m de extensão com crista na cota 14,50m fechando a ligação Guandu-Lagoa; <u>Canal</u> (largura 40m e extensão 2000m) captando as águas próximo à foz dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e desviando-as para deságue no rio Guandu a cerca de 1,3km a jusante da barragem principal.	Vertedouro no dique; Relocação das Adutoras; Enrocamento nas margens do Guandu, no local de deságue do canal.
Alternativa 1A (variante)	<u>Dique</u> de 1 km de extensão e crista na cota 12,30m na margem direita do Poços/Queimados, separando o contato com a lagoa; <u>Canal</u> (largura 40m e extensão 2000m) captando as águas próximo à foz dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e desviando-as para deságue no rio Guandu a cerca de 1,3km a jusante da barragem principal.	O vertedouro seria o próprio dique da margem direita do rio Poços/Queimados; Relocação das Adutoras; Enrocamento nas margens do Guandu, no local de deságue do canal.
Alternativa 2	<u>Dique</u> de 1 km de extensão e crista na cota 12,00m na margem direita do Poços/Queimados, separando o contato com a lagoa; <u>Canal</u> (largura 1m e extensão 2100m) captando as águas próximo à foz dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e desviando-as para deságue no rio Guandu a cerca de 1,3km a jusante da barragem principal.	O vertedouro seria o próprio dique da margem direita do rio Poços/Queimados; Relocação das Adutoras; Recuperação da estrutura de concreto no final do canal; Enrocamento nas margens do Guandu, no local de deságue do canal.
Alternativa 3	<u>Dique</u> de 1 km de extensão e crista na cota 12,00m na margem direita do Poços/Queimados, separando o contato com a lagoa; <u>Tubulação</u> (2 tubos de 0,90m e extensão de 330m) conduzindo as águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga por dentro do dique e da ilha para local logo a jusante da barragem principal no rio Guandu. Obs: variantes 3A e 3B não mudam as estruturas principais da alternativa 3.	O vertedouro seria o próprio dique da margem direita do rio Poços/Queimados; Não foi inserida a instalação de comportas.
Alternativa 4	<u>Dique</u> de 800m de extensão com crista na cota 14,00m fechando a ligação Guandu-Lagoa; <u>Tubulação</u> (3 tubos 1,2x190m e 1 tubo 2,0x180m ligados por caixas de transição) conduzindo águas da lagoa por dentro do dique, atravessando o Guandu até a ilha, de onde sai afogado logo a jusante da barragem principal no rio Guandu. <u>Tomada d'água</u> a montante da tubulação com 3 canais de 1,80m de largura cada. <u>Canal de aproximação</u> (extensão 37m) escavado no fundo da lagoa a montante da tomada d'água.	Vertedouro / Estrutura de transferência de água do rio Guandu para a Lagoa; Comportas metálicas na tomada d'água.

Observa-se, neste quadro, que a Alternativa 1 (e sua variante 1A) e a Alternativa 2 causariam maiores impactos ambientais e sociais, tendo em vista a utilização de canal em solo para escoamento das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Além dos transtornos para os moradores e outros usuários da região durante a construção do canal, esta opção de canal em solo implicaria em desapropriações e deslocamento de pessoas de suas atuais moradias, mudanças na circulação de veículos e nos acessos na malha de ruas que seriam atravessadas pelo canal e ainda incômodos constantes com os odores das águas de má qualidade e riscos de acidentes, principalmente com crianças. A construção do canal causaria também transtornos à estrutura de abastecimento de água da RMRJ, com obras de adequação da passagem das adutoras na travessia entre os desarenadores e a ETA.

A Alternativa 2, em relação à Alternativa 1, diferencia-se também por não impedir a comunicação do rio Guandu com a lagoa maior. Esta mesma condição foi mantida na Alternativa 3, que seria menos impactante do que as anteriores por não utilizar o canal em solo. Na Alternativa 3, a qualidade da água na captação tenderia a melhorar significativamente, como também na lagoa maior, pela manutenção do fluxo de águas do rio Guandu para a lagoa e, ao mesmo tempo, pelo impedimento do fluxo dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga para esta lagoa, com a recuperação do antigo dique na margem direita do rio Poços/Queimados.

Por outro lado, conforme mostram os estudos de qualidade dos ambientes aquáticos (Diagnóstico, item 4.2.4), o rio Guandu, apesar do grande volume de água, também tem apresentado índices críticos de qualidade para algumas variáveis, incluindo fósforo, metais e pesticidas, que podem contribuir para a degradação da lagoa nas alternativas que manteriam a comunicação Guandu-Lagoa. Nesse aspecto, destacam-se dois problemas principais e interligados: a) o aporte de fósforo do rio Guandu, que alimenta o processo de eutrofização na lagoa; e b) a conseqüente proliferação de algas na lagoa, resultando em maior risco de produção de cianotoxinas. Ressalta-se que o rio Guandu pode estar transportando espécies tóxicas de cianobactérias provenientes do rio Paraíba do Sul e que encontram na lagoa o ambiente favorável a sua proliferação. O rio Paraíba do Sul já vem apresentando ocorrência dessas espécies tóxicas no reservatório de Funil, que situa-se a montante da transposição.

Além disso, na Alternativa 3, o dique eliminaria o efeito diluidor da mistura do rio Guandu com as águas da lagoa menor, onde atualmente deságuam os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, resultando em uma carga maior de poluentes nesta lagoa. Desse modo, na Alternativa 3, os impactos seriam maiores também para a biota que ainda habita a lagoa menor e seu entorno, passando este ambiente a acumular uma carga maior de poluentes e transferir parte desta carga para jusante, através do canal de desvio sob o dique, no rio Guandu. Esta situação causaria também transtornos aos moradores da margem esquerda do rio Guandu (comunidade Todos os Santos), a montante do dique projetado, próximo à lagoa menor, que teriam que conviver com um ambiente mais insalubre do que já se observa atualmente.

Conjugando o dique (com vertedouro) previsto na Alternativa 1 com a canalização das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga através de tubulações submersas prevista na Alternativa 3, a melhor opção passa a ser a Alternativa 4.

Na Alternativa 4, a captação da CEDAE para a ETA Guandu fica livre dos riscos de contaminação proveniente dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e da lagoa, sem a necessidade de canal externo prejudicando a vizinhança. Ao mesmo tempo, a comunicação entre as lagoas (maior e menor) fica mantida e favorecida pela utilização de uma estrutura auxiliar de transferência das águas do rio Guandu quando necessário para manter o nível do sistema lagunar.

Além da transferência das águas do rio Guandu, a tomada d'água no dique contará com um sistema de comportas para controle deste nível e para as necessárias atividades de limpeza e manutenção das tubulações e de todo o equipamento de desvio das águas das lagoas para jusante da barragem principal.

Portanto, a Alternativa 4 foi considerada a de menor impacto negativo e de maior eficácia para os resultados esperados, garantindo maior segurança sanitária e operacional para a ETA Guandu. A Alternativa 4 se constitui no empreendimento objeto deste EIA, cujas características de engenharia são descritas no item a seguir.

2.5 Descrição Técnica do Projeto

Conforme apresentado sucintamente no item anterior, o projeto de proteção da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu consiste basicamente de um dique separando as águas do rio Guandu do contato com as águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, associado a uma estrutura hidráulica que conduz as águas desses rios para deságue a jusante da captação, poucos metros após a barragem principal.

Para verter vazões excepcionais de cheia, está previsto um vertedouro a ser instalado entre o rio Guandu e a lagoa maior, a montante do dique. Esse local poderá ser também utilizado para a transferência das águas do rio Guandu para a lagoa, visando manter seu atual nível d'água (N.A.) médio.

Essas estruturas são descritas a seguir, conforme constam no projeto elaborado pela Tecnosolo S.A. As especificações e o dimensionamento do projeto contaram com sondagens geotécnicas a percussão e levantamentos topográficos e batimétricos do local previsto para a construção do dique, realizados pela Tecnosolo.

Ressalta-se que o sistema de transferência de água do rio Guandu para a lagoa não fez parte do projeto elaborado pela Tecnosolo e deverá ser objeto de estudo posterior.

2.5.1 Concepção do Dique ("aterro de conquista" + alteamento)

A seção proposta para o Dique baseou-se em modelo geotécnico considerando aspectos conservadores, além da adoção de elementos que não permitissem o rompimento da fundação, prejudicando a qualidade da água captada pela CEDAE. Outra posição assumida no projeto do barramento foi a não escavação do material de fundo da lagoa, ou seja, eliminou-se por completo operações de dragagem.

Assim sendo, a seção concebida para o barramento contempla um espigão de enrocamento disposto paralelamente ao leito do rio Guandu, em sua margem

esquerda, executado sob lâmina d'água. A partir desse enrocamento, com crista na elevação 12,50m, será construído um "aterro de conquista" no restante da seção, em solo, também lançado sob lâmina d'água.

Entre o enrocamento e maciço de solo do "aterro de conquista" foi previsto um material de transição granulométrica, além de um geotêxtil filtrante. Para garantia da estabilidade da fundação do "aterro de conquista" foram previstos materiais de reforço, tanto na base do enrocamento (malha de aço) como sob o solo lançado (geossintético). Na concepção da seção tipo do "aterro de conquista" foi estendido o geossintético até 24m além do eixo, no sentido lagoa. Admitiu-se que eventuais rupturas da fundação na região a montante desse ponto não seriam de maior consequência e poderiam ser compensadas lançando mais aterro.

É muito importante que o material terroso a ser empregado na construção do aterro de conquista, e lançado sob lâmina d'água, seja o menos amolgado possível. Durante sua extração no Empréstimo deverá ser empregado equipamento que remova de uma só vez um grande volume, da ordem de 1 a 1,5 m³, depositando-o, sempre que possível, diretamente no veículo que irá transportá-lo para a obra. Objetiva-se assim preservar a estrutura do solo "*in natura*", o que levará a um menor grau de desagregação quando lançado na água.

A seqüência construtiva do "aterro de conquista" prevê a execução do espigão de enrocamento logo após o aterro em torno da estrutura de Tomada d'Água integrada ao Dique atingir a elevação de +12,50m.

Concluído o "aterro de conquista" será iniciado o alteamento do Dique (com crista na elevação mínima de 14,0m), composto pelos seguintes elementos:

- Trincheira drenante, em toda a extensão do Dique, com 1,50m de profundidade, a partir da El. +12,00m;
- Reforço com geossintético na El. +12,00m em toda a extensão do alteamento do Dique (24m + folga de 3,5m para cada lado, totalizando 31m);
- Saídas drenantes, em areia e material britado, com 2m de largura e dispostas a cada 15m, estendendo-se desde as proximidades do eixo até o pé do alteamento do Dique, no lado jusante, ou seja, lado do rio Guandu;
- Aterro compactado até a crista (elevação variável e adequada à luz das medições de recalques realizadas durante a construção);
- Interceptor vertical de areia e geocomposto, interligado, a cada 15m, às saídas drenantes;
- Revestimento da crista (cascalho "sujo" - material de base rodoviária).

Conforme o modelo geotécnico utilizado, para a seção típica proposta para o dique ("aterro de conquista" + alteamento) foi adotado, como fundação, dois possíveis tipos de materiais: argila siltosa com areia fina, muito mole a mole, com espessura de até 5m, sob lâmina d'água de altura variável, chegando até cerca de 6m, e areia fina, siltosa (possível "paleocanal").

Diante desses modelos, passíveis de existir pelas condições de deposição de sedimentos trazidos pelos rios formadores da lagoa, as análises geotécnicas realizadas tiveram as seguintes preocupações:

- a) Evitar rupturas da fundação durante o lançamento dos materiais sob lâmina d'água, não prejudicando a qualidade da água captada pela CEDAE;
- b) Apresentar segurança quanto ao problema de entubamento ("*piping*") pela fundação;
- c) Estimar os recalques decorrentes da construção do Dique, prevendo alteamento da crista (sobrealtura) de modo a garantir elevação sempre acima de +14,00m, com "*free board*" de 0,30m;
- d) Evitar que eventuais trincas no maciço compactado do alteamento do Dique se propaguem fazendo a ligação montante-jusante.

Para aumentar a resistência da fundação foi definido o emprego de telas de aço soldadas sob o espigão de enrocamento e sob o maciço de solo lançado e de geotela sob trecho de alteamento do Dique.

Para evitar continuidade de trincas incluiu-se geocomposto, contínuo, junto à parede de jusante (lado Guandu) do interceptor vertical, e para garantir a filtragem entre a transição e o solo lançado no "aterro de conquista" foi definido geotêxtil não tecido.

Para garantir a estabilidade quanto à percolação pela fundação (evitando entubamento) foi adotado o critério estabelecido por Lane (ASCE, 1934), o que levou à adoção da largura de 80m (40m para cada lado do eixo) para o "aterro de conquista".

Quanto aos recalques, utilizou-se planilha eletrônica automática para cálculo dos valores máximos esperados (recalques primários) decorrentes da construção do "aterro de conquista" e do alteamento do dique, baseados em parâmetros estabelecidos para a argila muito mole de fundação e para o aterro executado sob lâmina d'água. É fundamental que os recalques ora estimados sejam acompanhados durante a execução da obra, e que, nas duas etapas de construção do Dique, seja implantado o programa de instrumentação geotécnica previsto no projeto. O controle dos recalques permitirá a adequação, durante a construção, das elevações estabelecidas no projeto para a crista do Dique, levando-se em conta a real progressão dos recalques, permitindo sua extrapolação com maior precisão.

Os recalques da crista deverão ser acompanhados mensalmente pelo prazo mínimo de 5 anos após a conclusão da obra com vista a garantir que a elevação mínima de 14,00m está sendo atendida.

2.5.2 Tomada d'Água

A estrutura da Tomada d'Água foi localizada em terreno na margem esquerda do rio Guandu, em frente à Barragem Principal da CEDAE e margeando a chegada de água dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, cota do terreno em torno de 12,50m. O projeto do Dique deverá ter uma berma (faixa estreita de terra lateral) também na cota 12,50m e que será prolongada ao longo do terreno acima referido, do lado

oposto ao rio Guandu, ampliando a área do mesmo em cerca de 2.100 m², servindo também como ensecadeira e proteção para construção da Estrutura da Tomada d'Água.

Essa estrutura será constituída dos seguintes elementos, de montante para jusante:

- a) Canal de acesso, paredes e fundo em concreto armado, largura de 6,20m, cotas de fundo variando de 1,25 a 2,70m;
- b) Tomada d'Água propriamente dita, composta de 3 canais paralelos, largura 1,80m cada, contendo, a seguir:
 - câmara isolada à montante e a jusante por *stop-logs* metálicos e no interior da qual será instalado sistema de gradeamento;
 - setor destinado à instalação de comportas operadas automaticamente e que servirão para isolamento, quando necessário, de cada uma das tubulações de condução da água desviada; acima desse setor será instalado o equipamento destinado à limpeza das grades;
 - setor final de cada canal, na parte de jusante da tomada, onde serão afixadas as extremidades dos tubos de condução da água;
- c) A montante do canal de acesso, será escavado um canal de aproximação, extensão da ordem de 34m, até atingir o fundo da lagoa formada pelos citados rios, na cota aproximada.

A estrutura da Tomada d'Água deverá ser executada em duas fases, sendo a primeira o corpo propriamente dito da estrutura, no qual estão as comportas, grades e "stop-logs". A segunda fase compreende o Canal de Aproximação.

Acima da estrutura da tomada, em sua parte posterior, foi projetada a construção de uma sala destinada à instalação dos equipamentos de comando e operação do limpa-grades e das comportas, além de compartimento de estar do operador.

Complementarmente, foi projetado um acesso e urbanização de toda a área onde será implantada a tomada de água, inclusive pavimentação e iluminação.

A alimentação da Tomada D'água será feita por uma Subestação do Tipo Simplificada com potência de 30 kVA - 13800/220 -127V, situada no limite da área, junto ao portão de entrada.

2.5.3 Sistema de Condução

Este sistema será constituído de dois trechos, separados por uma caixa de transição.

O primeiro trecho, com extensão de 190 metros, será formado por três tubulações de PEAD, diâmetro de 1200mm (1,2m), que serão instaladas inicialmente na parte de jusante do terreno da Tomada d'água, prosseguindo enterradas no fundo do rio Guandu apenas o suficiente para protegê-las da correnteza até atingirem terreno firme na "ilha da CEDAE".

Os tubos de PEAD terminarão em uma caixa de transição, também com três câmaras, possíveis de serem isoladas por comportas de operação manual, que, juntamente com

as comportas instaladas na Tomada d'água, permitirão, eventualmente, o isolamento individual de cada uma das tubulações de PEAD para limpeza.

A partir da referida caixa, foi projetada a instalação de um único tubo de concreto armado, com diâmetro de 2,0m e extensão da ordem de 180 metros, tendo um PV intermediário e uma caixa final com *stop-logs* que permitirão o isolamento da referida tubulação para efeito de manutenção e limpeza.

A partir dessa caixa final, será aberto, em terra, um pequeno canal atingindo o leito do rio Guandu, a jusante da barragem principal, local onde o N.A. normal está em torno da cota 7,80m.

2.5.4 Vertedouro

Nos casos de deflúvio nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga resultar em vazões superiores a 5,0 m³/s, o N.A. a montante do dique se elevará, aumentando a carga hidráulica e, conseqüentemente, a vazão desviada para jusante do rio Guandu, pelo sistema descrito nos sub-itens anteriores.

A princípio, estima-se que, na maioria dos casos, o N.A. provavelmente atingirá cota inferior a 12,30m, estabilizando-se e baixando posteriormente, com a redução da intensidade pluviométrica.

Para as ocasiões de chuvas mais intensas e de maior duração, se o N.A. a montante do dique ultrapassar a cota 12,30m, o excesso de água será lançado no rio Guandu através de um vertedouro projetado com extensão da ordem de 200m.

Para o projeto desse vertedouro foi aproveitado um dique de terra existente entre a lagoa e o rio Guandu, a montante de uma elevação que limita o Dique de contenção projetado, cuja borda situa-se em cotas em torno de 12,30m e 13,70m.

Foi previsto o desmatamento e limpeza de toda a área compreendida entre a margem da lagoa e a do rio Guandu, incluindo o dique existente, em uma largura da ordem de 110 metros. Nos primeiros 200 metros do dique existente foi previsto o rebaixamento de sua borda, bem como a pavimentação de toda a área acima referida, ficando a borda do dique na cota 12,30m.

2.5.5 Empréstimo e Bota-Fora

O projeto da Tecnosolo calcula um volume total de material para a construção do "aterro de conquista" da ordem de 182.200 m³ e para o alteamento (crista do dique) um volume da ordem de 99.200 m³, discriminados conforme Quadro 2.5-1.

Quadro 2.5-1
Material previsto para os aterros.

ATERRO DE CONQUISTA	volume em m³
Aterro com enrocamento selecionado, lançado sob lâmina d'água	17.360
Aterro com material britado selecionado, lançado sob lâmina d'água	2.190
Aterro com material terroso selecionado, lançado sob lâmina d'água	129.350
Aterro com material terroso selecionado	32.000
Preenchimento de trincheira com areia selecionada	650
Areia para saídas drenantes	650
Proteção da saída drenante com material britado (pedrisco)	40
Total	182.240
DIQUE	volume em m³
Aterro com material terroso selecionado	36.560
Preenchimento de trincheira com areia selecionada	2.240
Revestimento da crista com material selecionado	60.400
Total	99.200

Fonte: Projeto da Tecnosolo, 2004.

O material escavado na abertura de trincheiras para a construção do "aterro de conquista" (650 m³) e dique (2.240 m³) será encaminhado para bota-fora.

Também será encaminhado para bota-fora o material proveniente da limpeza da área de construção (52.000m²) do "aterro de conquista". Esta área corresponde a 1/3 da Ilha da CEDAE.

No diagnóstico geológico-geotécnico deste EIA (item 4.1.2) foram verificadas áreas de empréstimo potenciais para o material argiloso dos aterros, que corresponde à maior parte do volume de aterro previsto no projeto. Além das características do solo, considerou-se a maior proximidade possível ao local do empreendimento, evitando-se assim o deslocamento de caminhões por longas distâncias e em áreas ocupadas ou de tráfego intenso. A princípio, estima-se que essas áreas potenciais atenderiam com folga as necessidades de volume de aterro deste material argiloso. Além disso, o trajeto entre as áreas e o local do empreendimento demandaria, no máximo, a travessia e o percurso por um pequeno trecho da BR-465, para o caso de utilizar-se as jazidas já em atividade situadas no lado oposto da bacia do rio Guandu.

2.5.6 Previsão de Tráfego de Veículos

A maior demanda por transporte será na fase de construção do empreendimento, tendo em vista o grande volume de aterro necessário. Estima-se um tráfego de 60 caminhões por dia, em média, considerando caminhão caçamba tipo basculante, com capacidade para 12 m³, para o transporte de todo o volume de aterro, ao longo dos 20 meses previstos para execução das obras.

Privilegiando áreas de empréstimo nas proximidades e a leste do empreendimento, será evitada ao máximo a utilização da BR-465 para o transporte de aterro. Esta rodovia já apresenta um fluxo significativo de caminhões. Além dos que se dirigem à própria região, muitos utilizam essa rodovia como acesso alternativo e fuga do

pedágio da BR-116. De acordo com dados do DNIT (2009), ao longo dos 22 km da BR-465, em 2007 ocorreram 199 acidentes, com 86 feridos e 3 mortos; em 2008 esse número subiu para 252 acidentes, com 93 feridos e 7 mortos.

2.5.7 Mão-de-obra nas Fases de Construção e Operação

Para a fase de construção do empreendimento, serão contratados, com prioridade, trabalhadores da construção civil residentes nas proximidades do local das obras. Através do Programa de Gestão Socioambiental das Obras, potenciais trabalhadores serão cadastrados na região, especialmente no bairro mais próximo.

Na fase de construção serão empregadas 2.890 pessoas, ao longo de 20 meses, conforme quadro 2.5-2 a seguir.

Quadro 2.5-2

Número de pessoas empregadas durante a obra.

MÊS	PESSOAS EMPREGADAS
1	30
2	50
3	100
4	100
5	100
6	100
7	200
8	200
9	200
10	200
11	200
12	200
13	200
14	200
15	200
16	200
17	150
18	100
19	80
20	80
TOTAL	2.890

Para a fase de operação, a demanda de mão-de-obra externa será de pequena monta, tendo em vista que a operação será automatizada e os serviços serão executados por técnicos da própria CEDAE, sendo que alguns serviços poderão ser terceirizados, tais como vigilância, equipe de limpeza e motoristas.

2.5.8 Cronograma de Obras e de Investimentos

O projeto foi calculado em um valor total de aproximadamente R\$ 33,18 milhões (valor de agosto/2008).

O cronograma físico-financeiro é apresentado no quadro 2.5-3 a seguir.

Quadro 2.5-3
Cronograma Físico-Financeiro (valores em reais, R\$).

SERVIÇOS		MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10
1	CADASTRO TECNICO										
2	INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA	457.314									
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	205.099									
4	ENSAIOS DE LABORATORIO	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734
5	ALUGUEL DE EQUIPAMENTOS	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254
6	ESPIGÃO	198.352	198.352	198.352	198.352	198.352					
7	VERTEDOURO						180.027	180.027	180.027	180.027	180.027
8	CAIXA DE TRANSIÇÃO		327.857	327.857	327.857	327.857					
9	POÇO DE VISISTA	58.838									
10	ESTRUTURA DE DESÁGUE	64.327									
11	TOMADA D'ÁGUA						405.125	405.125	405.125	405.125	405.125
12	CASA DE COMANDO	7.305	7.305								
13	PÁTIO DE ACESSO A TOMADA D'ÁGUA										
14	DIQUE	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591
15	TUBULAÇÃO PEAD										
16	TUBULAÇÃO DE CONCRETO										
17	INSTRUMENTAÇÃO		8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728
18	CONTROLE DE QUALIDADE		191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887
	TOTAL	1.768.813	1.511.707	1.504.402	1.504.402	1.504.402	1.563.345	1.563.345	1.563.345	1.563.345	1.563.345

Quadro 2.5-3
Cronograma Físico-Financeiro (continuação).

		MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	TOTAL
1	CADASTRO TECNICO										53.040	53.040
2	INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA										457.314	914.627
3	SERVIÇOS PRELIMINARES											205.099
4	ENSAIOS DE LABORATORIO	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	98.734	1.974.670
5	ALUGUEL DE EQUIPAMENTOS	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	333.254	6.665.073
6	ESPIGÃO											991.760
7	VERTEDOURO	180.027	180.027	180.027	180.027	180.027	180.027	180.028				2.160.330
8	CAIXA DE TRANSIÇÃO											1.311.428
9	POÇO DE VISISTA											58.838
10	ESTRUTURA DE DESÁGUE											64.327
11	TOMADA D'ÁGUA	405.125	405.125	405.125	405.125	405.125						4.051.249
12	CASA DE COMANDO											14.611
13	PÁTIO DE ACESSO A TOMADA D'ÁGUA									110.329	110.329	220.658
14	DIQUE	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591	345.591		6.566.220
15	TUBULAÇÃO PEAD						633.282	633.282	633.282	633.282	633.282	3.166.408
16	TUBULAÇÃO DE CONCRETO	189.706	189.706	189.706	189.706	189.706						948.531
17	INSTRUMENTAÇÃO	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	8.728	165.835
18	CONTROLE DE QUALIDADE	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	191.887	3.645.854
	TOTAL	1.753.051	1.753.051	1.753.051	1.753.051	1.753.051	1.791.502	1.791.502	1.611.474	1.721.804	1.886.567	33.178.558

3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Para o diagnóstico e a avaliação de impactos do Projeto de Proteção da Tomada D'água da CEDAE no rio Guandu foram delimitadas as seguintes áreas de influência:

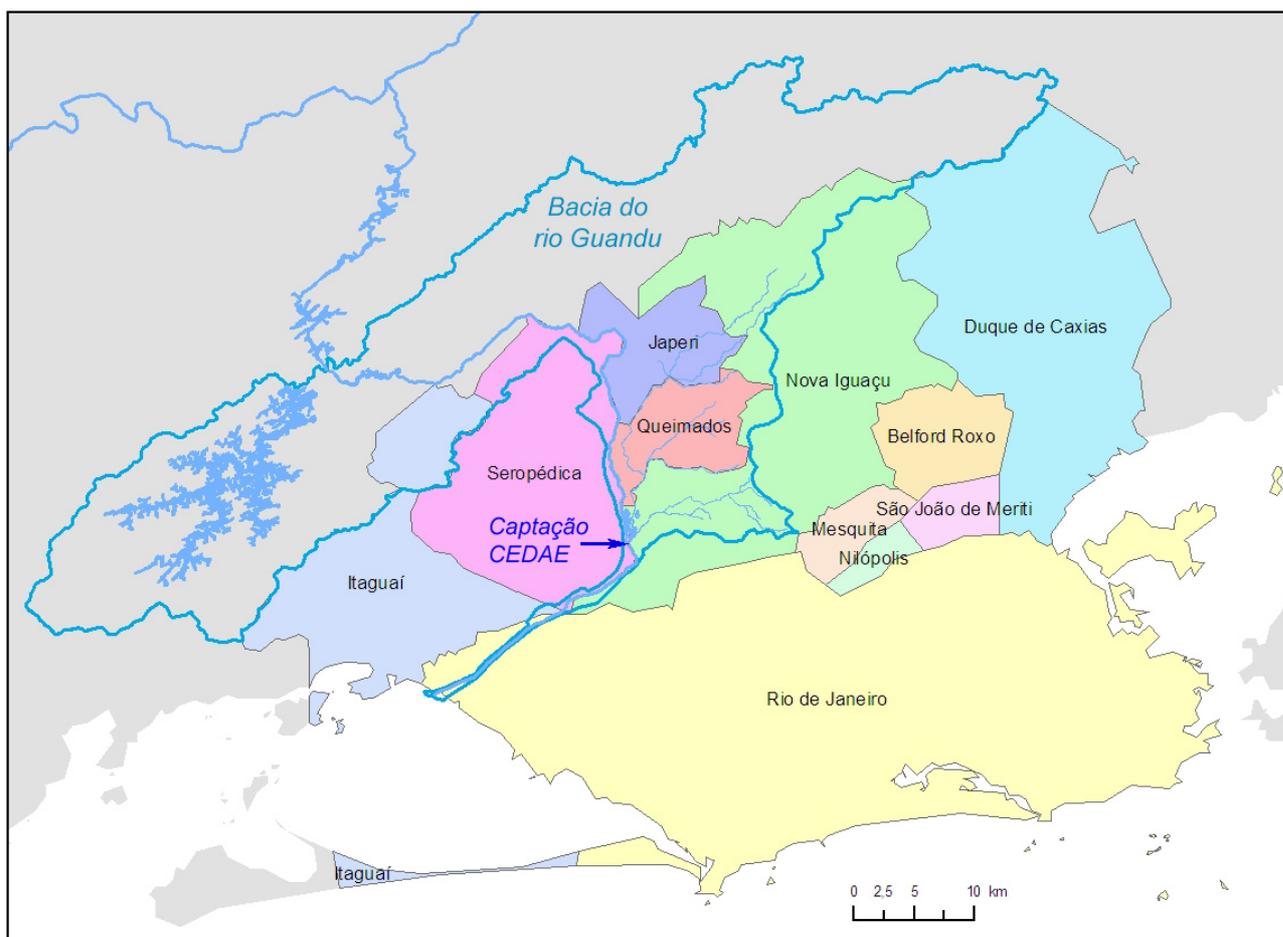
3.1 Área de Influência Indireta - AII

A bacia do rio Guandu foi considerada como o limite principal de caracterização da maior parte dos aspectos regionais do meio físico e do meio biótico, incluindo-se também, para determinados aspectos, a baía de Sepetiba e o sistema de reservatórios da transposição do rio Paraíba do Sul.

Os municípios que abrangem o local do empreendimento e as sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, bem como os municípios que recebem água da ETA Guandu formam a área de influência indireta do meio socioeconômico.

A figura a seguir mostra a distribuição dos municípios e da bacia do rio Guandu.

Figura 3.1-1: Área de Influência Indireta - AII



Fonte: limite da bacia do rio Guandu obtido no Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) e limites municipais em IBGE - Malha Municipal Digital, 2007.

3.2 Área de Influência Direta - AID

Para os estudos dos meios físico e biótico, a área de influência direta (Figura 3.2-1) foi definida dentro da bacia do rio Guandu, limitada em função dos seguintes critérios:

- a montante da captação, abrangendo principais acessos e vetores de ocupação e uso do solo, especialmente o núcleo urbano e o Distrito Industrial de Queimados, e abrangendo as áreas inundáveis sem e com a implantação do dique previsto no projeto;
- a jusante da captação, abrangendo o trecho do rio Guandu sujeito às possíveis alterações diretas na qualidade da água do rio durante e após a obra, abrangendo também as áreas que seriam ocupadas pelas estruturas previstas nas alternativas de projeto que contemplam canais em solo.

Com relação às áreas inundáveis a montante, foi considerada a maior mancha de inundação avaliada em estudo específico (Anexo I), que corresponde ao maior tempo de recorrência das chuvas (100 anos) considerando a implantação do dique previsto no projeto.

Para o meio socioeconômico, a AID restringe-se à ocupação em torno do local do empreendimento, especialmente as habitações e outras edificações nas margens do rio Guandu que poderão ser desapropriadas ou diretamente prejudicadas com os impactos da construção (poeira, interrupções do trânsito e risco de acidentes).

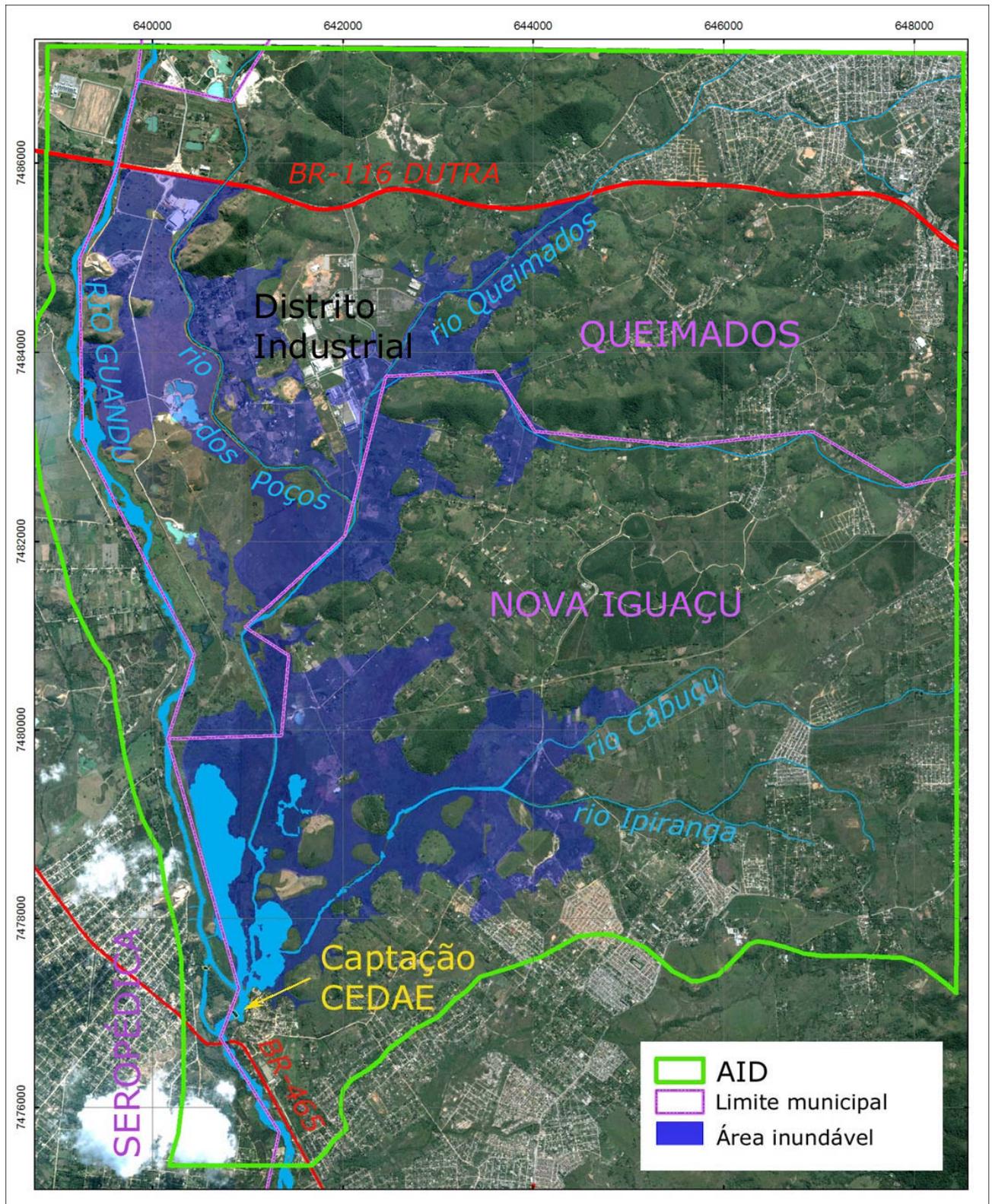
3.3 Área Diretamente Afetada - ADA

Compreende o local efetivo de implantação das obras previstas no projeto e o entorno imediato, onde haverá circulação de veículos e máquinas envolvidas na execução do dique, das tubulações de desvio, do vertedouro e demais estruturas que compõem o projeto.

Também estão inseridas na área diretamente afetada a Ilha da CEDAE, as barragens principal e auxiliar, as lagoas, o rio Guandu no trecho em torno da ilha, a própria tomada d'água para a ETA Guandu, que será afetada pela movimentação e transporte de sedimentos e eventuais resíduos durante a obra, bem como o trecho da rodovia BR-465 que atravessa o rio Guandu e os acessos e ocupações entre esta rodovia e o local das obras.

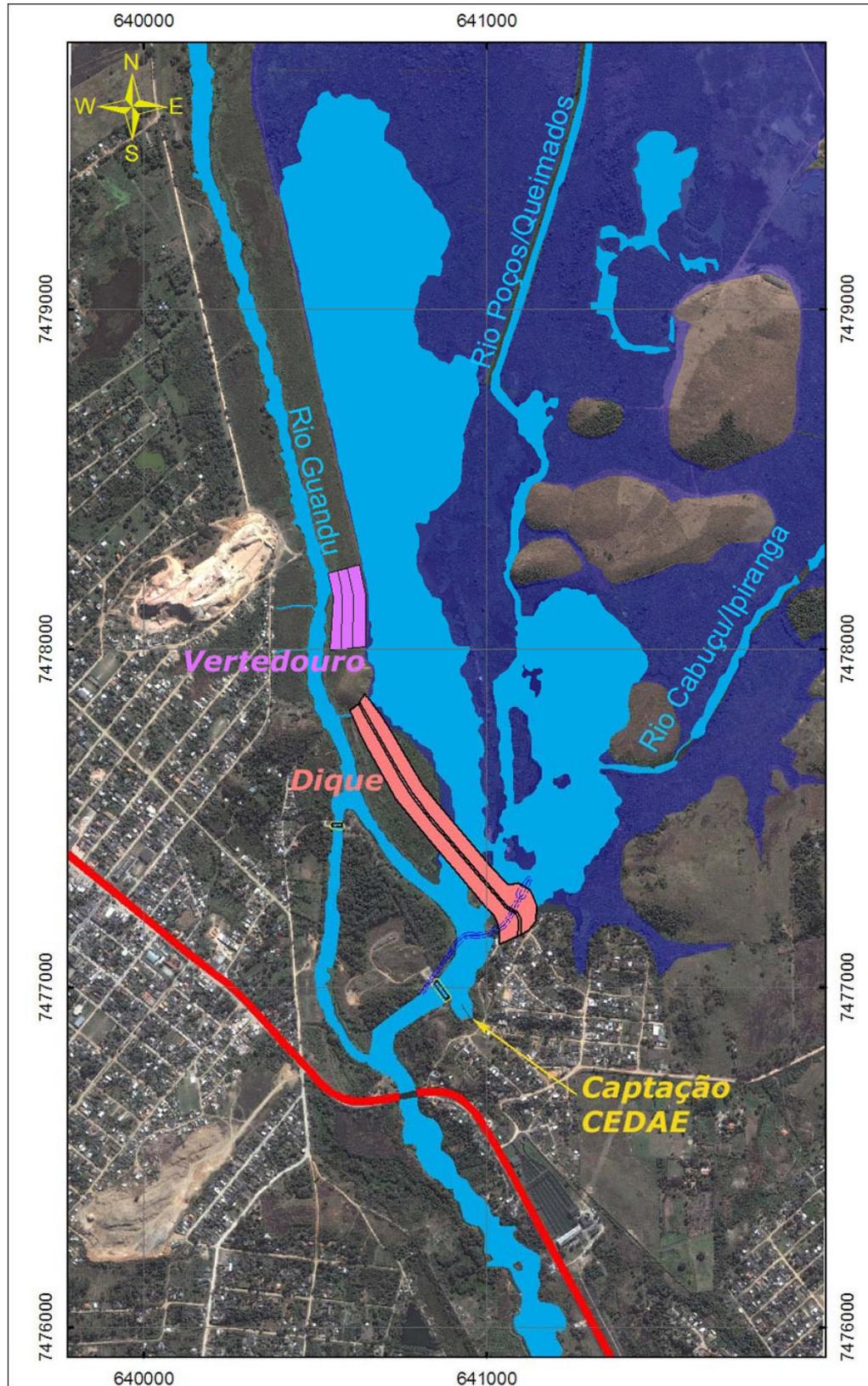
Na Figura 3.3-1 observa-se a localização das estruturas e ocupações diretamente afetadas pelo empreendimento.

Figura 3.2-1: Área de Influência Direta - AID



Fonte: Área inundável para TR 100 anos com o dique (Anexo 1); limites municipais IBGE 2007 e imagem do Google Earth (2006).

Figura 3.3-1: Área Diretamente Afetada - ADA



Fonte: projeto Tecnosolo S/A (2004) e imagem G. Earth (2008).

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1 Meio Físico

4.1.1 Clima

O clima de uma determinada região, condicionado principalmente pela localização geográfica (latitude) e pelo relevo, é definido pela distribuição pluviométrica, evaporação, temperatura, umidade do ar e regime de ventos.

A região Sudeste do Brasil, onde se localiza o empreendimento, está quase totalmente compreendida na zona tropical, entre os paralelos 14° e 25° Sul. Durante todo o ano, sopram, freqüentemente, ventos de Leste (E) a Nordeste (NE) oriundos das altas pressões subtropicais, ou seja, do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Esta massa de ar tropical possui temperaturas relativamente elevadas, fornecidas pela intensa radiação solar e do solo das latitudes tropicais, além de forte umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima, em geral limitada à camada superficial, o que lhe dá um caráter de homogeneidade e estabilidade, mantendo o tempo estável e geralmente ensolarado (NIMER, 1989).

No estado do Rio de Janeiro observa-se marcante diversidade climática, relacionada principalmente ao relevo acidentado, com grande variação de altitude (desde as planícies litorâneas a elevações de mais de 2.000m na Serra do Mar), influenciando as temperaturas médias e o regime e distribuição dos totais pluviométricos.

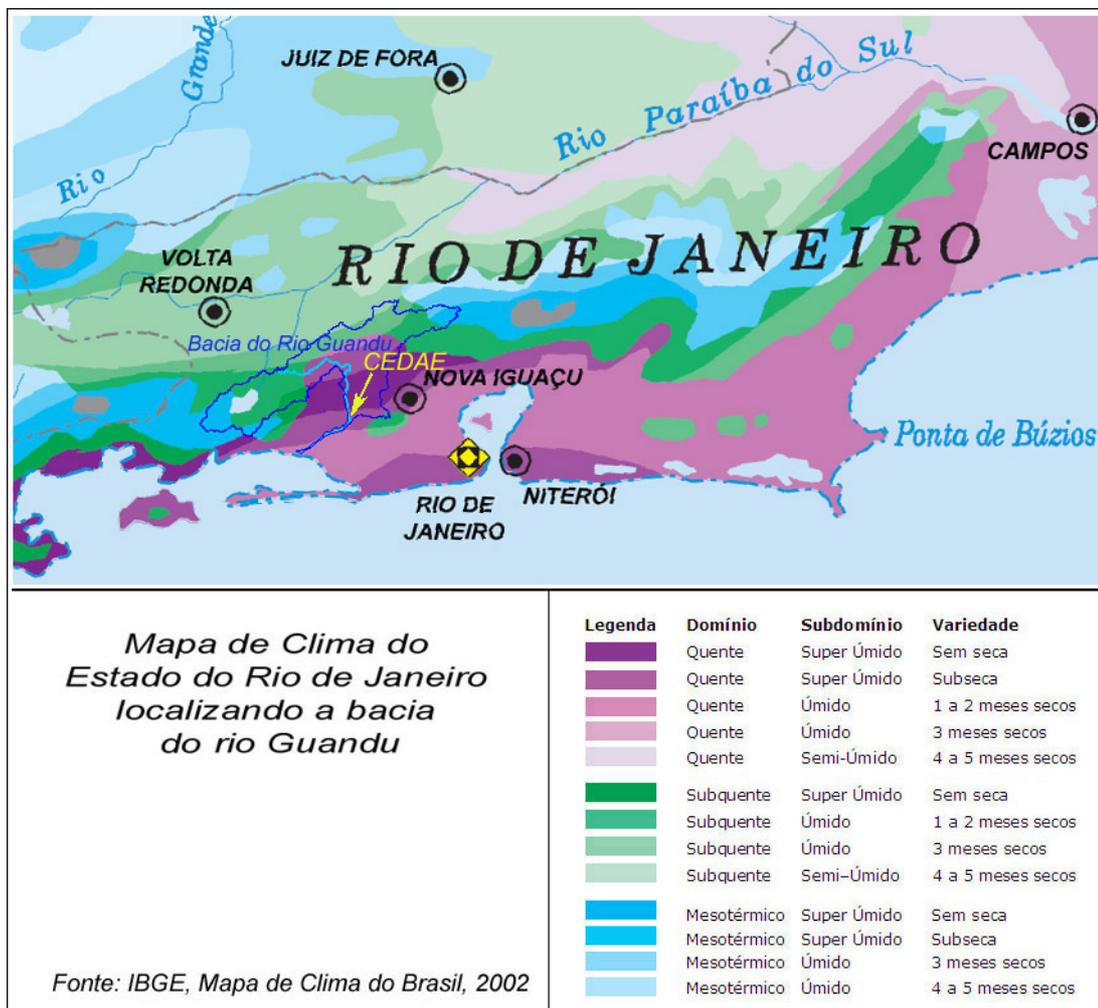
O mapa climático regional (Figura 4.1.1-1) mostra que a bacia do rio Guandu abrange grande parte dos tipos de clima que ocorrem no estado, sendo que o local da tomada d'água da CEDAE situa-se especificamente na região de predominância do grupo climático quente e super úmido com variedade subseca.

Logo a jusante da tomada d'água da CEDAE, o curso final da bacia do rio Guandu situa-se na área de predomínio do clima da Baixada Fluminense, tropical semi-úmido, com invernos secos e chuvas abundantes no verão. De acordo com os dados da Série Histórica 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, na Baixada a temperatura média anual é de 24°C e o índice pluviométrico é de 1.250 mm/ano. O verão estende-se de dezembro a março, com temperaturas variando entre 25°C e 40°C. No Inverno, de junho a agosto, a temperatura cai para uma média de 20°C durante o dia e cerca de 16°C durante a noite.

Nos pontos mais elevados, limite entre a Baixada e a Serra Fluminense, observa-se o clima tropical de altitude, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos.

Para a caracterização das médias climatológicas (chuva, temperatura, umidade, etc.) da área de influência do empreendimento foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro - SIMERJ.

Figura 4.1.1-1 - Localização da Bacia do Rio Guandu no Mapa Climático Regional.



As estações meteorológicas mais próximas e situadas em condições climáticas mais semelhantes ao local da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu estão localizadas na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO, município de Seropédica, nas coordenadas de latitude 22°48' S e longitude 43°41' W, a 34m de altitude. Neste local existem duas estações, ambas denominadas Ecologia Agrícola, operadas pelo INMET: uma antiga estação convencional e uma estação automática (INMET código A-601) que entrou em operação em 1999.

Os dados da estação automática Ecologia Agrícola, apresentados nesta caracterização, referem-se às médias mensais de dados pluviométricos e de balanço hídrico de um período de cinco anos (1999 a 2003), além dos valores de precipitação até o dia 05 de novembro de 2008.

Para complementar a caracterização com uma série histórica, cujo período clássico segundo a Organização Mundial de Meteorologia – OMM, deve ser de 30 anos, são apresentados os dados das séries históricas de 1961 a 1990 da estação convencional Ecologia Agrícola e de mais três estações meteorológicas da Região Metropolitana do

Rio de Janeiro - RMRJ que situam-se na mesma região climática do local do empreendimento: as estações de Bangu, Ilha Guaíba e Aterro do Flamengo.

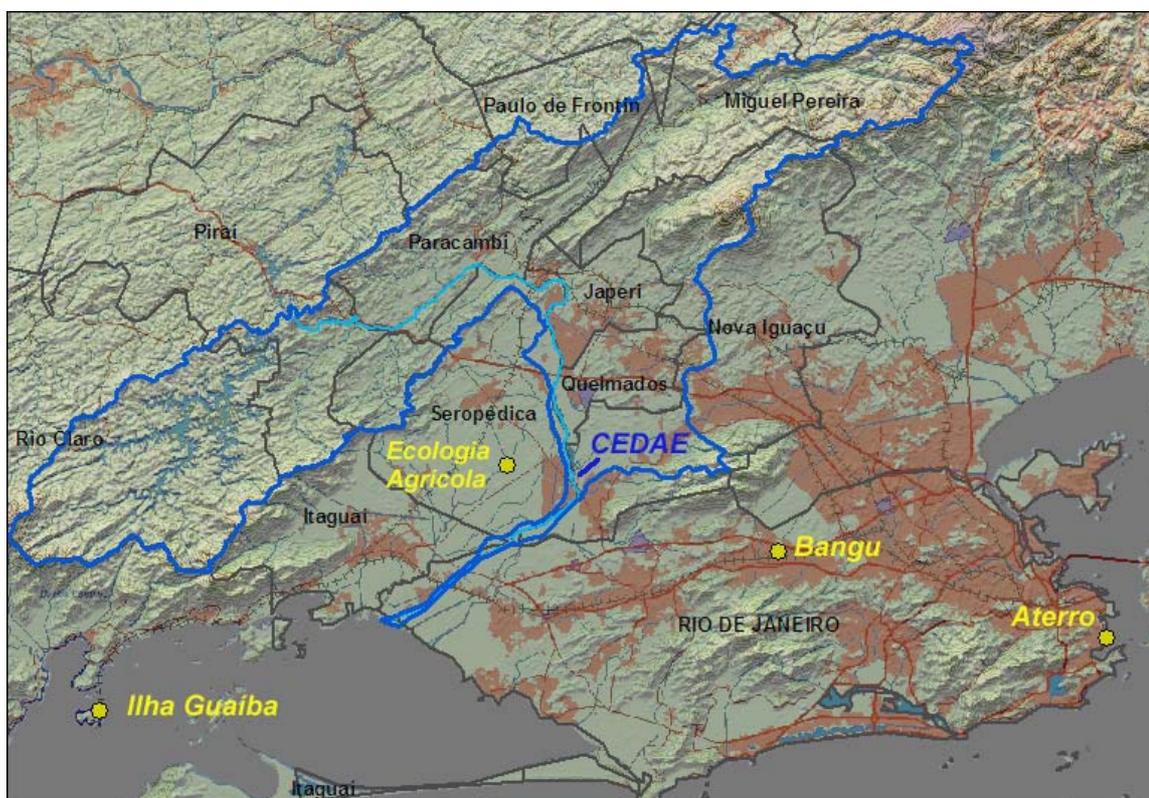
No Quadro 4.1.1-1 constam as coordenadas geográficas e altitudes das quatro estações citadas. A Figura 4.1.1-2 mostra a localização dessas estações em relação à bacia do rio Guandu e à tomada d'água da CEDAE.

Quadro 4.1.1-1

Estações meteorológicas da RMRJ utilizadas para a caracterização climática regional.

Estação	Localização (lat/long)	Altitude
Ecologia Agrícola	22°48' S 43°41' W	34,00m
Bangu	22°52' S 43°27' W	40,30m
Ilha Guaíba	23°00' S 44°02' W	64,46m
Aterro do Flamengo	22°56' S 43°10' W	5,32m

Figura 4.1.1-2 – Localização das estações meteorológicas da RMRJ utilizadas para a caracterização climática regional.



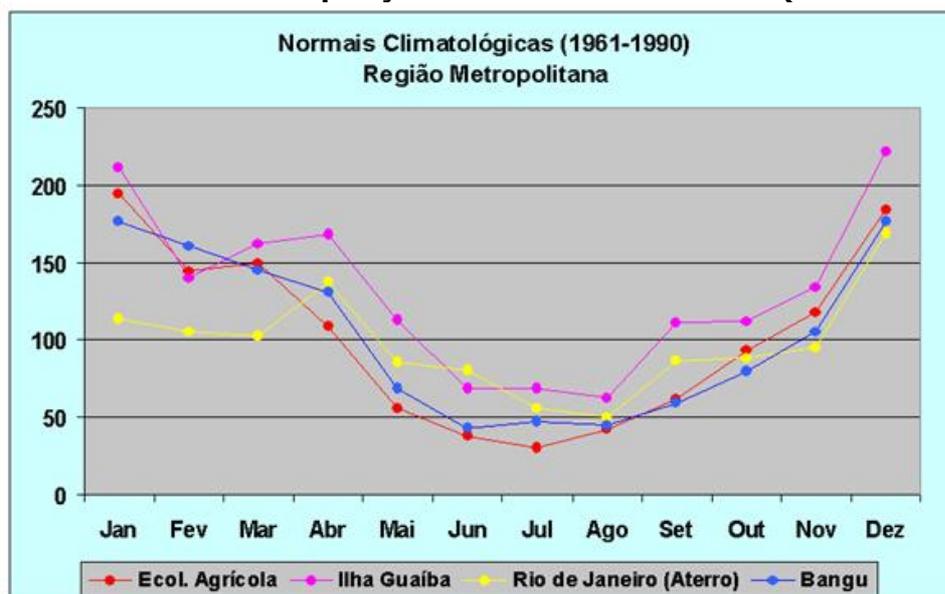
Fonte: www.simerj.com

◆ Pluviosidade

A Região da Bacia da Baía de Sepetiba apresenta precipitação total anual entre 1.400 e 2.500mm (SEMADS, 2001). No entanto, a estação automática Ecologia Agrícola apresentou, no período estudado (1999 a 2003), média anual de 1.169mm.

Na RMRJ, como mostra o gráfico a seguir, a estação Ecologia Agrícola apresentou a precipitação média mensal mais baixa no período 1961-1990 (30mm). A estação Ilha Guaíba apresentou as médias mensais mais altas, chegando a 225mm.

Gráfico 4.1.1-1 - Precipitação média mensal em mm (1961-1990)



Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

De acordo com os dados de 1999 a 2003 da estação automática Ecologia Agrícola, apresentados no Quadro 4.1.1-2, os meses de novembro a abril apresentam precipitação acima de 100mm, sendo a soma do total da precipitação média desses meses igual a 846mm. Nesse período, dezembro se apresenta como o mês mais chuvoso, com média pluviométrica de 179mm. Já os seis meses que vão de maio a outubro representam um período de estiagem, com um total de precipitação de 323mm. Os meses de precipitação mais baixa, inferior a 40mm, são os meses de junho e julho.

Quadro 4.1.1-2

Chuva média mensal da estação meteorológica automática Ecologia Agrícola (1999-2003)

Meses	(mm)
Janeiro	173
Fevereiro	133
Março	139
Abril	115
Maio	56
Junho	39
Julho	30
Agosto	43
Setembro	70
Outubro	85
Novembro	107
Dezembro	179

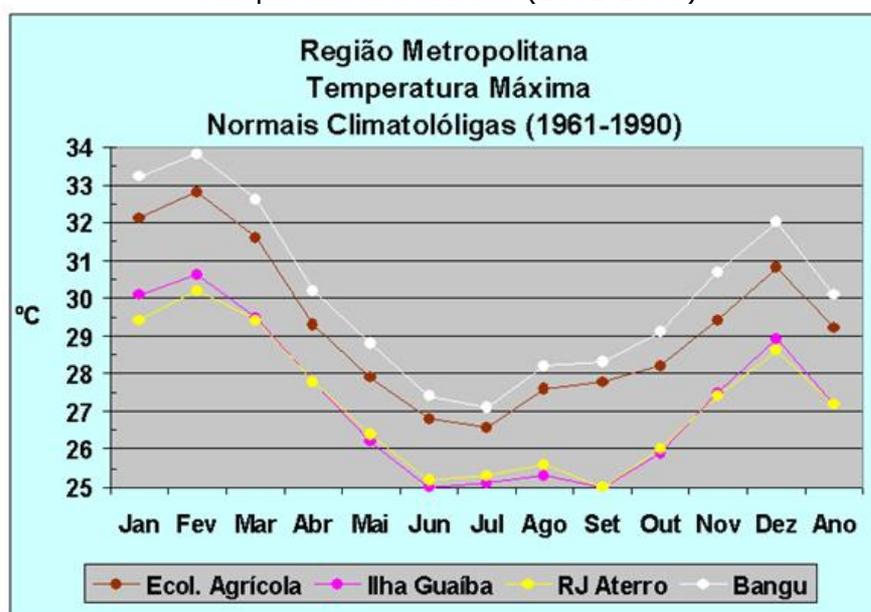
Fonte: INMET.

◆ Temperatura

As temperaturas máximas na RMRJ variaram de 25°C a 34°C no período de 1961 a 1990, sendo maiores nos meses de novembro a abril, principalmente na estação de Bangu, onde são registradas as maiores temperaturas da região (Gráfico 4.1.1-2).

Gráfico 4.1.1-2

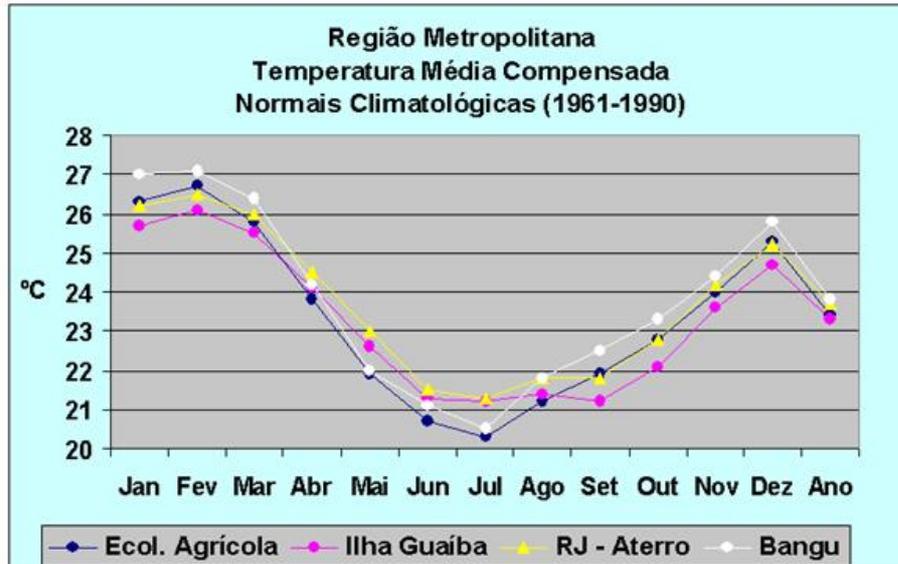
Temperaturas máximas (1961-1990)



Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

As temperaturas médias variaram ao longo do ano entre 20°C e 27°C. Na estação Ecologia Agrícola a maior média foi de 26,7°C no mês de fevereiro e a menor de 20,3°C em julho (Gráfico 4.1.1-3).

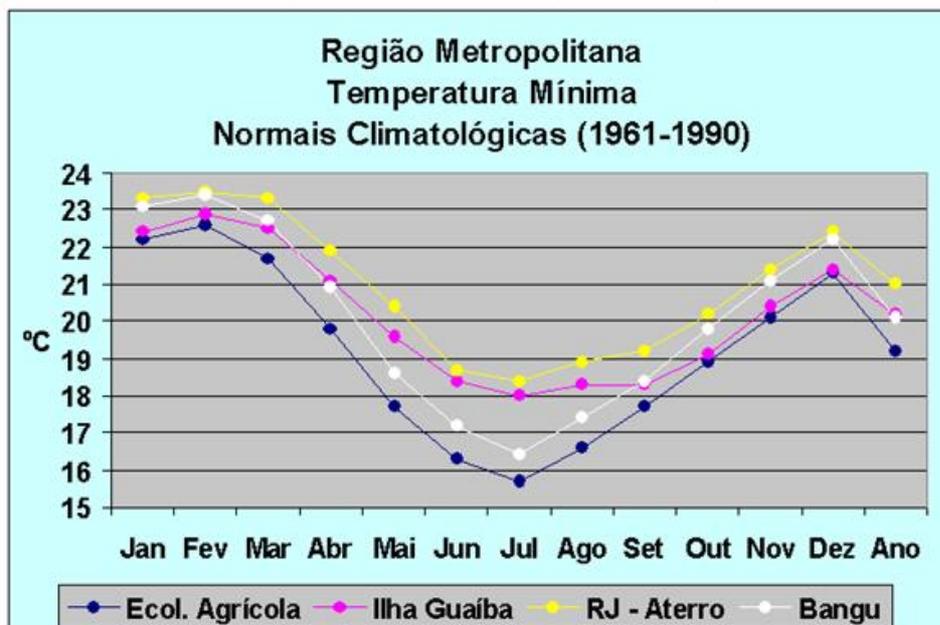
Gráfico 4.1.1-3
Temperaturas médias (1961-1990)



Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

Com relação às temperaturas mínimas da RMRJ (Gráfico 4.1.1-4), o maior valor foi registrado na estação do Aterro do Flamengo, com cerca de 23,5°C, e a mínima das mínimas em cerca de 15,7°C na estação Ecologia Agrícola.

Gráfico 4.1.1-4
Temperaturas mínimas (1961-1990)

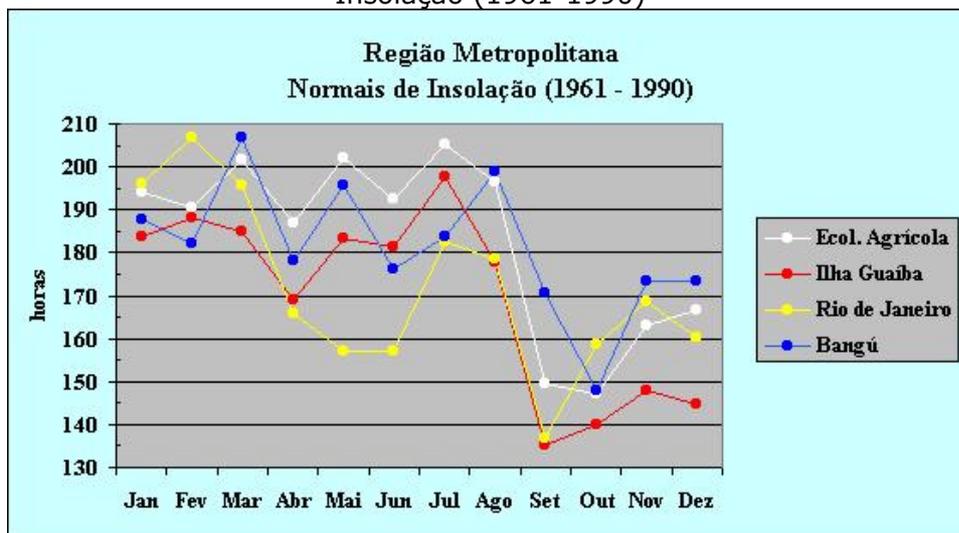


Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

Insolação

A insolação na Região Metropolitana é bem intensa, com valores acima de 130 horas/mês, alcançando quase 210 horas de insolação, conforme observado no Gráfico 4.1.1-5.

Gráfico 4.1.1-5
Insolação (1961-1990)

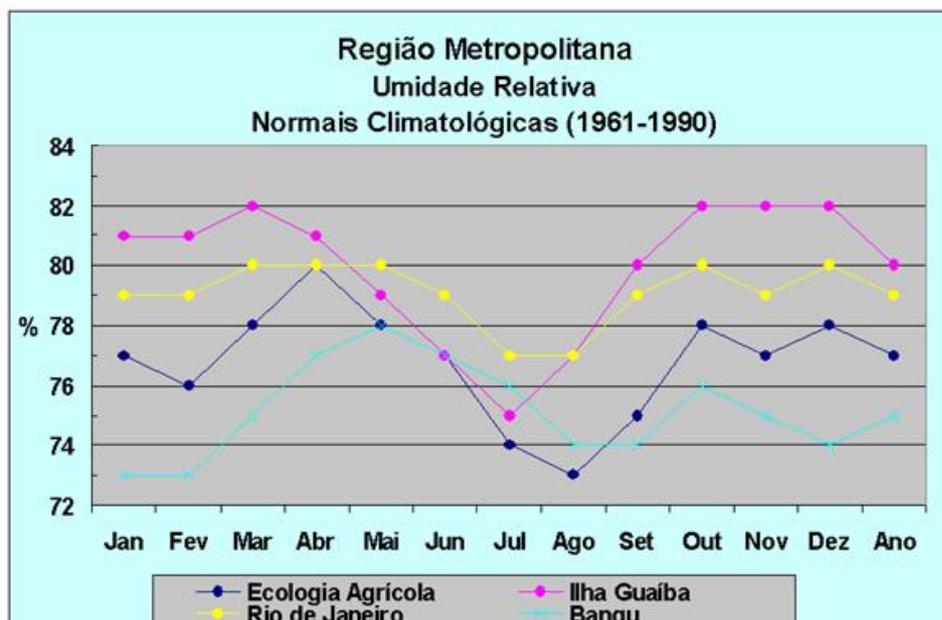


Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar, que é a relação entre a umidade absoluta no período medido e a maior umidade absoluta possível, varia entre 73% e 82% na RMRJ, conforme apresentado no Gráfico 4.1.1-6.

Gráfico 4.1.1-6
Umidade relativa do ar



Fonte: INMET. Obtida em www.simerj.com

Balanco Hídrico

O balanço hídrico é utilizado para calcular a disponibilidade de água no solo, através do confronto entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, levando em consideração a capacidade de armazenamento de água no solo.

A estimativa de evapotranspiração potencial (ETP), normalmente aceita para definir as características climáticas de um determinado local, é obtida, segundo o critério de Thornthwaite, pelo índice de calor, utilizando-se somente a temperatura média do ar.

O Quadro 4.1.1-3 apresenta os dados do balanço hídrico, com os registros da estação automática Ecologia Agrícola. Neste quadro, as colunas 1 e 2 representam os valores de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP). Os valores da coluna 3 (três) representam as diferenças entre a precipitação e evaporação potencial (P-ETP) – um valor positivo nesta coluna indica em quanto a precipitação foi superior à ETP, enquanto que um valor negativo indica que a precipitação não foi capaz de suprir toda a evapotranspiração potencial. A coluna 4 (quatro) representa os valores do total de água armazenada no final de cada mês. Determina-se que o valor inicial do armazenamento seja de 100mm. A coluna 5 (cinco) representa a alteração do armazenamento, onde cada um dos valores mensais é igual ao valor do armazenamento do mês menos o valor do armazenamento do mês anterior. A coluna 6 (seis) indica os totais mensais da evapotranspiração real (ETR). A coluna 7 (sete) indica os totais mensais de deficiência de água no solo, que só aparecem quando o armazenamento é nulo. A coluna 8 (oito) mostra os totais mensais de excedente de água.

Quadro 4.1.1-3

Balanco Hídrico segundo Thorntwaite, com dados da Estação Ecologia Agrícola (1999-2003).
Valores em mm.

Coluna	1	2	3	4	5	6	7	8
Meses	ARM							
	P	ETP	P-ETP	VAL	ALT	ERT	DEF	EXC
Janeiro	173	156	17	100	0	173	0	17
Fevereiro	133	140	-7	93	-7	140	0	0
Março	139	135	4	97	+4	135	0	0
Abril	115	94	21	100	+3	115	0	18
Maio	56	78	-19	81	-19	78	0	0
Junho	39	62	-23	58	-23	62	0	0
Julho	30	62	-32	26	-32	62	0	0
Agosto	43	71	-28	0	-26	45	2	0
Setembro	70	77	-7	0	0	71	7	0
Outubro	85	101	-16	0	0	85	16	0
Novembro	107	107	0	0	0	107	0	0
Dezembro	179	139	40	40	+40	139	0	0
Ano	1172	1222	-50	/	-60	1212	25	35

Legenda: P: precipitação; ETP: evapotranspiração potencial; ARM: armazenamento; VAL: valor; ALT: alteração; ERT: evapotranspiração real; DEF: deficiência; EXC: excedente.

O balanço hídrico apresentado no quadro 4.1.1-3 revela alguns meses com deficiência hídrica, porém não significativa para configurar déficit hídrico na região, cujo regime pluviométrico define uma vegetação natural ombrófila (úmida) e perenifolia (sempre verde). Regiões com déficit hídrico significativo para a vegetação, nas quais ocorrem florestas caducifólias (que perdem folhas), tais como as florestas estacionais e os cerrados, apresentam mais de 60 dias secos (sem chuva) na estação de estiagem (URURAHY *et al.*, 1983). Conforme visto anteriormente (Gráfico 4.1.1-1), não ocorrem meses secos na região do empreendimento, que apresentou o valor mínimo de 30mm de pluviosidade média mensal na série histórica de 1961-1990.

Qualidade do Ar

A qualidade do ar é avaliada em função das emissões de poluentes e da interação desses poluentes com as condições atmosféricas. As fontes de emissão de poluentes são classificadas em três tipos: fontes antrópicas estacionárias (ou fixas) e móveis e fontes naturais. O Quadro 4.1.1-4 relaciona os poluentes usualmente gerados pelas respectivas fontes e também os poluentes secundários, gerados por reações químicas na atmosfera.

Quadro 4.1.1-4

Fontes e respectivos poluentes emitidos na atmosfera

Fontes		Poluentes
Fontes Estacionárias	Combustão	Material particulado, dióxido de enxofre e trióxido de enxofre, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio
	Processo industrial	Material particulado (fumos, poeiras, névoas), gases - SO ₂ , SO ₃ , HCl, hidrocarbonetos, mercaptanas, HF, H ₂ S, NO _x .
	Queima Resíduo Sólido	Material particulado, Gases - SO ₂ , SO ₃ , HCl, NO _x
	Outros	Hidrocarbonetos, material particulado.
Fontes Móveis	Veículos Gasolina/Diesel Álcool, Aviões, Motocicletas, Barcos, Locomotivas, Etc.	Material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, aldeídos, dióxido de enxofre, ácidos orgânicos.
Fontes Naturais		Material particulado - poeiras Gases - SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ , hidrocarbonetos
Reações Químicas na Atmosfera Ex: hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (luz solar)		Poluentes secundários - ozônio (O ₃), aldeídos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos, aerossol fotoquímicos, etc.

Fonte: Feema, 2007.

De acordo com o Relatório Anual de Qualidade do Ar do Rio de Janeiro (Feema, 2007) a determinação da qualidade do ar está restrita a um grupo de poluentes de maior frequência de ocorrência e/ou maiores efeitos adversos que causam à saúde e ao meio ambiente. São eles: dióxido de enxofre (SO₂), partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PI), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio (O₃), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x).

O estudo da Feema (2007) identificou que a Região Metropolitana do Rio de Janeiro apresenta a segunda maior concentração de população, de veículos, de indústrias e, portanto, de fontes emissoras de poluentes do país, gerando sérios problemas de poluição do ar.

Os maciços da Tijuca e da Pedra Branca, paralelos à orla marítima, atuam como barreira física aos ventos predominantes do mar, não permitindo a ventilação adequada das áreas situadas mais para o interior.

No período de maio a setembro, devido à atuação dos sistemas de alta pressão que dominam a região, ocorrem com frequência situações de estagnação atmosférica e elevados índices de poluição.

Além desses fatores, deve-se considerar ainda que a região está sujeita às características do clima tropical, com intensa radiação solar e temperaturas elevadas, favorecendo os processos fotoquímicos e outras reações na atmosfera, com geração de poluentes secundários.

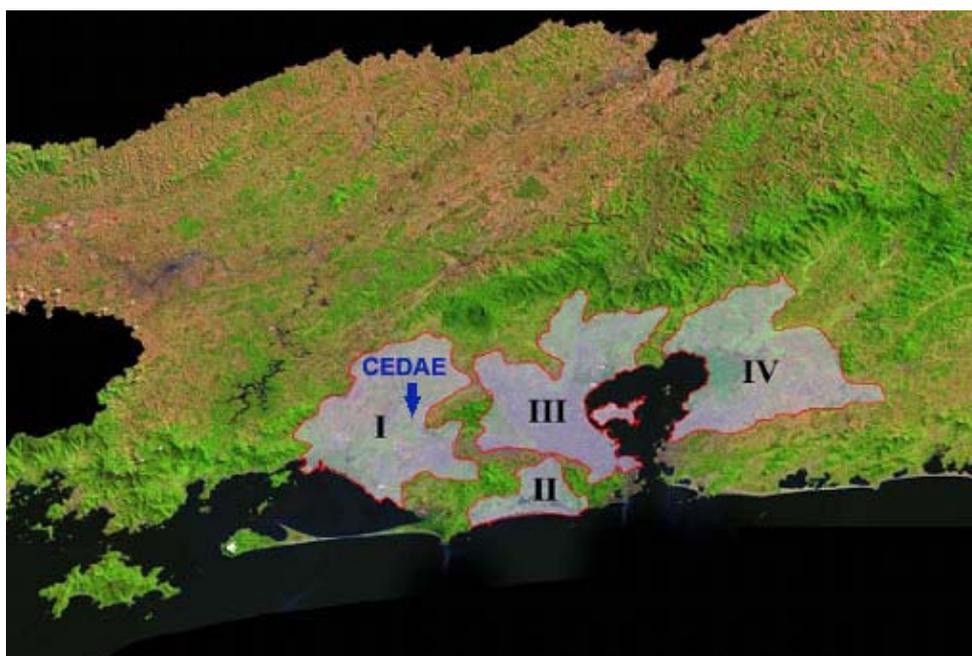
As características climatológicas associadas ao relevo e à cobertura do solo de uma região definem áreas homogêneas em termos de mecanismos responsáveis pela dispersão de poluentes no ar (Feema, 2007). Daí, surge o conceito de "bacias aéreas",

que são áreas delimitadas pela topografia e espaços aéreos vertical e horizontal, que tornam-se úteis à gestão da qualidade do ar de uma determinada região. Nesse contexto, a Feema dividiu a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) em quatro regiões descritas a seguir:

- Bacia Aérea I - inserida na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, localizada na Zona Oeste da Região Metropolitana, com cerca de 730km² de área;
- Bacia Aérea II - localizada no município do Rio de Janeiro, envolve as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, possuindo cerca de 140km² de área;
- Bacia Aérea III - compreende a Zona Norte do Município do Rio de Janeiro e os municípios da Baixada Fluminense, ocupando uma área de cerca de 700km²;
- Bacia Aérea IV - localizada a Leste da Baía de Guanabara, possui uma área de cerca de 830km².

A área de influência do empreendimento situa-se na Bacia Aérea I, que abrange os municípios de Seropédica, Queimados e Japeri e as regiões administrativas de Santa Cruz e Campo Grande, no município do Rio de Janeiro (Figura 4.1.1-3).

Figura 4.1.1-3 – Bacias Aéreas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: FEEMA, 2007.

No inventário da Feema (2007) foram identificadas 1.641 fontes estacionárias de emissão de poluentes atmosféricos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ. Para as fontes móveis foram contabilizadas as emissões provenientes de veículos automotores que circulam em 187 principais vias da RMRJ, totalizando 260 fontes. As fontes naturais não foram avaliadas.

No conjunto de todas as fontes de poluição do ar, a Bacia Aérea I aparece como a segunda maior na RMRJ, destacando-se em relação às emissões de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio (Quadro 4.1.1-5).

Quadro 4.1.1-5
Principais poluentes de fontes fixas na RMRJ

Taxa de Emissão (ton/ano)*1000	Poluentes				
	SO ₂	NO _x	CO	HC	MP ₁₀
Total Geral	55.76	30.27	6.38	25.85	10.58
Bacia I	21.48	14.55	0.92	0.31	5.90
Bacia II	0.01	0.14	0.13	0.74	0.36
Bacia III	29.41	13.30	2.80	24.44	2.50
Bacia IV	3.80	1.28	2.36	0.13	1.39

Fonte: Feema, 2007. Dióxido de enxofre - SO₂; Óxidos de Nitrogênio - NO_x; Monóxido de Carbono - CO; Hidrocarbonetos - HC; Material Particulado Inalável - MP₁₀.

4.1.2 Geologia

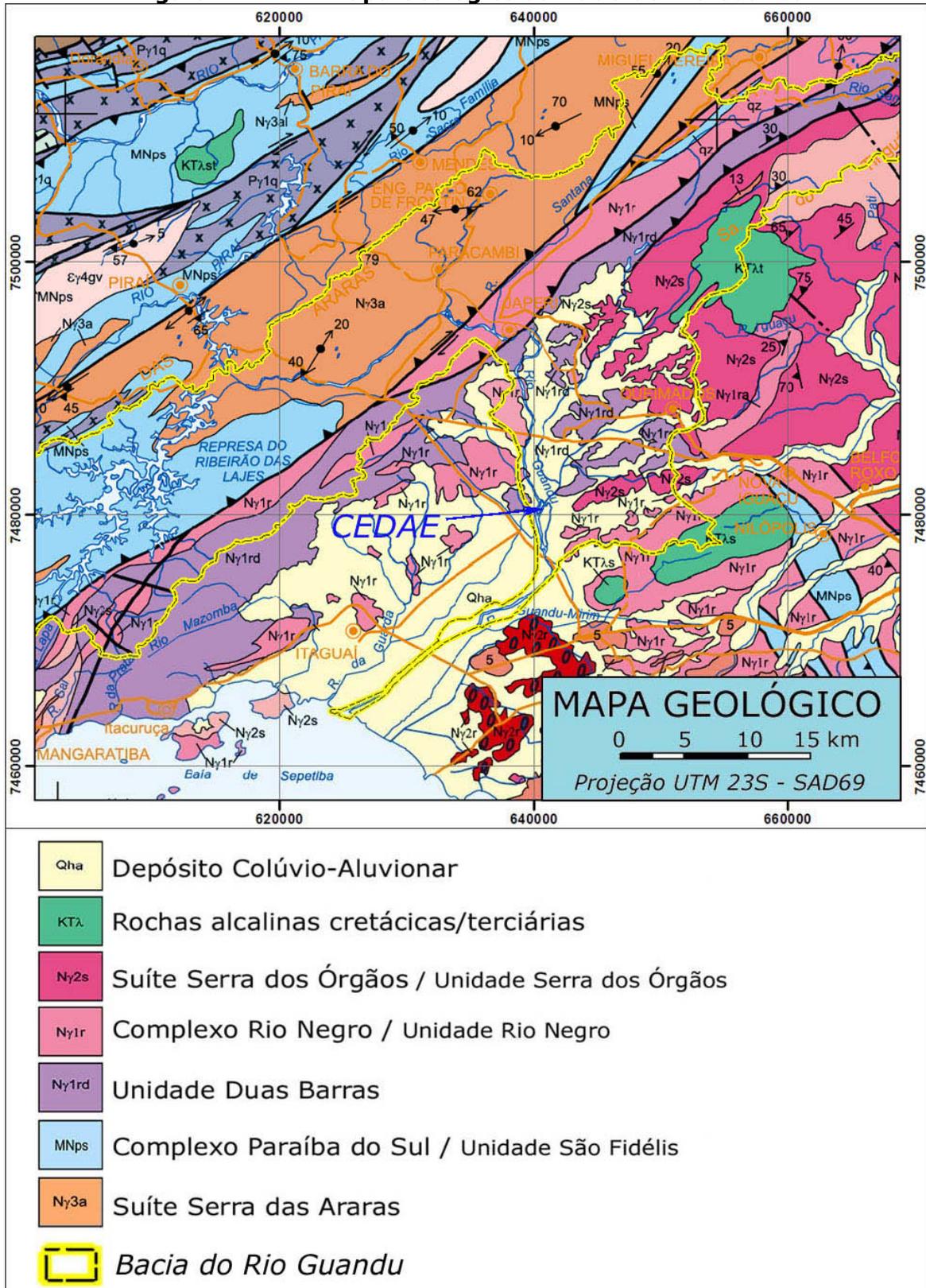
Caracterização geológica da bacia do rio Guandu

A região da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu é constituída por várias unidades geológicas (Figura 4.1.2-1). A unidade Depósitos Colúvio/Aluvionares, que predomina na área mais próxima da tomada d'água da ETA Guandu, é formada por sedimentos fluviais basicamente areno-argilosos, com camadas de cascalheiras associadas. Próximo à costa ocorrem sedimentos lacustrinos e de manguezais retrabalhados.

As rochas alcalinas cretácicas/terciárias foram geradas por intrusões alcalinas e ocorrem nos maciços do Tinguá e do Mendanha. O maciço do Tinguá ocorre na porção nordeste da bacia do Guandu, onde fica a nascente do rio Santo Antonio, formador do rio dos Poços. Nesta região, as drenagens apresentam padrão retilíneo subordinado às estruturas pré-cambrianas da bacia. O maciço do Mendanha ocorre na porção sudeste da bacia onde se encontram nascentes dos rios Cabuçu e Ipiranga. Ambos os maciços indicam regiões com altitudes superiores a 1000m. As rochas predominantes nesta unidade são: sienitos, nefelina sienitos, fonolitos, traquitos e tinguitos.

A Unidade Serra dos Órgãos é composta por rochas gnáissicas com minerais de k-feldspato, quartzo, biotita e minerais acessórios com granulação grossa. A unidade possui composição tonalítica a granítica. Ocorre na vertente noroeste da Serra do Tinguá, ao longo da meia encosta da sub-bacia do rio Santana e na sub-bacia do rio Poços/Queimados. Esta Unidade é bastante estruturada, com grandes alinhamentos de direção NE-SW, acompanhando a orientação principal da Faixa Ribeira, na qual a bacia do rio Guandu está inserida.

Figura 4.1.2-1 - Mapa Geológico da Bacia do Rio Guandu



Fonte: CPRM e DRM-RJ, Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (2000)

A Unidade Rio Negro é composta por rochas ortognáissicas com minerais de feldspato, quartzo, biotita e minerais acessórios com granulação grossa. Possui texturas porfíricas recristalizadas com estruturas facoidais com forte foliação tangencial. Esta unidade apresenta direção NE-SW e ocorre principalmente na sub-bacia do rio Santana, acompanhando a margem direita do rio.

A Unidade Duas Barras é composta por tonalitos intrudidos por bolsões de leucogranito. São rochas de coloração escura e composta por grãos de feldspato, quartzo, minerais máficos como biotita e hornblenda. Essa unidade ocorre freqüentemente como morros e morrotes no interior da bacia, estando presente na região próxima às instalações da CEDAE.

O curso superior da bacia do rio Guandu, ainda como ribeirão das Lajes, atravessa uma extensa área de domínio da Suite Serra das Araras, que se estende na direção NE-SW de sua margem esquerda até as cabeceiras da bacia em Miguel Pereira. Na margem direita, na região do reservatório de Lajes, encontra-se a Unidade São Fidélis do Complexo Paraíba do Sul.

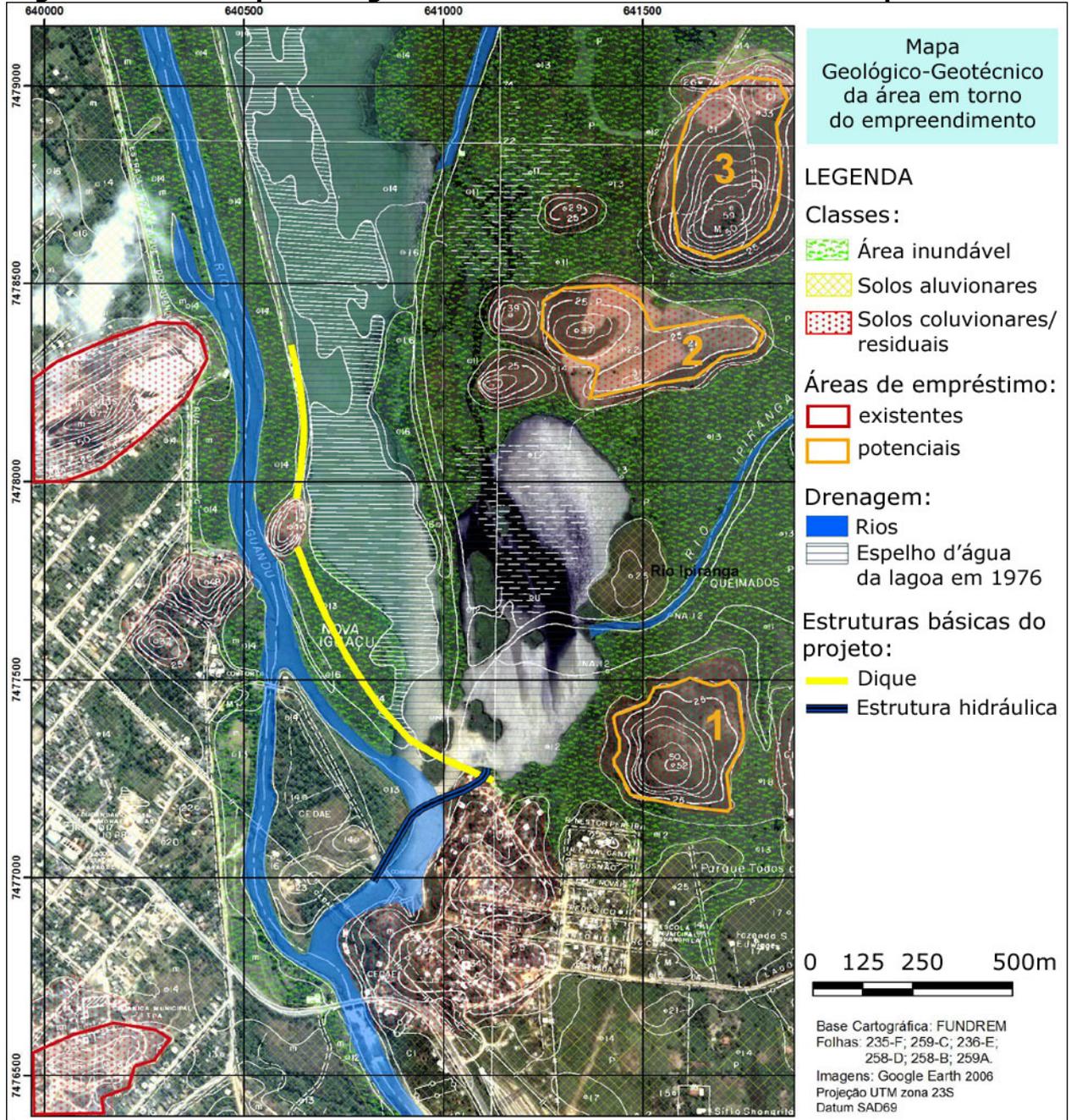
Caracterização Geológico-Geotécnica Local

A região próxima à captação da CEDAE no rio Guandu é composta por três unidades geológico-geotécnicas: Áreas inundáveis, Solos Aluvionares e Solos Colúvio/Residuais. Estas unidades foram identificadas através de fotointerpretação e estudo de sondagens a percussão e sua distribuição pode ser vista no Mapa Geológico-Geotécnico (Figura 4.1.2-2).

A primeira unidade, das Áreas Inundáveis, compreende solos mal drenados com baixa declividade, baixa permeabilidade e lençol freático com pouca profundidade. Quanto ao suporte, podem apresentar baixíssima resistência e se escavados podem apresentar taludes instáveis devido à saturação do solo com eventual presença de níveis arenosos e argilosos intercalados, formando níveis d'água suspensos.

A segunda unidade mapeada é a dos Solos Aluvionares. Esses solos possuem textura arenosa, moderadamente drenados por apresentarem relevo suave e nível d'água do lençol freático a cerca de 2 a 3m de profundidade (na estiagem), podendo, nas estações chuvosas, acumular águas na superfície do terreno, em locais de maior dificuldade de escoamento. São solos de boa plasticidade, devido à presença de argila na matriz arenosa, podendo apresentar localmente zonas mais argilosas, com baixo suporte, próximas às calhas dos rios. Cor cinza amarronzada imposta pela presença de matéria orgânica fina no primeiro metro, passando a cores mais claras em profundidade. Apresenta, quando arenosos e bem drenados, suporte adequado como fundação de aterro.

Figura 4.1.2-2 - Mapa Geológico-Geotécnico da área em torno do empreendimento



Fonte: fotointerpretação e sondagens a percussão realizadas neste estudo.

Os Solos Colúvio/Residuais são representados por morros baixos e colinas com elevações de até 40 metros, com predomínio de amplitudes variando entre 50 e 200m e declividades predominantemente em torno de 5 a 30%. Apresentam textura argilo-arenosa, disposta em horizontes com características geotécnicas e de gênese distintas. Esses solos têm boa plasticidade, boa resistência e são bem drenados, com drenagens espaçadas devido à espessa cobertura de solo poroso superficial e nível freático profundo. Apresentam taludes naturais estáveis, podendo apresentar instabilidade, desde que removida a capa de solo coluvionar argilo-arenoso amarelo, que normalmente tem de 1 a 2m de espessura, assentado sobre solo residual areno-argiloso, avermelhado, compacto. Em cortes mais profundos, apresenta rocha sã.

Áreas Potenciais para Empréstimo de Solos Argilosos

Tendo em vista a demanda de material para a formação do “aterro de conquista” e do dique da obra de proteção da tomada d’água da CEDAE, foram analisadas potenciais áreas de empréstimo de solos argilosos em torno do local do empreendimento. Essas áreas estão identificadas no mapa apresentado na Figura 4.1.2-2.

Na margem direita do rio Guandu existem duas jazidas em atividade, que devem ser prioritariamente utilizadas, considerando a importância de serem evitados impactos negativos com a abertura de novas áreas de empréstimo. Na hipótese de que essas áreas não sejam suficientes para as necessidades de aterro da obra, foram identificadas três áreas com potencial para empréstimo, tendo em vista o tipo de solo e a proximidade ao empreendimento.

Tratam-se de áreas de morros isolados, em forma de domo, com até 60 metros de altura e vertentes amplas, que se destacam da paisagem, envolvidos por aluviões que se estendem até as margens dos rios e Lagoa. Os morros são constituídos por solos argilo-arenosos, cor amarelada a avermelhada, boa plasticidade, bem drenados, nível d’água profundo, muito espessos podendo o topo rochoso situar-se ao nível dos aluviões. Estes solos argilosos indicam boas características geomecânicas para uso como corpo de aterro para o dique de terra.

Essas áreas identificadas como potenciais para empréstimo são próximas do local da obra e têm a vantagem de evitar a travessia de máquinas e caminhões pela rodovia BR-465 (antiga Rio-SP) e outros núcleos urbanos além do bairro existente no local da obra. No entanto, a proximidade com as áreas alagáveis e com o rio Cabuçu/Ipiranga e a lagoa menor torna essas áreas mais complicadas em relação aos acessos e aos procedimentos de desmonte, pelo risco de serem fontes de sedimentos para os corpos d’água.

A área potencial nº 1 (vista na Foto 4.1.2-1 a seguir) está mais próxima das ruas existentes em torno da tomada d’água da CEDAE e é provável que disponha de quantidade de material suficiente para as necessidades de aterro da obra, evitando-se o desmonte de outras áreas. Estima-se que essas três áreas potenciais tenham pelo menos o dobro do volume necessário às obras. Para utilizar as áreas nº 2 e 3 seria preciso construir acessos e uma ponte de travessia pelo rio Cabuçu/Ipiranga ou utilizar os acessos a montante, o que implicaria em uma distância muito maior a percorrer.



Foto 4.1.2-1 - Uma das áreas de empréstimo (nº 1) em potencial.

Recomenda-se que a escavação dos solos dessas potenciais áreas de empréstimo se limite, no máximo, à elevação de 17,0 metros de altitude, de modo que a área remanescente fique distante o suficiente do N.A. da lagoa e da futura área inundável a montante do dique.

Por ocasião da implantação da obra, no início da escavação, recomenda-se que o horizonte superficial do solo seja retirado e estocado adequadamente, devendo, no final das obras, ser utilizado para a recuperação ambiental da área de empréstimo e para compor a cobertura final dos solos e espaldares do dique e taludes.

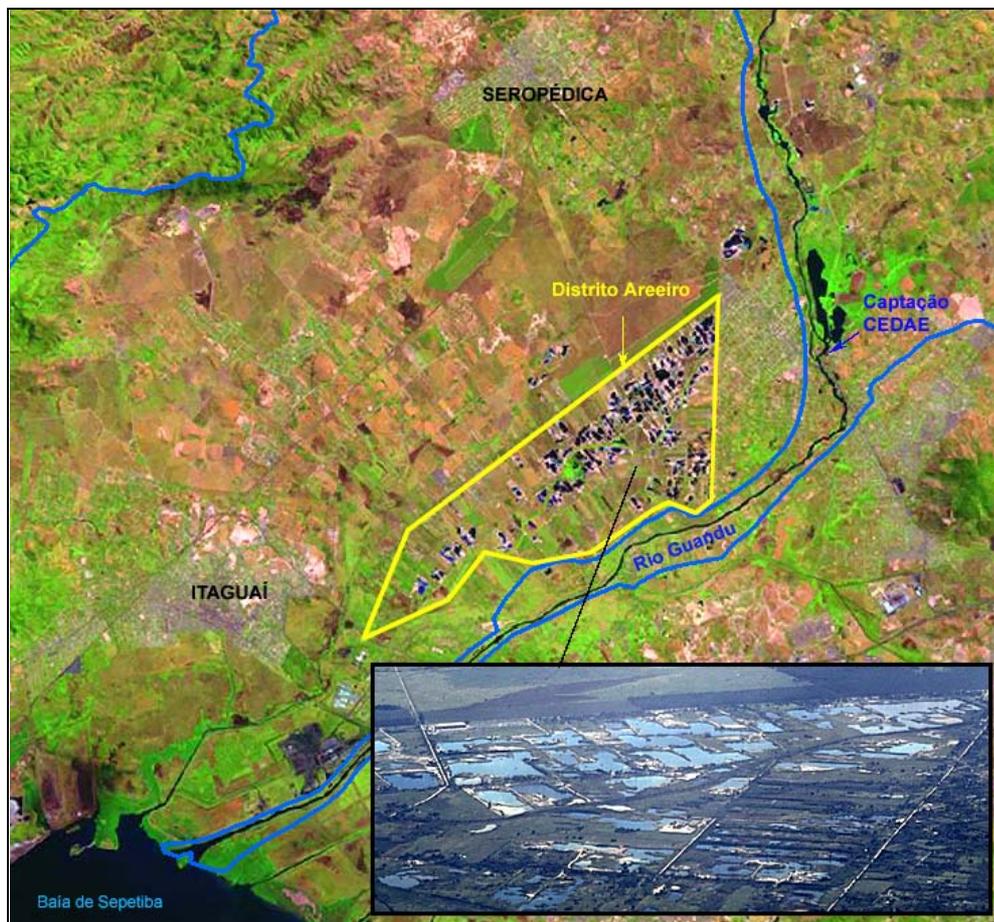
Atividades Minerárias

Segundo BERBERT (2003), areia, argila, caulim e rochas para manufaturamento de brita fazem parte do potencial mineral da bacia do rio Guandu e bacias adjacentes, destacando-se a mineração de areia realizada em uma área de cerca de 50km² na planície aluvionar da bacia do rio da Guarda, o chamado Distrito Areeiro de Seropédica - Itaguaí, considerado um dos maiores do Brasil, onde atuam cerca de 80 (oitenta) empresas de mineração. O volume de areia extraído neste distrito abastece aproximadamente 90% da construção civil na RMRJ (MARQUES, 2006).

Alguns estudos realizados no Distrito Areeiro indicaram que as jazidas de areia são formadas pela intercalação de unidades lenticulares de argila e areia. Através de sondagens, foi possível identificar que os perfis sedimentográficos apresentam de três a sete camadas de areia. O recobrimento de areia tem espessura média em torno de 6,5m, semelhante ao nível médio do lençol freático do Aquífero Piranema.

A extração da areia é executada de forma semi-mecanizada, através de dragagem a céu aberto, em cava submersa, causando, dentre vários impactos, uma drástica descaracterização da paisagem e a exposição do lençol freático. Assim, as cavas de extração de areia transformam-se em grandes lagos (Figura 4.1.2-3).

Figura 4.1.2-3 – Localização do Distrito Areeiro de Seropédica – Itaguaí



Fontes: Imagem Landsat 2001 (Miranda e Coutinho, 2004) e foto aérea de André Bonacin, de 2007, obtida em <http://www.panoramio.com/photo/2526771>

Exclusivamente na bacia do rio Guandu, a montante da captação da CEDAE, as áreas de extração de areia são esparsas, sendo que algumas chegam próximo à margem do rio. Estas áreas foram identificadas e dimensionadas no mapeamento de uso do solo da AID (item 4.2.1).

Na AID, além da areia, outros minerais são alvo de interesse de exploração, como se pode constatar nos dados relativos aos processos minerários atualizados pelo DNPM, apresentados a seguir.

Processos de Titularidade Minerária

O Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM mantém um banco de dados atualizado, o SIGMINE – Sistema de Informação Geográfica da Mineração, com informações sobre os processos minerários protocolados no órgão. O SIGMINE contém as poligonais das áreas com títulos minerários, bem como o número e a fase em que se encontram os respectivos processos no DNPM, entre outras informações¹.

Disponíveis em formato *shape* (*.shp), os dados do SIGMINE permitem a identificação dos processos cujas áreas requeridas coincidam com a área de estudo. Os processos referentes à região onde se insere a AID correspondem ao 9º Distrito - RJ.

A consulta para este diagnóstico, realizada em 17 de junho de 2009, mostrou um total de 59 processos em tramitação no DNPM cujas áreas requeridas para pesquisa/lavra incidem na AID, total ou parcialmente.

Entre as sete substâncias minerais requeridas no conjunto desses processos - areia, areia quartzosa, argila, argila refratária, ilmenita, saibro e sienito - observa-se que os processos para pesquisa/lavra de areia são em maior número, porém a área requerida em apenas 4 processos para ilmenita é o dobro da área requerida em 26 processos para areia (Quadro 4.1.2-1).

Quadro 4.1.2-1

Síntese dos dados dos processos minerários que incidem na AID.

SUBSTÂNCIA	ÁREA TOTAL REQUERIDA NA BACIA (Ha)	Nº TOTAL DE PROCESSOS	Nº DE PROCESSOS POR FASE (*)					
			RP	AP	RLv	RLi	Li	Dis
Areia	1.220	26	12	12	-	-	2	-
Areia quartzosa	295	7	7	-	-	-	-	-
Argila	44	2	-	-	-	-	1	1
Argila refratária	39	1	1	-	-	-	-	-
Ilmenita	2.424	4	3	1	-	-	-	-
Saibro	1.052	18	3	6	7	1	1	-
Sienito	8	1	-	1	-	-	-	-
TOTAL	5.082	59	26	20	7	1	3	1

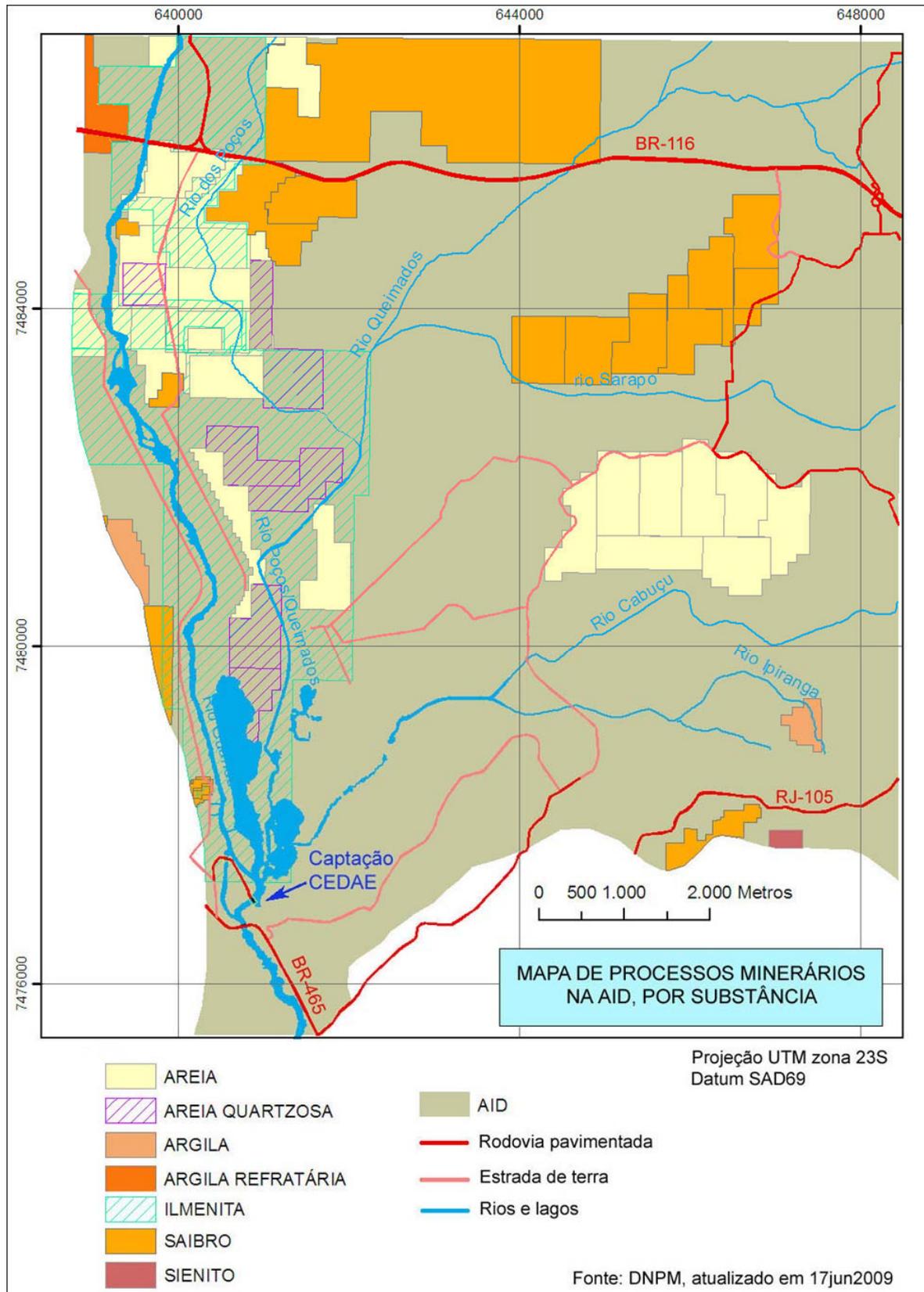
(*) Fases: RP - Requerimento de pesquisa; AP - Autorização de pesquisa; RLv - Requerimento de lavra; RLi - Requerimento de licenciamento; Li - Licenciamento; Dis - Disponibilidade.

Fonte: www.dnpm.gov.br, SIGMINE, consulta em 17jun2009

Na Figura 4.1.2-4 observa-se que há sobreposição entre as áreas requeridas para areia, ilmenita e areia quartzosa, sendo que as três incidem ao longo das margens do rio Guandu, do rio dos Poços e do Poços/Queimados, chegando próximo ao local previsto para o empreendimento. A extração de areia em cava já vem ocorrendo nessa área, conforme mostra o diagnóstico de uso do solo (item 4.2.1).

¹ Os dados podem ser obtidos via Internet no site do órgão - www.dnpm.gov.br.

Figura 4.1.2-4 - Mapa dos Processos Minerários na AID



4.1.3 Caracterização Geomorfológica

A bacia do rio Guandu apresenta diversas unidades geomorfológicas, refletindo as variações de altitude e os intensos processos de intemperismo dados pelas condições climáticas tropicais sobre o embasamento geológico, variando desde maciços alcalinos intrusivos a planícies flúvio-marinhas, conforme se observa no mapa (Figura 4.1.3-1) e quadro descritivo (Quadro 4.1.3-1) extraídos de CPRM/DRM-RJ, 2000.

Os maciços ocupam as partes mais altas da bacia, com altitudes de 1600m na Serra do Tinguá. Esta feição é constituída por relevos dômicos sustentados por maciços alcalinos, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, com topos arredondados, por vezes preservando uma borda circular. Nessa unidade estão as nascentes dos rios Santo Antonio e d'Ouro, formadores do rio dos Poços, e dos rios Cabuçu e Ipiranga.

A unidade formada por colinas isoladas ocupa a borda da Serra do Tinguá e apresenta forma de relevo residual, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios na base. Apresenta baixa densidade de drenagem e padrão de drenagem dendrítico com fundos de vales afogados. Há um predomínio de altitudes inferiores a 100m e gradientes suaves. Esta é a feição geomorfológica que predomina na bacia do rio Poços/Queimados a jusante do encontro dos rios d'Ouro e Santo Antonio formando o rio dos Poços nas proximidades de Engenheiro Pedreira.

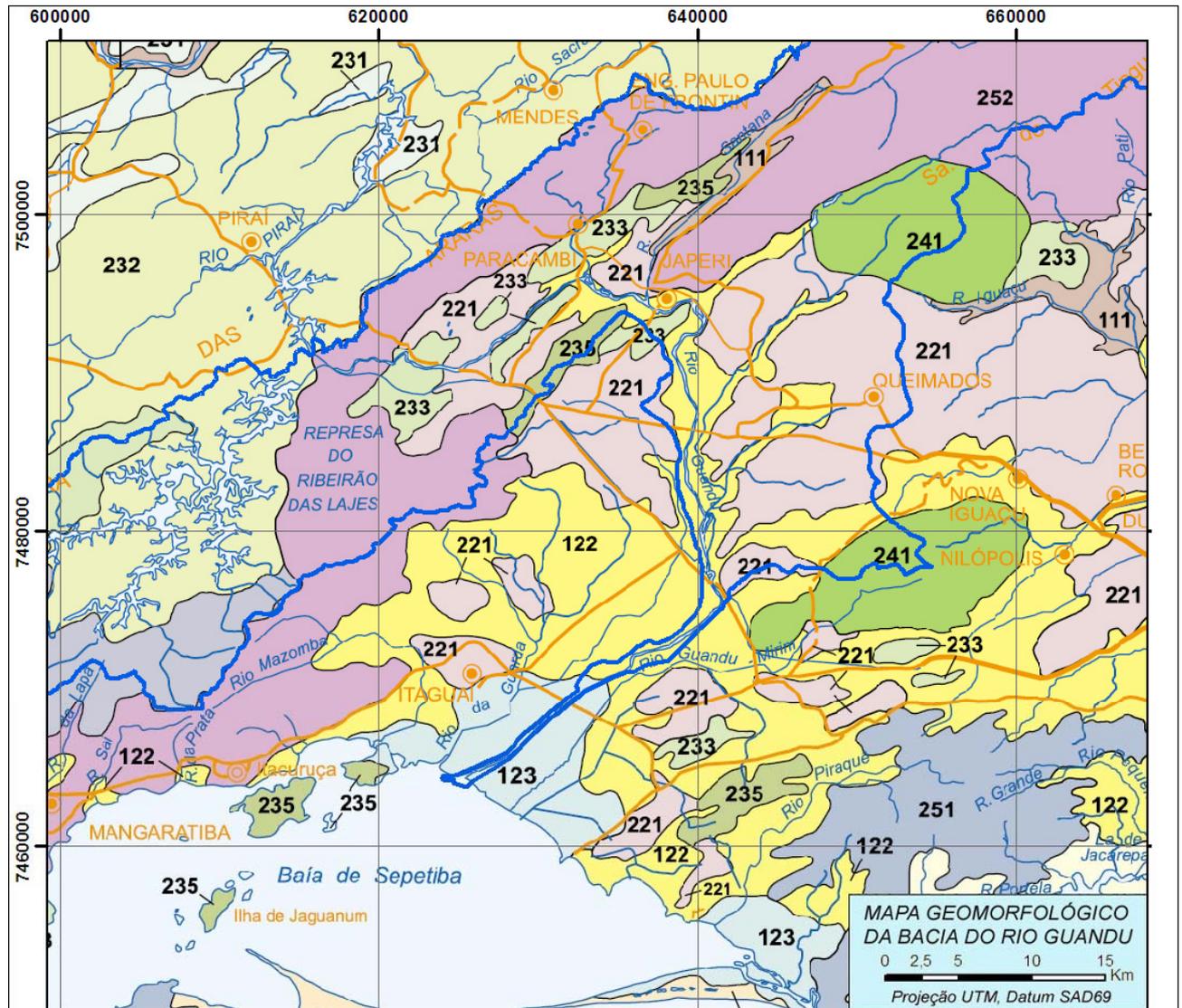
Contígua à região das colinas isoladas, estende-se a unidade Colúvio/Aluvionar, que apresenta superfície sub-horizontal com gradiente extremamente suave e convergente à linha de costa. São terrenos mal drenados, devido ao padrão de drenagem meandrante, com superfícies de aplainamento ajustadas ao nível de base das baixadas. Esta região se estende por cerca de 10km a jusante da tomada d'água da CEDAE. É a feição predominante no médio curso da bacia do rio Cabuçu/Ipiranga.

O curso inferior do rio Guandu atravessa a extensa região da unidade Planície Flúvio-Marinha, composta por superfícies planas de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos. Esta região apresenta altitudes inferiores a 10m, o terreno é mal drenado com padrão de canais bastante meandrante sob influência de refluxo de maré e, originalmente, antes das intensas obras de drenagem e retificação dos rios realizadas no início século XX, era área de domínio da extinta floresta paludosa, contígua aos manguezais das franjas litorâneas influenciadas pelas marés salgadas.

A unidade Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros Baixos é caracterizada por apresentar formas de relevo residuais com vertentes convexas a retilíneas e topos aguçados ou arredondados, com sedimentação de colúvios na base. A densidade de drenagem é muito baixa, com padrão dendrítico e fundo de vales afogados. Predominam altitudes de 100 a 200m, com gradientes suaves a médios. Essa unidade ocorre no curso médio da bacia do rio Guandu, na região de transição da baixada para a serra das Araras, entre Japeri e Paracambi, juntamente com a unidade de Alinhamentos Serranos. A montante, na direção SW-NE, toda a região entre o reservatório de Lajes e as cabeceiras da sub-bacia do rio Santana é área de domínio

das Escarpas Serranas. A área do reservatório de Lajes está inserida na região de domínio dos "mares de morros", feição típica do médio vale do rio Paraíba do Sul.

Figura 4.1.3-1 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Rio Guandu



Fonte: CPRM e DRM-RJ, Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, 2000.

LEGENDA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 122 Planícies Colúvio-Alúvio-Marinhas 123 Planícies Flúvio-Marinhas 221 Colinas Isoladas 232 Domínio Colinoso ("mar de morros") 233 Domínio de Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros Baixos. 235 Alinhamentos Serranos e Degraus Estruturais. 241 Maciços Intrusivos Alcalinos 252 Escarpas Serranas | <ul style="list-style-type: none"> Bacia do Rio Guandu |
|---|--|

Quadro 4.1.3-1

Descrição das Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Guandu

Unidade	Descrição
122 Planícies Colúvio-Alúvio-Marinhas (Terrenos Argilo-Arenosos das Baixadas)	Superfícies subhorizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes à linha de costa, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais (processos fluviais e de encosta) e Marinhas. Terrenos mal drenados com padrão de canais meandrante e divagante. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base das Baixadas.
123 Planícies Flúvio-Marinhas (Terrenos Argilosos Orgânicos de Fundo de Baías ou Enseadas, ou Deltas dominados por Maré)	Superfícies planas, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais e Marinhas. Terrenos muito mal drenados com padrão de canais bastante meandranes e divagantes, sob influência de refluxo de marés.
221 Colinas Isoladas	Formas de relevo residuais, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha que caracteriza as baixadas litorâneas. Densidade de drenagem muito baixa com padrão de drenagem dendrítico e drenagem imperfeita nos fundos de vales afogados. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves.
232 Domínio Colinoso (zona típica do domínio de "mar de morros")	Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios e alúvios. Ocorrência subordinada de morrotes alinhados e morros baixos. Densidade de drenagem média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves.
233 Domínio de Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros Baixos.	Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados e/ou alongados e de morrotes e morros dissecados, com vertentes retilíneas e côncavas e topos aguçados ou alinhados, com sedimentação de colúvios e alúvios. Densidade de drenagem média a alta com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas entre 100 e 200m e gradientes suaves a médios.
235 Alinhamentos Serranos e Degraus Estruturais.	Relevo de patamares litoestruturais, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, que se destacam topograficamente do domínio colinoso. Densidade de drenagem alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico. Predomínio de amplitudes topográficas entre 300 e 700m e gradientes médios a elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha.
241 Maciços Intrusivos Alcalinos	Relevos dômicos sustentados por Maciços Alcalinos, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, com topos arredondados, por vezes preservando uma borda circular (cratera vulcânica erodida). Densidade de drenagem alta com padrão de drenagem radial ou anelar. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes elevados a muito elevados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus e solos rasos.
252 Escarpas Serranas	Relevo montanhoso, extremamente acidentado, transicional entre dois sistemas de relevo. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados. Densidade de drenagem muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, ou treliça a retangular. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha.

Fonte: CPRM/DRM-RJ, Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, 2000.

4.1.4 Hidrografia e Recursos Hídricos

A rede hidrográfica da bacia do rio Guandu passou por diversas modificações ao longo do processo de ocupação da região, desde as primeiras obras de drenagem realizadas pelos Jesuítas no século XVIII, passando pelas grandes intervenções de macro e micro drenagem do antigo DNOS no século XIX e culminando com as monumentais obras de barragens e usinas hidrelétricas no século XX que resultaram na transposição de águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do Guandu.

Todas essas intervenções estão bem documentadas em diversos estudos já realizados sobre a região, destacando-se três documentos principais:

- 1) "Macroplano de Gestão Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba", elaborado pelo Consórcio ETEP/ECOLOGUS/SM-GRUPO durante os anos de 1997/98, a partir de um convênio entre o Governo Estadual e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) com recursos do Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA;
- 2) "Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba", elaborado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMADS) em 2001, no âmbito dos estudos realizados pelo Governo Estadual através da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ;
- 3) "Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim", denominado simplificada neste EIA como "Plano da Bacia do Guandu" - elaborado em 2006 pela empresa SONDOTÉCNICA S/A, com acompanhamento técnico e recursos financeiros da Agência Nacional de Águas - ANA, no âmbito da implantação da atual política de recursos hídricos, estabelecida a partir da Lei Federal nº 9433/97.

Os estudos mais recentes - o Projeto Planágua e o Plano da Bacia do Guandu - utilizaram e atualizaram informações do Macroplano.

O Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), principal fonte secundária deste diagnóstico, é a referência básica para a gestão dos recursos hídricos das três bacias abrangidas no Plano. A área delimitada para diagnóstico e elaboração do Plano correspondeu à área de atuação do Comitê Guandu. O Comitê foi criado em 2002, através do Decreto Estadual nº 31.178, de 03/04/02, que definiu como sua área de atuação a bacia do rio Guandu, incluindo a sub-bacia do ribeirão das Lajes e o reservatório de Lajes, bem como as adjacentes bacias dos rios da Guarda e Guandu Mirim, que, antes das obras de drenagem do DNOS, tinham suas planícies inundáveis em comunicação com a planície do rio Guandu.

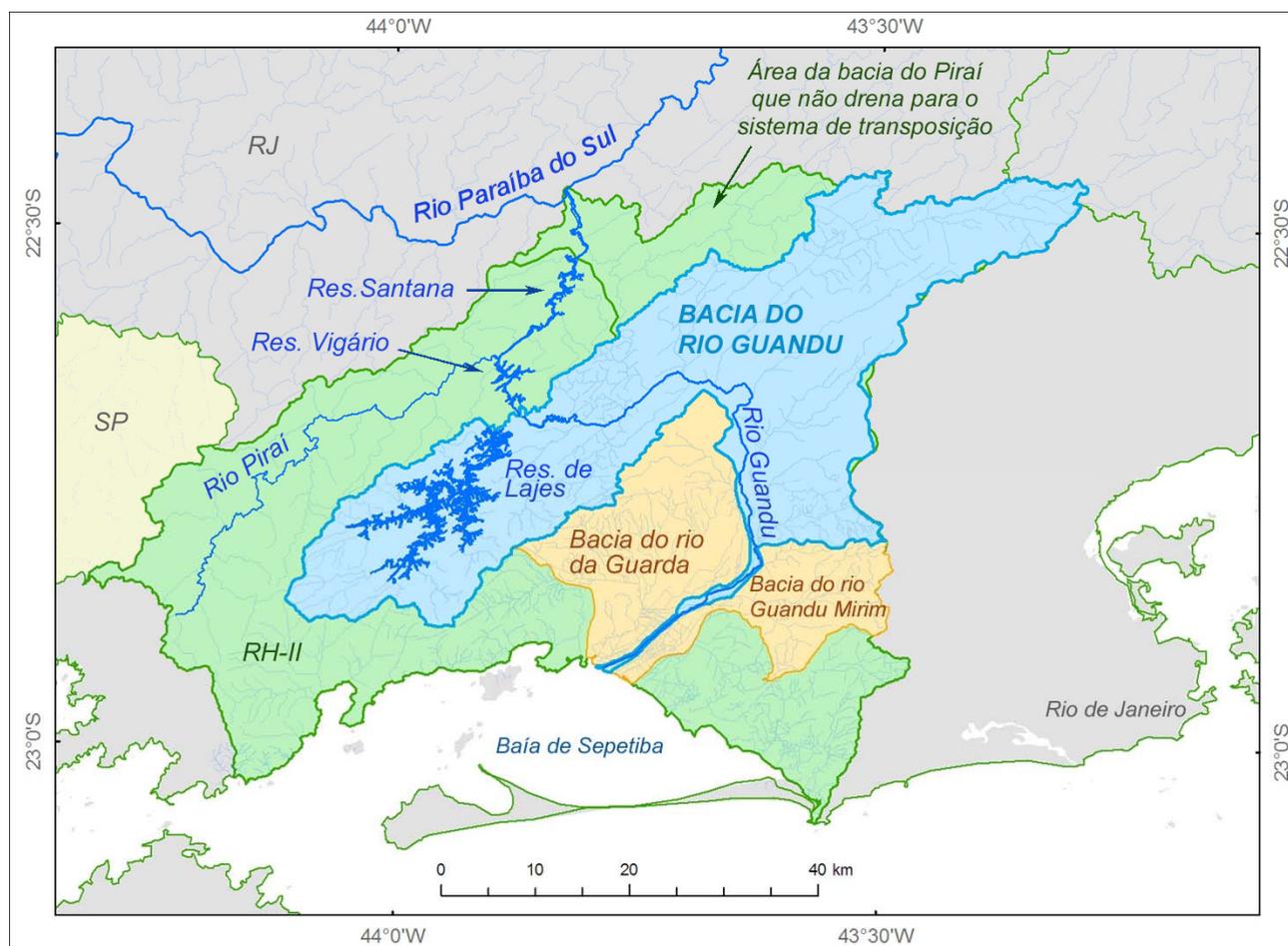
Logo após concluído o Plano da Bacia do Guandu, houve uma redefinição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, através da Resolução CRHI-RJ nº 18 de 08/11/2006, na qual foi definida a Região Hidrográfica Guandu - RH II, que abrange uma área de drenagem maior, incorporando toda a bacia da Baía de Sepetiba e a bacia do rio Pirai, na qual estão os reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Lajes relacionados à transposição de águas do rio Paraíba do Sul. Desse modo, o Comitê Guandu passou a estender sua área de atuação a esta nova região hidrográfica.

Tendo em vista que o Plano da Bacia do Guandu contém as informações mais atualizadas disponíveis e ainda não foi revisado para a nova área de gestão do Comitê, adotamos como área de estudo dos meios físico e biótico os limites da bacia do rio Guandu utilizados no referido Plano.

Na figura a seguir observa-se a Região Hidrográfica Guandu (RH-II) sobreposta pelos limites identificados no Plano da Bacia para as bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.

Vale ressaltar que, embora a bacia do rio Pirai tenha sido inteiramente incluída na RH-II, parte da área de drenagem desta bacia deságua a jusante da última barragem do sistema de transposição existente no curso do rio (barragem de Santana) e, portanto, não contribui para o rio Guandu.

Figura 4.1.4-1 - Região Hidrográfica Guandu (RH-II) e limites das bacias que drenam para a Baía de Sepetiba.

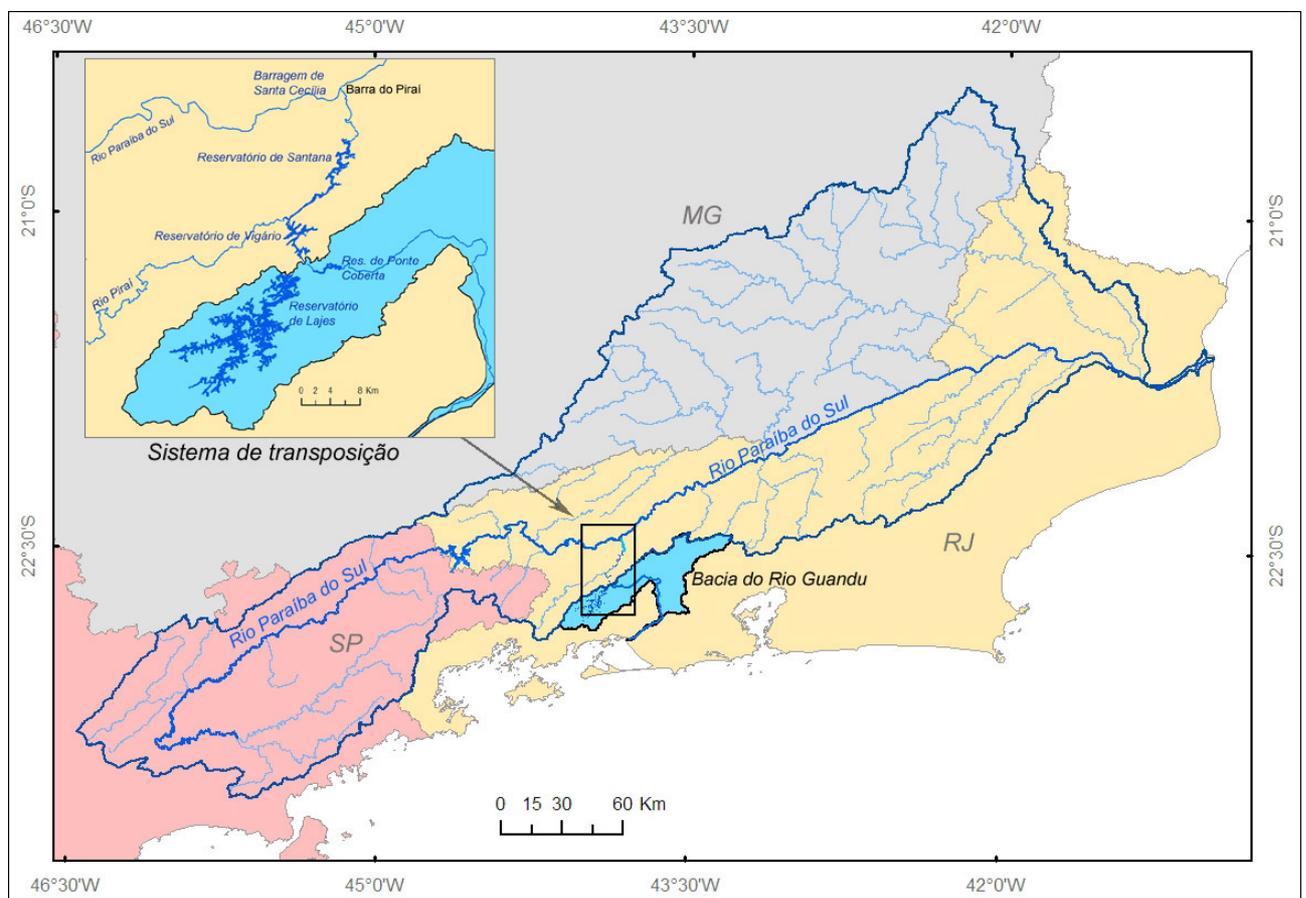


Transposição Paraíba do Sul - Guandu

Para caracterizar a bacia do rio Guandu é importante descrever primeiramente o sistema de transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul, última e mais relevante das intervenções hidráulicas de grande porte realizadas e que, além de modificar as vazões no rio Guandu, tornou-se a principal determinante das condições atuais de uso de suas águas.

A Figura 4.1.4-2 mostra a localização da bacia do rio Guandu em relação à bacia do rio Paraíba do Sul, destacando os reservatórios formados pelas barragens do sistema de transposição.

Figura 4.1.4-2 - Bacia do rio Paraíba do Sul e transposição para o rio Guandu.



As obras de transposição, realizadas com o objetivo de gerar energia para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, aconteceram em diversos períodos da primeira metade do século XX, cujo histórico detalhado pode ser conhecido nos principais documentos já citados - Macroplano, Projeto Planágua e Plano da Bacia do Guandu.

Atualmente, as barragens e usinas existentes ao longo do rio Paraíba do Sul, desde o curso superior da bacia, em Paraibuna-SP, controlam a vazão do rio garantindo a

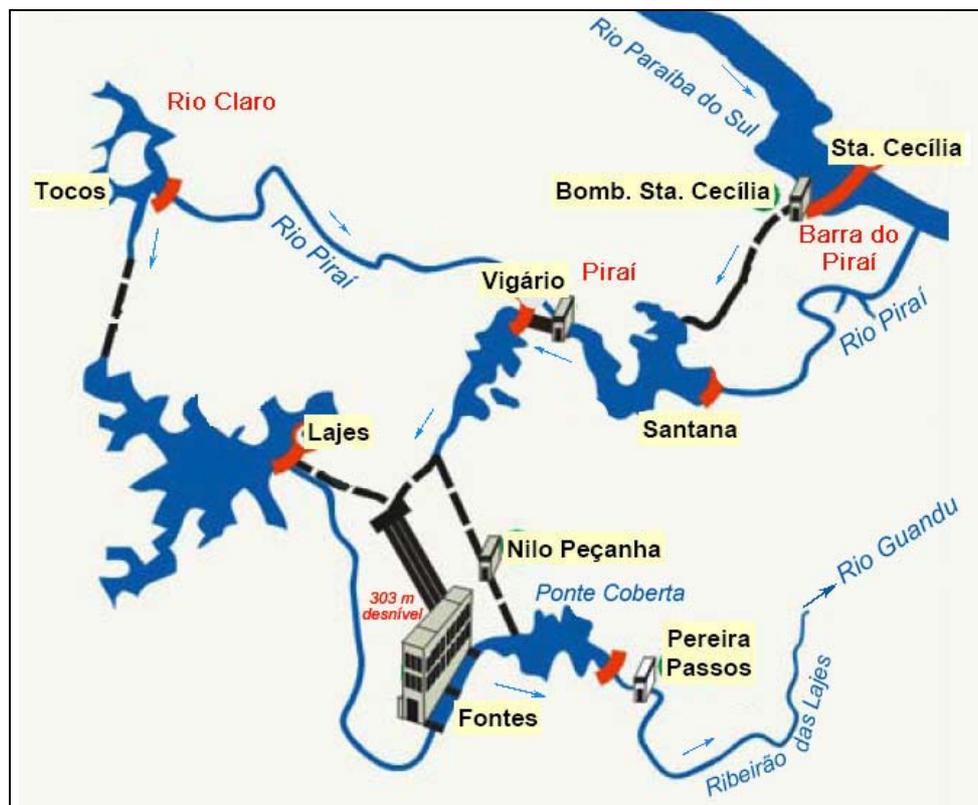
transposição de até 160 m³/s, em Barra do Pirai-RJ, para gerar energia elétrica no Complexo Hidrelétrico de Lajes, da Light Energia S.A. (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Na Figura 4.1.4-3 observa-se um esquema representativo das intervenções a partir do local da captação no rio Paraíba do Sul em direção ao rio Guandu.

A Estação Elevatória de Santa Cecília conduz as águas captadas para o reservatório de Santana, no rio Pirai. Deste reservatório, outra estação elevatória, em Pirai, conduz as águas para o reservatório de Vigário, de onde seguem para gerar energia, juntamente com as águas represadas em Lajes.

O reservatório de Lajes, através de um túnel de 8 km de extensão, recebe águas do rio Pirai represadas na barragem de Tocos, em Rio Claro, além das águas drenadas na própria bacia do ribeirão das Lajes, contribuindo com mais 20 m³/s para a transposição. Após a passagem pelas Usinas de Fontes e Nilo Peçanha, as águas transpostas são represadas no reservatório de Ponte Coberta para gerar energia na Usina Pereira Passos, seguindo depois pelo leito do ribeirão das Lajes até seu encontro com o rio Santana, onde passa a chamar-se rio Guandu.

Figura 4.1.4-3 - Desenho esquemático (fora de escala) mostrando o caminho das águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu.



Fonte: Meohas, 2004.

As regras operacionais do conjunto de barragens e usinas do sistema de transposição são definidas de modo a garantir que, a jusante da Usina Pereira Passos, a vazão mínima vertida para o ribeirão das Lajes/Guandu seja de 120 m³/s, visando atender às demandas dos usuários do rio Guandu, com prioridade para a captação da CEDAE, e permitir o controle da entrada da maré salgada da baía de Sepetiba no curso final do rio Guandu, onde recebe o nome de Canal de São Francisco.

Bacia do Rio Guandu

O limite da bacia do rio Guandu considerado no Plano da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) abrange a bacia do ribeirão das Lajes, incluindo os reservatórios de Lajes e Ponte Coberta. A jusante da UHE Pereira Passos, que situa-se logo abaixo e junto à barragem de Ponte Coberta, diversas sub-bacias com variadas dimensões fazem parte da área total da bacia do rio Guandu. Neste trecho, o rio Santana é o maior afluente, destacando-se entre os demais, conforme se observa na Figura 4.1.4-4.

No quadro 4.1.4-1 constam as áreas de drenagem e vazões médias dos afluentes, com as distâncias dos pontos de entrada de cada afluente ao longo do rio Guandu e os respectivos acréscimos na vazão do rio Guandu a partir da vazão média de 163 m³/s vertida na UHE Pereira Passos. Esta vazão resulta da transposição de cerca de 2/3 da vazão do rio Paraíba do Sul somada às contribuições da bacia do rio Pirai e da sub-bacia do ribeirão das Lajes para o sistema de reservatórios da Light. A área da bacia do rio Paraíba do Sul a montante da transposição não responde diretamente pela vazão em Pereira Passos, tendo em vista que a vazão transferida corresponde a uma parte da vazão que chega em Santa Cecília; porém, deve-se ressaltar que os usos nessa bacia também afetam a qualidade das águas do rio Guandu.

Quadro 4.1.4-1

Áreas de drenagem e vazões médias ao longo do rio Guandu.

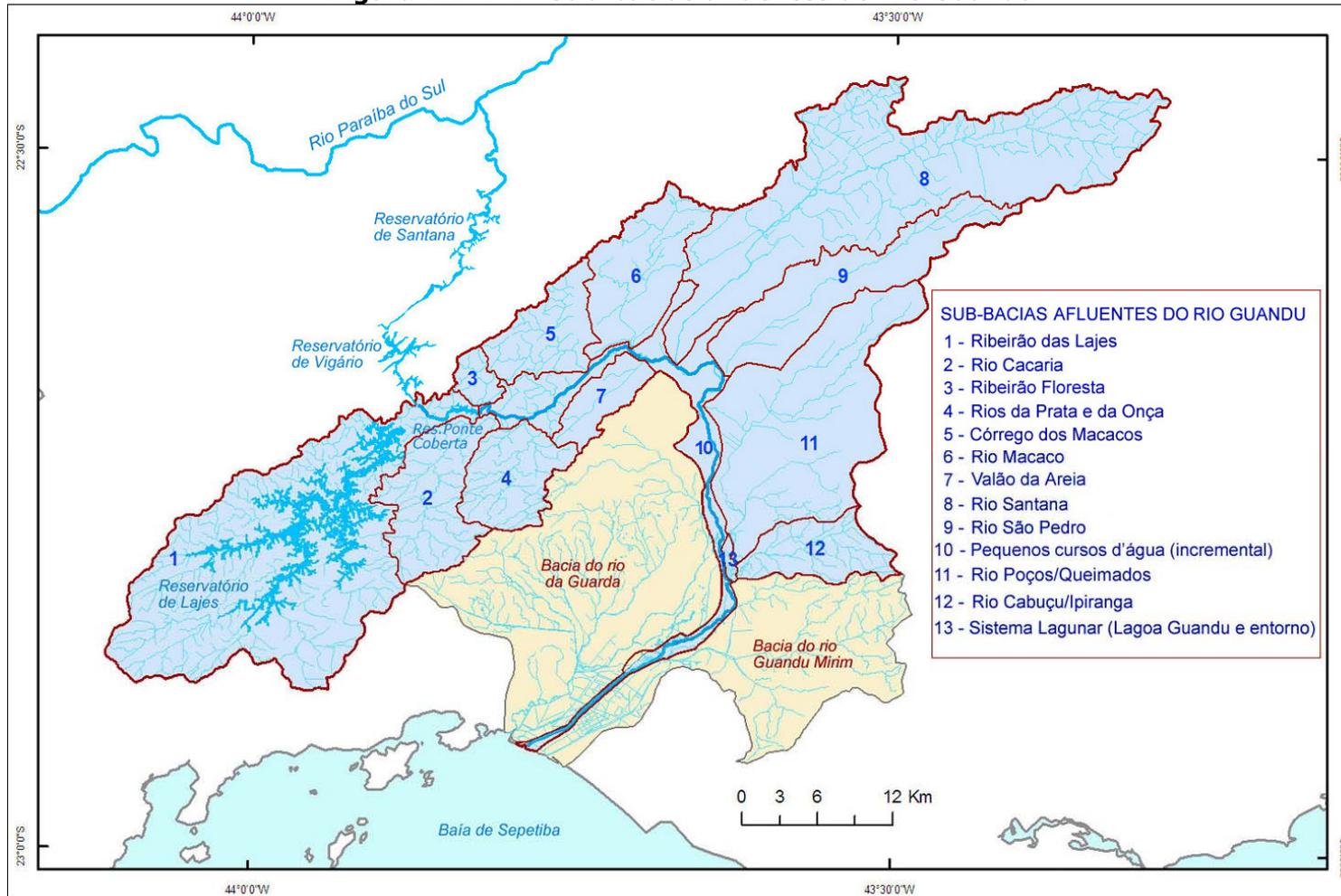
Local	Área (km ²)	Vazão Média Afluente (m ³ /s)	Distância no rio Guandu (km)	Vazão Média no Guandu (m ³ /s)
UHE Pereira Passos *	-	-	0,0	163,0
Ribeirão da Floresta	12,5	0,22	1,2	163,2
Rio Cacaria	74,0	1,31	2,8	164,6
Rios da Prata e da Onça	54,1	0,95	5,6	165,6
Córrego dos Macacos	49,7	0,87	12,2	166,6
Rio Macaco	76,3	1,34	16,2	168,1
Valão da Areia	27,4	0,52	17,8	168,6
Rio Santana	321,0	6,09	20,7	174,8
Rio São Pedro	99,7	1,88	25,9	177,8
Rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga	242,0	3,87	44,3	181,1
Foz	1.385,0	-	66,7	181,7

Fonte: Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). * a área de drenagem até a UHE Pereira Passos inclui parte da bacia do rio Paraíba do Sul e sub-bacias intermediárias - Lajes e Pirai.

A área de drenagem de 1.385 km² na foz do rio Guandu corresponde ao somatório das áreas das sub-bacias a jusante da UHE Pereira Passos, incluindo os trechos incrementais de sub-bacias de pequenos afluentes agrupados na unidade nº 10 do mapa (Figura 4.1.4-4), para os quais as vazões não foram discriminadas no quadro, mas estão inseridas na vazão média final, na foz do rio Guandu.

Esta área de drenagem dos afluentes a jusante da UHE Pereira Passos somada à área de drenagem do ribeirão das Lajes, de 334 km², forma a área total da bacia do rio Guandu - 1.719 km² - utilizada no Plano da Bacia.

Figura 4.1.4-4 - Sub-bacias afluentes do Rio Guandu



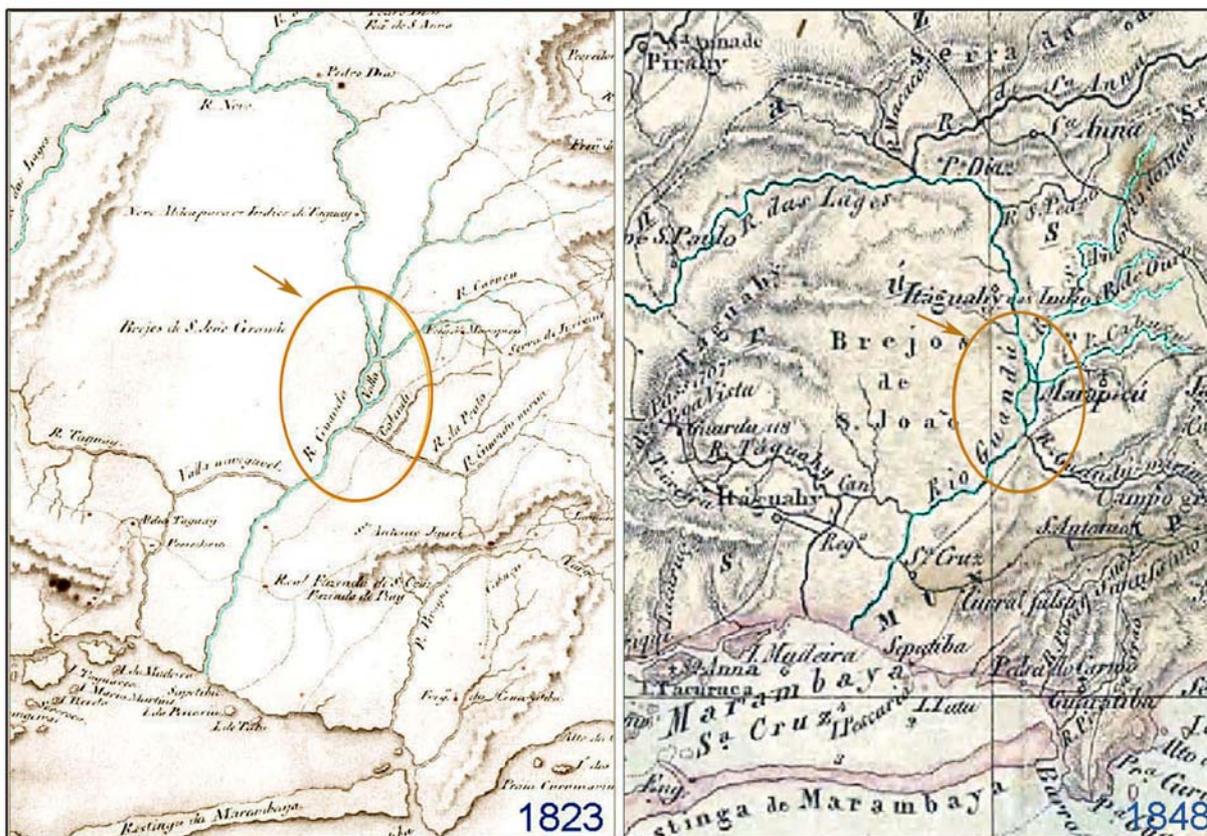
Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA (2006).

Sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga

As sub-bacias dos afluentes do rio Guandu de maior importância para este EIA, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, ocupam juntas 242 km² de área de drenagem e deságuam no sistema lagunar, onde ocorre mistura de suas águas com o refluxo do rio Guandu a montante da barragem principal. A sub-bacia do rio Poços/Queimados ocupa aproximadamente 195 km² e o rio chega à foz com uma vazão média de 3,1 m³/s. A sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga ocupa cerca de 47 km², com uma vazão média de 0,75 m³/s na foz (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

É importante ressaltar que a configuração atual da hidrografia da bacia do rio Guandu resulta das diversas intervenções hidráulicas ocorridas no processo de ocupação da região. Os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, assim como diversos outros rios das planícies fluminenses, tiveram seus cursos modificados, dragados e canalizados por obras de drenagem que visavam o saneamento e a liberação de áreas alagáveis para ocupação e uso agrícola das terras (LAMEGO, 1948). Em mapas antigos produzidos um século antes das intervenções do DNOS (Figura 4.1.4-5), apesar da imprecisão cartográfica da época (primeira metade do século XIX), observa-se que os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga desaguavam em pontos próximos entre si, na margem esquerda do rio Guandu, em frente à ilha onde hoje estão ancoradas as barragens da CEDAE, local destacado em círculos laranjas nos mapas.

Figura 4.1.4-5: Mapas antigos da bacia do rio Guandu



Fonte: Mapas da Província do Rio de Janeiro, de 1823 e 1848, obtidos no acervo digital da Biblioteca Nacional. Obs.: Rio Guandu e afluentes Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga realçados em verde.

A partir da construção/operação das barragens da CEDAE, anos 1950-60, formou-se a chamada Lagoa do Guandu, abrangendo a foz e parte do curso final dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, que já estavam retificados e dragados pelas obras do DNOS. A Figura 4.1.4-6 mostra o curso final dos rios durante a construção da barragem principal e, portanto, antes da formação da lagoa.

Figura 4.1.4-6: Vista aérea da construção da barragem principal da CEDAE no rio Guandu, anos 1950-60.



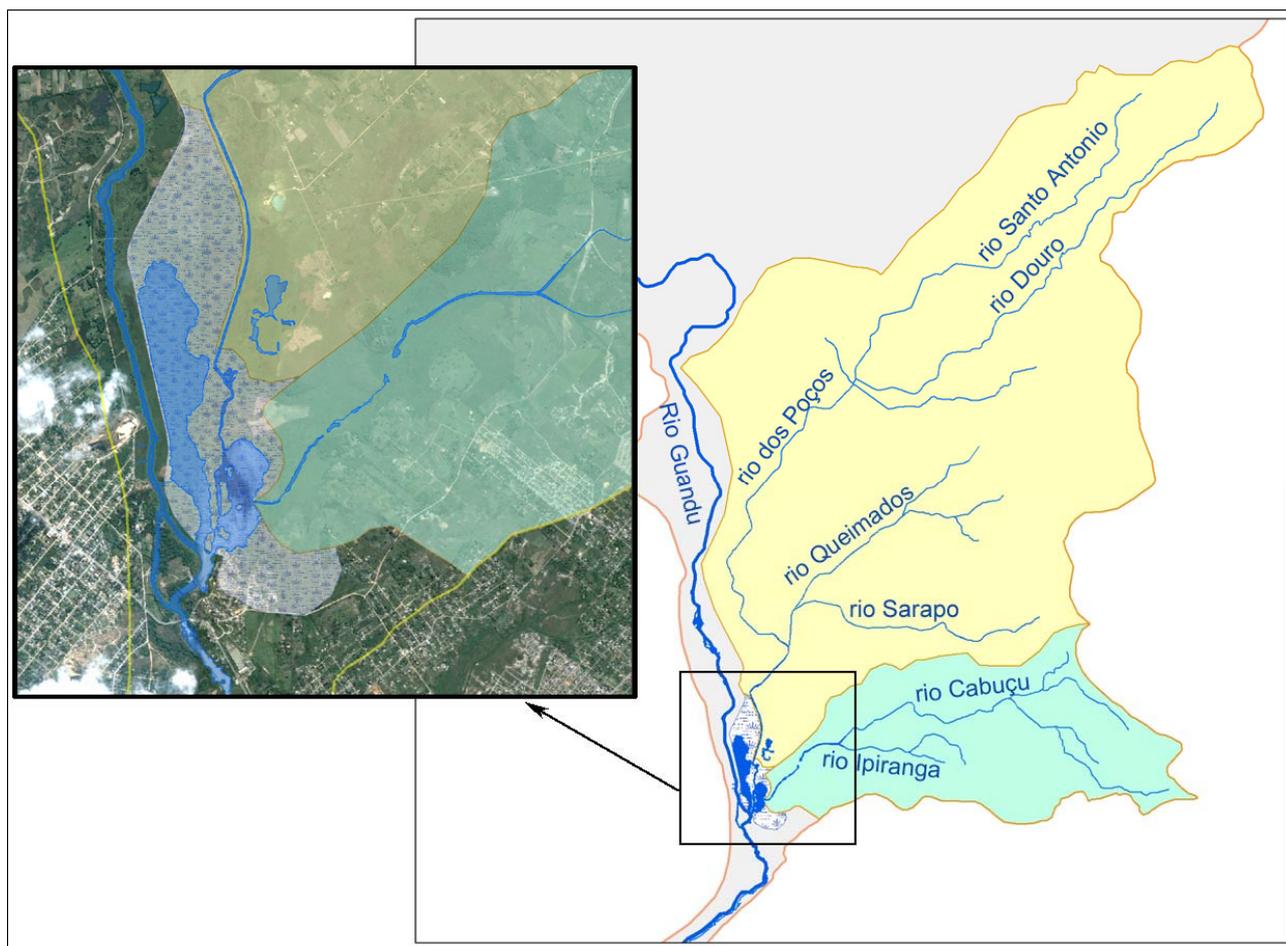
Fonte da foto: COELHO, 2008.

Após as obras do DNOS e os barramentos da CEDAE no rio Guandu, o processo de ocupação e degradação das sub-bacias configurou novas condições de fluxo das águas no curso final dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, com rompimentos dos antigos diques em diversos pontos, assoreamento dos canais e ampliação das áreas alagáveis em relação às condições promovidas na época das intervenções. Mais de meio século após a construção das barragens da CEDAE, esse processo resultou na formação de duas lagoas, que se comunicam entre si e com o rio Guandu.

Na Figura 4.1.4-7, a seguir, observa-se a hidrografia atual dos rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e o espelho d'água das lagoas formadas no encontro desses rios com o rio Guandu e a área em torno que drena diretamente para as lagoas. Utilizando uma base cartográfica de detalhe, com curvas de 1,0 m de altura e pontos cotados entre estas, foi possível delimitar esta área em torno do espelho d'água das lagoas que drena diretamente para estas, individualizando-se, assim, o sistema lagunar. O espelho d'água das duas lagoas juntas ocupa uma área de aproximadamente 93,5 hectares (ou 0,935 km²).

Não há dados batimétricos para se conhecer a variação de profundidade ao longo dessas lagoas. Levantamentos topobatimétricos dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga realizados no ano 2000 (Coppe/UFRJ, 2001) indicam que os pontos de descarga desses rios na lagoa menor têm profundidade em torno de 3,0 e 2,0 m, respectivamente.

Figura 4.1.4-7: Sub-bacias dos Rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e Sistema Lagunar formado no encontro com o rio Guandu.



Áreas inundáveis a montante do Sistema Lagunar

Com o propósito de subsidiar a avaliação dos impactos da obra de proteção da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu, foram realizadas modelagens hidrodinâmicas para identificação das áreas inundáveis a montante do local de implantação do dique previsto no projeto, até a rodovia BR-116 (Dutra). Esse estudo, apresentado na íntegra no Anexo 1, simulou as manchas de inundação para diferentes tempos de recorrência de cheias, em dois cenários: na situação atual, sem o dique, partindo do nível operacional atual da lagoa do Guandu, e com a implantação do dique, com base nas especificações técnicas do projeto elaborado pela Tecnosolo (item 2.5).

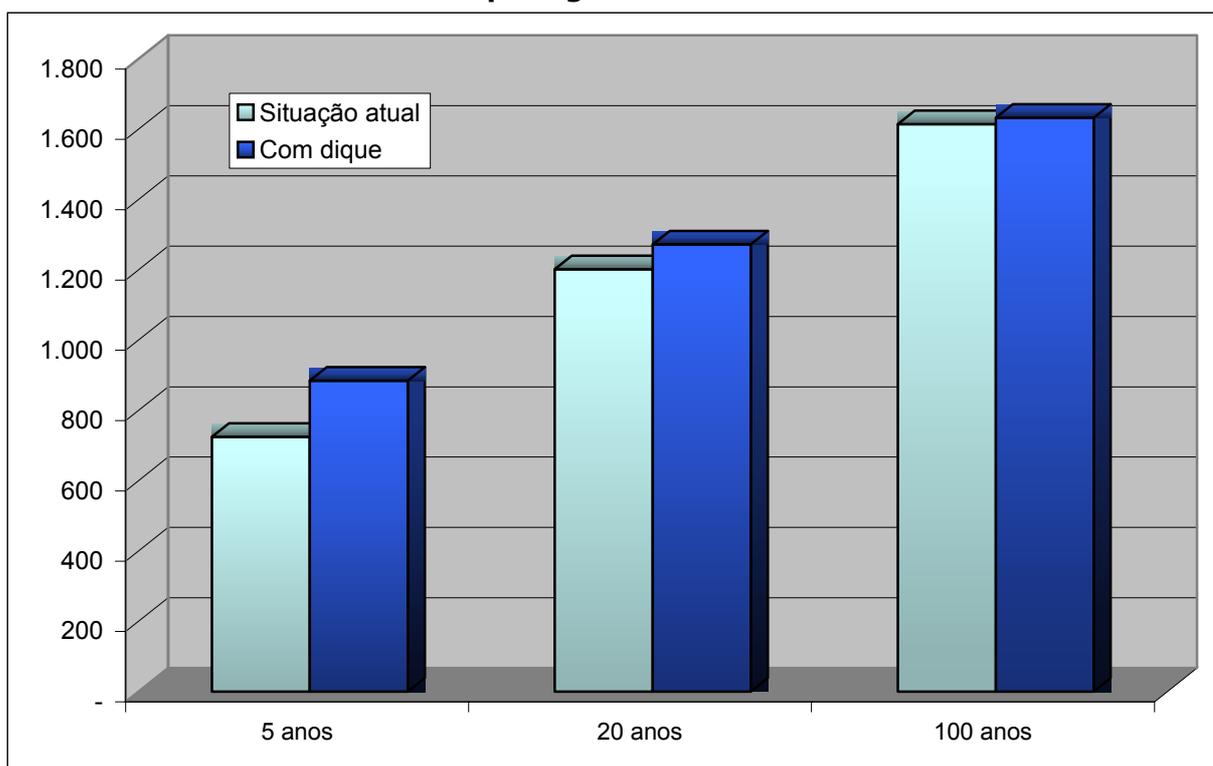
De acordo com as modelagens hidrodinâmicas, já existem extensas áreas inundáveis a montante das lagoas e ocorreriam poucos acréscimos com a implantação do dique e demais obras hidráulicas previstas no projeto. Nas simulações, os acréscimos em área inundável com a implantação do dique são progressivamente menos significativos a medida que aumenta o tempo de recorrência das cheias (TR), como mostram o quadro e o gráfico a seguir.

Quadro 4.1.4-2

Áreas inundáveis a montante das lagoas.

Condição	Áreas (em hectares) para diferentes TR		
	5 anos	20 anos	100 anos
Situação atual	725	1.202	1.615
Com dique	885	1.272	1.633
Acréscimo c/dique	160	70	18
Acréscimo percentual	22%	6%	1%

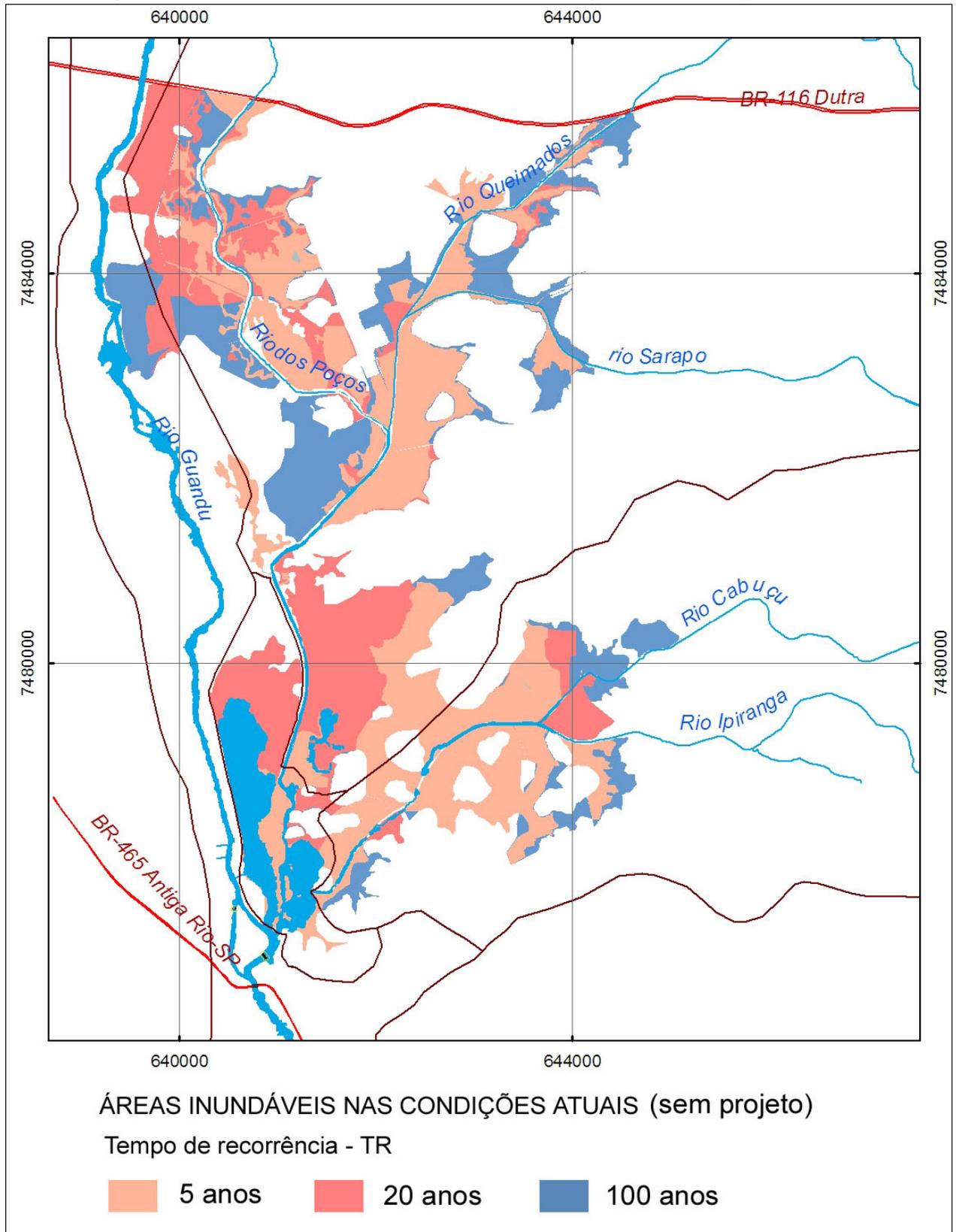
Figura 4.1.4-8: Sub-bacias dos Rios Poços/Queimados e Cabuçu/ Ipiranga e Sistema



Nas figuras a seguir podem ser observadas e comparadas as manchas de inundação para os tempos de recorrência de 5 anos, 20 anos e 100 anos, na bacia. Nas Figuras 4.1.4-9 e 4.1.4-10 são apresentadas as três manchas sobrepostas, correspondendo à situação atual e à situação que poderá ocorrer com o dique. As figuras seguintes apresentam as comparações entre os dois cenários, para cada tempo de recorrência.

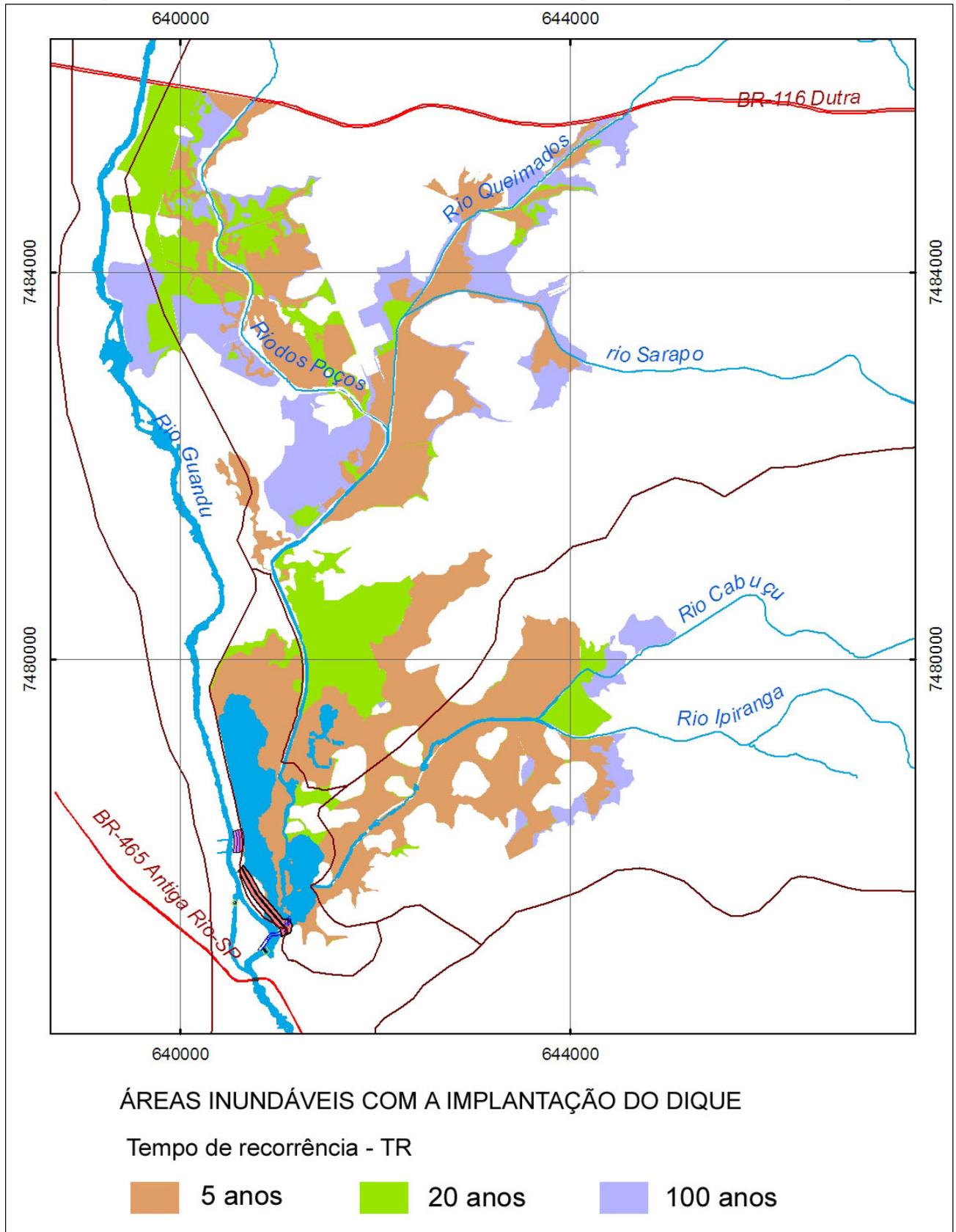
As condições de uso do solo nessas áreas inundáveis são analisadas no item 4.2.1.

Figura 4.1.4-9: Áreas inundáveis simuladas para as condições atuais



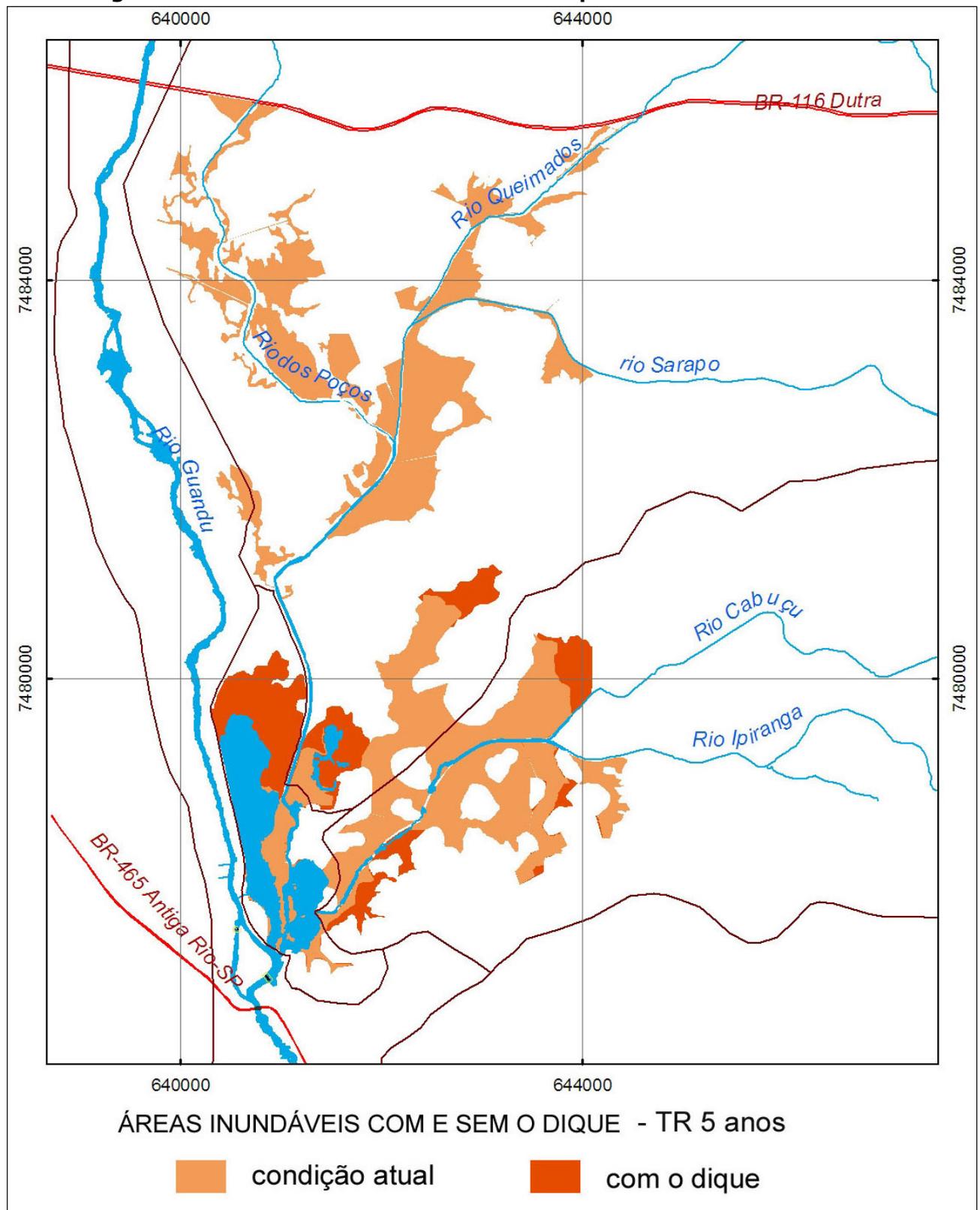
Fonte: estudo realizado para este EIA, apresentado no ANEXO 1.

Figura 4.1.4-10: Áreas inundáveis simuladas para o cenário com o dique



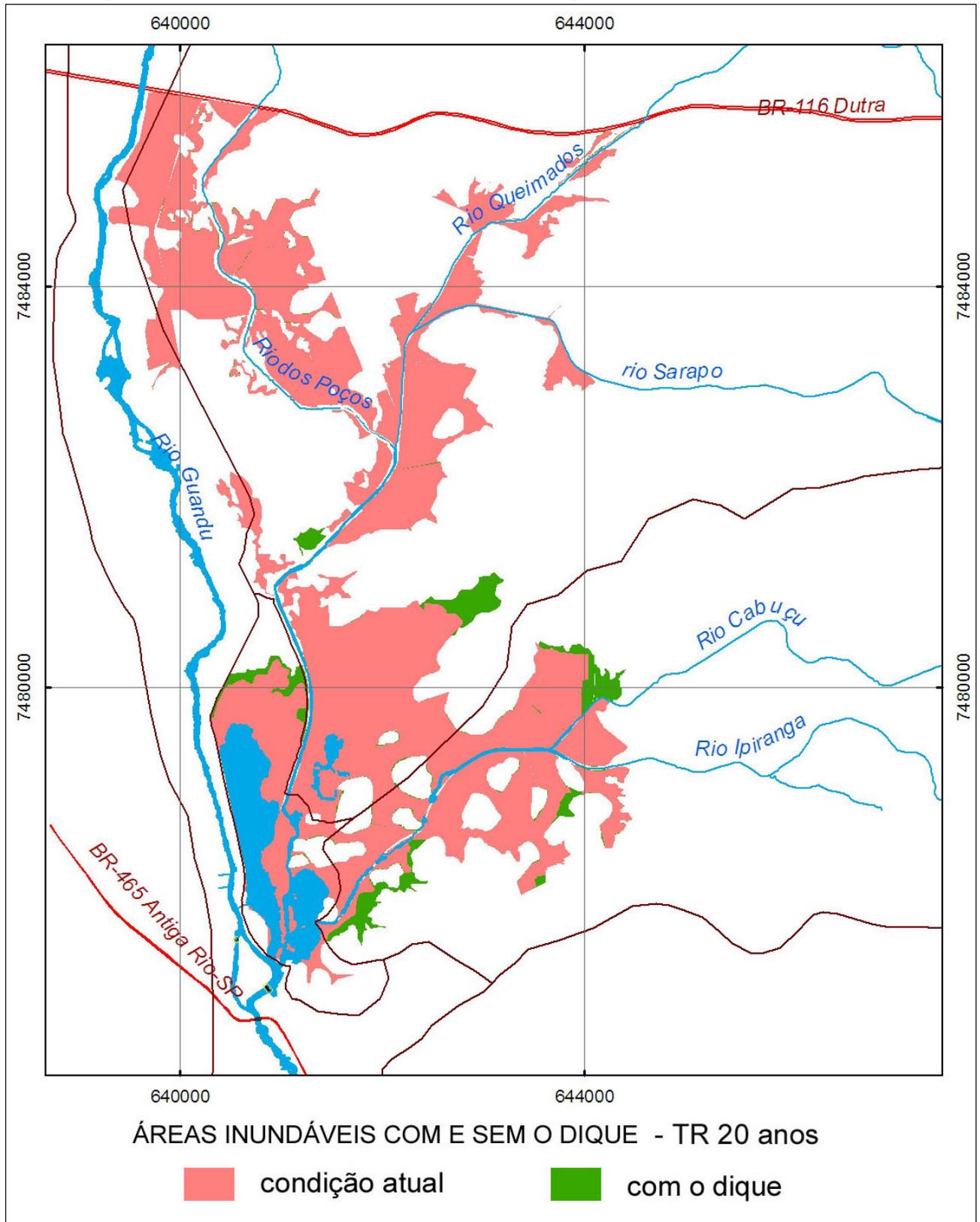
Fonte: estudo realizado para este EIA, apresentado no ANEXO 1.

Figura 4.1.4-11: Áreas inundáveis com tempo de recorrência de 5 anos



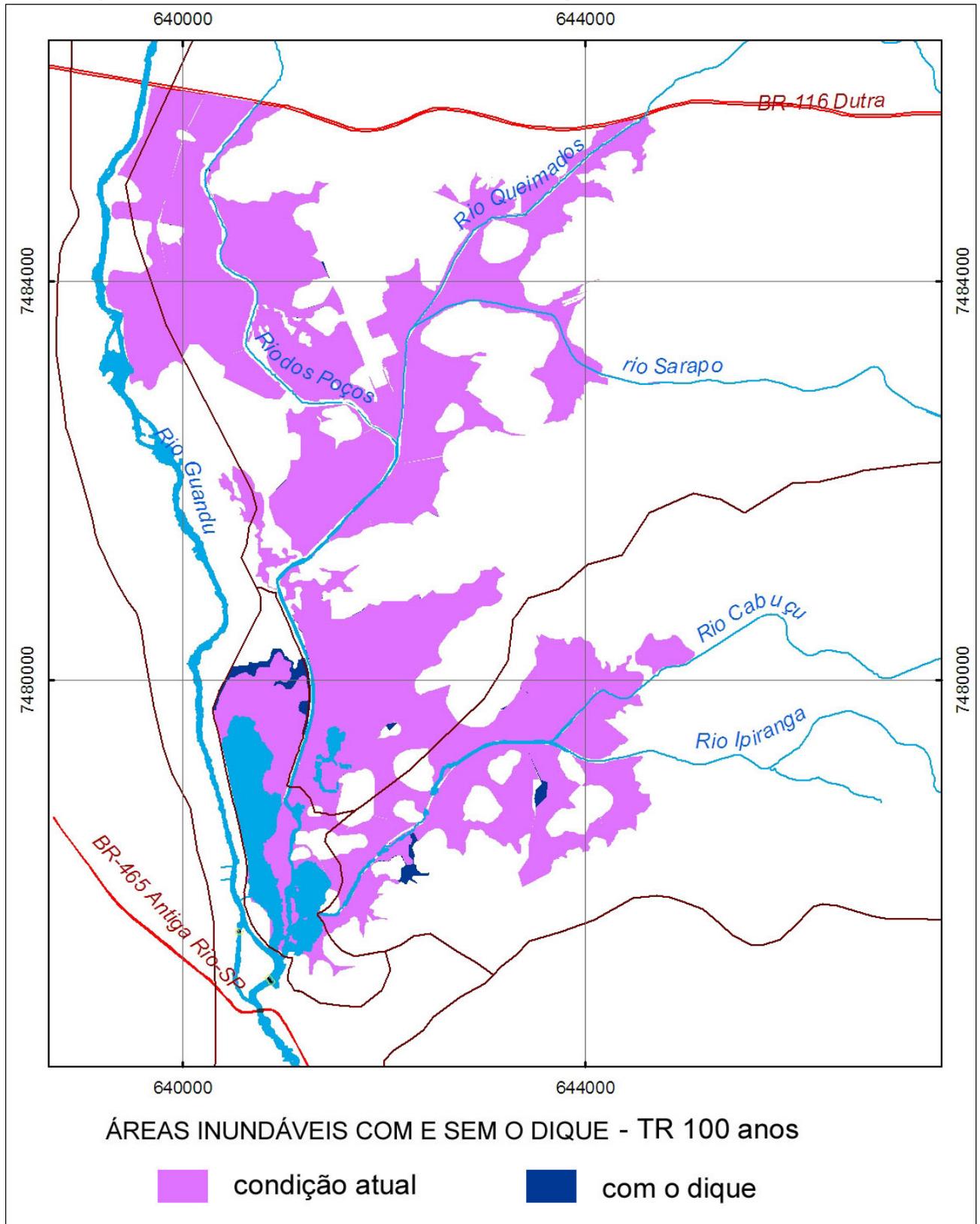
Fonte: estudo realizado para este EIA, apresentado no ANEXO 1.

Figura 4.1.4-12: Áreas inundáveis com tempo de recorrência de 20 anos



Fonte: estudo realizado para este EIA, apresentado no ANEXO 1.

Figura 4.1.4-13: Áreas inundáveis com tempo de recorrência de 100 anos



Fonte: estudo realizado para este EIA, apresentado no ANEXO 1.

Usos e demandas de água

De acordo com as informações apresentadas no diagnóstico de recursos hídricos do Plano da Bacia do Guandu, o abastecimento humano, a produção industrial e a diluição de esgotos domésticos e industriais são os principais usos dos corpos hídricos da bacia do rio Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Para abastecimento humano, os sistemas de captação/tratamento e distribuição utilizam um total de aproximadamente 52 mil litros/segundo dos rios da bacia, incluindo as águas retiradas diretamente do Reservatório de Lajes para integrar o sistema de abastecimento da RMRJ (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). Os principais mananciais utilizados são o rio Guandu, o reservatório de Lajes e os rios São Pedro e Santana, afluentes pela margem esquerda do rio Guandu, que nascem na Serra do Tinguá.

A maior parte da vazão captada na bacia do rio Guandu para abastecimento humano corresponde à tomada d'água da CEDAE para a ETA Guandu, da ordem de 43 mil litros/segundo, para atender a 80% da população da RMRJ. No curso final do rio Guandu, a jusante da captação da CEDAE, não existem outras captações para abastecimento humano, somente para uso industrial. Na sub-bacia do rio Poços/Queimados há uma captação para abastecimento de Japeri no alto curso do rio dos Poços e uma captação para uso industrial no rio Queimados.

No Quadro 4.1.4-3 e na Figura 4.1.4-14 constam as demandas de água e a localização dos principais usuários dos recursos hídricos da bacia do rio Guandu, de acordo com os dados disponíveis no Plano da Bacia. Observa-se que as demandas apresentadas no quadro referem-se também a empreendimentos que ainda não entraram em operação, mas já dispõem de outorga de uso dos recursos hídricos, como a Companhia Siderúrgica do Atlântico, CSA, que está sendo instalada nas margens do Canal de São Francisco (curso final do rio Guandu) e será uma das maiores usuárias de água bruta do rio Guandu (Figura 4.1.4-15).

Figura 4.1.4-15: Instalações da Companhia Siderúrgica do Atlântico - CSA.



Fonte: ThyssenKrupp CSA. <http://www.thyssenkrupp-steel.de/csa/pt/index.jsp> (acesso em jul/2009).

Quadro 4.1.4-3

Demanda de água da Bacia do Rio Guandu/Canal de São Francisco para abastecimento humano, energia e processos industriais.

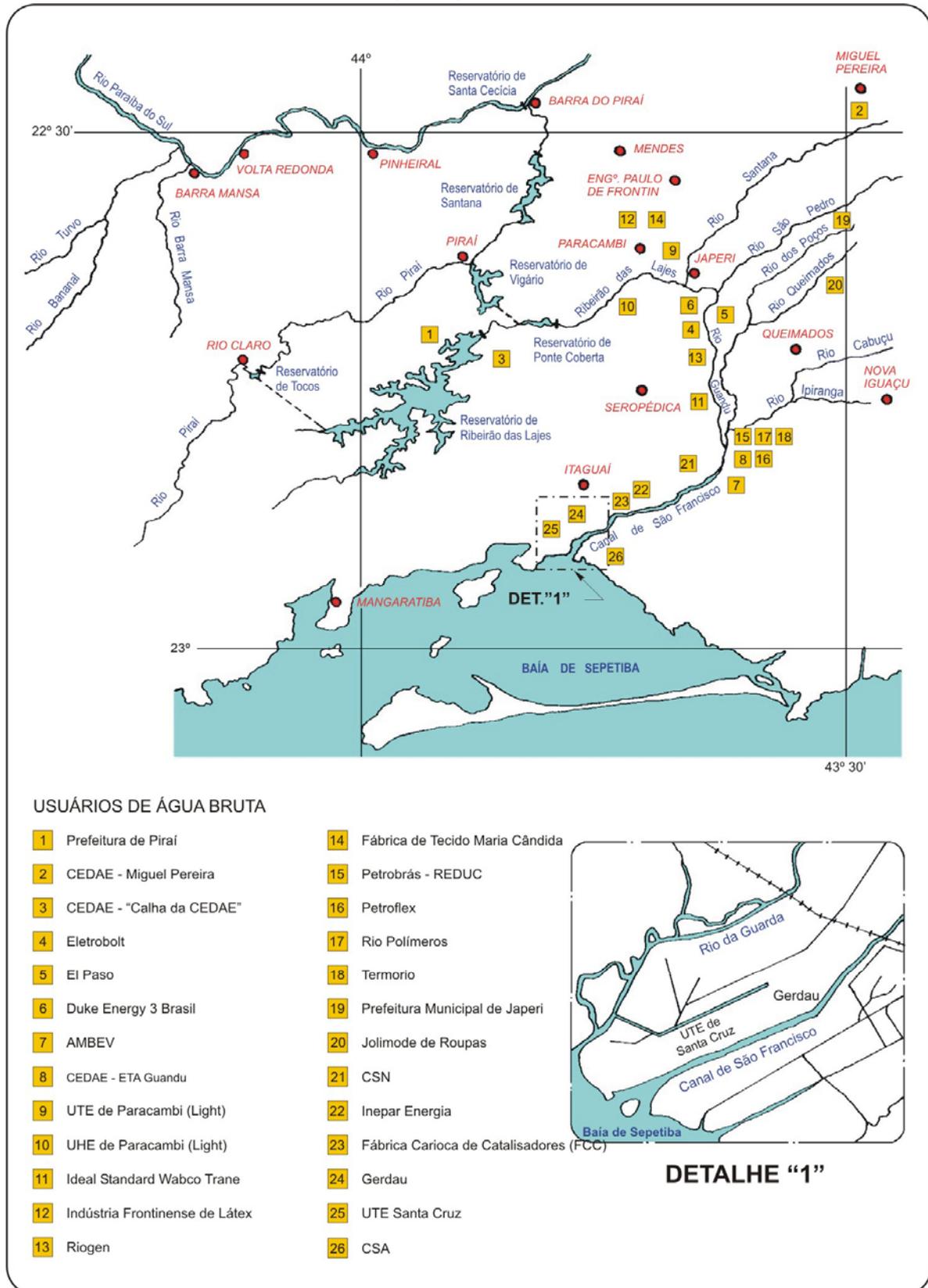
Nº	Usuário	Manancial	Demanda (m ³ /s)
1	Cedae - Piraí	Reservatório Ribeirão das Lajes	0,350
2	CEDAE - Miguel Pereira	Rio Santana	0,100
3	CEDAE - "Calha da CEDAE"	Ribeirão das Lajes	5,500
4	Eletrobolt	Rio Guandu	0,083
5	El Paso	Rio Guandu	0,122
6	Duke Energy 3 Brasil	Rio Guandu	0,227
7	AMBEV	Rio Guandu	0,725
8	CEDAE - ETA Guandu	Rio Guandu	45,000
9	UTE de Paracambi (Light)	Ribeirão das Lajes	0,400
10	UHE de Paracambi (Light)	Ribeirão das Lajes	210,000
11	Ideal Standard Wabco Trane	Rio Guandu	0,00167
12	Indústria Frontinense de Látex	Afluente do Rio Macaco	0,00208
13	Rio de Janeiro Generation (Riogen)	Rio Guandu	0,333
14	Fábrica de Tecido Maria Cândida	Rio Ipê	0,01528
15	Petrobrás - REDUC	Rio Guandu	0,739
16	Petroflex	Rio Guandu	0,260
17	Rio Polímeros	Rio Guandu	0,206
18	Termorio	Rio Guandu	0,44778
19	Prefeitura Municipal de Japeri	Rio dos Poços	0,1125
20	Jolimode de Roupas	Rio Queimados	0,003
21	Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	Canal de São Francisco	2,000
22	Inepar Energia	Canal de São Francisco	1,400
23	Fáb. Carioca de Catalisadores (FCC)	Canal de São Francisco	0,060
24	Gerdau/COSIGUA	Canal de São Francisco	3,472
25	UTE de Santa Cruz*	Canal de São Francisco	26,000
26	Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA)**	Canal de São Francisco	21,000

Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

* A vazão realmente outorgada é de 0,015 m³/s que corresponde à demanda de água doce, o restante usado no sistema de refrigeração é de água salobra, incluída na demanda, mas não na outorga.

**A vazão demanda corresponde a 3 m³/s para a Siderúrgica e 18 m³/s para a Usina Termelétrica, em estudo.

Figura 4.1.4-14: Usuários de água bruta da bacia do rio Guandu para abastecimento humano, energia e processos industriais.



Fonte: figura obtida em SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

O conjunto total das demandas de água bruta identificadas no Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) incluem ainda as demandas dos usos da água para a produção agropecuária e a mineração. No Quadro 4.1.4-4 estão apresentadas as demandas hídricas estimadas para todos os setores, para os horizontes de curto, médio e longo prazo, a partir dos dados obtidos para o ano 2005. Este quadro abrange também as demandas para as bacias dos rios da Guarda e Guandu Mirim e inclui ainda as demandas de águas subterrâneas.

Quadro 4.1.4-4

Demandas totais de uso da água estimadas no Plano da Bacia do Guandu, por setor de usuários.

Demandas Hídricas (m ³ /s) *				
Setores	Ano			
	2005	2010	2015	2025
Abastecimento Público	55,96	59,20	68,93	71,11
Indústria	13,51	16,43	20,00	29,60
Agropecuária	0,39	0,39	0,39	0,39
Mineração	0,16	0,21	0,27	0,38
Água Subterrânea	0,20	0,26	0,37	0,57

Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006. *Os dados referem-se ao conjunto das bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.

O Quadro 4.1.4-5 apresenta as demandas especificamente para a bacia do rio Guandu, incluindo o ribeirão das Lajes, para os cenários atual (2005) e futuro (2025) de demandas hídricas por setor usuário, e incluindo também a demanda para atender às condições ambientais (vazão ecológica), bem como as ofertas hídricas superficiais mínimas, expressas nas vazões mínimas naturais dos principais cursos d'água e na vazão mínima defluente da UHE Pereira Passos. No quadro consta ainda a vazão renovável total das reservas subterrâneas.

Quadro 4.1.4-5

Demandas, ofertas e disponibilidade hídrica estimadas para a bacia do rio Guandu, incluindo o ribeirão das Lajes, em m³/s.

Demandas, Ofertas e Disponibilidade Hídrica *	Ribeirão das Lajes		Rio Guandu	
	Atual	Futura	Atual	Futura
Demanda para Abastecimento Público	5,85	5,87	45,21	65,34
Demanda Industrial	-	-	13,51	29,60
Demanda para Agropecuária e Aqüicultura	0,07	0,07	0,17	0,17
Demanda para Mineração	-	-	0,20	0,40
Demanda Ambiental	0,18	0,18	25,00	25,00
Total da demanda hídrica	6,10	6,12	84,09	120,51
Oferta hídrica superficial mínima	6,27	6,27	121,14	121,14
Oferta hídrica subterrânea	0,40	0,40	2,20	2,20
Disponibilidade hídrica remanescente	0,57	0,55	39,25	2,83

Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006. *não considera a demanda para diluição de esgotos e efluentes.

Os dados apresentados no quadro 4.1.4-5 demonstram que as demandas, atuais e futuras, do conjunto de setores de usuários de água bruta ficam abaixo da oferta mínima estimada e, portanto, no horizonte de planejamento do Plano (2025) não deverá haver déficit para atendimento às demandas de água na bacia do Guandu.

Porém, observa-se que essas demandas são completamente dependentes da transposição do rio Paraíba do Sul e da garantia de uma vazão mínima de 120 m³/s a jusante da UHE Pereira Passos. Essa vazão mínima está atualmente garantida por Resoluções da Agência Nacional de Águas, ANA.

É importante ressaltar que esses dados de demanda/oferta de água na bacia do rio Guandu não levam em conta as demandas para a diluição de esgotos domésticos e efluentes industriais, que podem representar uma ameaça maior à disponibilidade de água.

Na bacia do rio Guandu, somente o município de Paracambi conta com tratamento de esgotos domésticos, com duas estações (ETE) em operação, sendo que estas atendem apenas a cerca de 20% da demanda local. Os esgotos produzidos nos núcleos urbanos da bacia do Guandu são lançados em galerias de águas pluviais, em fossas ou em valas a céu aberto, cujos destinos são os cursos d'água que cortam a região. Estima-se que sejam lançados nos rios da bacia cerca de 1.300 litros/segundo de esgotos domésticos. O município de Queimados, que tem a maior população dentro da bacia do rio Guandu representa 32% desse total, lançando 411 litros/segundo de esgotos domésticos, que atingem diretamente a sub-bacia do rio Poços/Queimados, somando-se a uma parte do esgoto lançado pelos núcleos urbanos de Japeri e Nova Iguaçu. (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006)

Aos esgotos domésticos somam-se os efluentes industriais, no contexto das ameaças à disponibilidade hídrica na bacia do rio Guandu. No diagnóstico do Macroplano da Bacia de Sepetiba, realizado em 1997/98, foram identificadas várias indústrias na bacia do Guandu. Além das que fazem parte do Distrito Industrial de Queimados, o Macroplano identificou indústrias com alto potencial poluidor nas sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, tais como as metalúrgicas Forjas Brasileiras e Quimisa Galvanização. No Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) o uso industrial identificado no Macroplano foi parcialmente atualizado, constando no Plano da Bacia a informação de que os dados solicitados pela ANA à FEEMA para o diagnóstico das cargas de efluentes industriais não foram fornecidos. As estimativas de carga orgânica de origem industrial foram feitas no Plano a partir de dados de cadastro das empresas, fornecido pela FIRJAN, utilizando uma correlação entre porte das instalações e cargas orgânicas geradas (DBO), no entanto, nessa avaliação não constam as indústrias do Distrito Industrial de Queimados, de maior importância por sua localização mais próxima em relação ao local da tomada d'água da CEDAE, situado na confluência do rio Queimados com o rio dos Poços.

Em 2002, o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro instaurou um Inquérito Civil com o objetivo de identificar as principais fontes causadoras da degradação da qualidade ambiental na bacia do rio Guandu e firmar Termos de Ajustamento de Conduta, TAC, para cessar ou controlar a poluição provocada. Um Grupo de Apoio Técnico Especializado - GATE, do MP-RJ, realizou vistorias técnicas periciais no Distrito Industrial de Queimados, entre jul/2004 e out/2005, visando avaliar as condições de controle ambiental das empresas e estabelecer as diretrizes para a formalização do TAC, definindo compromissos das empresas para as adequações necessárias. Os resultados desta vistoria foram analisados por SERBER (2005).

A maior parte das indústrias vistoriadas no Distrito Industrial de Queimados (Quadro 4.1.4-6) não apresenta efluentes líquidos em seus processos industriais.

Quadro 4.1.4-6

Empresas do Distrito Industrial de Queimados vistoriadas pelo Ministério Público em 2004/5.

Indústria	Atividade	Situação ¹
ARFRIO I S.A. Armazéns Gerais Frigoríficos	Armazém frigorífico	Ativa
VIFRIO S.A. Armazéns Gerais Frigoríficos	Armazém frigorífico	Ativa
Cervejarias Kaiser Brasil Ltda.	Fabricação de cerveja	Desativada
DECA (Ideal Standard Wabco Ind. Com. Ltda.)	Fabricação de louças sanitárias	Desativada
Knauf do Brasil	Fabricação de artefatos de gesso	Ativa
Lojas Citycol S/A	Tecelagem e tinturaria de malhas	Ativa
Multibloco Ind. Com. Art. de Cimento Ltda.	Fabricação de artefatos de cimento	Ativa
Nebraska Com. Ind. S/A	Fundição de ferro	Ativa
Produto INBOX **	Gráfica	Ativa
União Brasileira de Cristobalita Ltda. **	Fabricação de pós cerâmicos	Ativa
ROMAP Ind. De Café Ltda. **	Torrefação e moagem de café	Ativa
Saint Gobain Quartzolit Ltda.	Fabricação de argamassa	Ativa
Sanes Brasil AgroIndustrial Ltda.	Armazenagem seca	Ativa
Power Boats Ind. Náutica Ltda.	Empresa de projetos de barcos	Ativa
Start Boats **	Fabricação de barcos	Ativa
Work Shore **	Fabricação de barcos	Ativa
New Hull **	Fabricação de barcos	Ativa

Fontes: SERBER, 2005; ¹ informações atualizadas no site da ASDINQ - Associação das Empresas do Distrito Industrial de Queimados - <http://asdinq.org.br/empresas.htm> (acesso em julho/2009); empresas com** não constam como associadas da ASDIQ.

Sobre as indústrias que geram efluentes líquidos, as principais observações apresentadas por SERBER (2005) com relação aos resultados das vistorias realizadas pelo Ministério Público (GATE/MP-RJ) foram as seguintes:

KAISER: A fábrica de cerveja Kaiser estava instalada desde 1983 no Distrito Industrial de Queimados. A vistoria do GATE foi feita em julho/2004. Na época da vistoria, a Kaiser realizava o tratamento dos efluentes líquidos com uma eficiência de remoção da carga orgânica superior a 95% e o efluente final, após o tratamento, atendia aos parâmetros normativos, de acordo com as análises efetuadas pela empresa. Porém, havia algumas não conformidades a serem ajustadas, tais como o fato de que a empresa utilizava, para as análises do efluente, laboratório credenciado pela FEEMA somente para DBO e não realizava análises de fósforo e nitrogênio, importantes nutrientes que alimentam o processo de eutrofização dos corpos hídricos. A empresa desativou as operações em outubro do mesmo ano da vistoria, 2004, porém, o motivo da desativação não foi citado por SERBER (2005).

ARFRIO S/A e VIFRIO S/A: As instalações destas empresas são destinadas ao armazenamento de produtos perecíveis em câmaras frigoríficas cujo elemento refrigerante é a amônia. As empresas não realizavam, na época da vistoria, nenhum tipo de tratamento ou monitoramento dos efluentes líquidos, somente o tratamento dos esgotos sanitários em sistema de fossa e filtro anaeróbio. Em auditoria ambiental realizada pela FEEMA em 2003, observou-se o lançamento de efluente amarronzado e amarelado, sem que tivesse sido identificado o ponto de geração. Os óleos utilizados nos equipamentos industriais, bem como os resíduos oleosos gerados, eram

armazenados em bombonas, sem bacia de contenção, em uma oficina de manutenção externa, contígua à área do sistema de refrigeração.

CITYCOL: O tratamento dos efluentes líquidos realizado pela indústria têxtil Citycol não atendia aos parâmetros normativos, com valores de DBO, DQO e detergentes acima dos limites permitidos. A indústria possuía dois pontos de lançamento, sendo que somente um deles era monitorado e em ambos os efluentes não atendiam aos limites estabelecidos. A Citycol foi considerada a empresa do Distrito Industrial de Queimados que mais impactava o Rio Guandu, por lançar efluente líquido numa vazão significativa e em desacordo com os padrões estipulados. A vazão máxima diária do efluente no período jan-jun2004 chegou a atingir 1.200 m³/dia, período em que a DQO afluente chegou a 700 mg/L e a DBO afluente atingiu 220 mg/L.

NEBRASKA: Esta indústria produz ferro fundido para elevadores, tratores e máquinas em geral, em fornos de fusão elétricos, para a Thyssen Fundição. Utiliza como matéria prima areia de fundição virgem e recuperada, ferro gusa, sucata metálica, ante-ligas FeSi e FeSiMg. Na época da vistoria do GATE a empresa não realizava monitoramento dos efluentes líquidos. Contratou o Centro de Tecnologia Ambiental da FIRJAN para uma análise pontual, realizada em 23/06/2004, de DBO, DQO, detergentes, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, óleos e graxas, temperatura e pH, cujos valores se apresentaram todos dentro dos limites normativos. Observa-se que não foi realizada análise de ferro no efluente. A empresa estocava resíduos em condições inadequadas.

KNAUF: Esta empresa produz chapas de gesso para a construção civil, utilizando como matéria prima principal a gipsita (sulfato de cálcio), estocada a céu aberto. A água usada no processo fabril é utilizada no misturador e na limpeza de pisos e, após uso, é encaminhada para uma caixa de decantação, antes do seu descarte no corpo receptor. Na época da vistoria, a empresa não realizava monitoramento do efluente líquido. Motivada por denúncias de que efluentes das indústrias do Distrito estariam poluindo as águas captadas pela CEDAE, a KNAUF realizou análises de DBO e DQO no efluente, encontrando valores abaixo dos limites normativos. A partir de jan/2005 todo o efluente líquido do processo industrial passou a ser reutilizado na fabricação de polpa de papel. SERBER (2005) não informou qual o local e as condições dos efluentes desta produção de polpa.

É importante observar que, além dos efluentes industriais lançados de indústrias situadas na própria bacia, o rio Guandu recebe cargas remanescentes de lançamentos de efluentes industriais da bacia do rio Paraíba do Sul e está sujeito ao risco constante de impactos indiretos de acidentes com cargas tóxicas. Um acidente ocorrido em nov/2008 na indústria Servatis S/A, situada em Resende, exemplifica esse risco potencial. Nesse acidente, cerca de 8.000 litros do pesticida Endosulfan atingiram o rio Paraíba do Sul, causando a morte de dezenas de toneladas de peixes. No período de dispersão da pluma do poluente foram fechadas as comportas do sistema de transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu. De acordo com a avaliação realizada pelo órgão ambiental na época (FEEMA, 2008), as análises da concentração do poluente na água bruta captada para a ETA Guandu mostraram valores abaixo do limite definido na Portaria 518/04 para abastecimento humano.

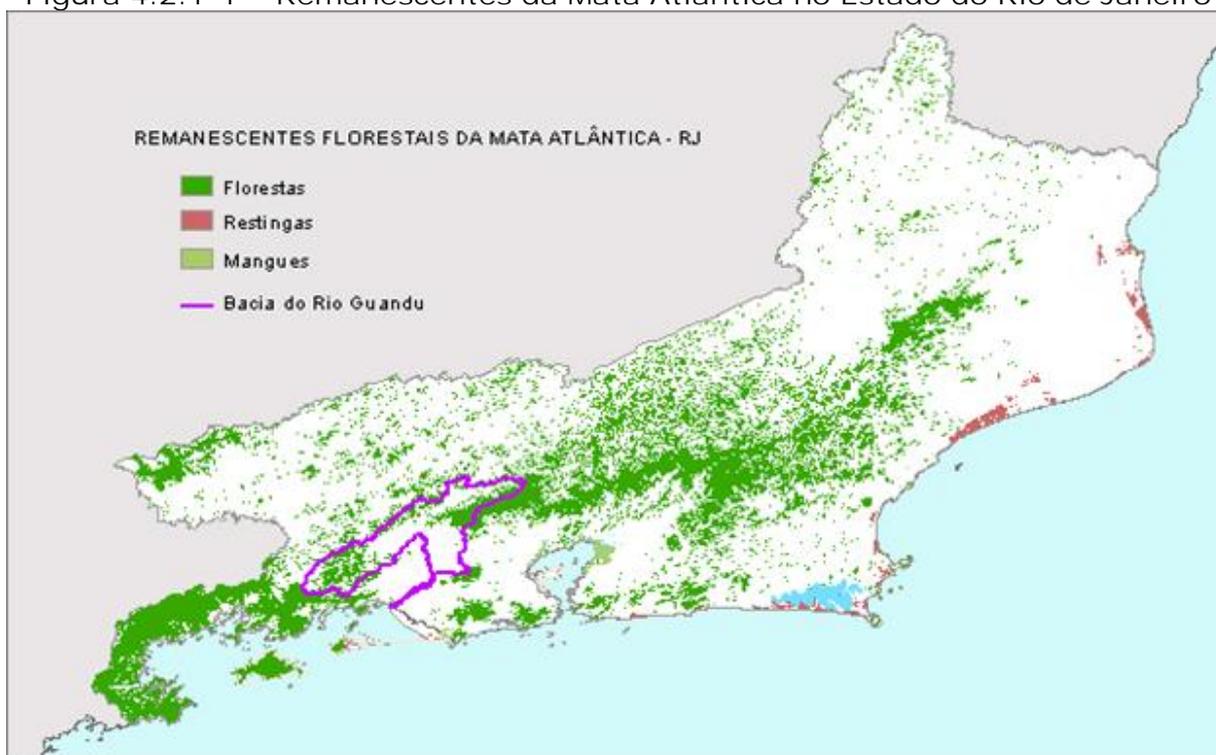
4.2 Meio Biótico

Os estudos que compõem o diagnóstico do meio biótico foram essencialmente realizados a partir da aquisição e análise de dados e informações já existentes, alguns fornecidos pela CEDAE e outros obtidos em pesquisa documental e bibliográfica, bem como em consultas diretas a pesquisadores e técnicos de instituições que desenvolvem ou desenvolveram estudos na região. Observações de campo e relatos de moradores e pescadores da região forneceram informações adicionais.

4.2.1 Vegetação e Uso do Solo

A bacia do rio Guandu está inserida na região de abrangência do Bioma Mata Atlântica. De acordo com os dados mais recentes do programa de monitoramento da Mata Atlântica, que avalia a evolução dos desmatamentos e da recomposição da vegetação em períodos de 5 anos (INPE/SOS MATA ATLÂNTICA, 2005), este bioma está reduzido a menos de 7% de sua área original, sendo que o Estado do Rio de Janeiro (RJ) dispõe ainda de 20% do território cobertos por florestas remanescentes. A Figura 4.2.1-1 mostra a distribuição desses remanescentes florestais no estado, destacando-se a localização da bacia do rio Guandu.

Figura 4.2.1-1 – Remanescentes da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: INPE/SOS MATA ATLÂNTICA, 2005.

O percentual de cobertura florestal remanescente da Mata Atlântica na bacia do rio Guandu é ainda maior do que no estado, segundo diagnóstico realizado para o Plano da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). No quadro a seguir (Quadro 4.2.1-1) constam as respectivas áreas e percentuais de florestas no estado e na bacia, observando-se

também que a bacia do rio Guandu contém cerca de 5% das florestas existentes no Estado, embora ocupe 3,2% do mesmo.

Quadro 4.2.1-1
Mata Atlântica no Estado RJ e na Bacia do Rio Guandu.

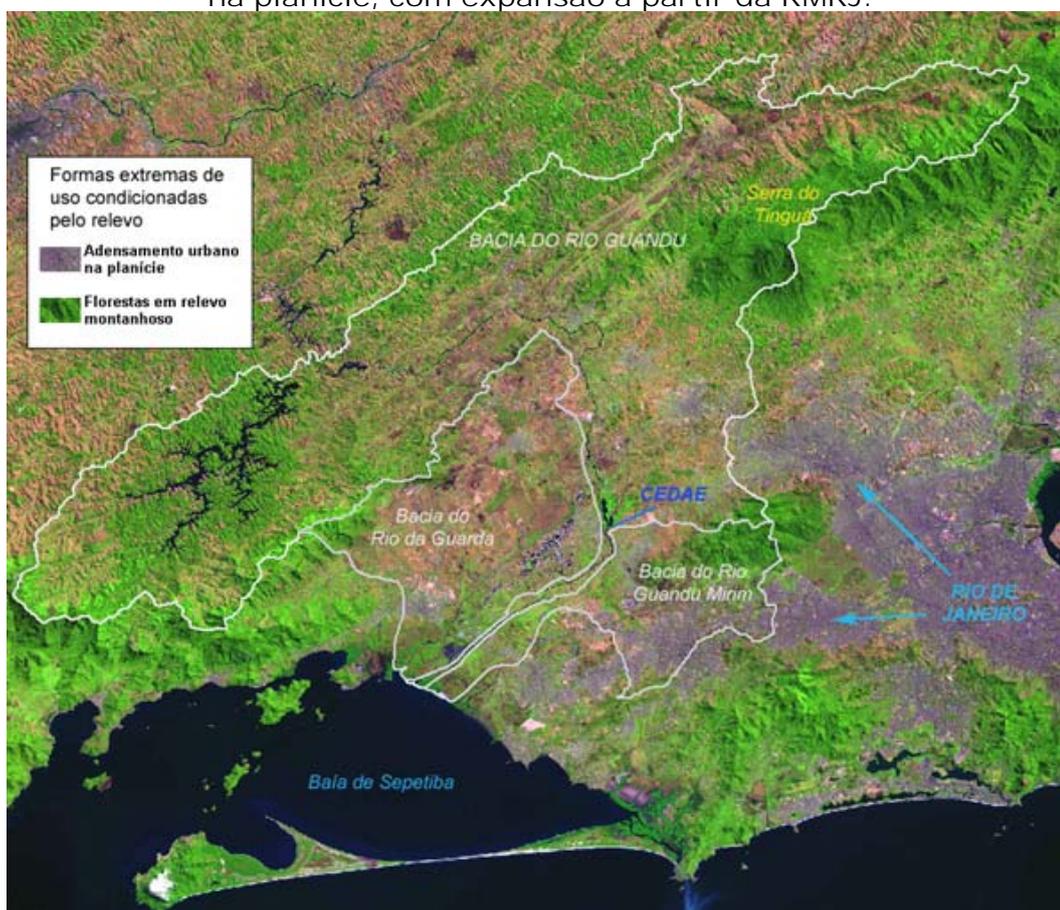
Limite Administrativo	Área (ha)	Florestas (ha)	% de área com florestas
Estado do Rio de Janeiro	4.358.403	871.715	20,0 %
Bacia do Rio Guandu	138.177	41.723	30,2 %
Percentual Bacia/ERJ	3,2%	4,8%	-

Fontes: Atlas INPE/SOS Mata Atlântica - www.sosmatatlantica.org.br (2005) e (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Acompanhando o padrão de uso do solo da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a ocupação na bacia do rio Guandu segue preferencialmente por terrenos planos e as florestas remanescentes estão concentradas nas serras, destacando-se a Serra do Tinguá.

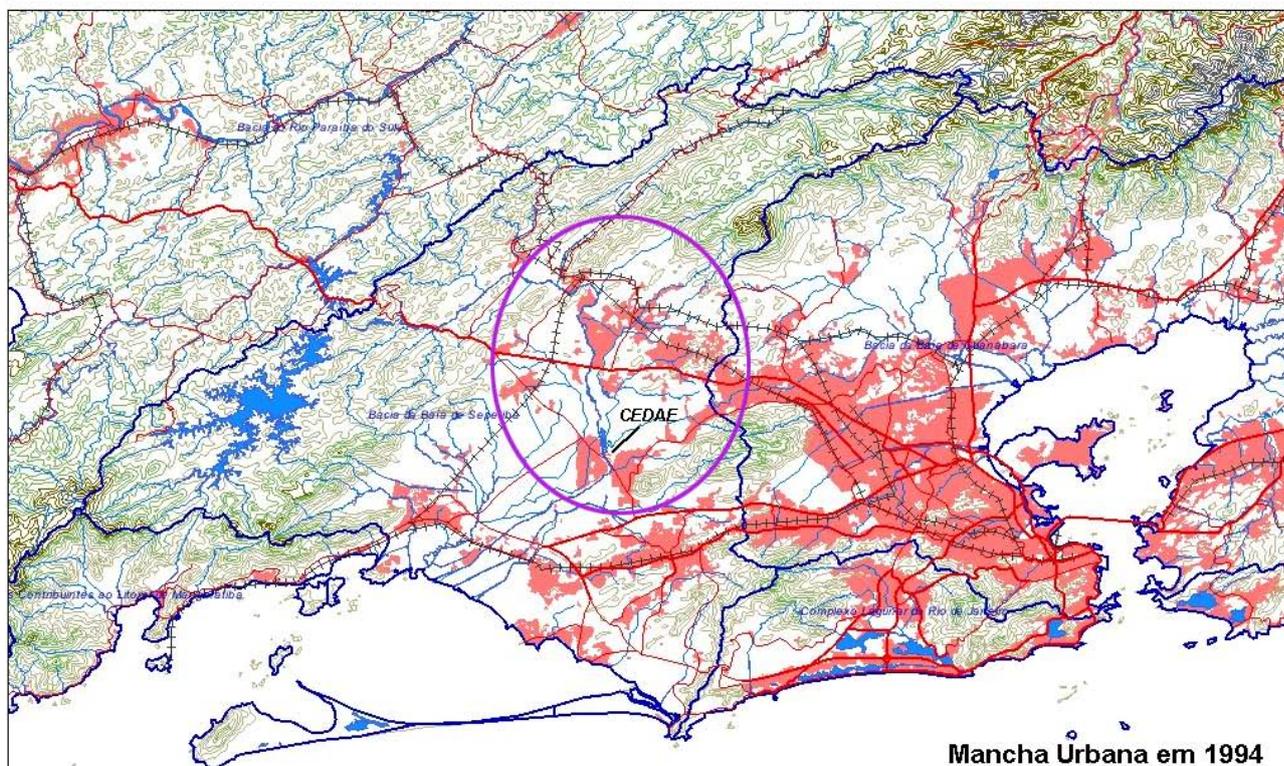
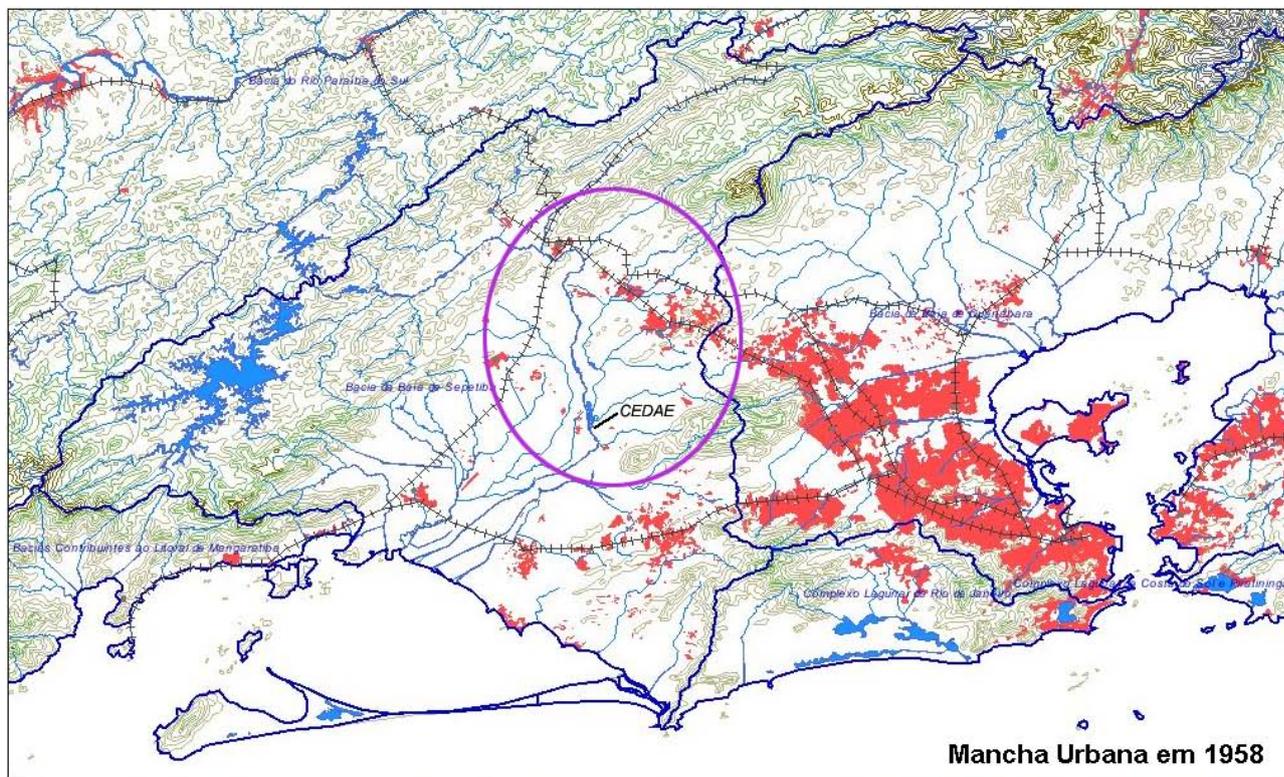
Nas Figuras 4.2.1-2 e 4.2.1-3 é possível constatar esse padrão, bem como o processo de expansão urbana do Rio de Janeiro em direção à bacia da Baía de Sepetiba, que tem antigas ferrovias e rodovias como principais vetores de expansão.

Figura 4.2.1-2 – Imagem evidenciando o processo de ocupação urbana preferencial na planície, com expansão a partir da RMRJ.



(Fonte: imagem obtida em MIRANDA e COUTINHO, 2004)

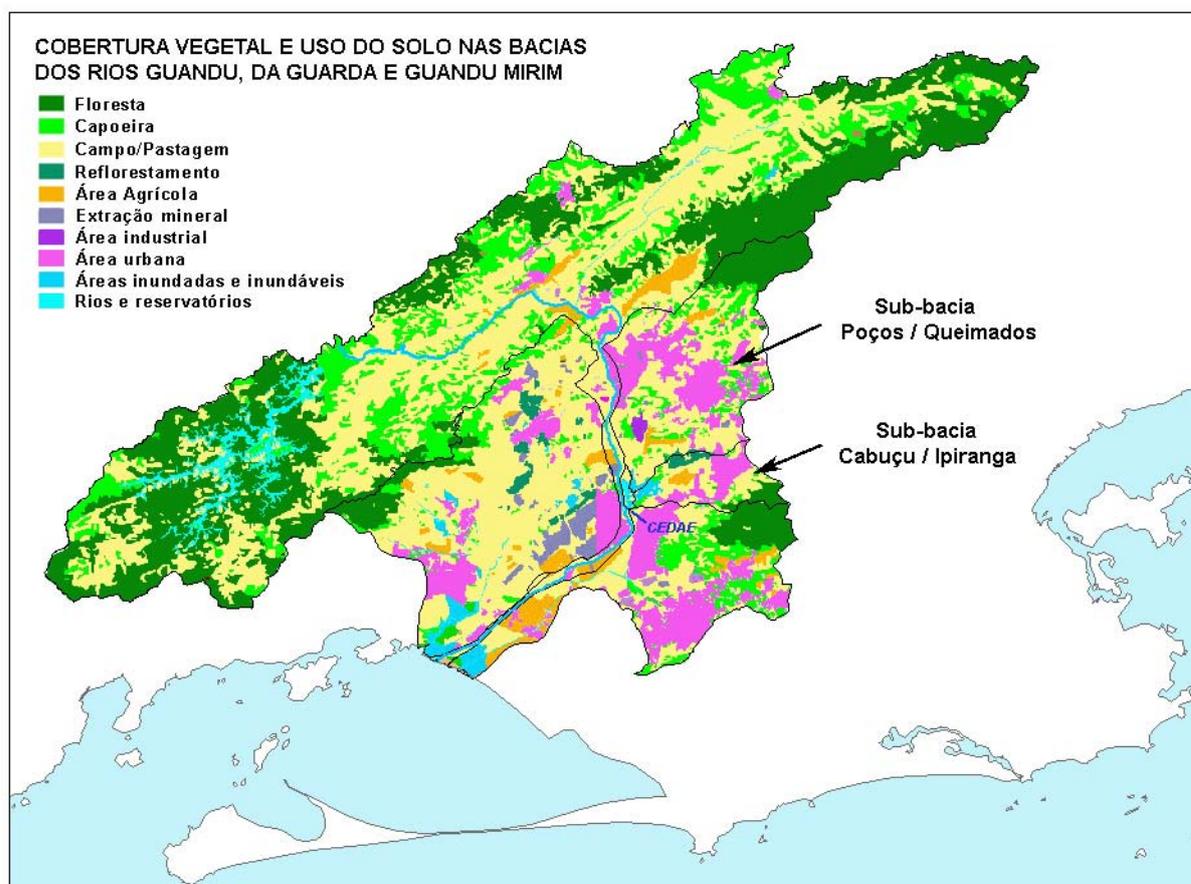
Figura 4.2.1-3 – Evolução da Mancha Urbana entre 1958 e 1994 na RMRJ em direção à Baía da Baía de Sepetiba, com destaque (círculo) para a região em torno do local de captação da CEDAE no rio Guandu.



Fonte: Rede LabGeo, Fundação CIDE/RJ.

O diagnóstico de vegetação e uso da terra do Plano da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) identificou que os núcleos urbanos continuam se expandindo, especialmente nas sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, assim como a ocupação industrial e a extração de minerais para a construção civil (areia, principalmente). No entanto, a área ocupada com campos/pastagens ainda predomina na bacia, com frequentes queimadas e ausência de matas ciliares, o que contribui para o aporte de sedimentos e poluentes para os rios. A distribuição das formas de vegetação e uso do solo na área de estudo do Plano da Bacia pode ser vista na Figura 4.2.1-4.

Figura 4.2.1-4 – Vegetação e Uso do Solo na Bacia do Rio Guandu e adjacentes, com destaque para as sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.



Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

Com exceção dos trechos que ainda estão protegidos por florestas nas cabeceiras, a degradação das margens dos rios é acentuada em toda a bacia, principalmente nas margens do próprio rio Guandu.

De acordo com o mapeamento realizado por SALAMENE (2007) os fragmentos de matas ciliares ocupam menos de 12% da faixa marginal do rio Guandu - faixa de 100 m definida como área de preservação permanente (APP) pelo Código Florestal (Lei 4771/65) e normas correlatas. A maioria desses fragmentos tem dimensões muito pequenas, inferiores a 1 ha, o que os torna mais vulneráveis à destruição por queimadas, retirada de madeira e outros danos.

Na Figura 4.2.1-5 observam-se duas situações representativas da escassez de matas ciliares e das formas inadequadas de uso das faixas marginais dos rios, que resultam em impactos para a qualidade das águas da bacia: na foto à esquerda observa-se um dos poucos fragmentos de mata ciliar no rio Guandu e a diferença que faz a ausência da mata na outra margem, erodida pela força das águas do próprio rio; na foto à direita observa-se o crescimento urbano às margens dos cursos d'água que formam o rio Queimados, todos desprovidos de vegetação ciliar e recebendo esgotos *in natura*.

Figura 4.2.1-5 – Degradação de faixas marginais em rios da Bacia do Rio Guandu.

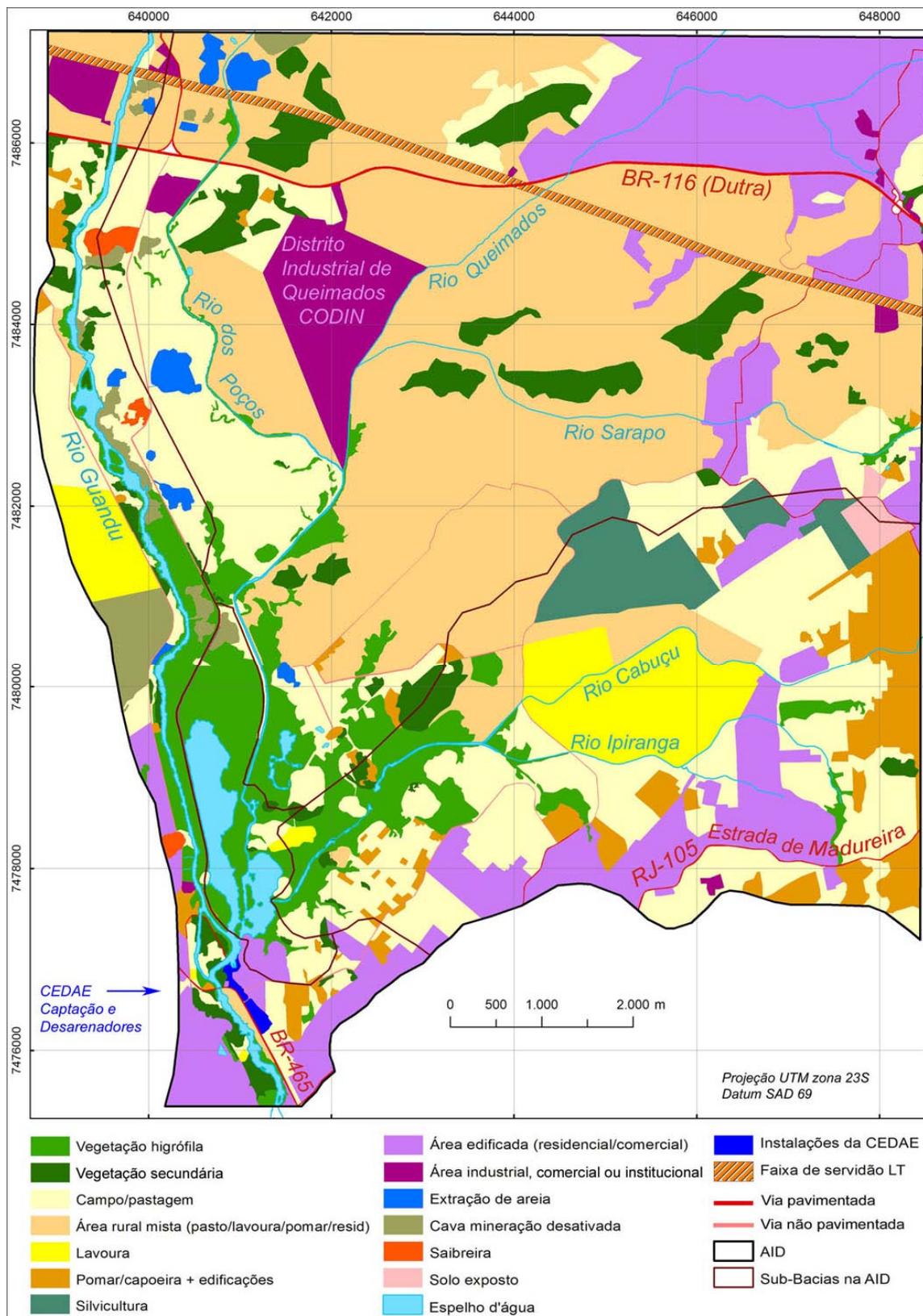
Margem do rio Guandu entre Japeri e a rodovia Dutra (BR-116)	Área urbana na Bacia do rio Queimados a montante da Dutra (BR-116)
<p>Fonte: Agência O Globo, foto de Fabio Rossi, em fev/2006.</p>	<p>Fonte: Imagem de 20/julho/2008, disponível no Google Earth</p>

Na área de influência direta (AID) do projeto da CEDAE, ainda predomina o uso rural. Porém, o crescimento urbano já está avançando em direção ao trecho mais próximo da captação da CEDAE, na porção sul da sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga, como mostra o mapa de vegetação e uso do solo da AID (Figura 4.2.1-6).

Em grande parte da sub-bacia do rio Poços/Queimados, entre a rodovia BR-116 e a foz do rio, as terras estão ocupadas por pequenas unidades mistas de produção rural, com pastos, lavouras e/ou pomares, sempre contendo residências ou outras edificações rurais. No entanto, pequenos núcleos urbanos começam a se formar a partir da área urbana central de Queimados e dos acessos mais próximos à BR-116. Destaca-se nesta sub-bacia o Distrito Industrial de Queimados, gerenciado pela Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro (CODIN) e situado na confluência do rio dos Poços com o rio Queimados.

Na sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga, embora a área urbana seja mais expressiva, o uso rural também é predominante, destacando-se grandes áreas de uso exclusivo com agricultura e silvicultura.

Figura 4.2.1-6 - Mapa de Vegetação e Uso do Solo da AID



Fonte: Interpretação visual de imagem (Google Earth 20/07/2008), com apoio de fotos aéreas na escala de 1:33.500 (Fundação CIDE/RJ jul/2003) e imagens Ikonos (LabHid-Coppe/UFRJ jan/2002).

O quadro a seguir apresenta a área ocupada por cada classe do mapa de vegetação e uso do solo da AID.

Quadro 4.2.1-2

Área ocupada pelas classes de Vegetação e Uso do Solo na AID, por sub-bacia, em hectares e percentuais sobre o total de cada sub-bacia.

CLASSE	Poços/Queimados		Cabuçu/Ipiranga		Guandu restante		Sistema Lagunar	
	hectare	perc.	hectare	perc.	hectare	perc.	hectare	perc.
Vegetação higrófila	202,92	4%	208,27	8%	140,58	11%	144,29	46%
Vegetação secundária	318,82	6%	40,97	2%	77,80	6%	4,80	2%
Campo/pastagem	765,27	15%	867,33	35%	346,59	27%	37,28	12%
Área rural mista *	2.637,54	50%	189,47	8%	93,41	7%	-	-
Lavoura	-	-	290,46	12%	92,38	7%	1,87	1%
Pomar/capoeira + edificações	20,62	0%	298,58	12%	48,20	4%	2,16	1%
Silvicultura	30,60	1%	183,85	7%	-	-	-	-
Saibreira	10,08	0%	-	-	14,22	1%	-	-
Área edificada (resid./comercial)	756,89	14%	375,85	15%	202,34	16%	17,91	6%
Área industrial, comerc. ou inst.	262,98	5%	3,43	0%	42,27	3%	-	-
Espelho d'água	13,58	0%	5,82	0%	79,68	6%	90,81	29%
Extração de areia	51,21	1%	-	-	15,32	1%	-	-
Cava de mineração desativada	20,67	0%	-	-	103,83	8%	7,04	2%
Estrada pavimentada	38,42	1%	7,34	0%	8,44	1%	-	-
Estrada de terra	11,89	0%	6,44	0%	12,90	1%	0,66	0%
Dique entre lagoa e rio Guandu	-	-	-	-	0,18	0%	4,91	2%
Solo exposto	12,41	0%	20,08	1%	-	-	-	-
Instalações da CEDAE	-	-	-	-	9,53	1%	-	-
Faixa de servidão LT	88,19	2%	-	-	12,85	1%	-	-
TOTAL	5.242,12	100%	2.497,89	100%	1.300,72	100%	311,73	100%

Fonte: quantificação das classes do mapa de vegetação e uso da AID. * pasto/lavoura/pomar/residências.

No mapa de vegetação e uso do solo da AID observa-se que a vegetação higrófila estende-se por uma grande área, ocupando quase todos os terrenos planos e brejosos em torno do curso final dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e das lagoas formadas no encontro com o rio Guandu. Esta vegetação consiste de plantas adaptadas a ambientes inundáveis, tais como *Typha* sp (taboa), *Panicum* sp (capim-de-planta), *Costus spicatus* (canavieira-do-brejo) e *Eichhornia crassipes* (gigoga ou aguapé), bem como espécies arbóreas como a *Guarea guidonia* (carrapeta).

Devido à excessiva carga de nutrientes nos rios e lagoas, as macrófitas aquáticas flutuantes (como o aguapé) estendem-se também por parte da superfície desses corpos hídricos, formando, juntamente com o fitoplâncton, um 'tapete verde' sobre a água. Na foto área panorâmica, a seguir (Figura 4.2.1-7), observa-se a distribuição dessa vegetação higrófila na área mais próxima da captação e também a mistura de cores no encontro das águas - o marrom das águas barrentas do rio Guandu com o verde da proliferação de algas na lagoa maior e com o tom escuro dos esgotos nas águas que chegam dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga na lagoa menor. Favorecida pela topografia plana, a vegetação higrófila exerce assim uma importante função de reter parte dos poluentes e sedimentos, reduzindo o impacto à qualidade da água na captação da CEDAE (ver item 4.2.4).

Figura 4.2.1-7 - Vista aérea do sistema lagunar, com predomínio da vegetação higrófila



Fonte da foto: Agência O Globo, foto de Custódio Coimbra, de 27-10-2008

Além da vegetação higrófila, foram verificadas no mapeamento da AID algumas áreas de vegetação secundária da mata atlântica, a maior parte em estágio médio de regeneração, com porte arbóreo baixo e estrato variando de ralo a denso. Nesta classe fitofisionômica destaca-se o fragmento existente na Ilha da CEDAE (Figura 4.2.1-8), que, segundo SALAMENE (2007), é um dos maiores fragmentos de mata ciliar encontrados nas margens do rio Guandu e em melhor estado de conservação; no inventário fitossociológico desta mata, SALAMENE encontrou 16 espécies arbóreas, sendo que a carrapeta (*Guarea guidonia*) foi a espécie mais freqüente e de maior valor de importância, seguida pela canafístula (*Peltophorum dubium*), ambas adaptadas a ambientes inundáveis (Quadro 4.2.1-2).

Quadro 4.2.1-2

Espécies arbóreas registradas no Inventário Fitossociológico da Mata Ciliar na Ilha da CEDAE, no rio Guandu.

Espécie	Nome popular	n	DAP (cm)	Alt. (m)	FR (%)	IVI
<i>Guarea guidonia</i>	carrapeta	53	17,5	10,2	29,4	1,34
<i>Peltophorum dubium</i>	canafístula	7	44,0	16,6	17,6	0,62
Bombacaceae sp1	barriguda	6	14,5	10,0	5,9	0,16
<i>Inga edulis</i>	ingá	1	57,3	12,0	2,9	0,13
Indeterminada 1	-	3	13,5	8,7	5,9	0,11
<i>Solanum argenteum</i>	joá-mansó	2	9,0	6,0	5,9	0,09
Flacourtiaceae sp1	-	2	22,4	11,8	2,9	0,08
Indeterminada 2	-	2	16,1	9,0	2,9	0,07
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira	1	22,4	6,0	2,9	0,05
<i>Trema micrantha</i>	grandiúva	1	22,0	13,5	2,9	0,05
Myrtaceae sp1	jambo-do-mato	1	17,6	5,0	2,9	0,05
<i>Cecropia hololeuca</i>	embaúba-branca	1	7,5	8,0	2,9	0,04
<i>Ficus clusiifolia</i>	figueira	1	7,0	4,0	2,9	0,04
<i>Nectandra</i> sp	-	1	6,7	3,0	2,9	0,04
<i>Symplocos</i> sp	-	1	5,7	7,0	2,9	0,04
<i>Piper arboreum</i>	pipeira	1	5,6	4,0	2,9	0,04

Fonte: SALAMENE (2007). Obs: n - número de indivíduos; DAP - diâmetro a altura do peito (1,30 m); Alt. - altura; FR - frequência relativa; IVI - Índice de Valor de Importância (ponderação entre frequência, dominância e densidade).

Na Figura 4.2.1-8, a seguir, além da mata na Ilha da CEDAE, observam-se, nas margens do rio Guandu a jusante da barragem principal, outros fragmentos, de menor porte, em estágio inicial de regeneração (Figura 4.2.1-9).

Figura 4.2.1-8 – Mata da Ilha da CEDAE.



Fonte: Imagem Ikonos de jan/2002, do LabHid-Coppe/UFRJ.

Figura 4.2.1-9 - Vegetação ciliar nas margens do rio Guandu, entre a barragem principal e a travessia das adutoras que vêm de Ribeirão das Lajes.



Fonte: Fotos tomadas em visita de campo em 14-10-2008.

Nas margens do rio Guandu a montante da captação observam-se vários trechos cobertos com macrófitas aquáticas. Muitos desses trechos são antigas cavas de extração de areia abandonadas, nas quais ocorre também a proliferação de algas.

A extração de areia em cava vem se expandindo em locais próximos às margens do rio Guandu, do rio dos Poços e das lagoas, com avanços rápidos em alguns locais, como os que se observam na figura a seguir (Figura 4.2.1-10). No quadrado maior delimitado na cor verde, a área de extração aumentou cerca de 3 vezes em um período de 4,5 anos (2002 a 2006), atingindo em 2008 cerca de 20 hectares de área degradada. Nesta figura, a linha amarela na margem do rio Guandu delimita margens erodidas do rio, que incluem trechos de cavas abandonadas, formando alagados cobertos por macrófitas e algas.

As imagens de 2006 e 2008 da figura 4.2.1-10, ambas de período seco, mês de julho, mostram também a usual prática de queimadas para manutenção de pastagens ou eliminação da vegetação para outra forma de uso do solo, nesse caso possivelmente também para a expansão da área de mineração. Tanto as queimadas como a mineração contribuem acentuadamente para o aporte de sedimentos nos rios. A menor cava de extração de areia desta área, situada junto à margem do rio Guandu, na qual a atividade mineral não evoluiu entre as datas das imagens, tende a ser "incorporada" à margem do rio, sem vegetação ciliar para conter a erosão de suas margens, tornando-se mais um local de proliferação de macrófitas e algas.

✓ Vegetação e uso do solo nas áreas inundáveis

As áreas inundáveis a montante das lagoas, identificadas para diferentes tempos de recorrência de cheias nas simulações hidrodinâmicas (Anexo I), foram sobrepostas ao mapa de vegetação e uso do solo da AID.

Nos quadros apresentados em seguida constam os resultados desta sobreposição para os tempos de recorrência de 5 anos, 20 anos e 100 anos. No quadro 4.2.1-3 estão reunidos os valores totais de área inundável, por fisionomia, para cada tempo de recorrência, na situação atual e nas simulações com as obras previstas no projeto da Tecnosolo (item 2.5). Nos três quadros seguintes esses valores estão discriminados por sub-bacia hidrográfica da AID, respectivamente para cada TR.

Observa-se que as áreas com vegetação higrófila, campo/pastagem e uso rural misto são as mais atingidas em extensão de área inundável, tanto na condição hidrodinâmica atual, como em acréscimos com a implantação do dique. A vegetação higrófila, naturalmente, está adaptada às inundações. As gramíneas que cobrem campos/pastagens podem ser parcialmente afetadas, dependendo do tempo de duração da inundações, porém, têm potencial para uma rápida regeneração. Já nas áreas de uso rural misto, inundações podem causar mais prejuízos aos usuários das terras, especialmente quando atingem plantações de ciclo curto (milho, feijão, hortaliças etc.), edificações rurais e estradas.

Figura 4.2.1-10 - Avanço da extração mineral entre 2002 e 2008 em um trecho da AID.



Fontes: Imagem Ikonos do LabHid-Coppe/UFRJ (jan/2002) e imagens do Google Earth (jul/2006 e jul/2008).

OBS: Observam-se plantas aquáticas e variações no nível d'água do rio entre o contorno do espelho d'água (linha azul) delimitado na imagem de 2006 e a margem erodida do rio Guandu (linha amarela).

Quadro 4.2.1-3

Vegetação e uso do solo em áreas inundáveis na AID - áreas totais (ha) para tempos de recorrência (TR) nas condições atuais e nas simulações com o dique.

CLASSES	MANCHA TR 5 ANOS			MANCHA TR 20 ANOS			MANCHA TR 100 ANOS		
	atual	com dique	acrécimo	atual	com dique	acrécimo	atual	com dique	acrécimo
Vegetação higrófila	279,2	394,3	115,1	431,4	458,5	27,1	452,5	465,3	12,8
Vegetação secundária	2,3	2,8	0,5	6,1	6,6	0,5	11,1	11,1	-
Campo/pastagem	121,2	130,2	9,0	283,3	292,6	9,3	444,2	448,9	4,7
Área rural mista	290,5	325,0	34,5	406,1	430,6	24,5	530,5	530,6	0,1
Lavoura	-	-	-	2,7	9,6	6,9	35,1	35,1	-
Pomar/capoeira + edificações	3,2	3,3	0,1	6,7	7,3	0,6	9,2	9,7	0,5
Saibreira	-	-	-	8,2	8,2	-	8,3	8,3	-
Área edificada (resid./comercial)	4,9	4,9	-	4,9	4,9	-	6,5	6,5	-
Área industrial, comerc. ou inst.	18,8	18,8	-	30,7	30,7	-	64,6	64,6	-
Extração de areia	1,9	1,9	-	7,7	7,7	-	26,1	26,1	-
Cava de mineração desativada	0,9	0,9	-	9,8	9,8	-	16,2	16,2	-
Estrada de terra	1,3	2,1	0,8	4,2	5,0	0,8	6,0	6,0	-
Faixa de servidão LT	0,7	0,7	-	0,7	0,7	-	4,3	4,3	-
TOTAL	724,9	884,9	160,0	1.202,5	1.272,2	69,7	1.614,6	1.632,7	18,1

Quadro 4.2.1-4

Vegetação e uso do solo em áreas inundáveis na AID, por sub-bacia, com TR 5 anos - áreas (ha) nas condições atuais e nas simulações com o dique,.

CLASSES	Poços/Queimados			Cabuçu/Ipiranga			Sistema Lagunar			Guandu (restante)		
	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo
Vegetação higrófila	98,8	125,7	26,9	137,3	159,1	21,8	39,8	106,2	66,4	3,3	3,3	-
Vegetação secundária	0,8	0,9	0,1	1,5	1,9	0,4	-	-	-	-	-	-
Campo/pastagem	67,1	70,2	3,1	49,7	55,5	5,8	0,2	0,3	0,1	4,2	4,2	-
Área rural mista	261,7	278,7	17,0	28,8	46,3	17,5	-	-	-	-	-	-
Pomar/capoeira + edificações	1,6	1,6	-	1,6	1,7	0,1	-	-	-	-	-	-
Área edificada (resid./comercial)	-	-	-	4,2	4,2	-	0,7	0,7	-	-	-	-
Área industrial, comerc. ou inst.	18,8	18,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extração de areia	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	-
Cava de mineração desativada	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estrada de terra	0,6	0,6	-	0,7	1,5	0,8	-	-	-	-	-	-
Faixa de servidão LT	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	451,9	499,0	47,1	223,8	270,2	46,4	40,7	107,2	66,5	8,5	8,5	-

Quadro 4.2.1-5

Vegetação e uso do solo em áreas inundáveis na AID, por sub-bacia, com TR 20 anos - áreas (ha) nas condições atuais e nas simulações com o dique,.

CLASSES	Poços/Queimados			Cabuçu/Ipiranga			Sistema Lagunar			Guandu (restante)		
	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo
Vegetação higrófila	159,4	163,9	4,5	154,9	167,8	12,9	113,8	123,5	9,7	3,3	3,3	-
Vegetação secundária	3,1	3,1	-	1,7	2,2	0,5	0,2	0,2	-	1,1	1,1	-
Campo/pastagem	192,7	195,2	2,5	65,2	71,6	6,4	1,0	1,3	0,3	24,4	24,5	0,1
Área rural mista	367,0	384,0	17,0	39,1	46,6	7,5	-	-	-	-	-	-
Lavoura	-	-	-	2,4	9,3	6,9	0,3	0,3	-	-	-	-
Pomar/capoeira + edificações	5,1	5,4	0,3	1,6	1,9	0,3	-	-	-	-	-	-
Saibreira	7,6	7,6	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	-
Área edificada (resid./comercial)	-	-	-	4,2	4,2	-	0,7	0,7	-	-	-	-
Área industrial, comerc. ou inst.	30,7	30,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extração de areia	5,9	5,9	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,8	-
Cava de mineração desativada	7,7	7,7	-	-	-	-	-	-	-	2,1	2,1	-
Estrada de terra	3,4	3,4	-	0,8	1,6	0,8	-	-	-	-	-	-
Faixa de servidão LT	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	783,3	807,6	24,3	269,9	305,2	35,3	116,0	126,0	10,0	33,3	33,4	0,1

Quadro 4.2.1-6

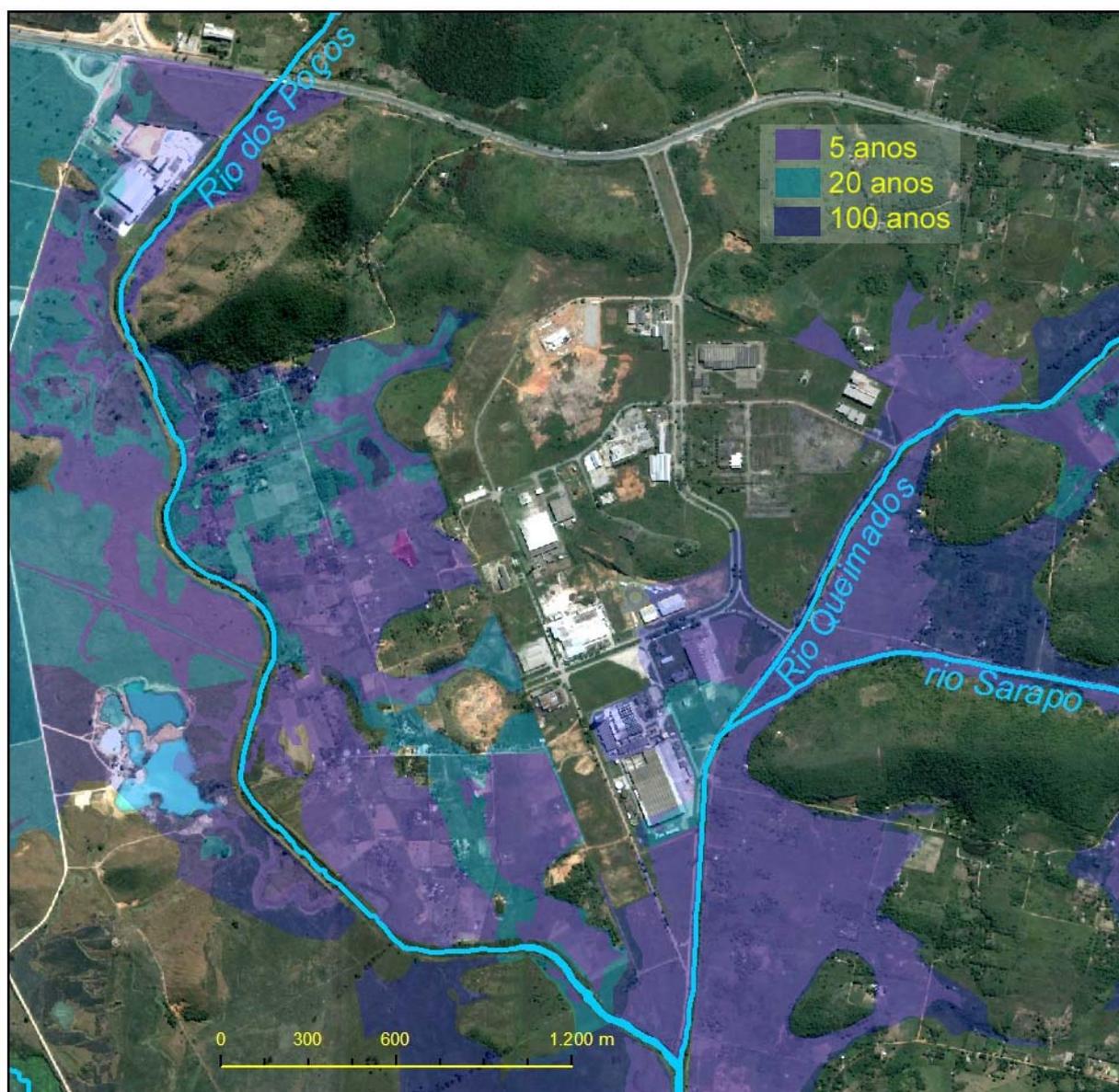
Vegetação e uso do solo em áreas inundáveis na AID, por sub-bacia, com TR 100 anos - áreas (ha) nas condições atuais e nas simulações com o dique.

CLASSES	Poços/Queimados			Cabuçu/Ipiranga			Sistema Lagunar			Guandu (restante)		
	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo	atual	c/dique	acrécimo
Vegetação higrófila	165,4	166,5	1,1	169,9	172,0	2,1	113,9	123,5	9,6	3,3	3,3	-
Vegetação secundária	3,9	3,9	-	2,2	2,2	-	0,1	0,1	-	4,9	4,9	-
Campo/pastagem	308,2	308,7	0,5	84,9	89,0	4,1	1,2	1,3	0,1	49,9	49,9	-
Área rural mista	483,9	483,9	-	46,6	46,7	0,1	-	-	-	-	-	-
Lavoura	-	-	-	34,8	34,8	-	0,3	0,3	-	-	-	-
Pomar/capoeira + edificações	5,1	5,4	0,3	4,1	4,3	0,2	-	-	-	-	-	-
Saibreira	7,6	7,6	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7	-
Área edificada (resid./comercial)	-	-	-	5,8	5,8	-	0,7	0,7	-	-	-	-
Área industrial, comerc. ou inst.	64,6	64,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extração de areia	22,2	22,2	-	-	-	-	-	-	-	3,9	3,9	-
Cava de mineração desativada	7,8	7,8	-	-	-	-	-	-	-	8,4	8,4	-
Estrada de terra	4,2	4,2	-	1,8	1,8	-	-	-	-	-	-	-
Faixa de servidão LT	4,3	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1.077,2	1.079,1	1,9	350,1	356,6	6,5	116,2	125,9	9,7	71,1	71,1	0,0

Uma das áreas de uso rural misto atingidas pelas manchas de inundação identificadas na modelagem (Anexo I) encontra-se próximo ao Distrito Industrial de Queimados, que também é atingido parcialmente por inundações com TR de 20 e de 100 anos, como mostra a figura a seguir.

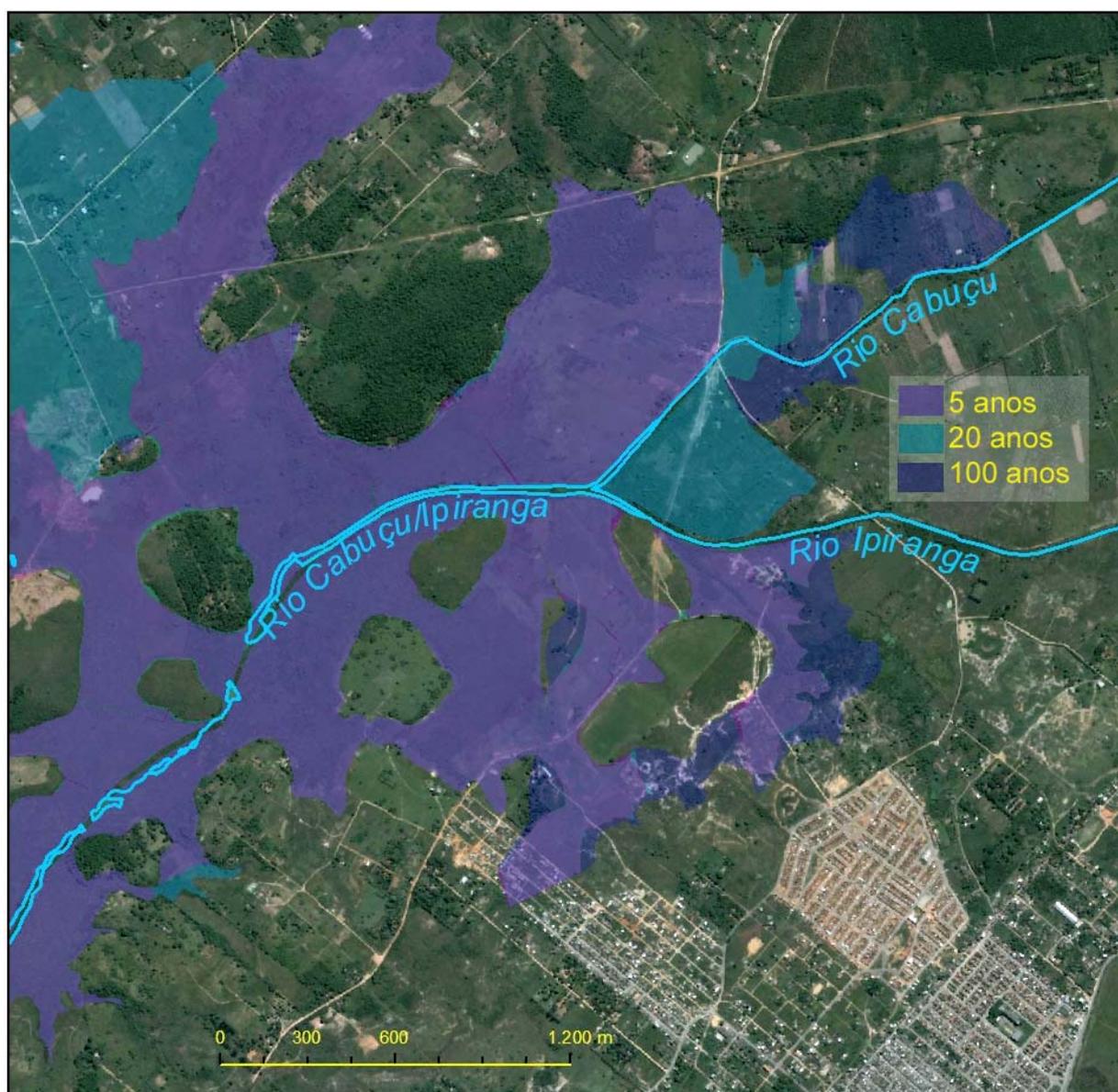
Ressalta-se que, a montante da confluência do rio Queimados com o rio dos Poços, as manchas de inundação com a implantação do dique não sofrem alteração em relação às manchas na condição hidrodinâmica atual, em nenhum TR.

Figura 4.2.1-10 - Áreas inundáveis, igualmente para a condição atual e com o dique, a montante da confluência do rio Queimados com o rio dos Poços.



Na sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga observam-se áreas de expansão urbana próximas de grandes manchas de inundação (Figura 4.2.1-12). Nessa sub-bacia, as áreas inundáveis com dique seriam um pouco maiores do que na condição atual, porém semelhantes nesses trechos de urbanização.

Figura 4.2.1-12 - Áreas inundáveis, com o dique, próximo a vetores de expansão urbana na sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga.



Em síntese, observa-se que a ocupação e o uso das terras na AID são de pouca expressão nas áreas identificadas como inundáveis, principalmente nas cheias de menor tempo de recorrência (manchas de TR 5 anos). As áreas que podem ser alvo de maiores preocupações são as de uso industrial e urbano, vistas nas duas figuras anteriores. Essas formas de uso na AID tendem a crescer e já têm partes construídas em áreas inundáveis.

4.2.2 Áreas Protegidas e Prioritárias para a Conservação

Na bacia do rio Guandu há um expressivo número de Unidades de Conservação (UC), sendo que três são do grupo de Proteção Integral - a Reserva Biológica do Tinguá, o Parque Cunhambebe e o Parque Curió. As demais são todas Áreas de Proteção Ambiental (APA), categoria de UC do grupo de Uso Sustentável (Quadro 4.2.2-1).

Quadro 4.2.2-1
Unidades de Conservação na Bacia do Rio Guandu.

Unidade de Conservação	Esfera Administrativa	Ano de criação	Área total da UC (ha)	Área da UC na Bacia (ha)
Proteção Integral				
REBIO do Tinguá	Federal	1989	24.688	9.132
Parque Cunhambebe	Estadual	2008	38.053	6.781
Parque Curió	Municipal	2002	1.104	1.104
Uso Sustentável				
APA do Rio Guandu	Estadual	2007	73.939	73.939
APA Gericinó-Mendanha	Estadual	2005	7.941	1.070
APA Alto Piraí	Municipal	2008	34.680	9.015
APA Santana	Municipal	2004	12.764	11.669
APA Jaceruba	Municipal	2004	2.386	2.386
APA Rio D'ouros	Municipal	2004	3.009	711
APA Guandu-Açu	Municipal	2004	923	922
APA Tinguazinho	Municipal	2004	1.167	193

Fontes: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006; INEA-RJ.

Grande parte das florestas da bacia do rio Guandu está formalmente protegida em UC, destacando-se a Reserva Biológica do Tinguá, que abrange mais de 9,0 mil hectares de florestas da bacia, protegendo a biodiversidade e também captações de água para abastecimento humano.

A área total de UC na bacia do rio Guandu corresponde a um excepcional índice de 71% de cobertura em áreas protegidas, grande parte devido à extensa área ocupada pela APA do Rio Guandu. No total, o conjunto de UC ocupa uma área de aproximadamente 98.770 ha na bacia. Neste valor, foram descontadas as áreas de sobreposição da APA do Rio Guandu e da APA Alto Piraí com outras UC.

Na Figura 4.2.2-1 observa-se a distribuição das UC na bacia do rio Guandu.

A Floresta Nacional (Flona) Mário Xavier, inserida no mapa, está situada na bacia do rio da Guarda e, portanto, não pertence ao conjunto de UC abrangidas pela bacia do rio Guandu. Porém, esta Flona tem grande importância regional, especialmente no que tange a sua participação na extensão florestal e na produção de mudas usadas em recuperação de áreas degradadas e recomposição de matas ciliares no rio Guandu e afluentes, em parceria com Universidades, Comitês de Bacia e outros.

Figura 4.2.2-1 – Unidades de Conservação na Bacia do Rio Guandu.



Fontes: INEA-RJ, Comitê Guandu e SONDOTÉCNICA/ANA, 2006

No Quadro 4.2.2-2 constam informações adicionais sobre as Unidades de Conservação que abrangem a bacia do rio Guandu: atos legais de criação, municípios abrangidos e órgãos gestores.

Quadro 4.2.2-2
Atos de Criação, Municípios Abrangidos e Órgãos Gestores das Unidades de Conservação existentes na Bacia do Rio Guandu.

Unidade	Atos de Criação	Municípios Abrangidos	Órgão Gestor
Reserva Biológica do Tinguá	Decreto Federal N° 97.780, de 23/05/1989	Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Duque de Caxias, Petrópolis	IBAMA
Parque Cunhambebe	Decreto Estadual N° 41.358, de 13/06/2008	Angra dos Reis, Itaguaí, Mangaratiba e Rio Claro	INEA
Parque Municipal Curió de Paracambi	Decreto 1.001, de 29 de janeiro de 2002	Paracambi	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
APA do Rio Guandu	Decreto n° 40.670, de 22 de março de 2007	Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Paracambi, Japeri, Queimados, Seropédica, Piraí, Itaguaí, Vassouras e Eng° Paulo de Frontin	INEA
APA Alto Piraí*	Lei Municipal N° 385, de 24/03/2008	Rio Claro	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
APA Estadual Gericinó-Mendanha	Lei n° 1.331, de 12 de julho de 1988 Decreto n° 38.183, de 05 de setembro de 2005	Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e Nilópolis; delimitada a partir da cota 100 m	INEA
APA Santana	Lei Municipal n° 2.018 de 27 de dezembro de 2004	Miguel Pereira	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
APA Jaceruba	Lei 3.592, de 07 de julho de 2004	Nova Iguaçu	Secretaria Municipal da Cidade
APA Rio D'ouro	Lei 3.588, de 07 de julho de 2004	Nova Iguaçu	Secretaria Municipal da Cidade
APA Guandu-Açu	Lei 3.592, de 07 de julho de 2004	Nova Iguaçu	Secretaria Municipal da Cidade
APA Tinguazinho	Lei 3.591, de 07 de julho de 2004	Nova Iguaçu	Secretaria Municipal da Cidade

Fontes: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006; INEA - www.inea.gov.br; * Instituto Terra de Preservação Ambiental - www.institutoterra.org.br, consulta em dezembro/2009.

Apesar da extensa área coberta por UC na bacia do rio Guandu, vale ressaltar que a maioria é APA, categoria que não necessita de desapropriações e cujas normas visam conciliar a conservação ambiental com as formas de uso do solo e dos recursos naturais no mesmo espaço, contando principalmente com a conscientização e a participação das instituições e comunidades locais.

Na APA do Rio Guandu já vêm sendo executadas ações de recuperação de mata ciliar, através do projeto Parques Fluviais, desenvolvido pela Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), em parceria com o Comitê da Bacia, Universidade Rural, Embrapa, prefeituras e outras instituições e empresas privadas ¹.

A APA do Guandu é uma das UC que abrange a área da captação da CEDAE no rio Guandu. Na AID, a APA do Guandu sobrepõe-se parcialmente à APA Municipal Guandu-Açu nas lagoas e à APA Estadual Gericinó-Mendanha nas cabeceiras dos rios Cabuçu e Ipiranga (Figura 4.2.2-2).

¹ Informações obtidas em dez/2009 no site <http://www.gfdesign.com.br/parquesfluviais/guandu/index.htm>

Figura 4.2.2-2 – Unidades de Conservação na AID.



Fontes: INEA-RJ, Comitê Guandu e SONDOTÉCNICA/ANA, 2006

Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) também fazem parte do cenário de áreas protegidas na bacia do rio Guandu. No banco de dados de RPPN do Instituto Chico Mendes (ICMBio/MMA) consta o registro de nove reservas criadas por Portarias do Ibama e situadas em municípios que fazem parte da bacia do rio Guandu. No *site* do Instituto Terra de Preservação Ambiental são citadas outras reservas criadas em âmbito municipal e estadual.

No quadro 4.2.2-3 estão listadas as RPPN identificadas nos municípios que fazem parte da bacia do rio Guandu. Nas informações disponíveis não constam as coordenadas de localização das reservas. Portanto, é possível que algumas estejam em terras dos municípios que não fazem parte da bacia.

A mobilização para criar RPPN tem sido forte no Estado do Rio de Janeiro, com apoio normativo e técnico do INEA. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de

Conservação - SNUC (Lei 9985/00) a RPPN faz parte do grupo das UC de Uso Sustentável. No entanto, o Governo do Estado do Rio de Janeiro, reconhecendo a importância de preservar remanescentes da Mata Atlântica, determinou que as RPPN criadas no estado são consideradas de Proteção Integral, conforme Decreto Estadual nº 40.909, de 17/08/2007.

Quadro 4.2.2-3

Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) em municípios que abrangem a Bacia do Rio Guandu.

Nome da RPPN	Município	Área (Ha)	Portaria	Proprietário
Jornalista Antenor Novaes	Eng. Paulo de Frontin	125,00	29/99-N	Sociedade Imobiliária Morro Azul Ltda
Flor de Liz*	Eng. Paulo de Frontin	19,00	s/inf.	s/inf.
Rancho Mineiro	Eng. Paulo de Frontin	10,15	s/inf.	s/inf.
Reserva Porangaba	Itaguaí	9,00	123/02	Jurgen Dobereiner
Sítio Angaba	Itaguaí	29,00	041/92-N	Jurgen Dobereiner
Sítio Santa Cruz	Mendes	46,80	100/99-N	Pedro Moreira Alves de Brito
RPPN Municipal de Vera Cruz*	Mendes	46,00	s/inf.	s/inf.
Juruá*	Miguel Pereira	47,07	s/inf.	s/inf.
Pouso Alto*	Miguel Pereira	3,82	s/inf.	s/inf.
Reserva Gargarullo*	Miguel Pereira	45,72	s/inf.	s/inf.
RPPN Municipal Instituto Terra*	Miguel Pereira	2,00	s/inf.	s/inf.
RPPN Municipal do ISER*	Miguel Pereira	16,00	s/inf.	s/inf.
Sítio Paiquerê	Nova Iguaçu	14,10	89/02	Pedro Monteiro Bastos
Nossa Senhora das Graças	Rio Claro	30,73	171/02	Maria das Graças Andrade da Mata
Fazenda Roça Grande	Rio Claro	63,70	481/91	Sérgio de Lima
Fazenda São Benedito	Rio Claro	144,00	70/01	Antonio Luiz de Mello e Souza
Sítio Fim da Picada	Rio Claro	7,05	33/2000	Nikolaus Heinrinch Witt
Águas Frias*	Rio Claro	28,25	s/inf.	s/inf.
Refúgio das Águas*	Rio Claro	14,11	s/inf.	s/inf.

Fontes: Relatório Resumido das RPPN por Estado, ICMBio, 24/set/2009; * Instituto Terra de Preservação Ambiental - www.institutoterra.org.br, consulta em dez/2009. Obs.: Nas fontes não constam mapas ou coordenadas para localização das reservas.

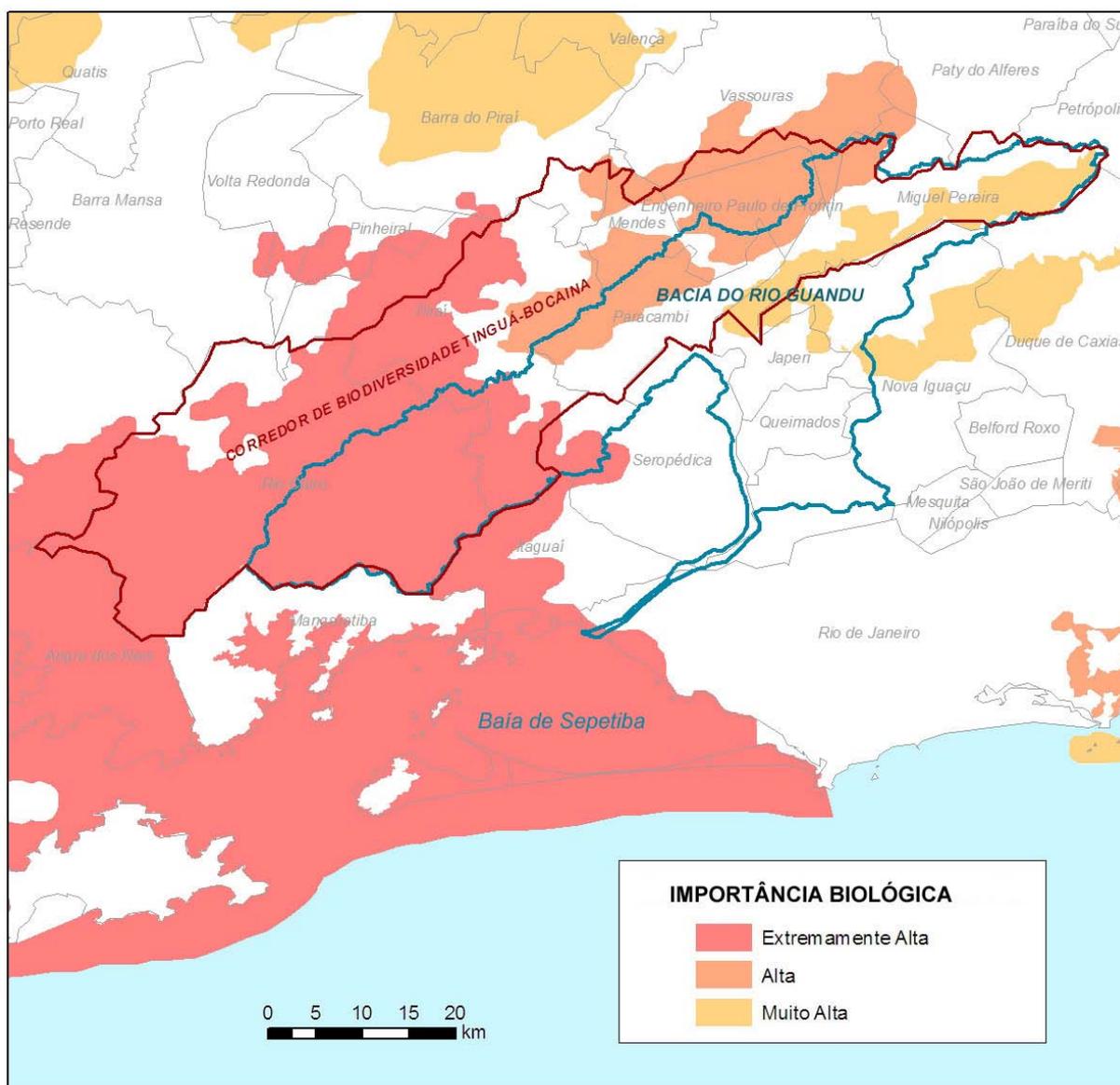
Está também em andamento o processo para criação da APA Estadual do Ecossistema Marinho da Baía de Sepetiba (INEA, 2009). A criação de uma UC de Uso Sustentável nesta baía é parte das recomendações feitas para as áreas prioritárias para conservação nesta região, definidas nos termos da Portaria MMA nº 9 de 23/01/2007.

Vale ressaltar que a mobilização social para criar novas UC é uma das ações conduzidas pelo Instituto Terra de Preservação Ambiental (e instituições parceiras) que vem atuando a cerca de 5 anos na área do Corredor de Biodiversidade Tinguá-Bocaina. Este Corredor abrange cabeceiras da bacia do rio Guandu. A criação da APA Alto Pirai e do Parque Cunhambebe resulta desta mobilização.

Na Figura 4.2.2-3 observam-se as áreas prioritárias para a conservação, classificadas por sua importância biológica, e o Corredor Tinguá-Bocaina, no qual têm sido

desenvolvidas outras atividades, além da criação de RPPN, voltadas para a proteção dos fragmentos florestais e a recuperação de áreas degradadas entre estes, destacando-se a primeira iniciativa no Estado de implantação do princípio de pagamento por serviços ambientais, remunerando proprietários rurais que preservem florestas e águas².

Figura 4.2.2-3 – Áreas Prioritárias para Conservação na Bacia do rio Guandu e entorno, classificadas por importância biológica.



Fontes: Áreas Prioritárias no PortalBio/MMA, Portaria MMA nº 9, de 23/01/2007; limites do Corredor Tinguá-Bocaina no *site* www.institutoterra.org.br, acesso em maio/09.

Comparando-se a distribuição das áreas prioritárias (figura 4.2.2-3) com a distribuição das Unidades de Conservação (figura 4.2.2-1), constata-se que as recomendações da Portaria MMA nº 9 de 23/01/2007 nessas áreas têm sido realizadas.

² Informações disponíveis nos *sites* www.ambiente.rj.gov.br e www.institutoterra.org.br

4.2.3 Fauna de Vertebrados Terrestres e Aquáticos

A ocorrência e a dinâmica populacional da fauna têm relação direta com o grau de conservação da vegetação natural, a partir da qual definem-se as condições de habitat e nicho. Conforme visto no item 4.2.1, na bacia do rio Guandu a maior parte da vegetação natural já foi destruída, restando alguns remanescentes mais expressivos somente nas cabeceiras das sub-bacias com relevo mais acidentado. Em consequência da redução das florestas naturais e do avançado grau de ocupação e uso do solo e degradação dos corpos hídricos na bacia, a fauna nativa também foi severamente prejudicada e restringida a algumas poucas áreas protegidas em UC.

A modificação da paisagem por ação antrópica, com a substituição das florestas por pastagens, áreas urbanas, estradas, etc. reduz a biodiversidade, pela redução ou degradação de habitat, eliminando ou reduzindo drasticamente populações de espécies nativas mais sensíveis à fragmentação dos ecossistemas. Isso ocorre principalmente com mamíferos de grande porte (que dependem de maiores habitats) e com a avifauna, quando a ausência de árvores nativas e áreas nucleares nos fragmentos impossibilita a existência de determinadas espécies, mas também com anfíbios e répteis muito sensíveis às alterações ambientais, potencializando assim as ameaças de extinção. Por outro lado, as alterações antrópicas aumentam a ocorrência de espécies adaptadas a ambientes abertos e espécies exóticas introduzidas pelo homem, que ampliam suas áreas de ocorrência em detrimento das espécies nativas mais sensíveis.

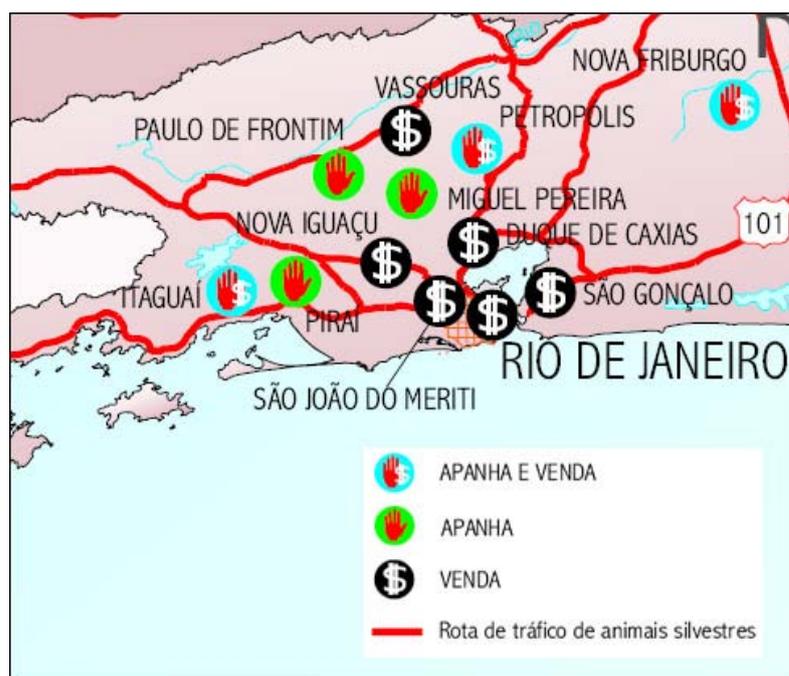
A existência de florestas em muitas das cabeceiras dos rios formadores da bacia do rio Guandu reflete-se na existência ainda de diversas espécies da fauna silvestre. Na Reserva Biológica do Tinguá (Rebio Tinguá) há registro de 35 espécies de mamíferos, incluindo algumas espécies ameaçadas de extinção, como a onça-parda (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a paca (*Agouti paca*) e o queixada ou porco-do-mato (*Tayassu pecari*), porém os especialistas acreditam que esse número possa ser ainda maior. Há também na Rebio o registro de 288 espécies de aves, sendo 21 ameaçadas de extinção, 72 espécies de répteis, incluindo espécies raras como a cobra-coral (*Artractus maculatus*) e ameaçadas como o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) e uma expressiva riqueza de anfíbios (122 espécies) também com ocorrência de espécies ameaçadas, raras e endêmicas. (IBAMA, 2006).

A APA Gericinó-Mendanha, embora não seja uma UC de Proteção Integral como a Rebio Tinguá, conta com uma extensa floresta que garante ainda a sobrevivência de diversas espécies da fauna, entre elas a paca (*Agouti paca*) e a preguiça (*Bradipus torquatus*), ambas ameaçadas de extinção, algumas espécies de peixes - a traíra (*Hoplias malabaricus*), o lambari (*Astyanax janneiroensis*), o mussum (*Synbranchus marmoratus*) e o acará (*Geophagus brasiliensis*), todas citadas por CIBG (2006). Uma espécie de bagre, *Trichomycterus giganteus*, foi identificada na Serra do Mendanha como endêmica da bacia do rio Guandu (LIMA e COSTA, 2004). O intenso crescimento urbano que vem ocorrendo em torno desta APA provavelmente impede a ocorrência ou a circulação desses peixes para o médio e baixo curso da bacia dos rios Cabuçu/Ipiranga, principalmente devido à ocupação das margens e má qualidade de suas águas.

Mesmo em áreas protegidas como a Rebio Tinguá, pertencente a uma categoria de UC que pressupõe as maiores restrições possíveis para preservar a biodiversidade e onde se encontra a maior floresta natural contínua da bacia, são frequentes as atividades ilegais de caça e captura, entre outras atividades que ameaçam constantemente a integridade do ambiente natural (IBAMA, 2006).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro é uma das principais áreas de captura e rota de tráfico de animais silvestres do país. Embora o mapa da RENCTAS (Figura 4.2.3-1) seja de oito anos atrás, este é um dos crimes ambientais mais recorrentes e alvo de frequentes ações de fiscalização, apreensão dos animais e detenção de criminosos, a exemplo da operação da Polícia Federal realizada em março/2009 que prendeu 72 pessoas envolvidas no comércio ilegal de animais no Estado RJ, em feira de Duque de Caxias, onde havia mais de 200 pássaros, a maioria silvestres³. Esta feira é um dos tradicionais pontos do comércio ilegal de animais silvestres, considerada a terceira atividade ilícita mais lucrativa do mundo, depois do tráfico de drogas e armas (PADRONE, 2004).

Figura 4.2.3-1- Áreas de Captura e Rotas do Tráfico de Animais Silvestres na RMRJ.



Fonte: Fragmento do mapa da RENCTAS, 2001.

As práticas ilegais de captura de animais silvestres somam-se à crescente ocupação urbana e à existência de poucos, pequenos e esparsos fragmentos de mata ciliar, bem como à degradação da qualidade dos ambientes aquáticos, como fatores que indicam uma baixa riqueza de espécies nativas da fauna na área mais próxima da captação da CEDAE no rio Guandu.

³ Notícia da Agência Brasil, EBC - Empresa Brasil de Comunicação - www.agenciabrasil.gov.br em 15/03/2009.

Na bibliografia disponível existem poucas informações sobre espécies da fauna nativa que ainda ocorrem nesta área e estão restritas à ictiofauna. Visando complementar a base secundária de dados, realizamos observações gerais em campo e entrevistas informais com pescadores e moradores do bairro mais próximo - Todos os Santos.

As observações de campo e os relatos de moradores e pescadores da comunidade local, muitos dos quais têm na pesca sua atividade econômica principal, confirmam a suposição de baixa riqueza de espécies. As poucas espécies observadas e relatadas são sinantrópicas (espécies capazes de adaptar-se a ambientes antropizados, inclusive áreas urbanas).

No quadro a seguir constam as espécies de mamíferos, répteis e aves registradas na área próxima da captação da CEDAE, a partir das observações *in loco* e dos relatos de moradores e pescadores. Futuras pesquisas, com amostragens de campo sazonais, que não foram previstas no escopo deste EIA, poderão ampliar ou não essa lista e avaliar mais profundamente a biota existente na AID. A ocorrência das espécies citadas por moradores deve ser, portanto, considerada como indicadora, ainda não confirmada por levantamento científico. Porém, vale ressaltar que é um procedimento usual, em levantamentos de dados para diagnóstico, o uso de informações de moradores, especialmente daqueles que têm atividades econômicas relacionadas com a ocorrência de espécies, tais como os pescadores, caçadores coletores de frutos, etc.

Quadro 4.2.3-1

Espécies de mamíferos, répteis e aves observadas e relatadas por moradores e pescadores da localidade Todos os Santos, próximo da captação da CEDAE.

Grupo	Nome científico	Nome comum
Mamíferos	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara
	<i>Galactis cf cuja</i>	Furão
	<i>Didelphis aurita</i>	Gambá
	<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra
	<i>Dasyopus sp</i>	Tatu
Répteis	<i>Helicops sp</i>	Cobra-d'água
	<i>Caiman latirostris</i>	Jacaré-do-papo-amarelo
Aves	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto *
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi *
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Biguá
	<i>Sporophila sp</i>	Colero
	<i>Gallinula sp</i>	Franco d'água *
	<i>Casmerodius albus</i>	Garça-grande *
	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço
	<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto
	<i>Ramphocelus bresilius</i>	Tiê-sangue
	<i>Saltator sp</i>	Trinca-ferro
	<i>Volatina jacarina</i>	Tziu

Fonte: Entrevistas e observações em visita de campo realizada em 13/11/2008. * Observadas.

Duas dessas espécies - a *Lontra longicaudis* e o *Caiman latirostris* - estão inseridas no Anexo I da Convenção Sobre Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES⁴. As espécies incluídas no Anexo I da CITES são consideradas ameaçadas de extinção (Art. 7º do Decreto Federal 3607/2000).

No entanto, a lontra (*Lontra longicaudis*), que constava da lista nacional da fauna ameaçada de extinção, foi reclassificada na última revisão (Instrução Normativa do MMA nº 3, de 27/05/2003) para a categoria "quase ameaçada", devido a mudanças nos critérios de avaliação (MMA, 2008). Em três listas estaduais (Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais) esta espécie é considerada ameaçada na categoria "vulnerável", porém não consta na lista do Rio de Janeiro (BERGALLO *et al.*, 2000).

O jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) consta somente em listas estaduais da fauna ameaçada: nas listas dos estados Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná está na categoria "em perigo" e na lista de SP está como "vulnerável" (BERGALLO *et al.*, 2000 e BIODIVERSITAS, 2005). De acordo com estudo do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008), o maior problema para esta classificação é o desconhecimento sobre a biologia e a distribuição dos répteis brasileiros e, além disso, não há programas de monitoramento de populações para a grande maioria das espécies, impossibilitando avaliações seguras sobre seu estado de conservação.

O jacaré-do-papo-amarelo e a lontra (Figura 4.2.3-2) são grandes predadores e necessitam de oferta suficiente de alimento. Ambos têm uma dieta diversificada (onívoros), se alimentando de insetos, crustáceos, moluscos, aves, pequenos mamíferos e preferencialmente de peixes.

Figura 4.2.3-2 - Espécies consideradas ameaçadas de extinção, relatadas por pescadores locais como ocorrentes na Lagoa do Guandu.



A presença dessas duas espécies na Lagoa do Guandu, assim com da capivara (*Hydrochoeris hydrochaeris*) e outras espécies, foi relatada por pescadores que diariamente percorrem a lagoa e dificilmente se enganariam no reconhecimento visual dos animais.

⁴ Consulta em maio/2009 no site www.cites.org

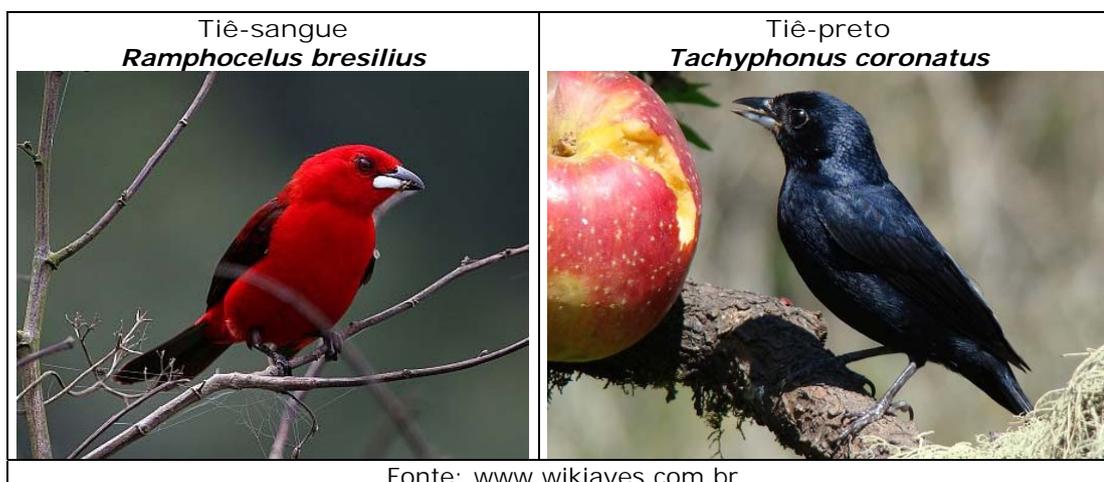
O jacaré-do-papo-amarelo e a lontra têm sido observados em ambientes aquáticos próximos ou dentro de áreas urbanas, denotando resistência a ambientes perturbados pela ação antrópica, em relação aos seus habitats naturais (FREITAS FILHO, 2008 e PORCIÚNCULA *et al.*, 2008). A capivara, maior roedor vivente, apresenta uma larga distribuição na América do Sul, estando presente em todos os estados brasileiros, sempre perto de rios e lagoas. Apesar de encontrar-se rara ou mesmo extinta em regiões em que antes ocorria, a espécie prolifera rapidamente ao ponto de se tornar abundante em regiões favoráveis (OLIVEIRA e BONVICINO, 2006) e não consta das listas da fauna ameaçada.

O sistema lagunar do Guandu é um ambiente favorável à ocorrência desses animais de grande/médio porte relativamente resistentes à poluição, por ser pouco profundo, quente e com grande extensão de plantas aquáticas, oferecendo abrigo e habitat adequado para a cadeia trófica que sustenta esses animais. O aguapé (*Eichornia crassipes*), por exemplo, uma macrófita aquática abundante nas lagoas do Guandu, proporciona abrigo e fonte de alimento para algumas espécies bem adaptadas como o jacaré, a lontra, a capivara e algumas espécies de peixes. Muitas espécies de insetos - odonatas (libélula), dípteras (mosquitos) e alguns coleópteros (besouros) - utilizam o aguapé para depositar seus ovos e se alimentar durante a fase larval, algumas espécies de hemíptera (percevejos) residem nos aguapés e todo esse conjunto da fauna de invertebrados serve de alimento para a fauna de vertebrados. Além de insetos, moluscos também fazem parte desta fauna de invertebrados, como a espécie *Pomacea canaliculata* (sem nome comum), que serve de alimento para o jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (FREITAS FILHO, 2008).

Bancos flutuantes de macrófitas aquáticas são utilizados pelo jacaré-do-papo-amarelo também para nidificação: pesquisadores da Embrapa identificaram, com uso de helicóptero, cerca de 630 ninhos sobre a vegetação aquática em um trecho do rio Paraná (CAMPOS e MOURÃO, 2004). FREITAS FILHO (2008) observou, em lagoas do Rio de Janeiro, que o jacaré utiliza a vegetação aquática como plataforma tanto para reprodução como para termorregulação.

Da avifauna citada com ocorrência na AID, merecem destaque duas espécies consideradas endêmicas da Mata Atlântica, de acordo com BENCKE *et al.* (2006): *Tachyphonus coronatus* (tiê-preto) e *Ramphocelus bresilius* (tiê-sangue), ambas da família Emberizidae (Figura 4.2.3-3).

Figura 4.2.3-3 - Duas espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica, relatadas com ocorrência na AID, vistas em ambiente natural.



Embora sejam muito capturadas para o comércio ilegal de animais silvestres (Figura 4.2.3-4), essas espécies ainda não foram consideradas em extinção.

Figura 4.2.3-4 - As mesmas espécies de aves apreendidas em operações de combate ao tráfico de animais silvestres no Estado do Rio de Janeiro.



Quanto à ictiofauna, os dados secundários são também insuficientes para identificar com precisão a comunidade de peixes que ocorre no rio Guandu e afluentes na AID, porém fornecem uma base de informação mais consistente do que se encontra para os outros grupos faunísticos. Trabalhos de pesquisa sobre peixes na bacia do rio Paraíba do Sul e na Baía de Sepetiba são encontrados em maior número do que na bacia do rio Guandu. O rio Guandu recebe as águas do rio Paraíba do Sul e deságua na Baía de Sepetiba, porém as barragens interferem na circulação de peixes entre esses ambientes de uma forma não bem esclarecida na literatura.

Com base em pesquisas realizadas ao longo de mais de 20 anos sobre a ictiofauna do rio Paraíba do Sul, ARAÚJO e NUNAN (2005) avaliaram que, devido às barragens, 25% das espécies de peixes estão em extinção e algumas já extintas no trecho do rio

compreendido entre a Usina Hidrelétrica de Funil (em Itatiaia) e a barragem de Santa Cecília (em Barra do Piraí). Esses autores consideram que estão em processo de extinção ou extintas neste trecho do rio Paraíba do Sul as seguintes espécies:

- *Brycon insignis* (piabanha)
- *Cyphocharax gilbert* (sairú)
- *Leporinus conirostris* (piapara)
- *Pachyurus adspersus* (corvina de água doce)
- *Pimelodella eigenmanni* (mandi chorão)
- *Pogonopoma parahybae* (cascudo preto)
- *Prochilodus scrofa* (curimbatá)
- *Prochilodus vimboides* (curimbatá)
- *Rhinelepis áspera* (cascudo preto)
- *Salminus brasiliensis* (dourado)
- *Steindachneridion parahybae* (surubim do Paraíba)

Três dessas espécies constam da lista nacional de peixes ameaçados de extinção (MMA, IN nº 5, de 21/05/2004) - *Brycon insignis* (piabanha), *Pogonopoma parahybae* (cascudo preto) e *Steindachneridion parahybae* (surubim do Paraíba). Este surubim e as duas espécies denominadas cascudo preto (*Pogonopoma parahybae* e *Rhinelepis áspera*) constam da lista da fauna ameaçada do Estado do Rio de Janeiro (BERGALLO *et al.*, 2000).

ARAÚJO e NUNAN (2005) citam também as seguintes espécies, cujas populações diminuíram consideravelmente no referido trecho: os lambaris *Astyanax parahybae* e *Astyanax giton*, o piaú *Leporinus copeladii*, o mandi branco *Pimelodus fur* e o bagre *Rhandia quelen*.

A influência das barragens do sistema de transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu é comentada com cautela por BIZERRIL e PRIMO (2001), ao observarem no rio Guandu a ocorrência de várias espécies oriundas do rio Paraíba do Sul, fato que inicialmente denota uma grande resistência de ovos e larvas, capazes de passar pelo sistema de adução e turbinas do complexo hidrelétrico da LIGHT (vencendo uma altura superior a 300 m, usinas, barragens) e ainda permanecerem viáveis. Mas esses autores ressaltam que, sem dúvida, é um evento que necessita de monitoramentos e dados referentes ao período anterior, de modo a permitir especulações cientificamente embasadas sobre o impacto que a transposição efetivamente causa, ou causou, sobre a biota nativa do sistema do Guandu.

A publicação de BIZERRIL e PRIMO (2001) é uma importante referência bibliográfica sobre a ictiofauna de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro. Neste documento, as informações disponíveis sobre a ocorrência das espécies são apresentadas por bacias hidrográficas. Ao descrever a ictiofauna da Bacia da Baía de Sepetiba, os autores destacam que o trecho entre a UHE Pereira Passos e as barragens da CEDAE apresenta a maior biomassa de peixes de água doce da bacia, sendo mais abundantes as tilápias, os cascudos e o mandi-açu. No Quadro 4.2.3-2 constam as 21 espécies identificadas no referido trecho.

Quadro 4.2.3-2

Espécies de peixes identificadas no rio Guandu a jusante da UHE Pereira Passos, em levantamento realizado para o EIA da UHE Paracambi.

Nome científico	Nome popular
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari
<i>Astyanax paraguayae</i>	Lambari
<i>Cichla cf. ocellaris</i>	Tucunaré
<i>Cyphocharax gilbert</i>	Sairú
<i>Deuterodon</i> sp. (provavelmente <i>D. pedri</i>)	Lambari
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará
<i>Glanidium melanopteron</i>	Cumbaca
<i>Gymnotus carapo</i>	Sarapó
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traira
<i>Hypostomus affinis</i>	Cascudo
<i>Leporinus copelandii</i>	Piau
<i>Loricariichthys spixii</i>	Caximbau
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Bocarra
<i>Pachypops adspersus</i> (= <i>Pachyurus adspersus</i>)	Corvina
<i>Parotocinclus maculicauda</i>	Cascudinho
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi pintado
<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá
<i>Rhamdioglanis frenatus</i>	Mineiro branco
<i>Rineloricaria</i> sp.	Caximbau
<i>Trichomycterus alternatus</i>	Cambeva, moréia

Fonte: BIZERRIL e PRIMO, 2001.

BIZERRIL e PRIMO (2001) comentam que, das 21 espécies identificadas no trecho entre a UHE Pereira Passos e as barragens da CEDAE, quase a metade foi introduzida, sendo nitidamente alóctones (de outras regiões ou bacias do país) as seguintes espécies: piau vermelho (*L. copelandii*), tucunaré (*Cichla cf. ocellaris*), cumbaca (*G. melanopteron*), lambari (*A. paraguayae*), caximbau (*Loricariichthys* sp.), corvina (*P. adspersus*), mandi (*P. maculatus*), barrigudinho (*P. reticulata*) e o cascudo-viola (*Rineloricaria* sp.).

Observa-se que algumas dessas 21 espécies também ocorrem no rio Paraíba do Sul e estão naquele grupo considerado por ARAÚJO e NUNAN (2005) como em processo de extinção ou com população consideravelmente reduzida.

Na Lagoa do Guandu, segundo BIZERRIL e PRIMO (2001) predominam as tilápias, ocorrendo por vezes mortandades devido à poluição das águas. Em uma incursão de barco à lagoa realizada para este diagnóstico⁵, a *Tilapia rendali* foi umas das espécies coletadas. No Quadro 4.2.3-3 constam as espécies de peixes que ocorrem na lagoa ou no rio Guandu perto da captação da CEDAE, considerando as espécies identificadas nesta coleta e espécies citadas na bibliografia consultada.

⁵ Incursão realizada em 13 de novembro de 2008, com coleta de peixes, identificação e devolução, nos mesmos pontos de amostragem de qualidade da água da CEDAE.

Os únicos trabalhos científicos encontrados, que contemplam coleta e identificação de peixes na área mais próxima à captação da CEDAE, foram as pesquisas desenvolvidas por ABDALLAH *et al.* (2004, 2005 e 2006) sobre parasitos em peixes. As espécies analisadas por esses autores foram o sairú, o tamboatá e os três lambaris da família Characidae, todas listadas no quadro 4.2.3-3.

O sairú (*Cyphocharax gilbert*) é encontrado em grande parte das bacias fluminenses ocupando lagoas, lagos costeiros e áreas de baixada dos rios, sendo em muitas áreas uma das espécies de peixes mais abundantes (BIZERRIL e PRIMO, 2001). A matéria orgânica contida no lodo é o seu alimento principal (ABDALLAH *et al.* 2005). Conforme citado anteriormente, ARAÚJO e NUNAN (2005) consideram *Cyphocharax gilbert* uma das espécies em extinção no rio Paraíba do Sul, entre as barragens de Funil e Santa Cecília. Observam-se ainda outras duas espécies listadas no quadro 4.2.3-3, o lambari *Astyanax paraguayae* (endêmica da bacia do Paraíba do Sul) e o piaú *Leporinus copeladii*, entre as espécies que ARAÚJO e NUNAN citam com decréscimo populacional significativo naquele trecho fluminense do Paraíba do Sul.

Os lambaris (*Astyanax paraguayae*, *A. bimaculatus* e *Oligosarcus hepsetus*) foram coletados por ABDALLAH *et al.* (2004) no rio Guandu a jusante das barragens da CEDAE, sob a ponte da Antiga Rio-SP (BR-465). Os lambaris são de pequeno porte e hábito alimentar variado. As espécies *A. paraguayae* e *A. bimaculatus* tendem a se alimentar de algas, plantas superiores, insetos e escamas e *O. hepsetus* tem hábito alimentar eminentemente predador, consumindo insetos, larvas e pequenos peixes, os quais captura tanto na coluna d'água quanto nas áreas próximas ao fundo (ABDALLAH *et al.*, 2004; BIZERRIL e PRIMO, 2001). *A. bimaculatus* e *Oligosarcus hepsetus* foram observadas na incursão à Lagoa do Guandu realizada para este diagnóstico.

Quadro 4.2.3-3

Espécies de peixes com ocorrência identificada na Lagoa e/ou no Rio Guandu, próximo à captação da CEDAE.

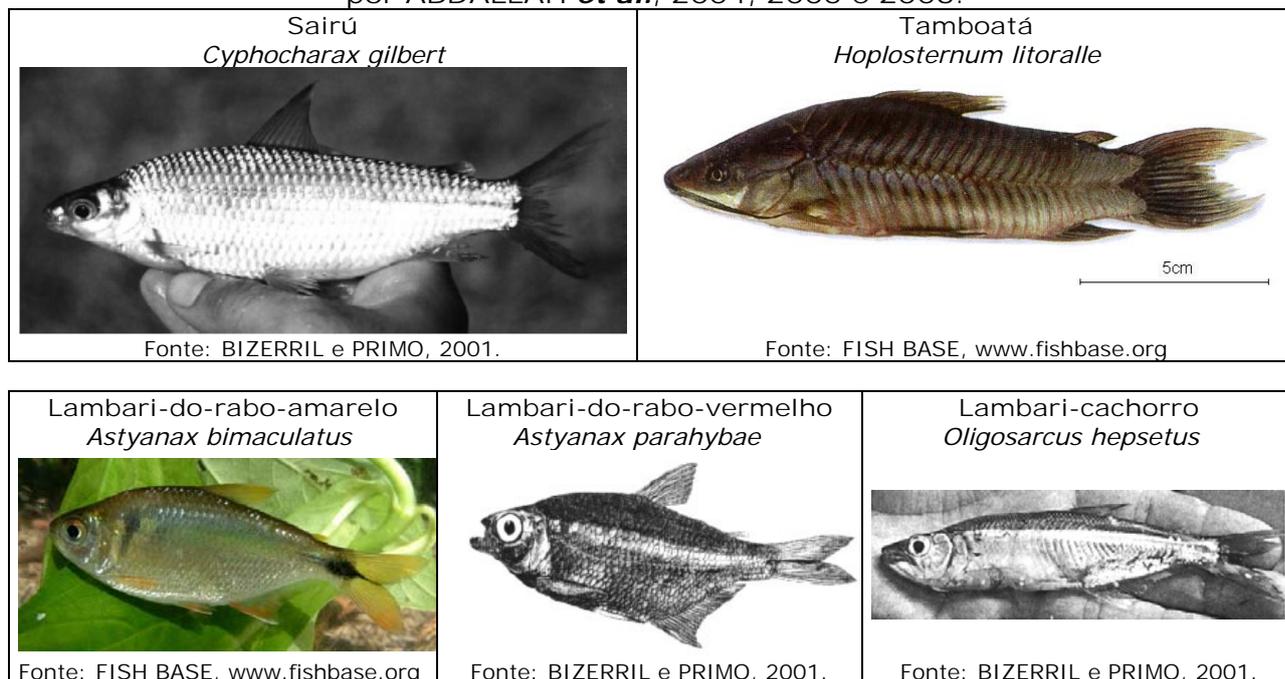
Nome científico	Nome popular
ORDEM CHARACIFORMES	
Família Curimatidae Cyphocharax gilbert Quoy & Gaimard, 1824	Sairú
Família Anostomidae Leporinus copelandii Steindachner, 1875	Piau
Família Characidae Astyanax bimaculatus Linnaeus, 1758 * Astyanax parahybae Eigenmann, 1908 Oligosarcus hepsetus Cuvier, 1829 *	Piaba ou Lambari-do-rabo-amarelo Piaba ou Lambari-do-rabo-vermelho Lambari-cachorro ou Bocarra
ORDEM PERCIFORMES	
Família Chichlidae Tilapia rendalli Boulenger, 1897 * Cichla cf. monoculus Spix & Agassiz, 1831 Geophagus brasiliensis Quoy & Gaimard, 1824 *	Tilápia do congo Tucunaré Acará
ORDEM SILURIFORMES	
Família Callichthyidae Hoplosternum littorale Hancock, 1828	Tamboatá
Família Loricariidae, Subfamília Hypostominae Hypostomus cf. affinis Steindachner, 1877	Cascudo
Família Pimelodidae Pimelodus maculatus La Cépède, 1803	Mandi pintado
Família Trichomycteridae Trichomycterus giganteus Lima & Costa, 2004	Bagre
ORDEM CYPRINODONTIFORMES	
Família Poeciliidae, Subfamília Poeciliinae Poecilia vivipara Bloch & Schneider, 1801	Barrigudinho

Fontes: ABDALLAH *et al.* (2004, 2005 e 2006); LIMA e COSTA (2004); BIZERRIL e PRIMO, 2001; e SANTOS *et al.* (2007). *Observadas *in loco*, em coleta realizada em 13/11/2008 na Lagoa do Guandu.

O tamboatá (*Hoplosternum littorale*) é uma espécie bentônica com preferência por ambientes pantanosos; predomina em águas barrentas e pouco movimentadas e é conhecida por sua habilidade para sobreviver em ambientes com baixos teores de oxigênio dissolvido (ABDALLAH *et al.*, 2006). Segundo BOUJARD *et al.* (1997) esta espécie absorve uma grande quantidade de bactérias anaeróbicas do lodo.

Na figura 4.2.3-5, a seguir, estão reunidas fotos das espécies de peixes estudadas por ABDALLAH *et al.* (2004, 2005 e 2006) no rio Guandu.

Figura 4.2.3-5 - Espécies de peixes identificadas no rio Guandu próximo à captação por ABDALLAH *et al.*, 2004, 2005 e 2006.

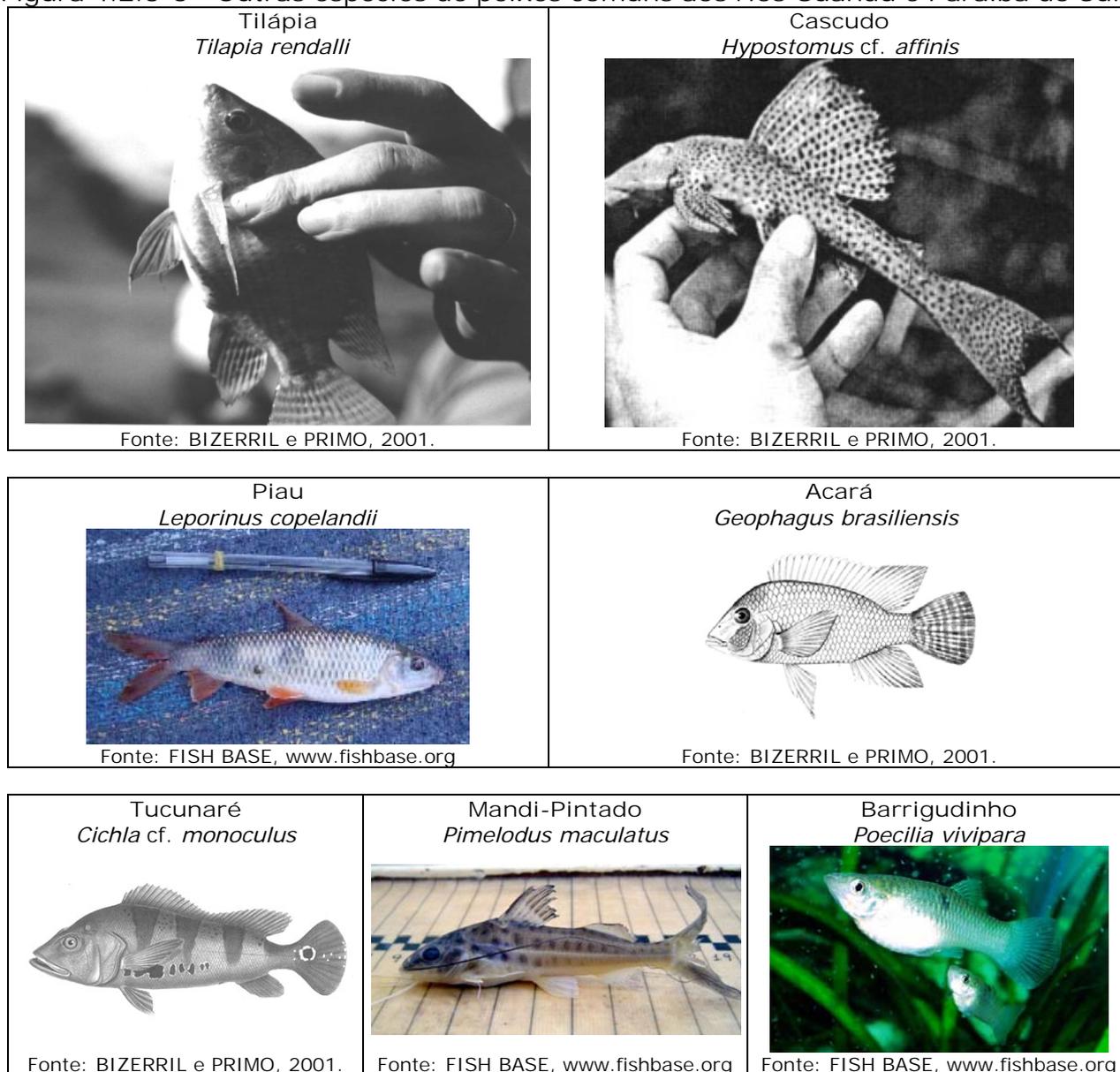


No Quadro 4.2.3-3 observam-se duas espécies introduzidas de outras regiões mais distantes: o tucunaré (*Cichla cf. monoculus*) e a tilápia (*Tilapia rendalli*).

O tucunaré é originário da bacia amazônica e segundo BIZERRIL e PRIMO (2001) tudo indica que a primeira introdução deste peixe no Estado do Rio de Janeiro deu-se no Reservatório de Lajes, em 1945 ou 1946. Os autores comentam que a presença deste peixe é preocupante, uma vez que se trata de uma espécie carnívora que compete com outras espécies carnívoras nativas, como o surubim e o dourado, além de predar espécies mais sensíveis e exigentes em termos de ambiente, como a piabanha.

A tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*) é uma espécie que simboliza bem os impactos das espécies exóticas, que competem com e desequilibram as populações de espécies nativas, às vezes introduzindo também doenças para estas. BIZERRIL e PRIMO (2001) verificaram que a tilápia é uma das três espécies que apresentam a maior distribuição no Estado RJ, ocorrendo em todas as macrorregiões hidrográficas. Os autores citam que esta espécie foi introduzida no Brasil em 1953 por um funcionário da LIGHT, com a finalidade de incrementar a piscicultura nas represas da companhia e controlar as plantas aquáticas. A tilápia do Congo está entre as outras espécies comuns ao rio Paraíba do Sul e ao rio Guandu (Figura 4.2.3-6), além daquelas identificadas por ABDALLAH *et al.* (Figura 4.2.3-5).

Figura 4.2.3-6 - Outras espécies de peixes comuns aos rios Guandu e Paraíba do Sul.



O bagre *Trichomycterus giganteus* é a única espécie de peixe exclusiva da bacia do rio Guandu, entre as listadas no Quadro 4.2.3-3. Descrita recentemente e identificada como endêmica da bacia, foi encontrada na Serra do Mendanha, em um córrego de águas claras e forte correnteza (LIMA e COSTA, 2004) e recebeu o nome de *giganteus* por ser a maior espécie do gênero *Trichomycterus* na Região Sudeste, alcançando 20 cm de comprimento (Figura 4.2.3-6).

Figura 4.2.3-6 - *Trichomycterus giganteus*.



Fonte: LIMA e COSTA, 2004.

Considerando-se a poluição que atinge os rios Cabuçu e Ipiranga, que nascem na Serra do Mendanha, é pouco provável que este bagre e outros peixes ocorram a jusante das cabeceiras florestadas. Tal como para os rios Poços e Queimados, os dados de qualidade da água (item 4.2.4) mostram que os níveis de oxigênio dissolvido, entre outros parâmetros, são muito limitantes para a sobrevivência da maioria dos peixes, pelo menos ao longo do trecho mais ocupado pelo uso urbano/industrial. Nas cabeceiras desses rios, ao contrário, há ocorrência de vários peixes nativos, especialmente nos rios Santo Antonio e D'Ouro, formadores do rio dos Poços, assim como no curso superior de outros afluentes do rio Guandu, como os rios São Pedro e Santana, que também nascem nas florestas preservadas pela Rebio Tinguá (IBAMA, 2006).

No Quadro 4.2.3-4 constam algumas informações sobre hábitos alimentares e habitat preferenciais de algumas espécies de peixes comuns ao rio Paraíba do Sul.

Quadro 4.2.3-4

Hábito alimentar e habitat das espécies do quadro 4.2.3-3 com ocorrência comum à bacia do rio Paraíba do Sul.

Nome científico	Nome popular	Alimentação	Preferência de Habitat	Habitat de alimentação
<i>Cyphocharax gilbert</i>	Sairú	iliófaga	euritópica	coluna d'água
<i>Leporinus copelandii</i>	Piau	onívora	reofílica	bentônica
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari	onívora	reofílica	coluna d'água
<i>Astyanax parahybae</i>	Lambari	onívora	reofílica	coluna d'água
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Lambari	carnívora	euritópica	bentônica
<i>Tilapia rendalli</i>	Tilápia	herbívoras	limnofílica	coluna d'água
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará	onívora	euritópica	bentônica
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	onívora	limnofílica	bentônica
<i>Hypostomus cf. affinis</i>	Cascudo	herbívoras	reofílica	bentônica
<i>Poecilia vivipara</i>	Barrigudinho	onívora	euritópica	coluna d'água

Fonte: ARAÚJO e NUNAN (2005). Definições: Carnívora - alimenta-se de peixes e outros animais macroscópicos vivos. Onívora - dieta diversificada, que inclui itens de origem vegetal e animal. Herbívoras - alimenta-se de vegetais vivos (plantas superiores, macro e microalgas). Iliófaga - ingere lodo, para se alimentar de organismos microscópicos (fauna nectônica ou bentônica), detritos orgânicos e inorgânicos (planctônico e de macroflora) e excrementos. Reofílica - espécie que prefere ambiente fluvial. Limnofílica - espécie que prefere ambientes lênticos (lagos, lagoas, brejos). Euritópica - espécie com amplo espectro de preferência ou tolerância ao substrato. Bentônica - que procura alimento ou habitat no fundo ou próximo ao fundo dos corpos hídricos.

Portanto, na AID identifica-se a princípio uma comunidade de peixes generalista, que ocorre em outras bacias da Mata Atlântica, denotam resistência a ambientes alterados e nenhuma delas se encontra nas listas de espécies ameaçadas de extinção. Vale lembrar que há espécies muito resistentes, que suportam inclusive níveis muito baixos de oxigênio na água, como o tamboatá (*Hoplosternum litoralle*) citado por ABDALLAH *et al.*, 2006.

Uma maioria de peixes com alimentação onívora e muitas bentônicas pode significar maior vulnerabilidade ao processo de bioacumulação e biomagnificação de poluentes atingindo espécies do topo da cadeia trófica, como o jacaré-do-papo-amarelo (FREITAS FILHO, 2008) e humanos consumidores de pescado.

4.2.4 Qualidade dos Ambientes Aquáticos

Os ambientes aquáticos da AID (rios, lagoas e brejos) são, evidentemente, os mais importantes para a análise ambiental do projeto de proteção da tomada d'água da ETA Guandu, que abastece cerca de 8,5 milhões de pessoas da Região Metropolitana. A análise dos impactos positivos e negativos do projeto depende de um diagnóstico que permita identificar as condições diretamente relacionadas à qualidade das águas captadas para a ETA e às possíveis interferências do empreendimento na biota e nos usos dos recursos hídricos e pesqueiros, a montante e a jusante da captação.

O diagnóstico da qualidade dos ambientes aquáticos consistiu na análise integrada das condições de uso e degradação das águas da bacia do rio Guandu, com foco nos impactos da poluição às águas captadas pela CEDAE. Para esta análise, utilizamos as seguintes bases de informação: diagnóstico de vegetação e uso do solo (item 4.2.1), para avaliar as contribuições relativas das principais fontes de poluição; indicadores de qualidade da água, reunidos nos dados dos monitoramentos realizados pela CEDAE e pelo INEA; e outros estudos realizados na região, especialmente o diagnóstico e o prognóstico que constam no Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Os dados secundários obtidos sobre a bacia do rio Guandu foram analisados prioritariamente para os corpos hídricos inseridos na AID. No contexto regional, foram considerados aspectos complementares relativos ao rio Paraíba do Sul e à baía de Sepetiba, na avaliação das fontes de poluição a montante da captação e das consequências para a qualidade ambiental a jusante, respectivamente.

- **Aspectos relevantes da área de estudo**

Conforme visto na caracterização hidrográfica da bacia do rio Guandu (item 4.1.4), o sistema lagunar no qual deságuam os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga é formado por duas lagoas, que se comunicam entre si, resultantes da combinação entre os fluxos de água no encontro desses rios com o rio Guandu, do processo de erosão/sedimentação das sub-bacias e rompimentos do antigo dique construído na margem direita do curso final do rio Poços/Queimados há mais de meio século.

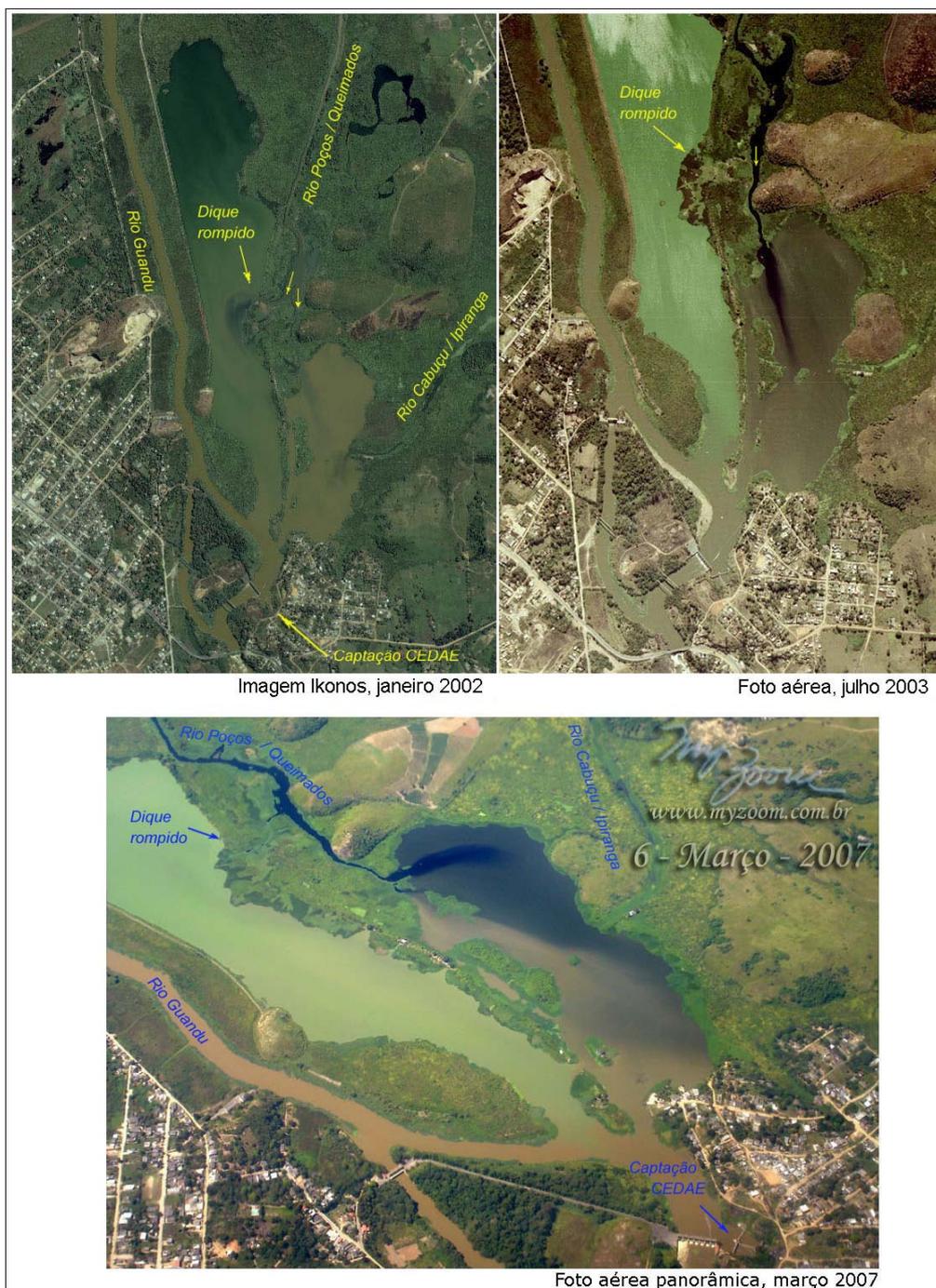
Tendo em vista que as lagoas se formaram a partir do barramento do rio Guandu, o nível d'água do sistema lagunar varia de acordo com as oscilações de nível deste rio,

que são definidas pela operação das barragens da CEDAE e do Complexo Hidrelétrico de Lajes a montante, além das oscilações de nível dos rios que deságuam nas lagoas.

Não há dados de medições de vazões nesses locais para que se possa avaliar quanto flui para cada lagoa. Porém, as mudanças de cor da superfície das águas, observadas em imagens mais recentes, indicam a entrada das águas barrentas do rio Guandu e a mistura com as águas escuras que chegam dos outros rios (Figura 4.2.4-1).

As imagens mostram que ambos os rios, Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, deságuam na lagoa menor, sendo que o constante aporte de sedimentos e matéria orgânica, as variações de nível d'água no sistema e a erosão de trechos do antigo dique na margem direita do rio Poços/Queimados criaram pontos de comunicação do rio Poços/Queimados com a lagoa maior, facilitando o fluxo direto de sedimentos e poluentes também para esta lagoa.

Figura 4.2.4-1: Contraste de cores da mistura das águas no Sistema Lagunar, destacando um dos trechos do dique rompido na margem do rio Poços/Queimados.



Esses aspectos são de grande importância para a avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos em questão. O sistema lagunar é aberto, com três entradas principais, sendo que uma delas também é a saída (a do rio Guandu). Este sistema recebe águas, sedimentos, nutrientes e diversos poluentes que provêm dos afluentes

de pequeno porte (para a carga que recebem) e também do remanso do grande rio Guandu.

A análise dos indicadores obtidos leva em conta, portanto, que este sistema lagunar funciona como amortecedor dos fluxos das águas e como ambiente de mistura, diluição e assimilação de sedimentos e poluentes. A grande carga poluente transportada nos rios menores é, provavelmente, retida e filtrada parcialmente nos terrenos planos e brejosos a montante e em torno das lagoas.

Este peculiar sistema lagunar e sua comunicação com o local de captação no rio Guandu formam o ambiente que precisa ser bem investigado e compreendido, para garantir a eficiência da obra de proteção da tomada d'água da ETA Guandu.

- **Macrófitas aquáticas, fitoplâncton e bioacumulação**

Alimentados pela excessiva carga de nutrientes dos esgotos, extensos grupamentos de plantas higrófilas (macrófitas aquáticas herbáceas e arbustivas) se formaram nos terrenos brejosos em torno das lagoas, condição essa observada também no curso final das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, conforme visto no mapa de vegetação e uso do solo da AID (item 4.1.2).

Na Figura 4.2.4-2 observa-se, de montante para jusante, a extensão desta vegetação higrófila em toda a planície existente entre as lagoas e o curso final dos rios que fluem para o sistema lagunar. Observa-se também pontos de rompimento do antigo dique da margem direita do rio Poços/Queimados, que permitiram fluxo direto, para a lagoa maior, dos nutrientes e poluentes trazidos nas águas deste rio.

Figura 4.2.4-2: Vista de montante do sistema lagunar e vegetação higrófila em torno.



Fonte: Agência O Globo, foto de Custódio Coimbra, em 27-10-2008

Na lagoa maior, o tom mais esverdeado reflete a proliferação de fitoplâncton, típica de ambiente lântico e eutrofizado pelo excesso de nutrientes na água (fósforo, principalmente) provenientes de todos os rios, conforme indicam os dados de monitoramento da CEDAE e do INEA, apresentados mais adiante neste estudo.

A lagoa menor, que recebe diretamente a descarga dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, apresenta cor escura, resultante de esgotos domésticos e industriais nesses rios e de ácidos liberados na decomposição da matéria orgânica.

Diversos estudos vêm comprovando a capacidade das macrófitas aquáticas e algas na bioacumulação de metais e outras substâncias tóxicas. Bioacumulação é o nome genérico do processo de captação e retenção de uma substância (contaminante) por um organismo a partir de qualquer fonte (água, sedimento, outro organismo), via qualquer rota (dieta, pele) e varia grandemente entre os diferentes organismos (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004).

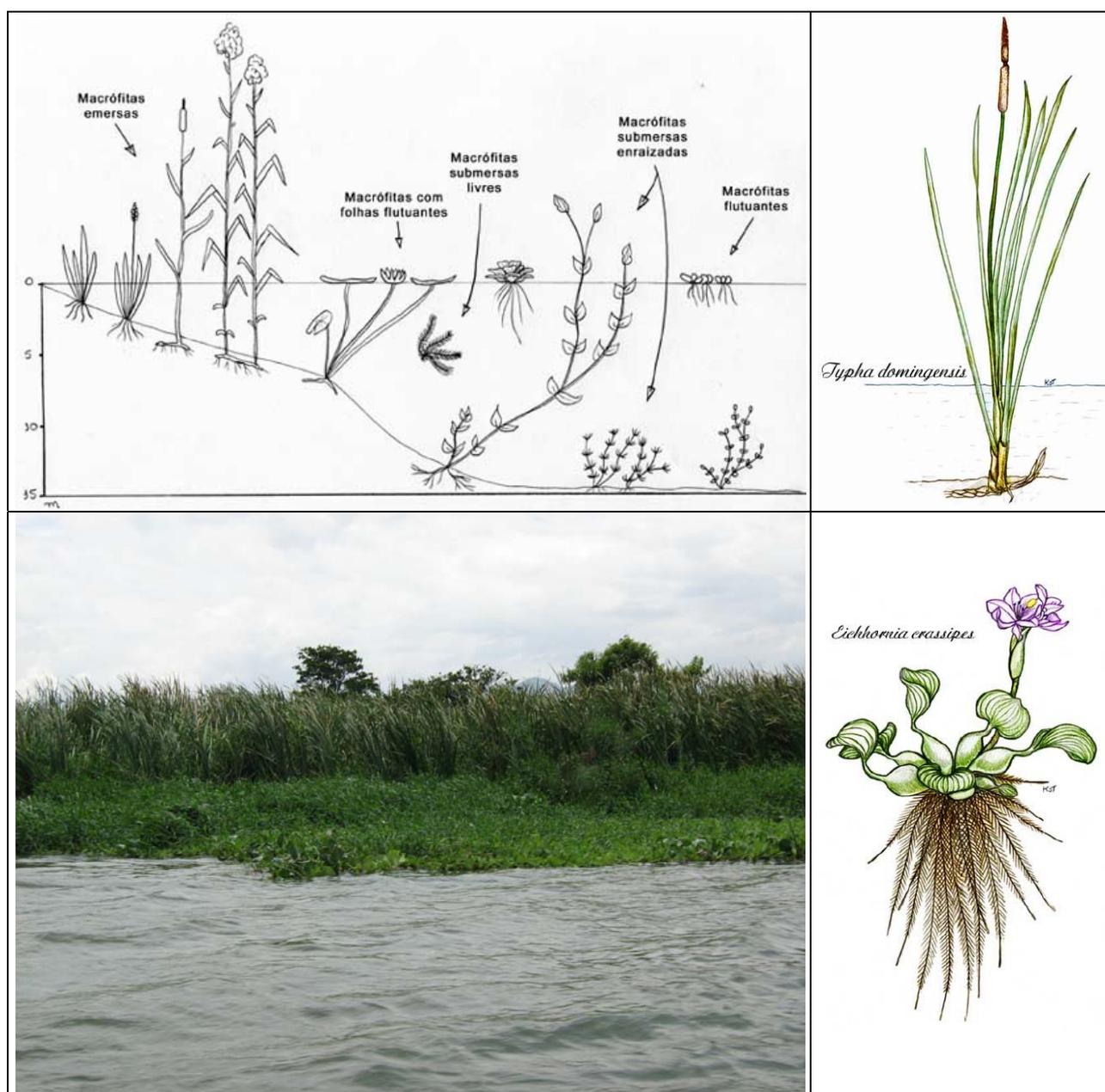
No ambiente aquático, a partir da bioacumulação nos níveis tróficos primários (macrófitas e fitoplâncton), metais e outras substâncias tóxicas são transferidas para os níveis tróficos secundários e terciários (organismos invertebrados e vertebrados herbívoros, carnívoros e onívoros) desenvolvendo-se o processo de biomagnificação, ou seja, a cada nível trófico as concentrações tendem a ser maiores nos tecidos dos organismos, ao longo da cadeia alimentar, chegando aos peixes, aves e humanos em concentrações muito elevadas.

A contaminação de ambientes aquáticos pelo inseticida DDT foi um dos primeiros casos de biomagnificação estudados. ODUM (1972) cita um estudo que identificou concentrações de DDT de 0,04 ppm em plancton, subindo para 2,07 ppm em peixes, 6,00 ppm em gaivotas e 26,4 ppm em cormorán (ave aquática). Alguns graves casos de intoxicação por metais pesados decorreram de processos de biomagnificação, como o conhecido caso de mercúrio (Hg) acumulado em peixes e mariscos consumidos da baía de Minamata, Japão. Devido a sua alta toxicidade, o mercúrio ocupa um lugar de destaque nos estudos desse processo de biomagnificação e contaminação de ambientes aquáticos (KASPER *et al.*, 2007). DIAS *et al.* (2008) analisaram o tecido muscular de duas espécies de tubarão, capturadas na costa sul-sudeste do Brasil, encontrando concentrações de mercúrio acima do limite indicado pela OMS para consumo humano em 70% dos indivíduos de tubarão azul (*Prionace glauca*) e em 54% dos indivíduos de espadarte (*Xiphias gladius*) analisados.

A capacidade de bioacumulação nos níveis tróficos primários abrange também fósforo, nitrogênio e outros nutrientes dissolvidos na água. BENTO *et al.* (2007) analisaram o papel das macrófitas aquáticas emersas na ciclagem de fósforo em lagos rasos, constatando a capacidade dessas plantas de absorver, armazenar e reutilizar grandes quantidades de fósforo em seus rizomas e partes aéreas, devolvendo muito pouco do fósforo assimilado para a coluna d'água. Segundo esses autores, os outros tipos de macrófitas aquáticas são menos eficazes na acumulação de fósforo do que as emersas, como a *Typha domingensis* (taboa), espécie bem adaptada a ambientes antropicamente eutrofizados, nos quais absorve e acumula quantidades maiores de fósforo do que em ambientes naturalmente eutróficos. A *Typha domingensis* e outras espécies de macrófitas aquáticas ocorrem em grande extensão no sistema lagunar do

Guandu, destacando-se a macrófita flutuante *Eichornia crassipes* (aguapé), muito conhecida e pesquisada por sua dispersão geográfica e capacidade de remoção e fixação de nutrientes e metais pesados (VALITUTTO, 2004). (Figura 4.2.4-3).

Figura 4.2.4-3: Tipos de macrófitas aquáticas, aspectos da *Typha domingensis* (taboa) e da *Eichornia crassipes* (aguapé) e vista geral de plantas aquáticas nas margens da Lagoa do Guandu (lagoa maior).



Fontes: Gravuras: www.ufscar.br/~probio/macrophytes_page.html; Foto de campo, lagoa maior, em out/2008.

Em reservatórios artificiais a preocupação com a proliferação das macrófitas levou também ao aumento das pesquisas sobre a acumulação de poluentes pelas plantas. VALITUTTO (2004) cita diversos estudos sobre a eficácia das macrófitas na remoção

de íons do ambiente aquático, alguns reportando absorção de até cem mil vezes a concentração na água de metais como cádmio, chumbo e zinco. Em sua pesquisa nos reservatórios de Santana e Vigário, no rio Piraí (do sistema LIGHT S/A), além da alta capacidade das macrófitas na remoção de metais, VALITUTTO registrou também concentrações muito elevadas de vários metais no material particulado em suspensão (MPS).

Um estudo realizado em duas represas na região urbana de Viçosa-MG (SOARES, 2006) identificou que quatro espécies de macrófitas - *Eleocharis obtusetrigona* (junco), *Salvinia auriculata*, *Eichornia crassipes* (aguapé) e *Pistia stratiotes* (alface d'água) - apresentaram concentrações médias superiores às normais em ambientes não contaminados, para a maioria dos metais analisados.

É crescente o número de pesquisas voltadas para tratamento de efluentes industriais, utilizando a eficácia das macrófitas na remoção de cianeto, cádmio, cromo e outras substâncias tóxicas (ABREU *et al*, 2005; BENTO *et al*, 2007; SZYMANSKI *et al*, 2007; PIETROBELLI *et al*, 2008, POMPEO, 2008, entre outros).

As algas, por sua capacidade de bioacumulação, também têm sido estudadas como indicadoras de contaminação em ambientes aquáticos e na "limpeza" de reservatórios artificiais, em um processo denominado bioremediação, que vem evoluindo como uma tecnologia efetiva para o tratamento e a remoção de contaminantes de natureza inorgânica ou orgânica (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004).

A capacidade diferenciada de adaptação das espécies de algas vem sendo utilizada como indicadora de condições ambientais, tais como a associação da espécie *Thermocyclops decipiens* a ambientes mais eutrofizados e *T. minutus* a ambientes menos eutrofizados (ROCHA, 2003).

O uso das algas na recuperação de efluentes contendo metais apresenta vantagens, como o baixo custo da operação e a elevada eficiência na remoção dos contaminantes de efluentes muito diluídos, mas é necessário conhecer o comportamento do microorganismo particular, as características do sistema aquático e da interação contaminante-alga para avaliar a eficácia do seu uso como ferramenta na recuperação do ecossistema (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004).

A capacidade de bioacumulação das macrófitas e das algas nos ambientes aquáticos da AID, especialmente no sistema lagunar, é um aspecto de grande importância na análise dos indicadores de qualidade desses ambientes. Além da elevada vazão do rio Guandu e, portanto, sua alta capacidade de diluição de esgotos e efluentes industriais, a bioacumulação no sistema lagunar é um fator que contribui para que os índices de poluição nas águas captadas pela CEDAE no rio Guandu sejam menores do que nas águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

A análise comparativa dos dados dos monitoramentos da CEDAE e do INEA, entre outros dados obtidos, indica o provável papel da bioacumulação nos valores mais baixos que diversas variáveis, tais como fósforo, nitrato e alguns metais, apresentam na captação, em relação aos referidos afluentes. Essa análise é apresentada em

seguida, após a apresentação das fontes de poluição e dos critérios de enquadramento dos corpos hídricos.

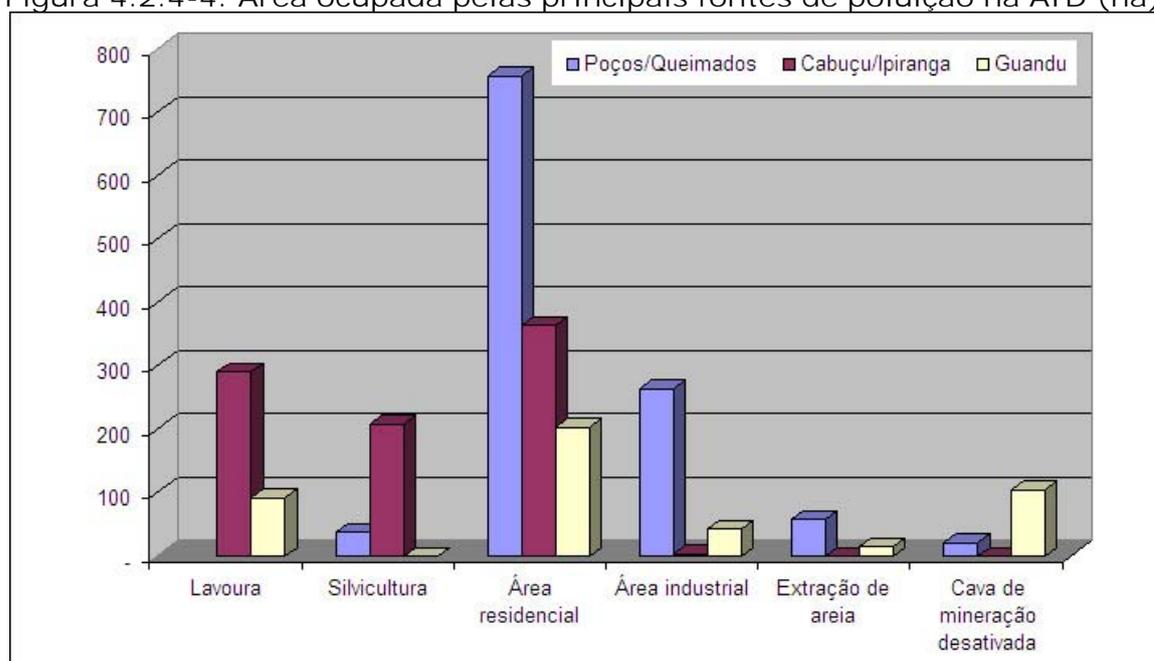
- **Fontes de poluição**

Toda a bacia do rio Guandu apresenta várias condições adversas para a qualidade dos ambientes aquáticos. As principais situações observadas na bacia são: encostas e margens de rios desmatadas; ocupação urbana e industrial sem tratamento adequado dos esgotos e resíduos sólidos; extração de areia causando erosão das margens e produção de sedimentos nos rios; e ainda o uso de insumos agrícolas (adubos e defensivos). Os impactos desses usos para a qualidade dos ecossistemas aquáticos variam em função da localização e do grau de poluição causado por cada tipo de uso e da capacidade de depuração da carga de poluentes, em cada corpo hídrico.

De acordo com os dados apresentados no diagnóstico do Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), na sub-bacia Poços/Queimados as áreas ocupadas com uso urbano, industrial e extração mineral são maiores do que no restante da bacia do rio Guandu. Nesta sub-bacia, destaca-se o Distrito Industrial de Queimados, com cerca de 20 indústrias de diversos tipos, ocupando uma área superior a 200 ha na confluência do rio dos Poços com o rio Queimados, a cerca de 7 km a montante da captação da CEDAE no rio Guandu (CODIN, 2008). Destas, pelo menos 5 indústrias lançam efluentes líquidos fora do padrão (SERBER, 2005).

O mapa de vegetação e uso do solo da AID, apresentado no item 4.2.1, mostra a localização do Distrito Industrial, bem como as demais áreas de uso industrial, de uso urbano e outros usos que são potenciais fontes de poluição para os rios. No gráfico a seguir (Figura 4.2.4-4) podem ser observadas as proporções entre as áreas ocupadas pelos principais usos na AID.

Figura 4.2.4-4: Área ocupada pelas principais fontes de poluição na AID (ha).



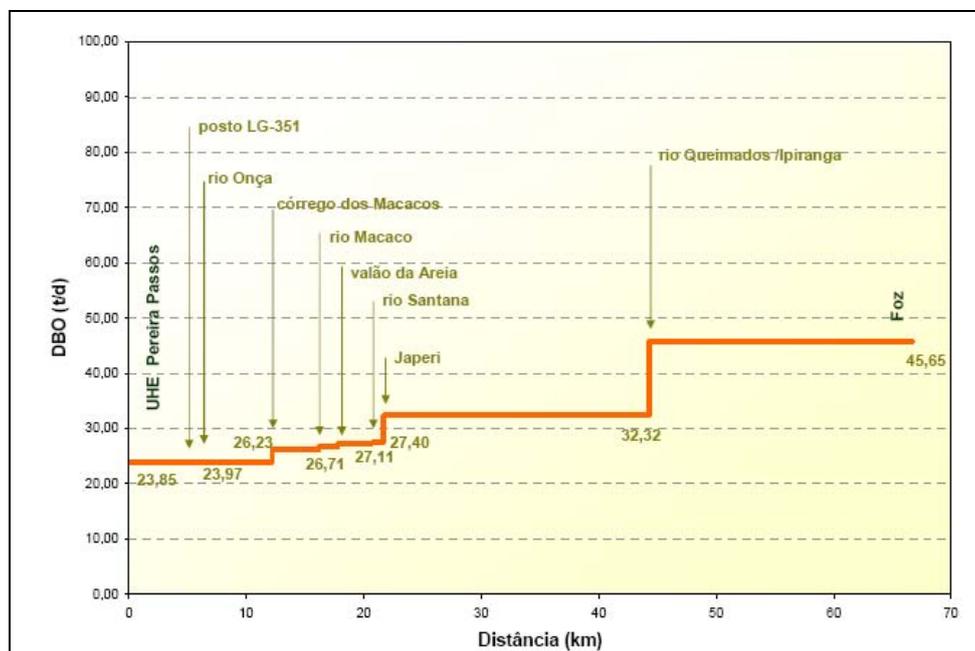
Fonte: Mapa de Vegetação e Uso do Solo da AID (item 4.2.1).

Observa-se que o trecho da bacia Poços/Queimados na AID apresenta expressiva área urbana (de uso predominantemente residencial), ocupando o dobro da área urbana do trecho da sub-bacia Cabuçu/Ipiranga. A maior parte da área urbana no restante da bacia do rio Guandu na AID está a jusante da tomada d'água da CEDAE.

O gráfico mostra ainda que, no trecho da sub-bacia Poços/Queimados na AID, o uso industrial e a extração de areia predominam em relação aos demais trechos, porém não tem lavoura neste trecho, que é mais expressiva no trecho da sub-bacia Cabuçu/Ipiranga, assim como a silvicultura. Já as áreas de cava de mineração desativada são maiores no trecho restante da bacia do rio Guandu. Conforme visto no item 4.2.1, nessas cavas proliferam macrófitas aquáticas e fitoplâncton, que, em eventuais cheias, podem entrar em contato e serem transportadas pelas águas do próprio rio Guandu.

De acordo com os estudos de diagnóstico do Plano da Bacia do Guandu, somadas as cargas orgânicas (em toneladas por dia de DBO) dos efluentes urbanos e industriais, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, juntos, respondem por uma carga de 13,3 t/dia, correspondente a 41% do total de DBO (32,3 t/dia) lançada no rio Guandu a montante da captação da CEDAE, incluindo a carga que vem da transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, como mostra o gráfico apresentado a seguir (Figura 4.2.4-5).

Figura 4.2.4-5: Cargas orgânicas (DBO em t/dia) lançadas ao longo do rio Guandu.



Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006. Obs.: Posto LG-351 - local de monitoramento de qualidade da água do INEA.

Considerando-se as áreas ocupadas pelos usos predominantes nas bacias, as cargas orgânicas dos efluentes domésticos/industriais e as vazões dos rios (Quadro 4.2.4-1),

constata-se que os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga estão muito mais suscetíveis aos potenciais impactos negativos dos usos em suas respectivas bacias do que o rio Guandu, cuja vazão é muito maior.

Quadro 4.2.4-1

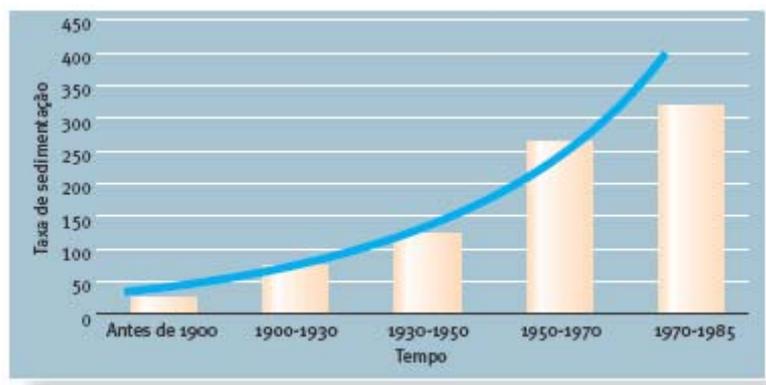
Vazões médias e mínimas dos rios Queimados, Poços/Queimados, Cabuçu/Ipiranga e Guandu.

Rio, ponto de referência	Vazão média (m ³ /s)	Vazão mínima (m ³ /s)
rio Queimados, foz (no rio dos Poços)	0,99	0,06
rio Poços/Queimados, foz na lagoa	3,12	0,193
Cabuçu/Ipiranga, foz na lagoa	0,75	0,04
Guandu, 400m a jusante da ponte na BR-166	177,00	60,20

Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

No entanto, além das fontes de poluentes na própria bacia, o rio Guandu recebe parte dos impactos da poluição que afeta as águas do rio Paraíba do Sul e do rio Pirai, através do sistema de transposição. De acordo com estudos que vêm sendo realizados no âmbito do Programa Institutos do Milênio (MOLISANI *et al.*, 2007), após a implantação do sistema de transposição Paraíba do Sul → Guandu, a taxa de sedimentação na Baía de Sepetiba aumentou 2,3 vezes (Figura 4.2.4-6). Esses estudos mostram também que, além dos sedimentos, a transferência de poluentes é um aspecto relevante nos impactos da transposição, sendo que grande parte tende a ficar retida nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico da Light S/A.

Figura 4.2.4-6: Evolução da sedimentação na baía de Sepetiba (mg/cm² por ano).



Fonte: MOLISANI *et al.*, 2007

Embora haja retenção de sedimentos e poluentes nos reservatórios, ao longo do percurso do sistema de transposição, uma parte desta carga chega ao rio Guandu, distribuindo-se nas águas, nas partículas em suspensão, no sedimento no fundo do rio e na biota aquática, causando danos ao ambiente e riscos à qualidade da água de abastecimento. Além dos regularmente lançados no rio Paraíba do Sul, ocorrem eventos críticos, tais como no caso do acidente em novembro de 2008, quando um vazamento do inseticida Endosulfan no rio Paraíba do Sul, em Resende, causou a

morte de milhares de peixes rio abaixo, ameaçando também as águas e a biota do rio Guandu (FEEMA, 2008).

- **Monitoramentos e indicadores de qualidade analisados**

Entre as fontes de dados utilizadas neste estudo, duas são de monitoramentos regulares de qualidade da água desses ambientes, realizados pela CEDAE e pelo INEA. Do monitoramento da CEDAE, foram analisados os dados brutos das amostragens realizadas entre abr/05 e dez/07 fornecidos pelo órgão. Do INEA, foram utilizados dados de diferentes períodos, anteriores a 2005, apresentados e interpretados no Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). As demais fontes são estudos eventuais (teses e outras pesquisas).

No Quadro 4.2.4-2 estão listadas as principais fontes de dados e informações utilizadas.

Vale lembrar que não foram previstos levantamentos primários para este EIA e, portanto, todo o diagnóstico está atrelado à disponibilidade e consistência dos dados secundários obtidos.

Quadro 4.2.4-2
Fontes de dados e informações sobre a área de estudo.

Fonte	Períodos de amostragem	Material coletado	Variáveis analisadas pelos autores
CEDAE - dados originais de monitoramento	abril/2005 a dez/2007	água bruta em 10 locais de monitoramento	Coliformes fecais, OD, DBO, DQO, fósforo, amônia, nitrato, pH, cor, turbidez, sólidos, cianobactérias
Dados de monitoramento do INEA* analisados por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006	1989 a 2005	água bruta em 6 locais de monitoramento	Coliformes fecais, OD, DBO, P, N, pH, cor, turbidez, amônia, fenóis e diversos metais
FERREIRA, 2007	mar/2006 a fev/2007	água bruta em 3 locais - rio Guandu na captação e rio Queimados a jusante da Dutra e do Distrito Industrial CODIN	Cor, pH, turbidez, fósforo, nitrato, sulfeto, cianeto, Al, Cu, Hg, Na, K, Pb, Mn e surfactantes
MASSENA, 2003	mar, ago, set 2002; abr, mai, jun 2003	material particulado (MPS) no rio Guandu captação e jusante da Dutra; lodo da ETA; e sedimento do fundo das lagoas	Metais (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Zn, Hg), bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas organoclorados (OCs)
SOARES <i>et al.</i> , 2005	out/2002 a dez/2004	água bruta em 4 locais de monitoramento da CEDAE: RGN-16, RGN-17, LGA-13 e LGA-14	Cianobactérias, temperatura, cor, turbidez, OD, pH, condutividade, alcalinidade
SAMPAIO <i>et al.</i> , 2002 apud Sondotécnica/ANA, 2006	nov/2001	água bruta em 4 locais de monitoramento do INEA: GN-200, GN-201, PO-290 e QM-270	Fitoplâncton
BARBOSA, 2007	jun/2002 a ago/2003	água bruta (captação e rio Guandu 5km a montante), água tratada e lodo de decantação	Microcistinas

* OBS: Dados coletados antes da extinção dos órgãos FEEMA, SERLA e IEF, integrados no INEA.

- **Classes de uso das águas e enquadramento dos rios**

Os dados disponíveis foram analisados considerando-se os parâmetros de classificação das águas doces e os critérios de enquadramento de classe para corpos hídricos

estabelecidos na Resolução CONAMA 357 (MMA, 2005). Esta Resolução divide as águas doces em cinco classes, em função dos usos a que se destinam, desde usos voltados prioritariamente à conservação da natureza (classe especial) a usos menos exigentes quanto à qualidade das águas (Quadro 4.2.4-3).

Para cada classe, a Resolução 357/05 estabelece os parâmetros de qualidade que as águas devem apresentar nas diversas variáveis ambientais consideradas - cor, odor, presença de coliformes, oxigênio, fósforo, nitrogênio e outros nutrientes, metais, pesticidas, etc.

Quadro 4.2.4-3

Classes de uso de corpos hídricos de água doce, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

CLASSE	USOS DESTINADOS
Especial	a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00; d) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e) dessedentação de animais.
Classe 4	a) navegação; b) harmonia paisagística.

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente - CONAMA/MMA.

É importante ressaltar que o enquadramento de classe de um determinado rio não deve ser confundido com as condições atuais de qualidade deste rio. Conforme definido na Resolução 357/05, o enquadramento é "o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo." Para que a qualidade das águas de um rio esteja de acordo com os padrões da classe de enquadramento almejada é preciso estabelecer metas para atingir e manter essa condição, tais como metas de tratamento de esgotos e de efluentes industriais, metas de recuperação da mata ciliar, de controle de erosão e poluição difusa, entre outras que visem recuperar ou manter condições que garantam os padrões definidos para a classe. Por isso, o enquadramento em

classes de uso é um dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) e deve ser proposto aos Comitês de Bacia e aos Conselhos de Recursos Hídricos nos Planos de Bacia.

No Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) foi apresentada uma proposta de enquadramento, tendo por base os critérios e padrões da Resolução CONAMA 357/05 e o diagnóstico e prognóstico realizados no próprio Plano. Essa proposta de enquadramento leva em conta o abastecimento humano como uso prioritário das águas da bacia, tendo em vista que a captação da CEDAE para abastecer a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) representa a maior parte da vazão captada e da demanda atual e futura de uso antrópico da água na bacia do Guandu.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que, em corpos hídricos que são utilizados para abastecimento humano, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante da captação devem obrigatoriamente preservar as condições de consumo. Conforme visto no quadro 4.2.4-3, somente na classe 4, de pior qualidade, a Resolução não indica o uso das águas para abastecimento humano.

Na proposta de enquadramento para a bacia do rio Guandu, com exceção de alguns poucos trechos de rios situados em cabeceiras protegidas por florestas, que ainda podem ser enquadrados em classe especial e classe 1, a maior parte dos corpos hídricos da bacia do rio Guandu se enquadraria na classe 2. No entanto, não foi possível manter o limite de classe 2 para todos os trechos dos rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. No Quadro 4.2.4-4 observa-se que, para os trechos dos rios dessas sub-bacias inseridos nos perímetros urbanos, foi proposto enquadramento em classe 3, até a foz dos cursos principais na lagoa.

Quadro 4.2.4-4

Enquadramento de classe proposto no Plano da Bacia do Guandu para os rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e o rio Guandu.

BACIA	CORPO HÍDRICO	TRECHO	CLASSE PROPOSTA
Rio dos Poços	Rio D'ouro	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
	Rio Santo Antônio	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
	Rio D'ouro	Do limite da reserva do Tinguá à foz	Classe 2
	Rio Santo Antônio	Do limite da reserva do Tinguá à foz	Classe 2
	Rio dos Poços	Da confluência dos rios D'Ouro e Santo Antônio até a confluência com o rio Queimados	Classe 3
Rio Queimados	Rio Queimados	Da nascente até a foz	Classe 3
	Rio Sarapo	Da nascente até a foz no rio Queimados	Classe 3
Rio Poços/Queimados		todo o trecho, desde a confluência dos rios dos Poços e Queimados até a foz na lagoa do Guandu	Classe 3
	Rio Cabuçu	Da nascente até o limite da APA Gericinó-Mendanha	Classe 1
Rio Cabuçu/Ipiranga	Rio Cabuçu	A jusante da APA até a confluência com o rio Ipiranga	Classe 3
	Rio Ipiranga	Da nascente até a foz	Classe 3
Rio Guandu	Rio Guandu	Da foz do rio Macaco até a travessia da Rio-Santos	Classe 2
	Rio Guandu	Da travessia da Rio-Santos até a foz	Classe 2 salobra

Fonte: SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

Em bacias com intensa ocupação urbana e/ou industrial, nas quais a poluição dos rios já atingiu níveis muito altos, podem existir corpos hídricos com vazões naturais insuficientes para diluir as cargas orgânicas que recebem, colocando-os “fora de classe” para muitas das variáveis de qualidade e tornando difícil a adequação de suas águas aos melhores parâmetros da Resolução, mesmo com a implantação das melhores técnicas de tratamento de esgotos domésticos e/ou industriais. Esta parece ser a situação dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, segundo os resultados das simulações de qualidade da água desses rios, realizadas para o Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), considerando cenários futuros com a implantação de estações de tratamento de esgotos domésticos em nível terciário.

Nas simulações de qualidade da água dos rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, o modelo matemático utilizado (QUAL2E) simulou apenas as condições relacionadas aos lançamentos de esgotos domésticos. As variáveis analisadas no modelo foram oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais e fósforo. As simulações das condições futuras consideraram as projeções de crescimento populacional e de demandas de água para 2025 e a implantação de ETE com capacidade para atender a 90% da população e eficiência de tratamento de 90% na remoção de DBO e 97% na remoção de fósforo, com efluente pós-tratamento apresentando 200N/100ml de coliformes fecais (valor cinco vezes menor do que o limite mínimo para classe 2).

O resultado das simulações apontou que, nas condições atuais (ano 2005), a maior parte dos cursos d’água das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga está “fora de classe”, em relação às variáveis simuladas. Com o tratamento dos esgotos, as condições melhoram porém não o suficiente para atingir classe 2 em todos os trechos de rios destas sub-bacias. Ressalta-se que, nas simulações com tratamento dos esgotos, a classe 3 somente foi atingida utilizando a vazão média dos rios. O uso da vazão crítica de estiagem (vazão $Q_{7,10}$) nas simulações com tratamento de esgotos resultou em alguns trechos fora de classe, o que não permitiria atingir metas de enquadramento para os mesmos.

Embora o Plano da Bacia da Guandu tenha sido aprovado pelo Comitê Guandu e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Resolução CERHI-RJ nº 20, de 30/05/2007), o enquadramento proposto no Plano ainda não foi regulamentado. A precária base de dados hidrológicos existente é um dos aspectos que dificultam a regulamentação do enquadramento dos corpos hídricos da bacia. A escassez de estações fluviométricas, de séries históricas e de regularidade das medições, bem como a falta de dados de vazões nos pontos de monitoramento de qualidade da água da CEDAE e do INEA, estão entre os aspectos (SOUTO, 2008).

No Plano da Bacia, o próprio texto explicativo dos procedimentos de calibração do modelo utilizado para as simulações (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) ressalta que a escassez de dados foi um fator limitante para a modelagem, sugerindo-se estudos futuros mais apurados, quando novas estações de monitoramento forem implantadas na bacia. Para a calibração do modelo foi utilizada a vazão média do período de julho a setembro de 1998, obtida a partir dos dados de apenas seis medições de descarga efetuadas naquele ano pela então Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMADS) na confluência do rio dos Poços com o rio Queimados.

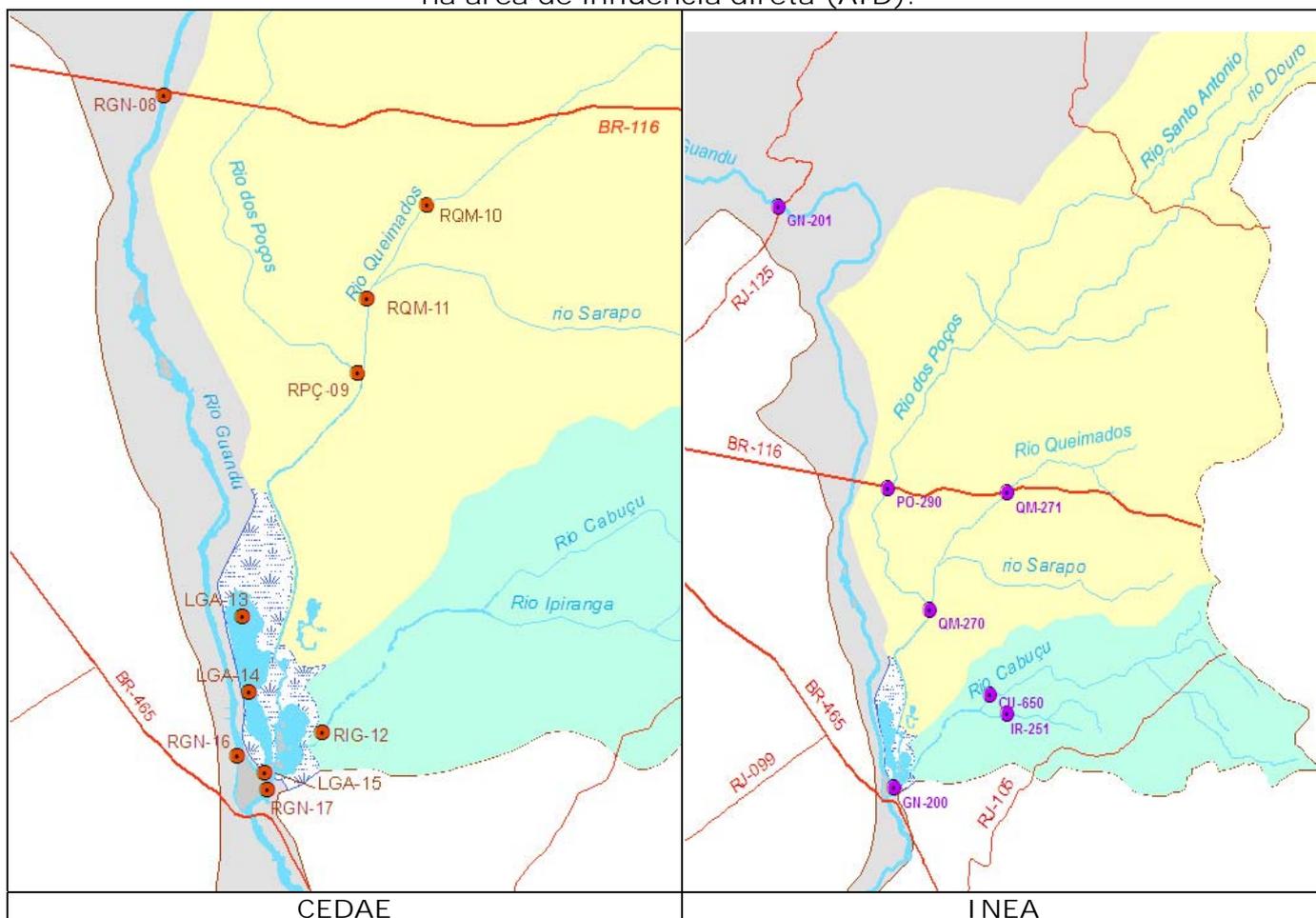
De acordo com o artigo 42 da Resolução CONAMA 357/05, enquanto não for aprovado o enquadramento dos corpos hídricos da bacia, as águas doces serão consideradas classe 2. Tendo em vista este critério da Resolução e considerando que a classe 2 é a classe proposta para o enquadramento do rio Guandu, utilizamos prioritariamente os parâmetros de classe 2 para as análises de violação de classe em todos os rios, o que permite comparar os ambientes aquáticos no mesmo nível de qualidade, a melhor.

- **Análise dos indicadores de qualidade da água**

As variáveis de qualidade da água analisadas neste diagnóstico são aquelas que têm limites definidos na Resolução CONAMA 357/05. Os dados do monitoramento da CEDAE fornecidos para este estudo compreendem os resultados das análises das amostras mensais coletadas no período de abril/2005 a dez/2007. Em relação ao monitoramento do INEA, foram utilizados os valores médios e os índices de violação que constam no diagnóstico apresentado no Plano da Bacia.

Na Figura 4.2.4-7 observa-se a localização das estações de monitoramento da CEDAE e do INEA analisadas neste diagnóstico.

Figura 4.2.4-7: Pontos de monitoramento de qualidade da água da CEDAE e do INEA na área de influência direta (AID).



Fontes: Coordenadas dos pontos fornecidas pela CEDAE e mapa de localização das estações de monitoramento de qualidade da água do INEA disponível em SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

No Quadro 4.2.4-5 consta o número total de amostras da CEDAE no período analisado, em cada local, por variável.

Quadro 4.2.4-5

Número de amostras das variáveis do monitoramento de qualidade da água bruta dos rios Guandu, dos Poços e Queimados e Lagoa do Guandu (CEDAE, 2005-2007) analisadas neste estudo.

VARIÁVEL	Guandu, montante		Poços	Queimados		Cabuçu-Ipiranga	Lagoa Maior			Captação	TOTAL
	RGN-08	RGN-16	RPÇ-09	RQM-10	RQM-11	RIG-12	LGA-13	LGA-14	LGA-15	RGN-17	
Colif. Fecalis	32	31	32	32	32	27	27	27	28	31	299
OD	32	30	31	32	32	25	27	27	28	30	294
Fósforo (P)	30	29	30	30	30	25	25	25	26	29	279
Cor	29	28	29	29	29	26	26	26	27	28	277
Turbidez	29	27	29	29	29	26	26	26	27	27	275
Cloreto	29	27	29	29	29	25	25	25	26	27	271
pH	28	27	28	28	28	25	23	25	26	27	265
Amônia (NH ₃)	27	26	27	27	27	26	26	26	26	26	264
Nitrato (NO ₃)	26	25	26	26	26	23	23	23	24	25	247
Sólidos Totais	22	18	22	22	22	17	17	17	17	18	192
DBO	14	13	14	14	14	12	12	12	12	13	130
Cianobactérias	13	13	13	13	13	13	12	13	12	13	128
TOTAL	311	294	310	311	311	270	269	272	279	294	2.921

Fonte: Análise dos dados originais do monitoramento realizado pela CEDAE, entre abril/2005 e dez/2007.

Os percentuais de violação dos limites para classe 2 e 3 estão apresentados nos Quadros 4.2.4-6 e 4.2.4-7, respectivamente. Nesses três quadros os pontos de amostragem estão ordenados de acordo com a direção das águas, de montante para jusante. As variáveis estão ordenadas de acordo com os valores totais de número de amostras e de percentuais. Ressalta-se que o ponto RGN-16, situado no rio Guandu, não contribui para a captação, porém, sua proximidade com o ponto na captação (RGN-17) sugere que ambos poderiam ter índices semelhantes de qualidade da água, se não houvesse contato do rio Guandu com as águas dos demais contribuintes ao sistema lagunar.

Nesse conjunto de 2.921 amostras da CEDAE analisadas, 30% apresentaram violação aos limites de qualidade para classe 2, somando-se o número de amostras fora do padrão, de todas as variáveis em todos os locais de amostragem ao longo do período. Este percentual cai somente para 25% nas violações aos limites para classe 3 desse mesmo conjunto de amostras e variáveis.

Observa-se, no Quadro 4.2.4-6, que os índices de violação de classe 2 para fósforo são os mais altos, em todos os pontos, inclusive nos pontos do rio Guandu que não sofrem influência dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga (RGN-08 e RGN-16). Grande parte do fósforo presente nesses ambientes aquáticos resulta dos esgotos domésticos lançados nos rios, o que se confirma pelos índices de violação, igualmente altos, de coliformes fecais. Porém, uma parte do fósforo pode ter origem nos efluentes industriais e agrícolas, lançados em todos os rios. O Quadro 4.2.4-7 mostra que as violações para fósforo continuam altas também para os limites em classe 3, em todos os pontos.

Como era de se esperar, os pontos de amostragem nos rios Poços, Queimados e Cabuçu/Ipiranga apresentam os maiores índices de violação aos limites para classe 2 e classe 3, na maioria das variáveis, principalmente coliformes fecais, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Quadro 4.2.4-6

Percentuais de violação de classe 2 das variáveis do monitoramento de qualidade da água bruta (CEDAE, 2005-2007) analisadas neste estudo.

VARIÁVEL	Guandu, montante		Poços	Queimados		Cabuçu-Ipiranga	Lagoa Maior			Guandu Captação	TOTAL
	RGN-08	RGN-16	RPÇ-09	RQM-10	RQM-11	RIG-12	LGA-13	LGA-14	LGA-15	RGN-17	
Fósforo (P)	83%	79%	100%	97%	100%	96%	96%	96%	96%	83%	92%
Colif. Fecais	44%	48%	53%	97%	97%	96%	59%	70%	79%	61%	70%
DBO	14%	23%	36%	93%	93%	75%	75%	50%	25%	69%	55%
OD	13%	-	97%	97%	97%	96%	26%	37%	29%	-	49%
Cor	14%	18%	41%	55%	45%	8%	38%	31%	11%	18%	28%
Amônia (NH ₃)	-	-	37%	59%	59%	42%	42%	38%	12%	-	29%
Sólidos Totais	5%	22%	18%	9%	14%	-	-	6%	6%	22%	10%
Nitrato (NO ₃)	4%	-	-	19%	12%	4%	-	-	-	-	4%
Cianobactérias	-	-	-	-	-	-	8%	15%	-	-	2%
pH	-	-	-	4%	-	4%	4%	-	-	-	1%
Turbidez	3%	-	-	3%	-	-	-	-	-	4%	1%
Cloreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	17%	17%	35%	47%	45%	36%	29%	29%	23%	21%	30%

Fonte: Análise dos dados originais do monitoramento realizado pela CEDAE, entre abril/2005 e dez/2007. OBS: o ponto RGN-16 não contribui para a captação e, para uma análise comparativa, considere-se que seus índices de violação seriam semelhantes aos do ponto RGN-17 se não houvesse contato do rio Guandu com as águas dos demais contribuintes ao sistema lagunar.

Quadro 4.2.4-7

Percentuais de violação de classe 3 das variáveis do monitoramento de qualidade da água bruta (CEDAE, 2005-2007) analisadas neste estudo.

VARIÁVEL	Guandu, montante		Poços	Queimados		Cabuçu-Ipiranga	Lagoa Maior			Guandu Captação	TOTAL
	RGN-08	RGN-16	RPÇ-09	RQM-10	RQM-11	RIG-12	LGA-13	LGA-14	LGA-15	RGN-17	
Fósforo (P)	83%	76%	100%	97%	100%	96%	96%	96%	92%	79%	91%
Colif. Fecais	22%	19%	25%	97%	97%	85%	41%	52%	43%	29%	51%
OD	6%	-	94%	97%	97%	88%	11%	19%	4%	-	42%
DBO	-	-	14%	93%	79%	50%	33%	50%	8%	38%	37%
Cor *	14%	18%	41%	55%	45%	8%	38%	31%	11%	18%	28%
Amônia (NH ₃)	-	-	-	37%	33%	4%	8%	15%	-	-	10%
Sólidos Totais *	5%	22%	18%	9%	14%	-	-	6%	6%	22%	10%
Nitrato (NO ₃) *	4%	-	-	19%	12%	4%	-	-	-	-	4%
Cianobactérias	-	-	-	-	-	-	8%	-	-	-	2%
pH *	-	-	-	4%	-	4%	4%	-	-	-	1%
Turbidez *	3%	-	-	3%	-	-	-	-	-	4%	1%
Cloreto *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
TOTAL	13%	13%	27%	45%	42%	30%	21%	23%	15%	16%	25%

Fonte: Análise dos dados originais do monitoramento realizado pela CEDAE, entre abril/2005 e dez/2007. OBS: o ponto RGN-16 não contribui para a captação e, para uma análise comparativa, considere-se que seus índices de violação seriam semelhantes aos do ponto RGN-17, se não houvesse contato do rio Guandu com as águas dos demais contribuintes ao sistema lagunar. * Estas variáveis têm os mesmos limites para classe 2 e 3.

Nota-se que, apesar da poluição que esses rios recebem e da intensidade de uso das terras da bacia, são baixos os índices de violação de classe para pH, cloreto, nitrato, turbidez e sólidos totais, sendo que os maiores índices para sólidos estão no rio Guandu. Os índices de violação para cianobactérias são também baixos, apesar das altas concentrações de fósforo na lagoa, que causa a proliferação de algas, uma das maiores preocupações da CEDAE no contexto das ameaças à qualidade da água na ETA Guandu.

Nos quadros 4.2.4-6 e 4.2.4-7 constata-se que o rio Guandu ainda é capaz de diluir grande parte da poluição que chega ao local de encontro de suas águas com as águas dos afluentes Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. No entanto, os valores mais altos dos índices de violação para DBO e coliformes fecais no ponto da captação (RGN-17), em relação aos índices destas variáveis nos demais pontos do rio Guandu (RGN-08 e RGN-16), denotam a provável influência da poluição orgânica daqueles afluentes.

A seguir, são apresentados e comentados os principais indicadores de qualidade das águas, a partir dos valores médios e índices de violação obtidos, comparados aos limites definidos na Resolução CONAMA 357/05, tanto para classe 2 como classe 3 de enquadramento dos corpos de água doce, com prioridade para classe 2.

◆ Fósforo e Coliformes Fecais

No gráfico da Figura 4.2.4-8, a seguir, observa-se que os valores médios das concentrações de fósforo na água, em todos os pontos do monitoramento da CEDAE analisados, estão, pelo menos, três vezes acima dos limites máximos definidos na Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 e 3. No rio Queimados estes valores chegam a ser 75 e 56 vezes maiores (pontos RQM-10 e RQM-11), muito discrepantes até em relação aos valores médios encontrados no rio dos Poços (RPÇ-09) e no rio Cabuçu/Ipiranga (RG-12).

O gráfico da figura 4.2.4-8 mostra ainda o decaimento das concentrações de fósforo ao longo dos três pontos da lagoa e no ponto da captação, todos com valores mais baixos do que nos rios que deságuam na lagoa. Este decaimento é indicativo do consumo de fósforo pela grande comunidade de macrófitas aquáticas e de fitoplâncton existente no sistema lagunar e no curso final dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Em consequência, verifica-se que o fósforo chega ao ponto na captação (RGN-17) com valor médio semelhante ao ponto do rio Guandu a montante (RGN-08).

Tal como nos valores de fósforo, os coliformes fecais atingiram, no rio Queimados, concentrações muito mais elevadas que nos demais rios, com médias 30 a 47 vezes maiores do que no ponto imediatamente mais crítico, o RIG-12, situado no rio Cabuçu/Ipiranga.

Para representar esta grande diferença, o gráfico com os valores de coliformes fecais foi interrompido na altura de 40.000 NMP/100ml, reiniciando em 1.000.000 NMP/100ml, permitindo a visualização comparativa dos valores médios dos pontos RQM-10 e RQM-11 (Figura 4.2.4-9).

Figura 4.2.4-8: FÓSFORO - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limites para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.

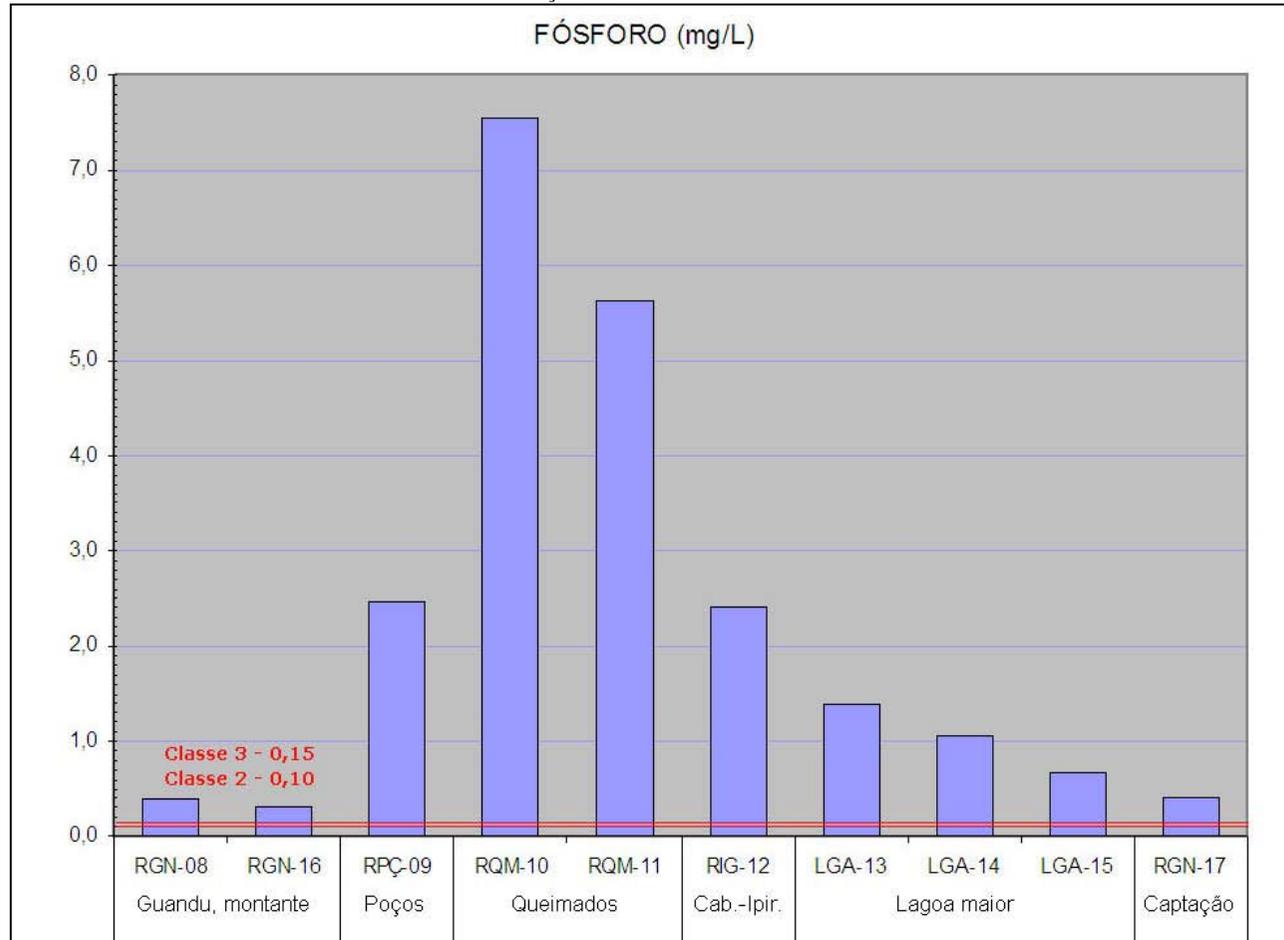
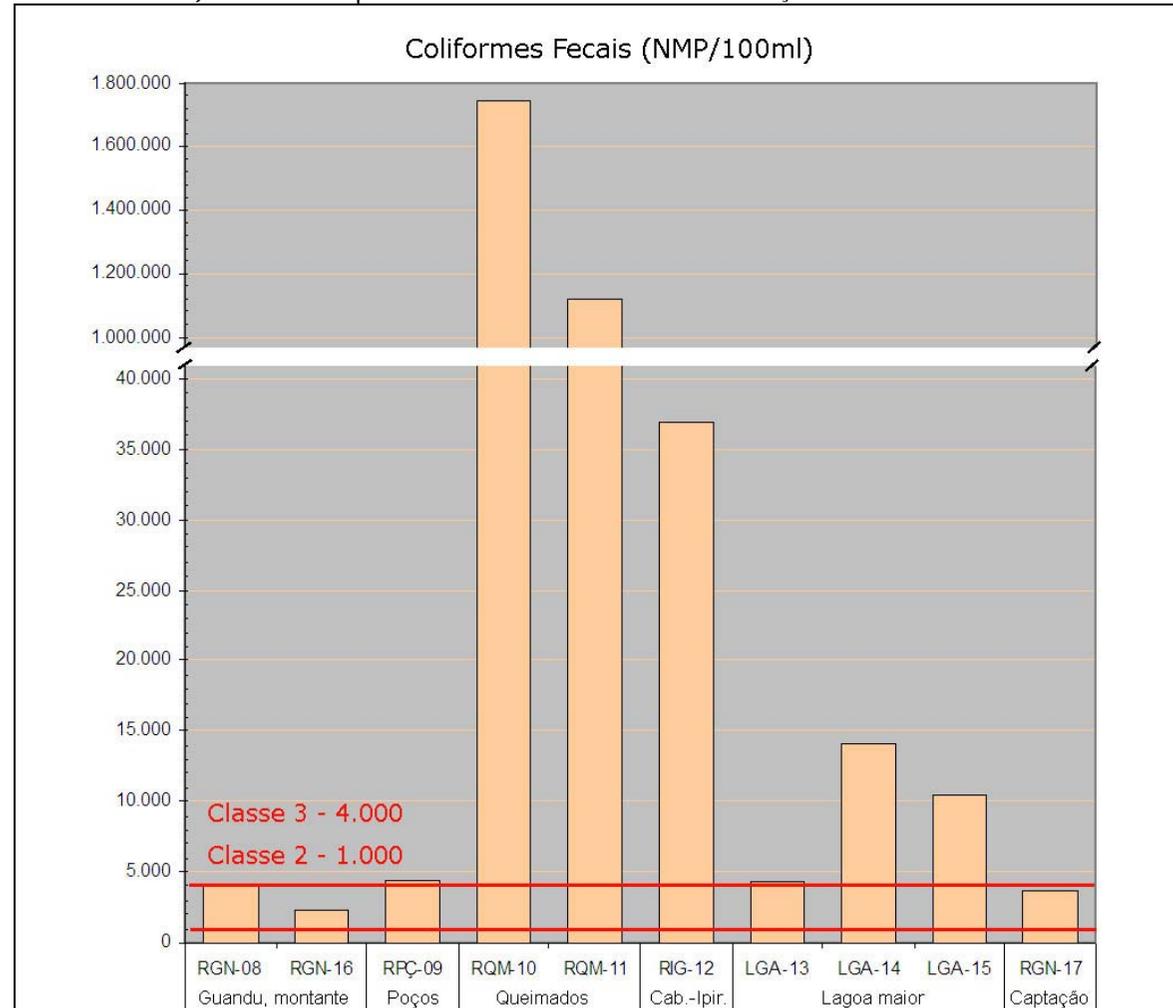


Figura 4.2.4-9: COLIFORMES FECAIS - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limites para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.



No caso do fósforo no rio Guandu, é muito provável que haja também contribuição das águas do rio Paraíba do Sul. De acordo com dados da década de 1980, do monitoramento realizado pelo INEA (Quadro 4.2.4-8), o fósforo apresentou valor médio acima do limite para classe 2 no ponto de amostragem LG-351, situado logo a jusante da transposição, no Ribeirão das Lajes, ao passar sob a ponte na rodovia Dutra e antes de denominar-se rio Guandu, embora não existissem fontes significativas de fósforo na própria bacia do rio Guandu a montante deste ponto.

Quadro 4.2.4-8
Concentrações de fósforo e coliformes fecais, período 1986 a 1989.

Estações	Local de amostragem	Fósforo Total (mg/l)	Coli Fecais (NMP/100 ml)
LG-351	Ribeirão das Lajes, cruzamento com rodovia Dutra	0,11	800
GN-201	Rio Guandu, jusante da foz do rio Santana	0,17	3.000
PO-290	Rio dos Poços, cruzamento com rodovia Dutra	0,30	13.000
QM-271	Rio Queimados, cruzamento com rodovia Dutra	1,20	160.000
CU-650	Rio Cabuçu, montante da confluência c/Ipiranga	1,10	90.000
IR-251	Rio Ipiranga, montante da confluência c/Cabuçu	0,60	23.000
GN-200	Rio Guandu (captação para a ETA)	0,17	5.000

Fonte: Monitoramento do INEA (FEEMA, na época), extraído de SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

A jusante do ponto LG-351, foram mais altos os valores médios de fósforo encontrados pelo INEA naquela década no rio Guandu, refletindo a contribuição dos efluentes de núcleos urbanos e outros usos na bacia. Porém, observa-se que o valor médio registrado foi o mesmo - 0,17 mg/L - nos pontos GN-201 e GN-200, indicando que, aparentemente, o local da captação (GN-200) não sofreu aumento significativo de fósforo, a despeito dos valores muito elevados que fósforo e coliformes fecais já apresentavam nas sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

Portanto, tal como se observa nos dados mais recentes, do monitoramento da CEDAE, é possível supor que, além da capacidade diluidora do volume das águas do rio Guandu, o consumo de nutrientes pelas macrófitas aquáticas tenha sido determinante no decaimento dos níveis de fósforo entre os pontos do INEA nas sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e na captação para a ETA.

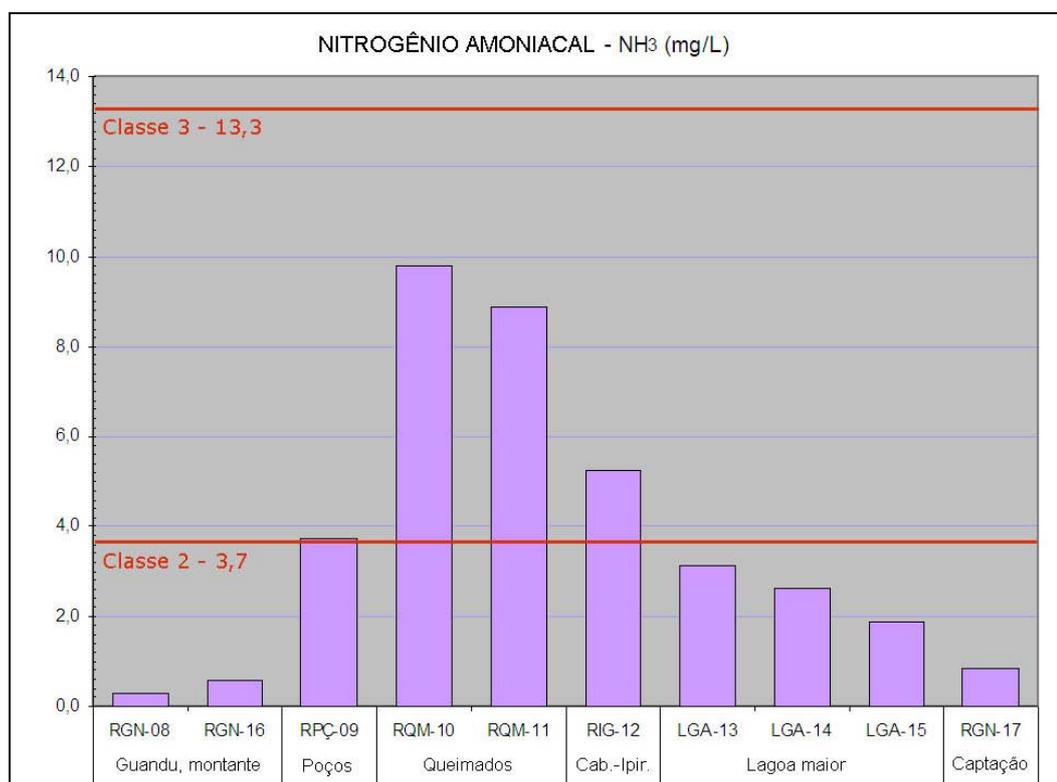
No quadro 4.2.4-8 observa-se também uma certa proporcionalidade entre os valores de fósforo e de coliformes e suas variações entre os pontos, destacando-se, já naquela época, os valores mais elevados no rio Queimados. Observa-se ainda que, apesar de já estarem acima dos limites para classe 2, as concentrações de fósforo e coliformes eram muito menores do que as atuais, evidenciando o crescente impacto da expansão urbana/industrial na bacia e a falta de investimentos em saneamento básico, que deveriam ser proporcionais a esta expansão.

◆ Nitrogênio amoniacal e Nitrato

Tal como ocorre com o fósforo, o aporte de nitrogênio em grande quantidade na água é um dos indutores do processo de eutrofização (enriquecimento em nutrientes) em corpos hídricos lânticos, como o sistema lagunar do Guandu.

No monitoramento da CEDAE (2005-2007) o nitrogênio amoniacal, ou amônia (NH_3), cuja concentração maior está relacionada à proximidade do local de coleta da amostra no corpo hídrico com a(s) fonte(s) de lançamento de esgotos domésticos e/ou industriais, foi registrado com valores acima do limite para classe 2 somente nos rios Queimados e Cabuçu/Ipiranga. No rio dos Poços o valor médio de amônia atingiu exatamente este limite (3,7 mg/L) e nos demais pontos os valores ficaram abaixo (Figura 4.2.4-10).

Figura 4.2.4-10: NITROGÊNIO AMONIACAL - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limites para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.

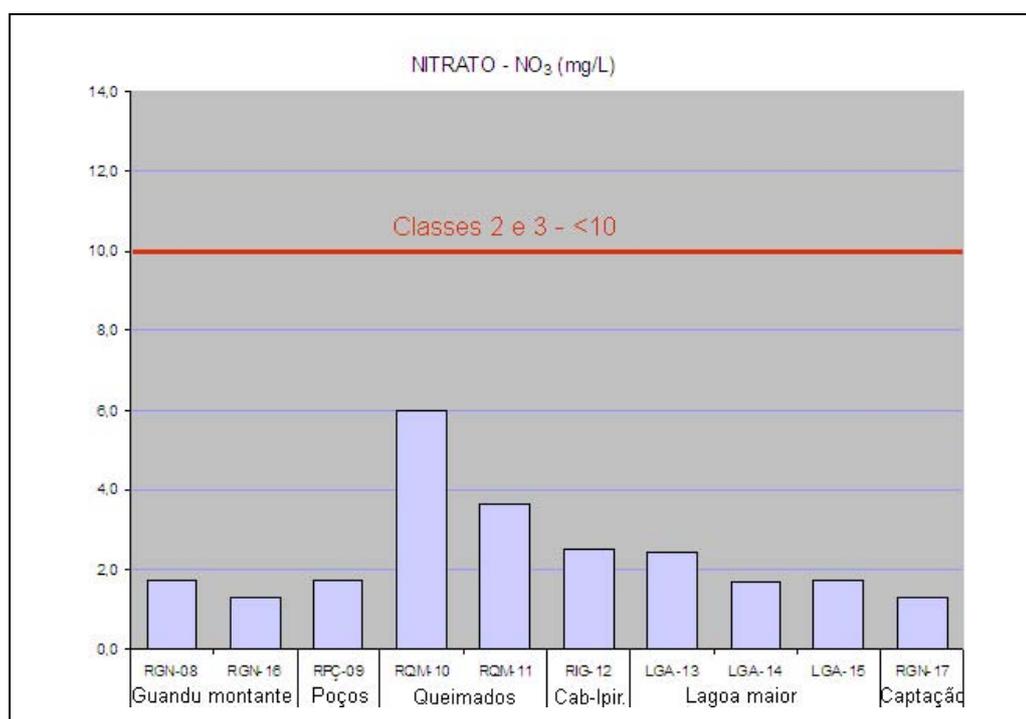


O gráfico mostra que em nenhum dos pontos os valores médios de amônia atingiram o limite para classe 3 (13,3 mg/L). No entanto, várias amostras apresentaram valores até 2 vezes acima deste limite no rio Queimados, principalmente no período de estiagem do ano 2006, quando registrou-se, em junho, o valor máximo de 28,4 mg/L neste rio. Aliás, as maiores violações de amônia para classe 2 e 3 ocorreram todas nos períodos de estiagem (entre junho e outubro) dos três anos (2005-07).

A amônia (NH_3) é tóxica para os peixes e poucas espécies toleram concentrações superiores a 5 mg/L (CETESB, 2009), sendo portanto um dos indicadores de ausência ou baixa diversidade de espécies da ictiofauna no ambiente aquático em questão, tendo em vista que todos os rios, exceto o rio Guandu, apresentaram valores acima de 5,0 mg/L de NH_3 , principalmente o rio Queimados, com valores superiores a este em metade das amostras coletadas pela CEDAE no período 2005-07.

Porém, observa-se que o nitrato (NO_3), resultante da nitrificação (decomposição da amônia), apresenta valores médios muito inferiores ao limite para classe 2 e 3, em todos os pontos (Figura 4.2.4-11), sendo que só houve violação em oito amostras, do total de amostras coletadas nos pontos do rio Queimados (RQM-10 e RQM-11) e em uma amostra no rio Cabuçu/Ipiranga. No rio Guandu, a CEDAE também registrou somente um valor de nitrato acima do limite para classe 2, sendo que este registro foi no ponto a montante da captação (RGN-8), que não recebe as águas poluídas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

Figura 4.2.4-11: NITRATO - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limite para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.



As amostras coletadas na lagoa não apresentaram violação ao limite de nitrato para classe 2 e 3. O valor mais alto de nitrato na lagoa (9,4 mg/L) foi registrado somente uma vez (19/04/2007), no ponto LGA-13, que é o ponto mais distante da captação, porém mais próximo da comunicação da lagoa com o rio Poços/Queimados nos primeiros trechos onde rompeu o dique, sendo que, no mesmo dia desta amostragem, os demais pontos da lagoa (LGA-14 e LGA-15) apresentaram valores de nitrato muito inferiores a este - 1,7 e 1,3 mg/L respectivamente - e na captação (RGN-17) o valor neste dia foi ainda menor (0,6 mg/L).

Tal como para o fósforo, a densa vegetação higrófila que ocupa a planície inundável diretamente conectada aos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, bem como o fitoplâncton que cresce no curso final desses rios e no sistema lagunar, estão provavelmente assimilando o nitrato presente na água e evitando, indiretamente, que este chegue ao ponto de captação da CEDAE em níveis mais elevados.

O consumo de água contaminada com nitrato pode causar enfermidades como cianose infantil (ou metaemoglobinemia) e, por isso, a Portaria nº 518/2004, do Ministério da Saúde, estabelece o limite de 10 mg/L de nitrato na água tratada, o mesmo limite dado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 e classe 3.

♦ Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O monitoramento da CEDAE registrou baixíssimos níveis de oxigênio nos rios Poços, Queimados e Cabuçu/Ipiranga, destacando-se que, na grande maioria das amostras coletadas no rio Queimados (pontos RQM-10 e RQM-11) registrou-se zero (0,0) de OD (Figura 4.2.4-12). Em quase 100% das amostras desses três rios houve violações ao limite de OD para classe 2 e classe 3 e, de modo coerente, os valores de DBO estão muito acima dos limites máximos para ambas as classes (Figura 4.2.4-13).

Na lagoa maior, os valores médios de OD foram muito mais altos do que nos seus contribuintes a montante (rios dos Poços, Queimados e Cabuçu/Ipiranga), ficando acima dos limites mínimos para classe 2 e 3. As violações para OD ao longo do período (2005-07) ocorreram em 1/3 das amostras na lagoa, considerando os três pontos de monitoramento da CEDAE neste ambiente (LGA-13, LGA-14 e LGA-14). O oxigênio dissolvido registrado pela CEDAE na lagoa chegou a atingir mais de 10 mg/L no período avaliado.

Figura 4.2.4-12: OXIGÊNIO DISSOLVIDO - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limites para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.

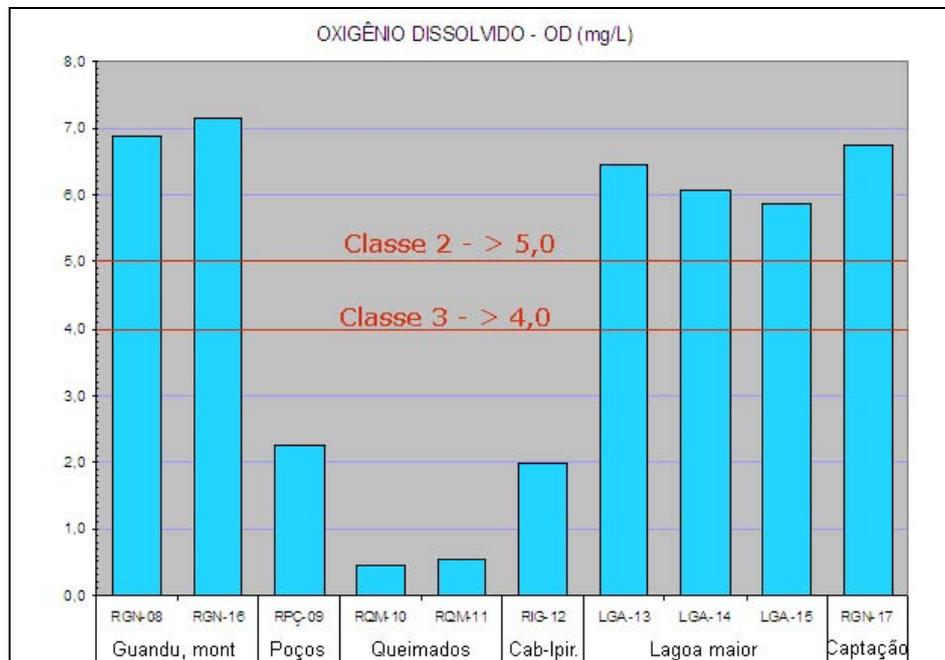
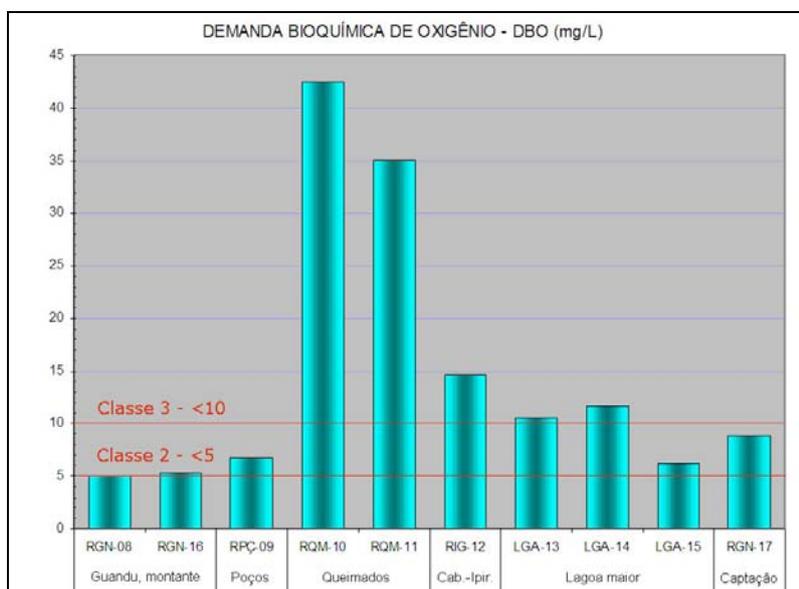


Figura 4.2.4-13: DBO - Valores médios (mg/L) do monitoramento CEDAE (2005 a 2007) e limites para classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/05.

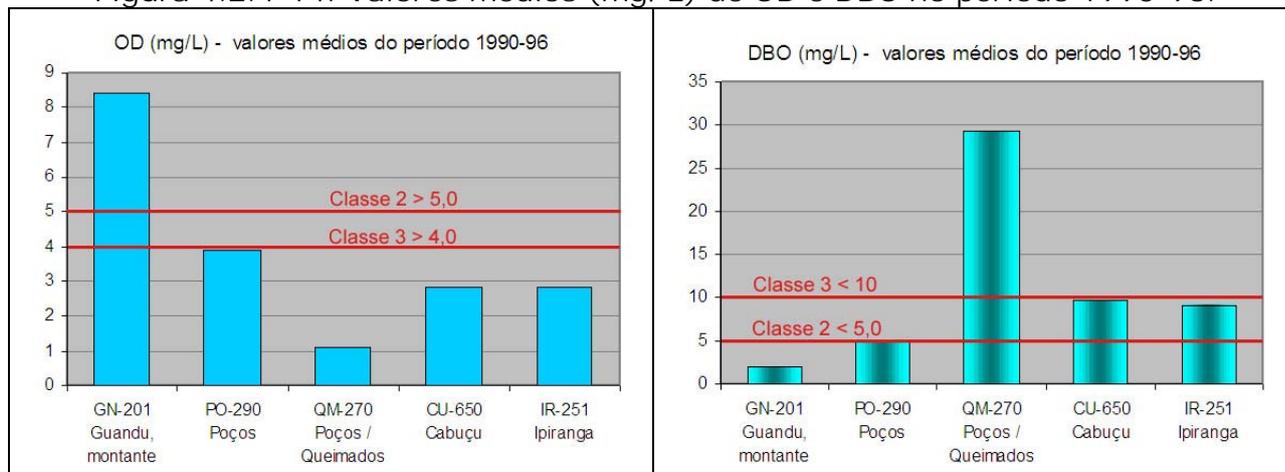


Valores de OD acima de 10 mg/L ocorrem em ambientes eutrofizados devido à atividade fotossintética das algas, mesmo em temperaturas superiores a 20°C (CETESB, 2009). Na lagoa, a temperatura média supera 25°C, assim como nos demais pontos do monitoramento da CEDAE. A atividade fotossintética das algas é uma das fontes de oxigênio para a água. Por outro lado, o crescimento exagerado de algas e macrófitas acaba por reduzir o oxigênio na água, consumido na decomposição dessa matéria orgânica, e além disso, o processo de nitrificação (decomposição do nitrogênio amoniacal em nitrato) também consome o oxigênio da água. Como mostra o gráfico correspondente (Figura 4.2.4-13), os valores médios de DBO na lagoa, todos acima dos limites para classe 2, mostram que as demandas de oxigênio para decomposição da matéria orgânica superam a disponibilidade de OD.

É importante considerar também a oxigenação promovida pelos fluxos de água do rio Guandu para o sistema lagunar. Embora estes fluxos nunca tenham sido mensurados, a mistura de cores já observada nas imagens da Figura 4.2.4-1 indica que as águas do remanso do rio Guandu, a montante da barragem principal, podem fluir para além da metade da lagoa maior. Porém, neste fluxo, conforme já comentado, o rio Guandu também pode estar contribuindo para o aporte de fósforo à lagoa, agravando o processo de eutrofização e floração de algas.

A disponibilidade e o consumo de oxigênio estão em níveis cada vez mais críticos. Dados do monitoramento do INEA do período 1990-96 mostram valores médios de OD e DBO menos críticos do que os atuais, embora já apresentando violações aos limites para classe 2 e 3 (Figura 4.2.4-14).

Figura 4.2.4-14: Valores médios (mg/L) de OD e DBO no período 1990-96.



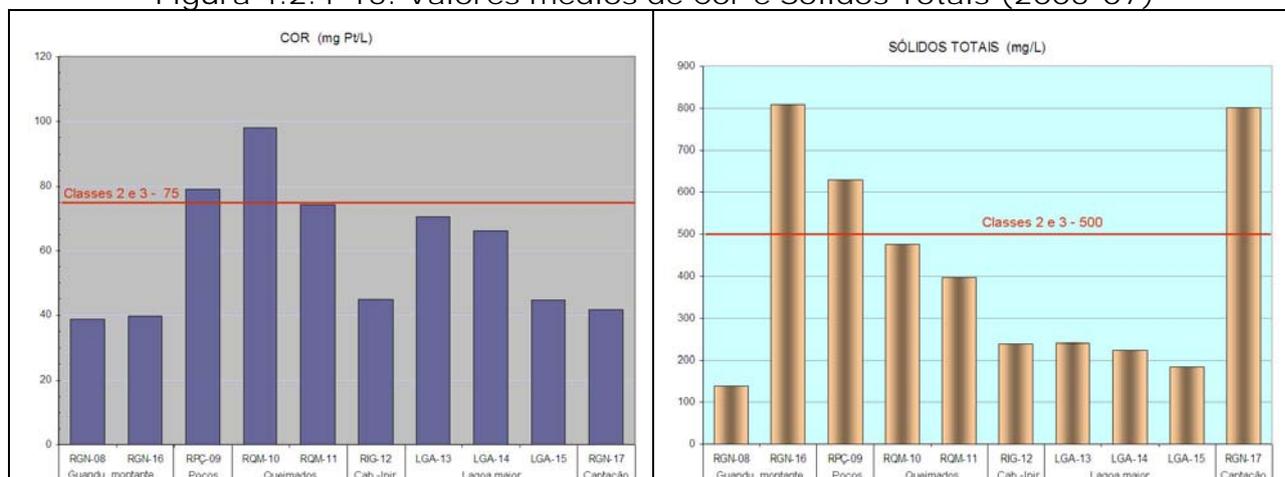
Fonte: Dados do INEA analisados por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006. Obs: 1- Para o período 1990-96 não constam, na fonte consultada, os dados do ponto de amostragem do INEA na captação (GN-200).

◆ Cor e Sólidos Totais

Além de fósforo, coliformes, amônia, OD e DBO, no monitoramento da CEDAE para o período 2005-07, cor e sólidos totais também apresentaram violações, porém menos significativas. Na lagoa, os valores médios de cor da água foram mais elevados do que nos pontos do rio Guandu e do rio Cabuçu/Ipiranga, embora ainda abaixo do limite máximo definido na Resolução CONAMA 357/05 para ambas as classes 2 e 3, limite este superado somente pelos pontos dos rios Poços e Queimados (Figura 4.2.4-15).

No gráfico correspondente, observa-se também que os valores médios para sólidos totais apresentaram um comportamento diferente do padrão geral das outras variáveis, por ter as maiores violações no rio Guandu e não no rio Queimados, cujos valores inclusive estão abaixo do limite para as classes 2 e 3. Este resultado pode estar revelando um expressivo aporte de sólidos provenientes do rio Paraíba do Sul e/ou da própria bacia do rio Guandu a montante da captação.

Figura 4.2.4-15: Valores médios de Cor e Sólidos Totais (2005-07)



Fonte: Análise dos dados do monitoramento CEDAE, período de abr/2005 a dez/2007.

Porém, vale destacar que os valores médios de sólidos totais no rio Guandu estão induzidos por duas amostras com valores excepcionais, em relação ao restante das amostras neste rio: uma no ponto RGN-16, com 10.079 mg/L, maior inclusive que a outra, na captação (RGN-17), com 8.849 mg/L, ambas no mesmo dia de coleta (em 24/jan/2007, período chuvoso). Se forem desconsiderados esses dois valores, as médias dos respectivos pontos no período analisado ficariam abaixo do limite, caindo para valores inferiores a 400 mg/L de sólidos totais.

O mais provável é que este comportamento dos sólidos no rio Guandu esteja relacionado à extração de areia em cava, a montante da captação, assim como próximo ao rio dos Poços, que apresentou um valor médio superior ao limite e em cuja bacia há ocorrências de extração de areia, uma delas bem próxima ao ponto de amostragem (RPCÇ-09). Além da mineração de areia, há saibreiras próximas aos rios e também ocorre erosão na própria margem do rio Guandu, que está desprotegida de vegetação ciliar em sua maior parte, conforme visto no item 4.2.1.

Fotos aéreas panorâmicas do período chuvoso (março/2009), registram o efeito do transporte de sólidos na cor do rio Guandu (Figura 4.2.4-16). A cor também barrenta do rio Poços/Queimados desaguando na lagoa menor (foto à direita) pode ser decorrente da erosão de solos expostos em áreas de uso agrícola, além da citada extração mineral e outras possíveis contribuições de áreas degradadas em toda a sua bacia, nos municípios de Queimados e Nova Iguaçu. Como já comentado, a cor esverdeada da lagoa maior é indicadora da proliferação de algas, favorecida pelo acentuado aporte de fósforo e nitrogênio.

Figura 4.2.4-16: Vista aérea recente do encontro das águas (março/2009).



◆ Cianobactérias

Concluindo a análise das variáveis que apresentaram violações aos limites para classe 2 e 3 nos dados do monitoramento da CEDAE para o período de abr/2005 a dez/2007, destaca-se a situação relativa à presença de cianobactérias - grupo pertencente à comunidade fitoplanctônica que possui espécies potencialmente tóxicas. Apesar dos baixos percentuais de violação apresentados pelas cianobactérias no monitoramento, o crescimento dessas espécies no sistema lagunar tem sido uma das maiores preocupações da CEDAE com relação às ameaças para a qualidade da água na ETA Guandu, tendo em vista o acentuado processo de floração de algas na lagoa.

A primeira amostragem de fitoplâncton para avaliar esse risco potencial foi realizada em novembro de 2001 (Sampaio *et al.*, 2002, citado em SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), com coletas nos seguintes locais de monitoramento do INEA: rio Guandu, na captação da CEDAE (ponto GN-200) e a montante, no ponto GN-201, situado em Japeri, após a confluência com o rio Santana; no cruzamento do rio dos Poços com a rodovia Dutra, ponto PO-290; e após a confluência do rio dos Poços com o rio Queimados, ponto QM-270. Não foi realizada nenhuma coleta na Lagoa do Guandu.

O resultado dessa amostragem mostrou que a maior parte da densidade fitoplanctônica era de cianobactérias (mais de 70%), com exceção do rio dos Poços, onde houve um domínio acentuado de criptofíceas. Nota-se que, embora a maior densidade de fitoplâncton tenha sido identificada no rio Queimados, os gêneros potencialmente tóxicos - *Microcystis*, *Anabaena* e *Cylindrospermopsis* - foram identificados somente no rio Guandu (Quadro 4.2.4-9).

Quadro 4.2.4-9

Densidades de Cianobactérias nos rios Guandu, Poços e Queimados, registradas em nov/2001 (número de células/mililitro).

Cyanobactérias	Rio Guandu					Rio Queimados	Rio dos Poços
	GN-200 dia 12	GN-201 dia 12	GN-200 dia 13	GN-200 dia 16	GN-200 dia 21	QM-270 dia 21	PO-290 dia 21
<i>Merismopedia</i> sp.	80	80	107				
<i>Microcystis</i> cf. <i>botrys</i>				523	2.216		
<i>Microcystis</i> sp1.		636	221		173		
<i>Anabaena</i> sp ₁	945	1.106	1.193	134			
<i>Anabaena</i> sp ₂		121					
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	456	402	188	60	56		
<i>Oscillatoria</i> sp.						2.233	
<i>Pseudoanabaena</i> sp.					45	23.227	295
Filamentosa não identificada					22	15.411	
Total de cianobactérias	1.481	2.345	1.709	717	2.512	40.871	295
Fitoplâncton Total	1.837	2.406	1.930	1.032	2.780	41.094	752

Fonte: Sampaio *et al.* (2002), citado por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

Nos anos seguintes (entre jun/2002 e ago/2003), no contexto de um projeto maior de pesquisa multidisciplinar, foi realizado um estudo visando avaliar a presença de microcistinas (cianotoxinas mais comuns) no Reservatório de Funil, situado no rio

Paraíba do Sul, na divisa RJ/SP, e na água bruta e tratada da ETA Guandu (BARBOSA, 2007). Também neste estudo, nenhuma coleta foi feita na Lagoa do Guandu.

Nesse estudo (BARBOSA, 2007), as amostras de água bruta foram coletadas na captação para a ETA, no laboratório da ETA e no rio Guandu a cerca de 5 km a montante da captação. As amostras de água tratada foram coletadas nos decantadores e nas adutoras. Amostras do lodo da ETA também foram coletadas. As coletas foram mensais e as análises realizadas no Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias, no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Apesar de ter registrado uma grande quantidade de microcistinas no reservatório de Funil, BARBOSA não verificou impacto a jusante. Não foram registradas microcistinas nas águas brutas do rio Guandu, nem nas águas tratadas na ETA e adutoras, somente em 3 amostras do lodo formado após o tratamento de floculação na ETA.

O primeiro estudo para avaliação de cianobactérias na Lagoa do Guandu foi realizado por SOARES *et al.* (2005). Os pesquisadores analisaram amostras de fitoplâncton em água bruta coletadas na lagoa e no rio Guandu. As coletas foram realizadas entre 2002 e 2004, com periodicidade mensal, semanal e até diária em alguns períodos, em quatro locais próximos a pontos de monitoramento da CEDAE, a saber: rio Guandu, na captação e a montante, próximo à ilha; e na lagoa, próximo aos pontos LGA-13 e LGA-14.

Como esperado, os pontos de amostragem de SOARES *et al.* (2005) na Lagoa do Guandu, que é um ambiente natural e antropicamente eutrófico, propício à proliferação de algas, apresentaram densidades de cianobactérias muito maiores do que os pontos de amostragem no rio Guandu. A densidade na lagoa variou de 662 até 14 milhões de células por mililitro (cel/mL). Na captação o valor máximo foi de 27.273 cel/mL e a montante foi de 6.360 cel/mL. Apesar de dois eventos de floração terem ocorrido no período amostral, não houve registro de espécies potencialmente tóxicas, entre as cianobactérias dominantes. As análises de microcistinas na água bruta e tratada apresentaram valores inferiores aos parâmetros da Portaria 1469, anterior à Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e que manteve o mesmo limite para microcistinas (1,0 µg/L).

Outra conclusão importante do estudo de SOARES *et al.* (2005) foi a de que as entradas significativas de cianobactérias na captação não têm uma relação direta com a intensidade de floração de algas na lagoa e sim com as condições de chuva e de vazão do Guandu: períodos de chuvas mais intensas e períodos de baixa vazão do rio Guandu foram os fatores que levaram a uma maior entrada de água da lagoa na captação e, portanto, maior entrada de cianobactérias presentes naquela água. A vazão do rio Guandu pode variar diariamente, em função das demandas do setor elétrico na operação das barragens a montante, porém, tende a ser mais baixa em períodos de estiagem mais pronunciados. SOARES *et al.* (2005) comentam que “a drástica seca no inverno-primavera de 2003 foi o evento que mais contribuiu para a entrada de cianobactérias na ETA Guandu, devido ao fluxo extremamente reduzido do rio Guandu”.

O resultado mais relevante do estudo de SOARES *et al.* (2005) - a verificação de que não havia espécies potencialmente tóxicas - permitiu à CEDAE diminuir a frequência de amostragens. Após o estudo, a CEDAE manteve ainda regularidade mensal no monitoramento de cianobactérias apenas em 2005, quando houve somente uma amostra acima do limite para classe 2. Em 2006 e 2007 a amostragem ficou restrita ao período mais seco, registrando-se, no mês de junho de 2006, a mais alta densidade de cianobactérias na lagoa (Quadro 4.2.4-10).

Quadro 4.2.4-10

Densidades de Cianobactérias nos pontos de monitoramento da CEDAE, registradas em 2005, 2006 e 2007 (número de células/mililitro).

Dia da coleta	RGN-08	RGN-16	RPÇ-09	RQM-10	RQM-11	RIG-12	LGA-13	LGA-14	LGA-15	RGN-17
abr 05	0	0	0	0	3	10.142		1.500	10.195	154
mai 05	0	46	0	938	8.252	2.383	1.613	9.293	2.356	0
jun 05	0	0	0	0	0	0	7.776	2.649	449	58
jul 05	0	246	0	0	0	616	27.696	22.848		0
ago 05	0	0	0	2.162	3.853	5.946	38.079	65.549	14.445	0
set 05	616	0	123	924	693	6.310	3.111	62	154	0
out 05	616	0	123	924	693	6.310	62	154	0	3.111
nov 05	0	0	0	0	847	16.694	288	2.583	0	5.885
dez 05	0	0	0	154	924	16.386	14.752	19.299	0	5.532
média de 2005	137	32	27	567	1.696	7.199	11.672	13.771	3.450	1.638
abr 06	0	462	308	10.626	1.694	2.094	3.542	12.967	539	770
jun 06	0	0	154	34.650	11.550	1.540	421.730	65.280	19.866	308
mar 07	0	462	308	10.626	1.694	2.094	3.542	12.967	539	770
dez 07	0	0	0	154	924	16.386	14.752	19.299	0	5.532
média do total	95	94	78	4.704	2.394	6.685	44.745	18.035	4.045	1.702

Fonte: Dados do período de abr/2005 a dez/2007 do monitoramento CEDAE. Os dados destacados estão acima do limite de 50.000 cel/mL para classe 2, da Resolução CONAMA 357/05. Somente no ponto LGA-13 houve violação ao limite para classe 3, que é de 100.000 cel/mL.

Embora os resultados do monitoramento sejam relativamente tranquilizadores, com apenas 3 amostras fora do padrão, há condições potenciais para que ocorra uma proliferação de maior risco, pela existência constante de fatores favoráveis ao crescimento de algas nos ambientes próximos à captação, não somente no sistema lagunar, mas também em cavas de extração areia abandonadas nas margens do rio Guandu e rio dos Poços.

A falta de um conhecimento mais preciso sobre as condições limnológicas, hidrodinâmicas, ecológicas e fitossociológicas relacionadas à comunidade de fitoplâncton nos ambientes aquáticos em questão também aumenta a insegurança quanto aos potenciais riscos de proliferação de espécies tóxicas.

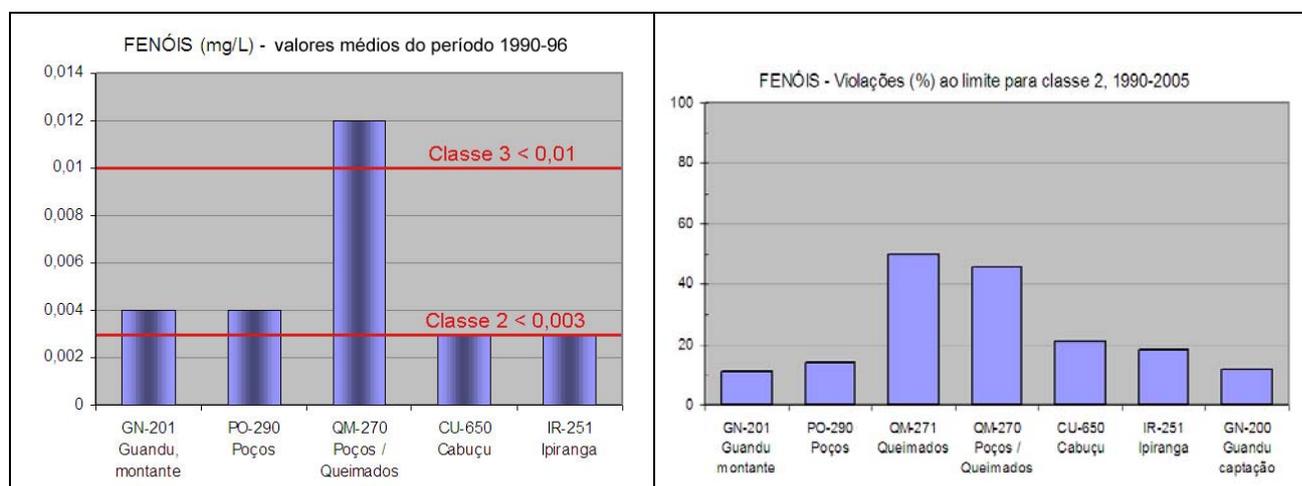
◆ Fenóis e Cianeto

Os fenóis são tóxicos ao ser humano e aos organismos aquáticos. Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais. Nas águas tratadas, os fenóis reagem com o cloro livre formando os

clorofenóis, que produzem sabor e odor na água. (CETESB, 2009). O cianeto também é extremamente nocivo às espécies aquáticas e não é comum ocorrer em águas naturais. Quando presente em água, o cianeto é proveniente de efluentes industriais e/ou de agrotóxicos. Também é tóxico para o ser humano: estima-se que uma dose de 50 a 60 mg de cianeto pode ser fatal (FERREIRA, 2007).

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece, para águas doces, os limites máximos de fenóis em 0,003 mg/L para classe 2 e em 0,01 mg/L para classe 3. Na década de 1990, o INEA (FEEMA, na época) já registrava valores médios superiores aos limites da Resolução, destacando-se o rio Queimados com valor médio ultrapassando o limite para classe 3 (Figura 4.2.4-17). No período de 1990 a 2005 houve violações de fenóis para classe 2 acima de 10% em todos os pontos de amostragem de interesse para este diagnóstico. Observa-se que o percentual de violação na captação (GN-200) é semelhante ao do ponto a montante (GN-201).

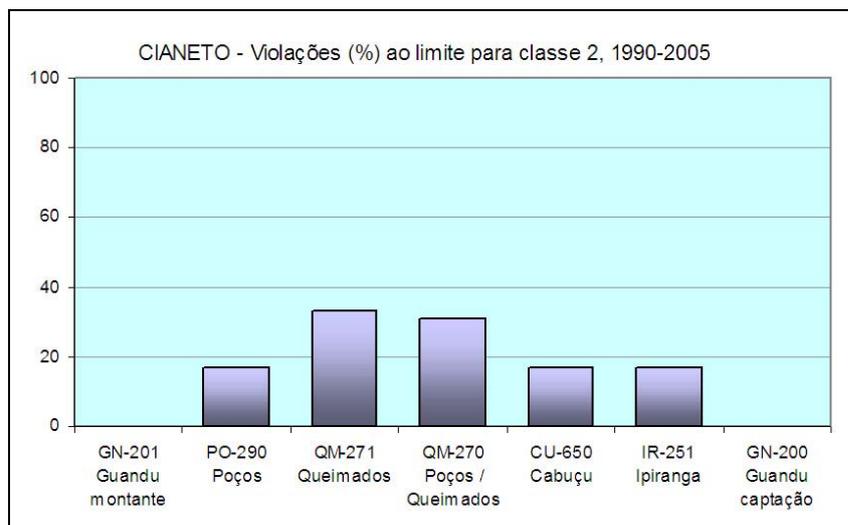
Figura 4.2.4-17: FENÓIS - Valores médios (1990-96) e Violações (1990-2005)



Fonte: Dados do INEA analisados por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006. Obs: para o período 1990-96 não constam dados do ponto na captação (GN-200);

Para cianeto, os limites máximos dados pela Resolução CONAMA 357/05 são de 0,005 mg/L para classe 2 e 0,022 mg/L para classe 3. No monitoramento do INEA para o período 1990-2005 foram registradas violações ao limite de cianeto para classe 2 em todas as estações de amostragem, exceto nas do rio Guandu (Figura 4.2.4-18). Nos registros do monitoramento do INEA para o período 1990-96, apresentados em SONDOTÉCNICA/ANA (2006), não constam dados para cianeto.

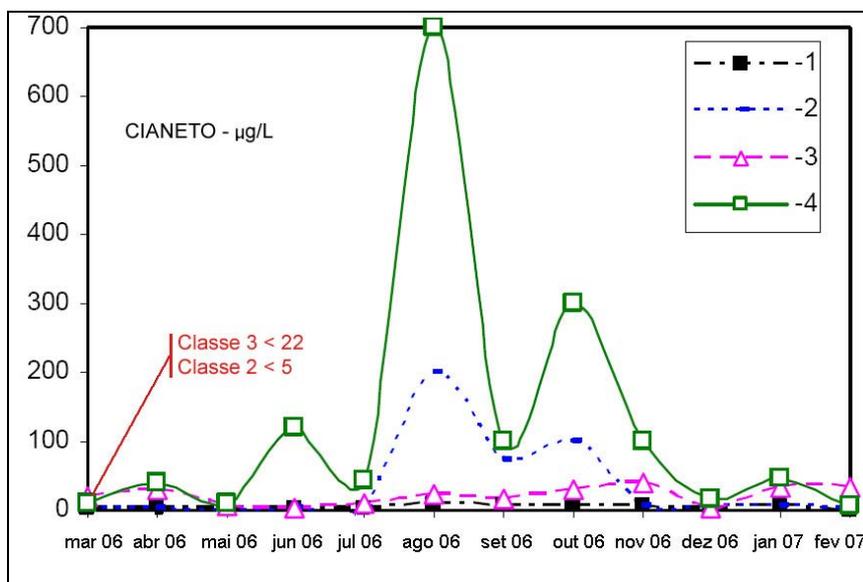
Figura 4.2.4-18: CIANETO - Violações (%) 1990-2005.



Fonte: Dados do INEA analisados por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

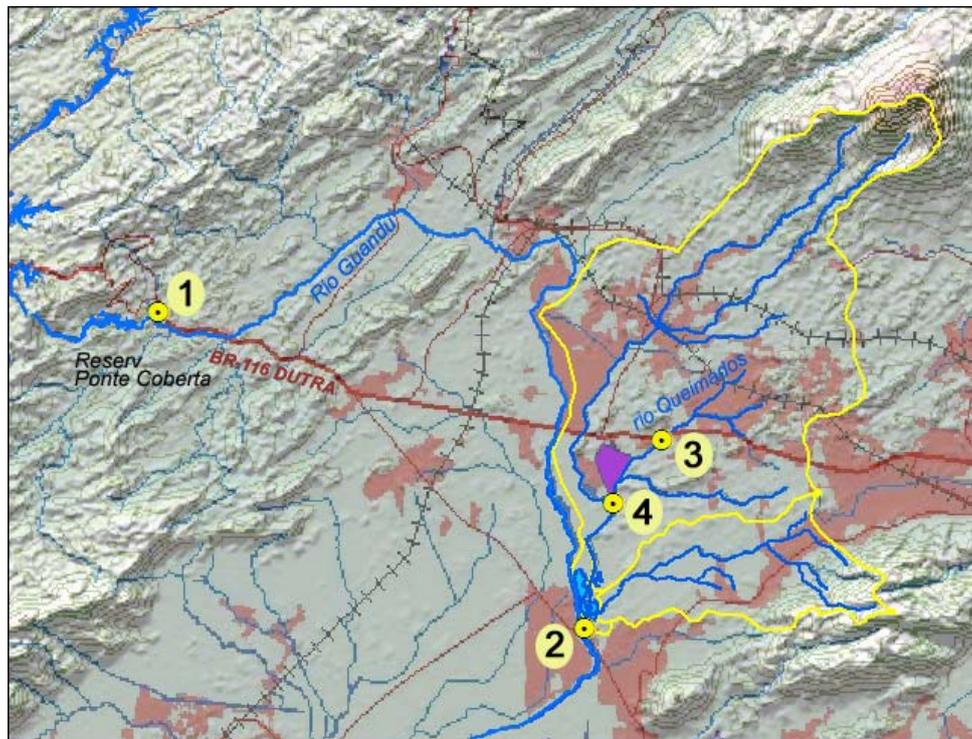
FERREIRA (2007) analisou amostras de água do rio Guandu e dos rios Queimados e Poços/Queimados, coletadas mensalmente ao longo de um ano, de mar/2006 a fev/2007, registrando valores de cianeto muito superiores aos limites para classe 2, com picos de concentração acima de 0,1 mg/L (ou 100 µg/L) e atingindo 0,7 mg/L (ou 700 µg/L) no rio Queimados (Figuras 4.2.4-19 e 4.2.4-20).

Figura 4.2.4-19: Concentrações de CIANETO, em microgramas por litro (µg/L), em amostras coletadas no rio Guandu e no rio Queimados, entre mar/06 e fev/07.



Fonte: FERREIRA (2007). Legenda: 1 - Rio Guandu (ribeirão das Lajes), próximo de Ponte Coberta; 2 - Rio Guandu na captação da CEDAE; 3 - Rio Queimados, na Dutra; 4 - Rio Poços/Queimados a jusante do Distrito Industrial.

Figura 4.2.4-20: Localização dos pontos de amostragem de FERREIRA (2007).



Na amostragem de FERREIRA (2007), o ponto no rio Queimados a jusante do Distrito Industrial (4) apresentou as mais altas concentrações de cianeto. O ponto no rio Queimados a montante (3), situado sob a ponte na rodovia Dutra, após atravessar o perímetro urbano de Queimados, apresentou valores bem mais baixos do que no ponto a jusante (4), confirmando a origem industrial do cianeto.

Na captação (2), com exceção dos picos entre agosto e outubro de 2006, o rio Guandu apresentou os valores mais baixos da amostragem, assim como no ponto de controle (1). Observa-se que, na maior parte do período amostrado por FERREIRA (2007), as concentrações de cianeto na captação foram mais semelhantes às do ponto de controle (1), no rio Guandu a montante. Portanto, apesar das altas concentrações de cianeto nas amostras do rio Queimados (ponto 4), as concentrações apresentadas nas amostras do ponto na captação (2), no mesmo período, foram significativamente menores.

Ressalta-se que, no período 1990-2005 do monitoramento do INEA, cianeto e fenóis também apresentaram índices de violação semelhantes nos pontos do rio Guandu a montante (GN-201) e na captação (GN-200), sendo 0% para cianeto. Mais uma vez, os dados indicam o provável papel das macrófitas aquáticas na remoção de poluentes, tendo em vista que os índices mais elevados nos rios que deságuam no sistema lagunar não resultaram em valores igualmente elevados ou maiores violações na captação. ABREU *et al.* (2005) registraram uma taxa de remoção de 97% do cianeto na água pela *Eichhornia crassipes* (aguapé).

◆ Metais na água

O desenvolvimento industrial, com má gestão dos seus efluentes líquidos e demais resíduos, tem causado elevadas concentrações de metais nos ambientes aquáticos em várias regiões do planeta. Muitos desses metais não ocorrem naturalmente nestes ambientes ou ocorrem em concentrações muito inferiores às que se observam em condições naturais, tais como Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Ouro (Au), Cobre (Cu), Níquel (Ni) e Cromo (Cr), que são considerados os elementos-traço mais tóxicos para a maioria dos organismos, incluindo o ser humano (ESTEVES, 1988).

Limites de concentração de metais em amostras de água de rios e lagos, aceitáveis para enquadramento de classe conforme Resolução CONAMA 357/05, são referenciais básicos para identificar o grau de comprometimento à qualidade do ambiente aquático e o risco de contaminação das águas de abastecimento.

No Quadro 4.2.4-11 estão listados os limites de concentração de metais em água doce, estabelecidos na Resolução 357/05 para enquadramento nas classes 2 e 3, para os metais mais importantes identificados nos ambientes aquáticos deste diagnóstico.

Para esta caracterização utilizamos os índices de violação de classe 2 para metais referentes à série de dados do monitoramento do INEA no período 1990-2005, conforme constam na fonte de dados utilizada (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006)⁶. Dados dos metais analisados no estudo de FERREIRA (2007) também foram utilizados.

Quadro 4.2.4-11
Limites de concentração de metais em água doce.

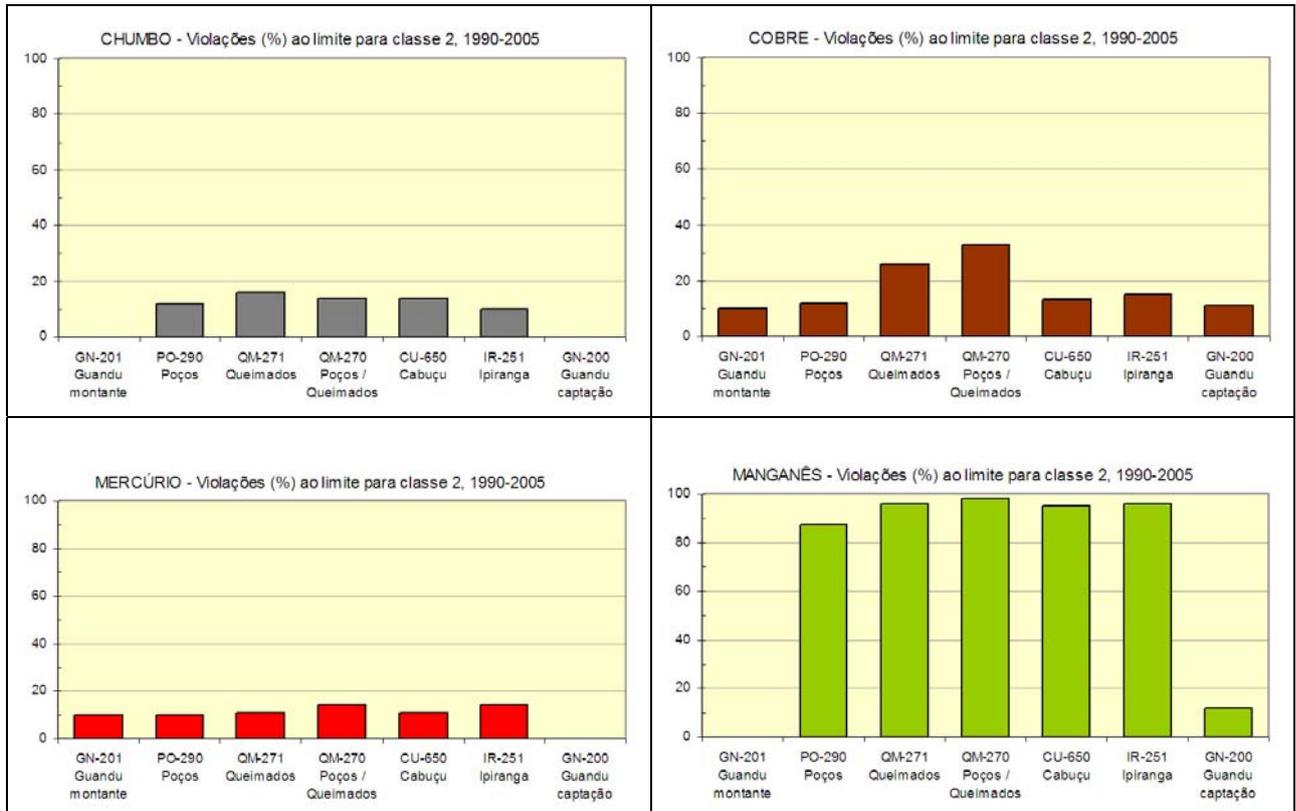
METAIS	Classe 2		Classe 3	
	mg/L	µg/L	mg/L	µg/L
Alumínio dissolvido	0,1	100	0,2	200
Cádmio total	0,001	1	0,01	10
Chumbo total	0,01	10	0,033	33
Cobre dissolvido	0,009	9	0,013	13
Cromo total	0,05	50	0,05	50
Manganês total	0,1	100	0,5	500
Mercúrio total	0,0002	0,2	0,002	2
Níquel total	0,025	25	0,025	25

Fonte: MMA/CONAMA, Resolução 357/05. Na Resolução, os valores estão em miligramas por litro (mg/L) e em algumas publicações estão em microgramas por litro (µ/L).

O monitoramento realizado pelo INEA no período 1990-2005 registrou violações aos limites para classe 2 em três elementos do conjunto de metais mais tóxicos: chumbo, cobre e mercúrio. No entanto, os maiores percentuais foram registrados para o manganês, com violações em quase todas as amostras nos rios Poços, Queimados, Poços/Queimados, Cabuçu e Ipiranga (Figura 4.2.4-21).

⁶ Na fonte consultada não constam os índices de violação para classe 3 desses dados.

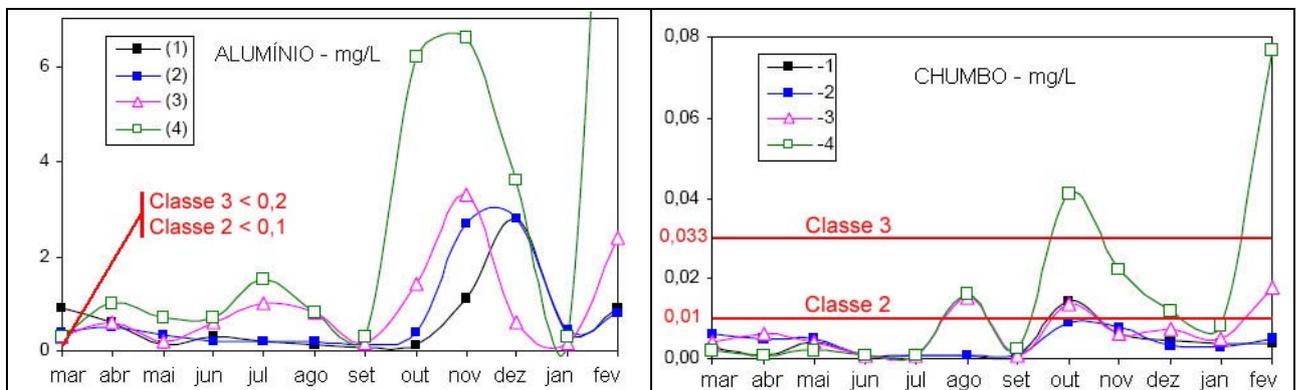
Figura 4.2.4-21: Violações para Chumbo, Cobre, Mercúrio e Manganês (1990-2005).



Fonte: Dados do INEA analisados por SONDOTÉCNICA/ANA, 2006.

No estudo realizado por FERREIRA (2007), as concentrações de alumínio, chumbo, cobre e manganês nas amostras de água do rio Poços/Queimados a jusante do Distrito Industrial (ponto 4) foram sempre mais altas do que nos demais pontos, sendo que todos apresentaram valores acima dos limites definidos na Resolução CONAMA 357/05 (Figura 4.2.4-22).

Figura 4.2.4-22: Alumínio e Chumbo (mg/L), em amostras coletadas no rio Guandu e nos rios Queimados e Poços/Queimados, entre março/2006 e fevereiro/2007.



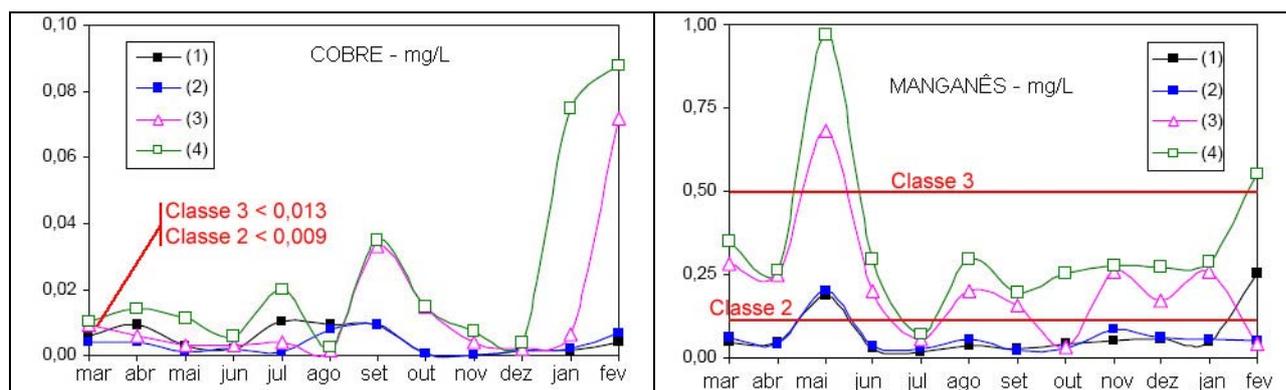
Fonte: FERREIRA (2007). Legenda: 1 - Rio Guandu (ribeirão das Lajes), próximo de Ponte Coberta; 2 - Rio Guandu na captação da CEDAE; 3 - Rio Queimados, na Dutra; 4 - Rio Poços/Queimados a jusante do Distrito Industrial.

Nos gráficos de FERREIRA (2007) correspondentes a alumínio e chumbo observa-se que entre setembro/2006 e janeiro/2007 houve aumento das concentrações em todos os locais de amostragem, inclusive no ponto de controle (1), supostamente menos contaminado. Além dos lançamentos industriais, alumínio e chumbo estão presentes no solo e na atmosfera, havendo assim uma relação direta destes aumentos com o período chuvoso. Na publicação, FERREIRA (2007) informa que a concentração de alumínio no ponto 4 (rio Queimados) no último mês (fev/07) foi de 19 mg/L, quase 200 vezes maior que o limite para classe 2 e 100 vezes maior que o limite para classe 3. Observa-se que a concentração de chumbo na amostra daquele mês também foi muito alta, superando o limite para classe 3.

As amostras coletadas e analisadas por FERREIRA (2007) também apresentaram, no período chuvoso, aumento das já elevadas concentrações de cobre. Os valores em torno de 0,09 e 0,07 mg/L de cobre nas amostras de fevereiro/2007 nos rios Queimados e Poços/Queimados são cerca de dez vezes maiores do que o limite da concentração deste elemento para classe 2 e 3 (Figura 4.2.4-23). No caso do manganês, houve um aumento excepcional em maio/2006, em todos os pontos, sendo mais acentuados os valores no rio Queimados, ultrapassando o limite para classe 3 em ambos os pontos (3 e 4).

A CETESB (2009) cita os seguintes aspectos sobre o manganês: é muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias, em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros; desenvolve coloração negra na água; em águas superficiais naturais, raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L, limite máximo para classe 2; em mananciais de abastecimento, quando as concentrações são menores que 0,05 mg/L, não ocorrerem manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água.

Figura 4.2.4-23: Cobre e Manganês (mg/L), em amostras coletadas no rio Guandu e nos rios Queimados e Poços/Queimados, entre mar/06 e fev/07.

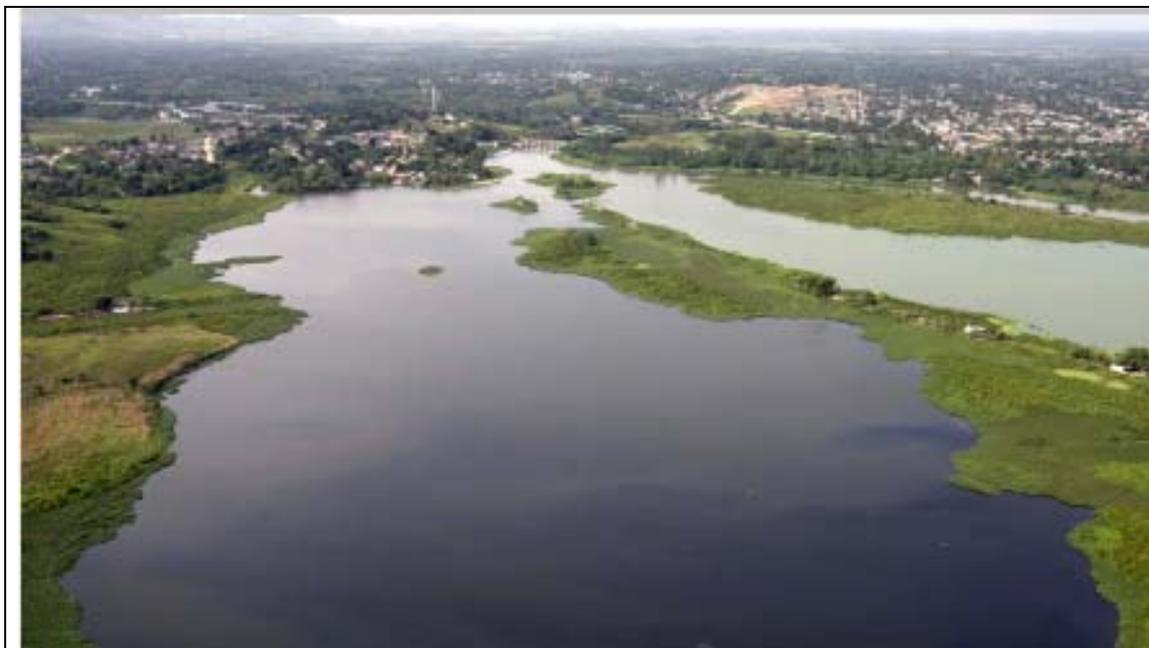


Fonte: FERREIRA (2007). Legenda: 1 - Rio Guandu (ribeirão das Lajes), próximo de Ponte Coberta; 2 - Rio Guandu na captação da CEDAE; 3 - Rio Queimados, na Dutra; 4 - Rio Poços/Queimados a jusante do Distrito Industrial.

Na foto aérea panorâmica, de período final de estiagem (outubro/2008), a cor negra das águas da lagoa menor pode estar influenciada pelas altas concentrações de manganês no rio Poços/Queimados, além de outros fatores associados à presença dos

esgotos domésticos neste rio e à liberação de ácidos húmicos resultantes do processo de decomposição da matéria orgânica na água (Figura 4.2.4-24).

Figura 4.2.4-24: Vista aérea das águas negras da lagoa menor.



Fonte: Agência O Globo, foto de Custódio Coimbra, em 27-10-2008

✓ Síntese dos indicadores qualidade das águas

Uma síntese dos dados mais consistentes, em termos de período de monitoramento dos indicadores de qualidade das águas, é apresentada nas figuras a seguir (Figuras 4.2.4-25 e 4.24-26), em gráficos dos índices de violação para classe 2 das variáveis analisadas pela CEDAE e pelo INEA. Esta forma de organização permite visualizar e comparar o conjunto de dados em um mesmo critério. Para facilitar a análise, ao fundo pode-se observar a localização dos pontos de monitoramento.

Na comparação dos índices de violação para os dados da CEDAE, consideramos que o ponto de amostragem no rio Guandu RGN-16 e o ponto RGN-17 (na captação), separados apenas pela ilha da CEDAE, apresentariam índices semelhantes de qualidade da água, se não existisse a contribuição dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, tendo em vista que no ponto RGN-16 o rio Guandu não tem contato com esses rios. Assim, diferenças significativas nos índices de qualidade entre os pontos RGN-16 e RGN-17 provavelmente refletem uma influência mais preponderante dos índices nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, para a qualidade da água no local da captação (RGN-17).

Com base nessa premissa, foram comparados os índices de violação nos pontos do rio Guandu, entre si e com os índices na lagoa, sem observar os índices dos pontos nas sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e inferindo que a lagoa deve

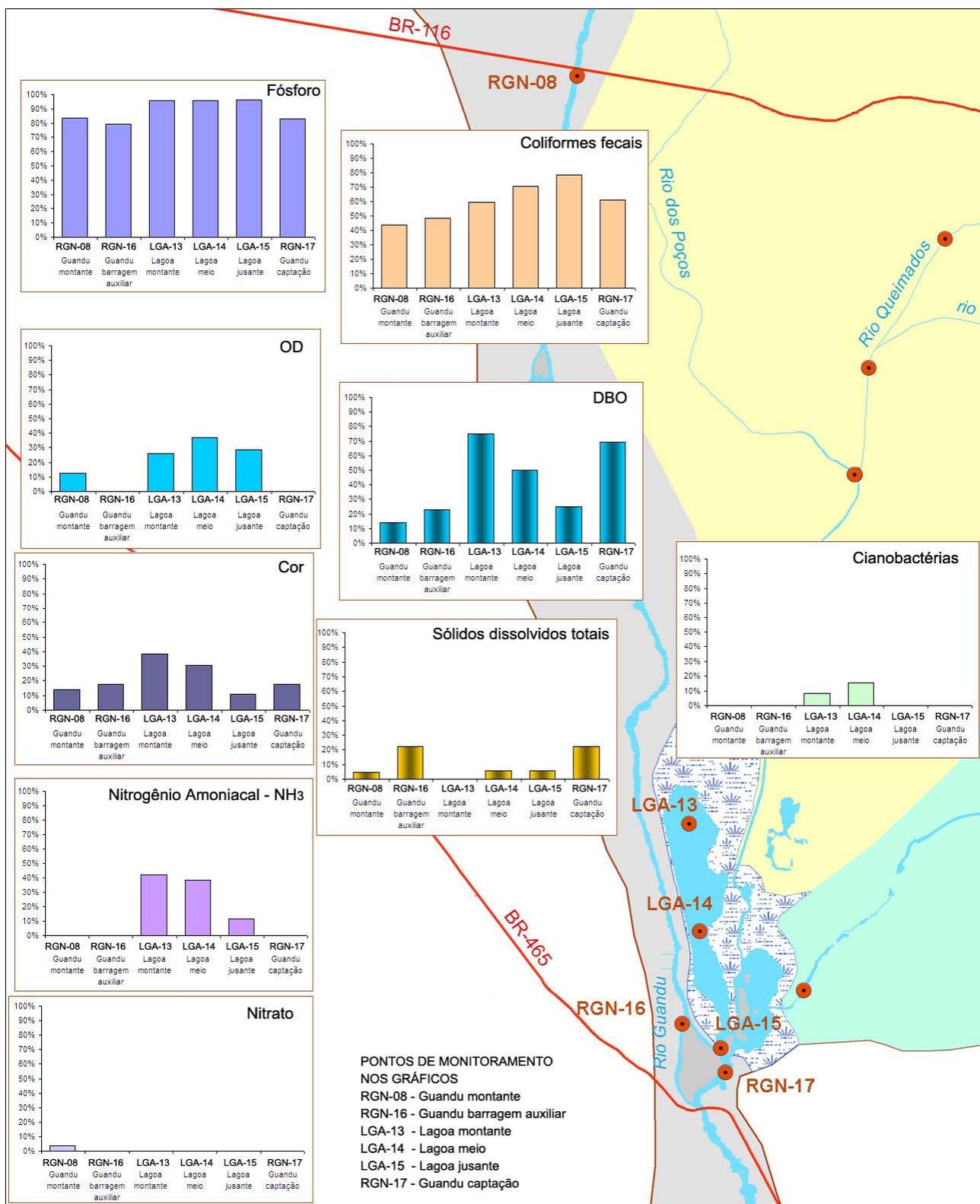
representar indiretamente os efeitos da poluição desses rios, já que a mesma funciona como ambiente intermediário entre esses e o rio Guandu.

Na análise dos dados da CEDAE (Figura 4.2.4-25), verifica-se que somente as variáveis coliformes fecais e DBO apresentaram alterações significativas no local da captação, que poderiam ter sido influenciadas pelos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga mais do que pelas condições do próprio rio Guandu a montante. Os índices de violação para fósforo (muito altos), cor e sólidos dissolvidos totais são respectivamente semelhantes nos pontos RGN-16 e RGN-17; e os índices de violação para OD, amônia, nitrato e cianobactérias são igualmente ausentes nestes dois pontos.

No caso da DBO, os altos índices de violação na captação (ponto RGN-17) podem ter sido mais influenciados pelas águas da lagoa menor ou do rio Cabuçu/Ipiranga prioritariamente, visto que os índices de violação para DBO caem ao longo da lagoa maior, chegando a jusante (LGA-15) com valor muito inferior ao do ponto na captação.

Esta hipótese baseia-se no fato de que o ponto LGA-15 fica na foz da lagoa maior, em um local com menor influência da lagoa menor; e baseia-se também nos resultados do estudo com traçadores feito pela COPPE (ver item 2.3), que indicaram tendência maior das águas do rio Cabuçu/Ipiranga de escoarem direto para os túneis da captação. É importante considerar também que os esgotos *in natura* do bairro Todos os Santos, próximo à captação.

Figura 4.2.4-25: Gráficos com índices de violação para classe 2 das variáveis analisadas no monitoramento da CEDAE 2005-07.



O mesmo decaimento se observa nos índices de violação para a variável cor, ao longo da lagoa maior, sendo que, ao contrário da DBO, o índice de violação para cor na captação (ponto RGN-17) foi semelhante ao do ponto RGN-16, indicando irrelevância na contribuição das lagoas para a cor das águas do rio Guandu na captação.

Os índices de violação para classe 2 do monitoramento do INEA no período 1990-2005 complementam esta síntese do cenário dos indicadores de qualidade de água, acrescentando índices de violação de metais e outras substâncias, a maioria tóxicas ao ambiente e ao ser humano (Figura 4.2.4-26).

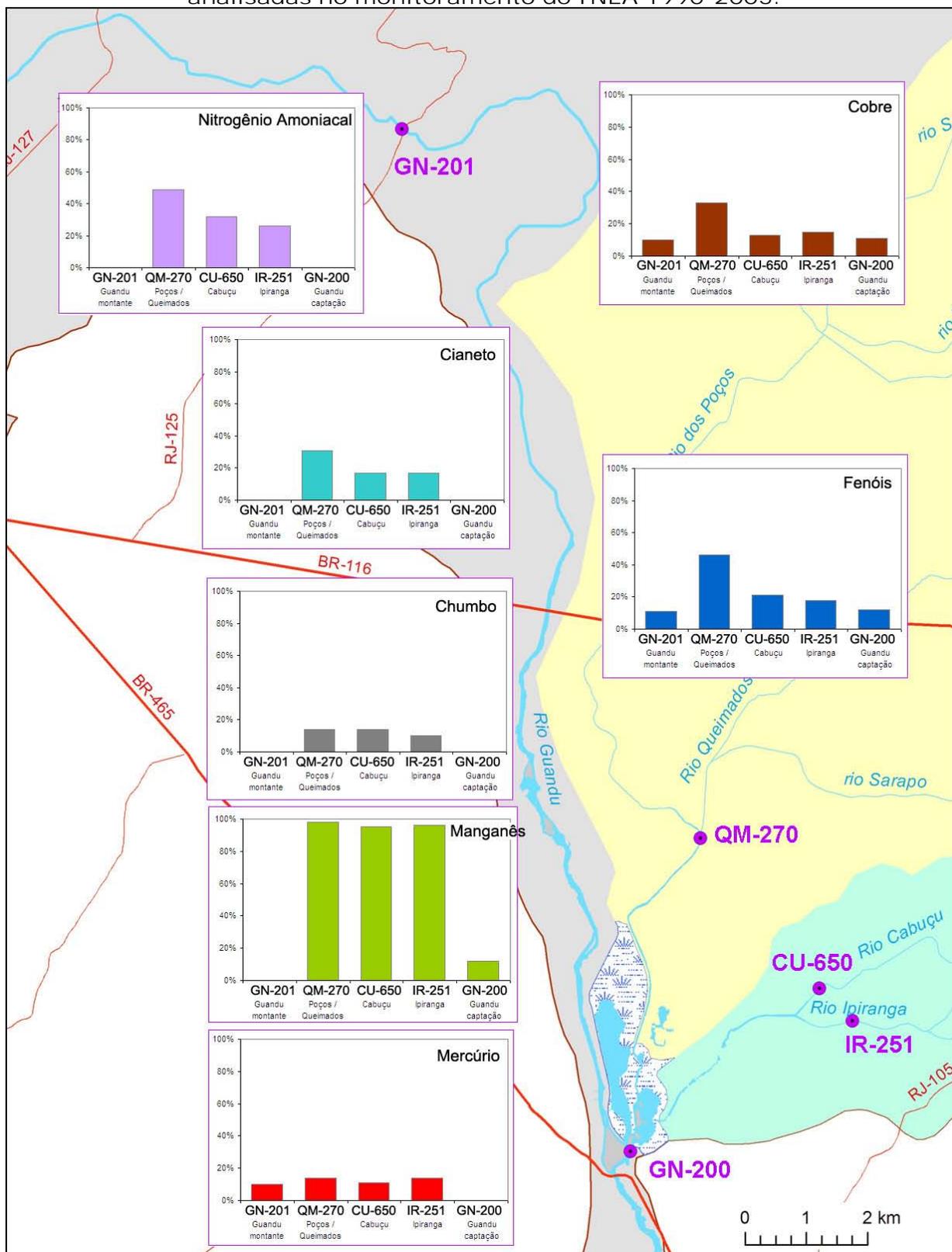
Os dois pontos do INEA no rio Guandu (GN-201 e GN-200) não podem ser comparados entre si da mesma forma que os pontos da CEDAE RGN-16 com RGN-17, tendo em vista que a distância entre GN-201 e GN-200 é maior o suficiente para que outras contribuições de sub-bacias do trecho, especialmente a sub-bacia do rio São Pedro, bem como a própria hidrodinâmica do rio Guandu, alterem a qualidade da água na captação, resultando em diferentes índices de violação, mesmo que os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga não contribuíssem para a captação.

Ainda assim, observa-se um cenário semelhante àquele dos dados da CEDAE, com a maior parte das variáveis apresentando diferenças pouco significativas entre os índices de violação do rio Guandu a montante da captação (GN-201) e na própria captação (GN-200), embora todas as variáveis apresentem violações nos pontos de amostragem das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, com índices mais altos no rio Poços/Queimados do que no rio Guandu.

Observa-se também que, apesar dos índices verificados nos rios Poços/Queimados (QM-270), Cabuçu (CU-650) e Ipiranga (IR-251) para nitrogênio amoniacal, chumbo e mercúrio, essas variáveis não apresentaram violações no ponto da captação (GN-200).

Chama a atenção ainda o comportamento do manganês, que não chega na captação com os elevados índices registrados nos rios Poços/Queimados, Cabuçu e Ipiranga. Os dados obtidos por FERREIRA (2007) para manganês, analisados anteriormente, confirmam esta relação.

Figura 4.2.4-26: Gráficos com índices de violação para classe 2 das variáveis analisadas no monitoramento do INEA 1990-2005.



- **Poluentes no sedimento**

O conhecimento sobre substâncias tóxicas no sedimento dos ambientes aquáticos da AID é importante para este EIA. Na avaliação de impactos da obra, deve ser analisada a possibilidade de que substâncias tóxicas, inertes no fundo das lagoas, venham a ser remobilizadas para a coluna d'água, aumentando os riscos de bioacumulação e transferência ao longo da cadeia trófica dos ecossistemas.

Considerando-se que o sistema lagunar é um ambiente aquático raso e lântico, pode-se inferir que parte da carga de sedimentos e poluentes transportada nas águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga acumula-se no fundo das lagoas e outra parte soma-se à carga de poluentes trazida pelo rio Guandu, atingindo a tomada d'água da ETA Guandu e distribuindo-se a jusante, até a Baía de Sepetiba.

A baía de Sepetiba recebe uma carga estimada em mais de 1,0 milhão de toneladas por ano de sedimentos, dos quais 75% são oriundos do rio Guandu, incluindo a carga transposta do rio Paraíba do Sul (RIBEIRO, 2006). A imagem apresentada na Figura 4.2.4-27 evidencia a expressiva participação do rio Guandu no aporte de sedimentos à baía de Sepetiba. Diversos poluentes estão aderidos e são carreados por esses sedimentos (MOLISANI, 2007).

Figura 4.2.4-27: Cor barrenta dos sedimentos do rio Guandu na foz, em contraste com as águas azuis da Baía de Sepetiba.

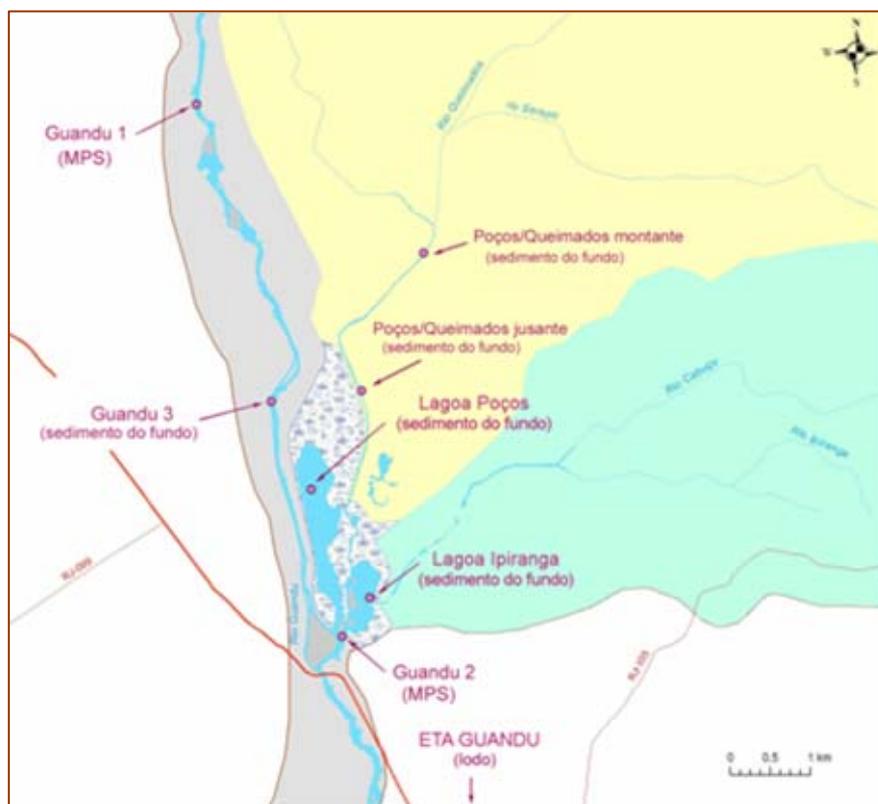


Muitos estudos sobre acumulação de poluentes na Baía de Sepetiba vêm sendo desenvolvidos há pelo menos duas décadas, inicialmente motivados pelo grave e recorrente problema de transbordamentos da lagoa de rejeitos de uma empresa de mineração situada na Ilha da Madeira (Cia Mercantil Industrial Ingá), já desativada, apontada como grande fonte pontual de contaminação por cádmio e zinco na baía, somando-se às cargas de poluentes tóxicos oriundas de outras fontes, que se distribuem nos sedimentos e são absorvidos e acumulados na biota (RIBEIRO, 2006).

No entanto, embora o rio Guandu tenha sido identificado como principal fonte de poluentes para a baía de Sepetiba, transportados nos sedimentos em suspensão (RIBEIRO, 2006), são escassos os estudos sobre a presença e acumulação de poluentes nos ambientes aquáticos da própria bacia do Guandu.

As pesquisas realizadas pelo Laboratório de Radioisótopos do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foram as principais fontes encontradas para a caracterização dos poluentes em sedimento na área de interesse deste diagnóstico, destacando-se a dissertação de MASSENA (2003), que abrange metais, bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas organoclorados (OCs) e o monitoramento de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) realizado por TORRES *et al* (2002). A pesquisa de MASSENA (2003) abrangeu análises de micropoluentes em sedimento do fundo, em material particulado em suspensão (MPS) e no lodo da ETA Guandu (Figura 4.2.4-28).

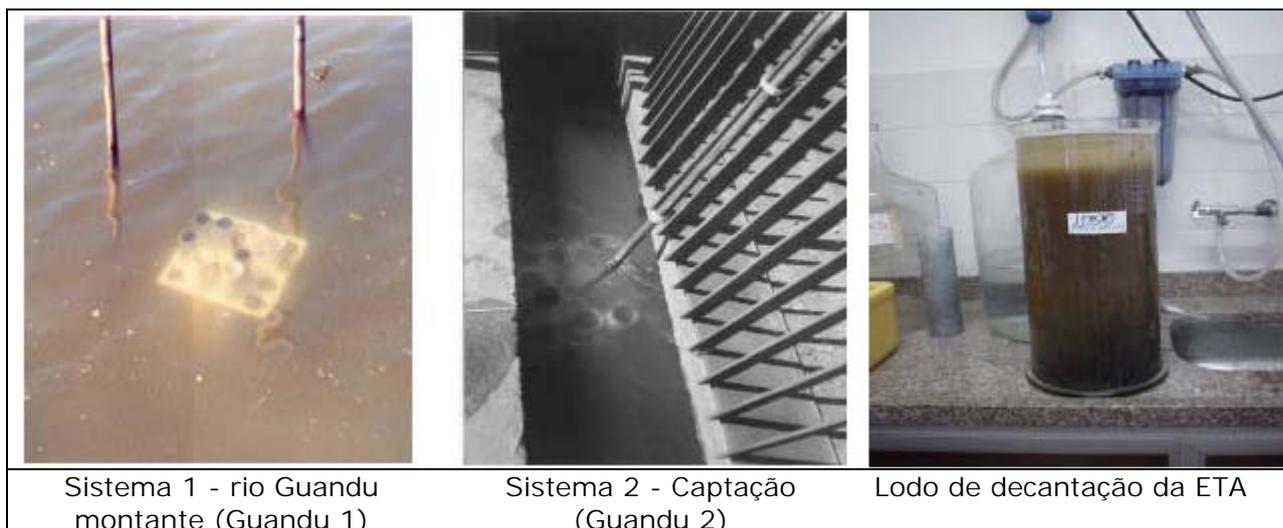
Figura 4.2.4-28: Locais de amostragem de micropoluentes em sedimento.



Fonte: MASSENA, 2003. Obs: "Lagoa Poços" e "Lagoa Ipiranga" foram os nomes dados pela autora aos pontos na lagoa maior e na lagoa menor.

Para a coleta de MPS, MASSENA (2003) instalou dois sistemas coletores, um em cada ponto de amostragem do rio Guandu, sendo compostos de uma mesa de PVC, fixada ao fundo do rio por um tubo de metal fortemente enterrado, contendo tubos de PVC e de alumínio, próprios para a determinação de metais e micropoluentes orgânicos, respectivamente (Figura 4.2.4-29).

Figura 4.2.4-29: Sistemas de tubos utilizados para coleta de MPS e material de coleta do lodo de decantação da ETA (MASSENA, 2003).



Em março de 2002, foram coletadas amostras de sedimento de fundo das lagoas e também do rio Guandu, em local a montante da captação (ponto Guandu 3). Em fevereiro de 2003, foram coletadas novas amostras de sedimento de fundo do rio Guandu e outras no rio Poços/Queimados (montante e jusante). Nas lagoas não foram repetidas amostragens em 2003.

As amostras de MPS foram coletadas somente no rio Guandu, no ponto mais a montante (Guandu 1) e na captação (Guandu 2), em duas etapas. A primeira amostragem ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2002, com intervalos de 15 dias. Na segunda etapa, as amostras de MPS foram coletadas durante os meses de abril, maio e junho de 2003, com intervalos de 10 dias. A amostragem de lodo ocorreu nesses mesmos períodos. O lodo foi coletado por 10 dias, 1 litro por dia, formando uma amostra composta.

Nas amostras de sedimento de fundo foram medidas as concentrações dos metais cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), chumbo (Pb), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn). Nas amostras de material particulado em suspensão (MPS) e de lodo de decantação foram analisados os mesmos metais e também bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas organoclorados (OCs).

Como critério de comparação dos resultados obtidos por MASSENA (2003), utilizamos os parâmetros da Resolução CONAMA nº 344, de 25/03/2004. Essa Resolução estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação de

material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e trata-se da única norma ambiental que oferece parâmetros para concentração de poluentes em sedimentos.

A Resolução 344/04 apresenta uma tabela com dois níveis de concentração para cada poluente. Esses níveis foram definidos com base em critérios internacionais, principalmente aqueles utilizados pela Agência Ambiental do Canadá (MMA, 2004), e referem-se aos danos que os poluentes podem causar à biota. O nível 1 é o limite abaixo do qual os efeitos adversos à biota têm baixa probabilidade de ocorrência e o nível 2 é o limite acima do qual os efeitos adversos à biota têm maior probabilidade de ocorrência.

Esses limites definem, assim, três faixas de ocorrência de adversidades à biota, em função da concentração de um determinado poluente no sedimento: rara, abaixo do nível 1; ocasional, entre o nível 1 e o nível 2; e frequente, acima do nível 2. Esses níveis foram definidos separadamente para ambientes de água doce e de água salgada. Na bibliografia internacional, utiliza-se a sigla TEL (*"threshold effect level"*) ou SQG (*"sediment quality guidelines"*) para o nível 1 e PEL (*"probable effect level"*) para o nível 2 (CCME, 1999 e CCME, 2001).

Na análise dos dados obtidos por MASSENA (2003) é importante levar em conta que as concentrações dos poluentes nos três compartimentos do ambiente aquático (material particulado-MPS, sedimento do fundo e lodo) resultam de diversos fatores, tais como: períodos diferentes de aporte dos poluentes ao local amostrado; participação das plantas aquáticas na absorção e liberação dos poluentes ao meio; e as diferentes formas de agregação dos metais às partículas do sedimento. Nesse sentido, observa-se que o lodo da decantação pode estar refletindo diversos períodos e, ao mesmo tempo, as diversas concentrações dos poluentes de todos os locais a montante e no próprio local de captação da água, devendo conter, portanto, uma concentração provavelmente maior de poluentes do que os demais compartimentos (MPS e sedimento do fundo).

Na observação dos dados, também é importante ter em mente que nas lagoas e no rio Poços/Queimados não foram coletadas amostras de MPS, somente de sedimento do fundo, o que dificulta a comparação dos resultados entre os ambientes.

Nas lagoas, que tendem a acumular mais sedimentos do que os rios, poderia ser esperada uma concentração maior de poluentes no sedimento do fundo. Porém, MASCARENHAS *et al.* (2003) citam que os metais pesados em ambientes aquáticos ligam-se predominantemente ao material particulado em suspensão (MPS) e também que, além das plantas aquáticas, toda a biota pode conter concentrações maiores, em decorrência do processo de biomagnificação na cadeia trófica. Esses autores observaram, em pesquisa no rio Acre, que as concentrações do mercúrio são maiores nos peixes do que no MPS e no sedimento do fundo, este último apresentando os menores valores.

A bibliografia indica também que a maior parte dos metais tende a ter concentrações no MPS maiores do que na água bruta. Dados de uma pesquisa realizada em um tributário da baía de Sepetiba mostram essa tendência em todos os metais

analisados, exceto o cádmio, que apresentou concentrações muito maiores na água (Quadro 4.2.4-12).

Quadro 4.2.4-12
Distribuição percentual (%) de metais em MPS e água bruta

Compartimento	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Zinco
dissolvido na água do rio	88,9	40	33,1	48,6	17,3
ligado ao material particulado em suspensão	11,1	60	66,9	51,4	82,7

Fonte: LACERDA, 1983 apud ESTEVES, 1988. dados de amostragem em tributário da Baía de Sepetiba, não denominado na fonte consultada.

A seguir, os dados obtidos por MASSENA (2003) são apresentados por tipo de poluente e por compartimento, sempre comparados aos parâmetros da Resolução CONAMA 344/04 e a outras eventuais fontes secundárias consultadas.

Metais no sedimento do fundo

Nas amostragens de MASSENA (2003) em sedimento do fundo (Quadro 4.2.4-13), somente níquel e zinco apresentaram valores acima do nível 1 da Resolução CONAMA 344/04 e a maior parte das violações ocorreram nas amostras analisadas em fev/2003. Nenhum dos metais apresentou concentrações acima do nível 2 neste compartimento. No único ponto de amostragem de sedimento do fundo com repetição (Guandu 3) todos os metais apresentaram concentrações mais altas em 2003, exceto cobre.

Quadro 4.2.4-13
Concentrações de metais em sedimento do fundo (mg/Kg).

METAIS	Nível 1	Nível 2	Lagoa Poços mar2002	Lagoa Ipiranga mar2002	Guandu 3 mar 2002	Poços/Queim montante fev2003	Poços/Queim jusante fev2003	Guandu 3 fev2003
Cádmio (Cd)	0,6	3,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Chumbo (Pb)	35	91,3	19	12	23	34	n.d.	24
Cobre (Cu)	35,7	197	14	12	18	30	22	19
Cromo (Cr)	37,3	90	22	9	18	n.d.	n.d.	n.d.
Ferro (Fe)	-	-	11.199	8.555	14.323	28.851	36.353	29.459
Manganês (Mn)	-	-	72	28	181	202	58	535
Níquel (Ni)	18	35,9	9	8	20	26	34	30
Zinco (Zn)	123	315	43	42	38	186	134	88

Fontes: MASSENA, 2003; Resolução CONAMA 344/04. Obs: células sombreadas e destacadas na cor vermelha correspondem a valores acima do nível 1 (XX). n.d.: não detectado.

Os gráficos representativos desses dados estão reunidos na Figura 4.2.4-30.

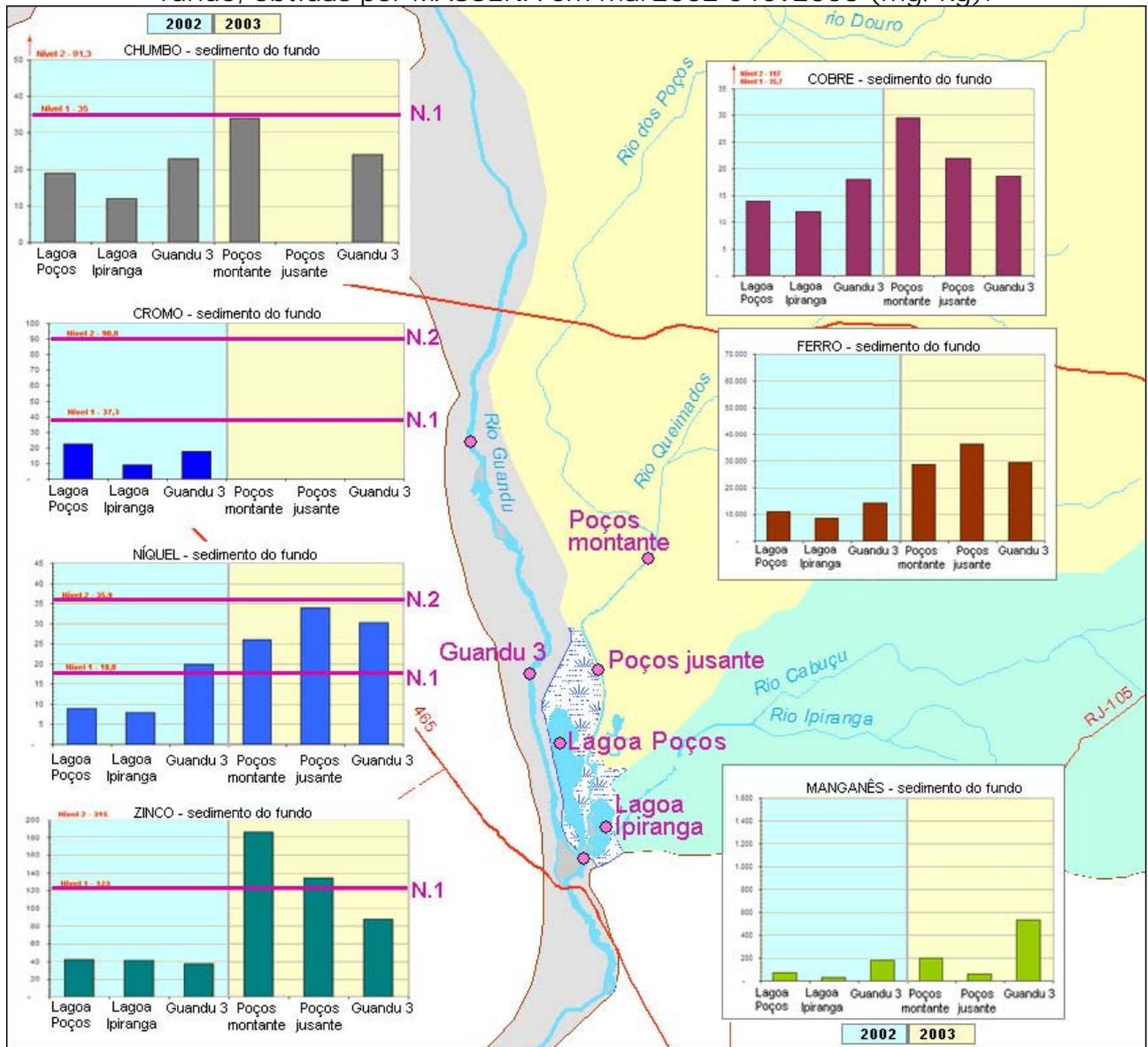
As lagoas apresentaram os menores valores, ressaltando-se que as concentrações de metais nos sedimentos das lagoas foram inferiores aos valores registrados nos sedimentos do rio Guandu no mesmo período, em março de 2002; somente cromo apresentou concentrações um pouco mais altas nos sedimentos das lagoas do que nos sedimentos do rio Guandu. Este resultado pode ser indicador da já comentada ação

das macrófitas e algas na bioacumulação dos metais e transferência para a cadeia trófica do ecossistema aquático, refletindo em menor acúmulo no sedimento.

Outra comparação importante é entre as lagoas. O ponto denominado “Lagoa Poços” é na lagoa maior, aproximadamente no mesmo ponto de amostragem de água bruta da CEDAE (LGA-13), e parece estar mais impactado pelos metais provenientes do rio Poços/Queimados do que a lagoa menor, onde as amostras de sedimento (ponto “Lagoa Ipiranga”) apresentaram concentrações menores, em todos os metais.

Supostamente, a lagoa menor, recebendo a descarga dos dois rios - Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga - deveria apresentar maiores concentrações de metais do que a lagoa maior. Porém, parece estar prevalecendo a carga de metais que passa na água e sedimentos nos trechos de rompimento do dique entre o rio Poços/Queimados e a lagoa maior.

Figura 4.2.4-30: Gráficos de concentrações de metais em amostras de sedimento do fundo, obtidas por MASSENA em mar2002 e fev2003 (mg/kg).



Fonte: MASSENA, 2003. Obs: N.1 e N.2 correspondem aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344/04; para ferro e manganês não há parâmetros na Resolução; "Poços" é o rio Poços/Queimados.

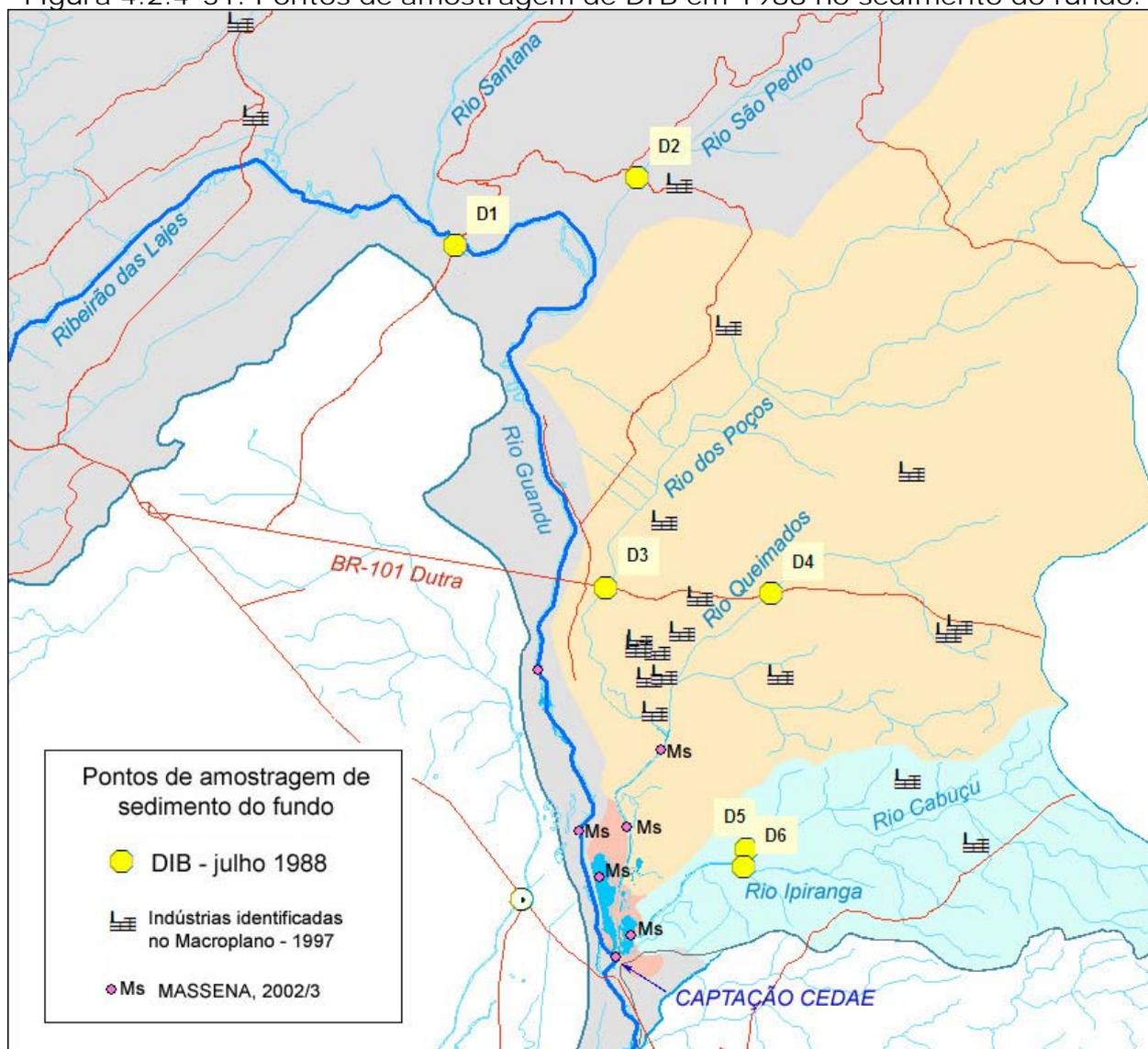
Deve-se levar em conta que as coletas de sedimento do fundo foram realizadas por MASSENA (2003) em período chuvoso, de maior diluição. Em outro estudo, realizado 21 anos atrás, com amostragem em período seco - julho/1988 - o pesquisador (DIB, 1992) registrou concentrações bem maiores nos rios da bacia do Guandu do que MASSENA (Quadro 4.2.4-14 e Figura 4.2.4-31).

Quadro 4.2.4-14
 Metais em sedimento registrados por DIB em 1988 (mg/kg).

Pontos	Localização	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Zinco
D-1	rio Guandu	0,06	55,20	58,26	1,79	194,12
D-2	rio São Pedro	0,06	491,08	45,12	0,55	86,88
D-3	rio Poços	0,24	18,81	29,58	1,07	76,65
D-4	rio Queimados	0,17	20,27	29,32	2,40	191,05
D-5	rio Cabuçu	0,20	9,04	63,97	2,15	498,71
D-6	rio Ipiranga	0,03	6,28	40,96	1,17	114,10
Nível 1		0,60	35,00	35,70	37,30	123,00
Nível 2		3,50	91,30	197,00	90,00	315,00

Fonte: DIB, 1992, citado no Macroplano (Consórcio Etepe-Ecologus-SMGroup, 1997/8) e no Plano da Bacia do Guandu (Sondotécnica/ANA, 2006). Valores acima do nível 1 (XX) e nível 2 (XX) da Resolução Conama 344/04.

Figura 4.2.4-31: Pontos de amostragem de DIB em 1988 no sedimento do fundo.

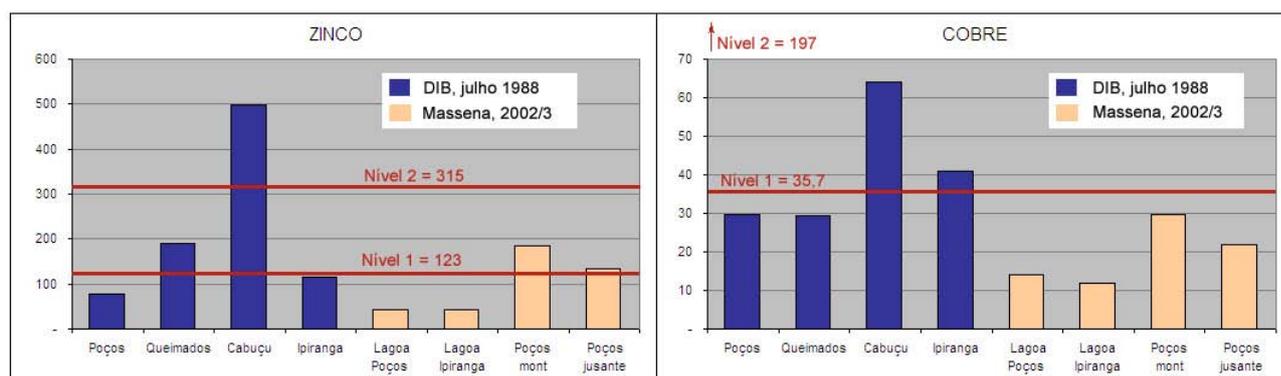


O único ponto de amostragem de DIB no rio Guandu (D-1) situa-se próximo a Japeri, muito a montante da captação da CEDAE. Neste ponto, as concentrações de todos os metais foram maiores do que as encontradas por MASSENA (2003) 15 anos depois, no ponto a jusante (Guandu 3). A maioria dos metais analisados por DIB apresentou valores acima do nível 1 no rio Guandu (D-1). A montante da captação, destaca-se também o valor de chumbo encontrado por DIB no rio São Pedro (D-2).

Cobre e zinco foram os metais que apresentaram os valores mais altos em sedimento na amostragem de DIB em 1988, destacando-se o zinco no rio Cabuçu (D-5), com um valor acima do nível 2. Na bacia deste rio, a montante do ponto D-5, o Macroplano (1997) identificou a presença de duas indústrias com alto potencial poluidor - a Quimisa Galvanização e a Arbmil.

Observa-se que MASSENA encontrou menor concentração de zinco e cobre no ponto Lagoa Ipiranga, a jusante do ponto D-5, assim como na Lagoa Poços, em contraste com os maiores valores encontrados por DIB nos rios Poços e Queimados, 15 anos antes (Figura 4.2.4-32).

Figura 4.2.4-32: Cobre e zinco no sedimento do fundo, em 1988 e 2002/3.



O fato de que são diferentes os locais e os períodos de amostragem seria uma parte das razões para as acentuadas diferenças nos valores. Além dessas, as menores concentrações encontradas por MASSENA (2003) podem ser também um indicativo de que, entre a amostragem de DIB em 1988 e a de MASSENA em 2002/3 houve melhoria no controle de efluentes industriais. Vale considerar também a “limpeza” de metais promovida pelo processo de bioacumulação, tendo-se em conta que DIB não fez amostragens no sistema lagunar.

Metais no material particulado em suspensão (MPS) e no lodo da ETA:

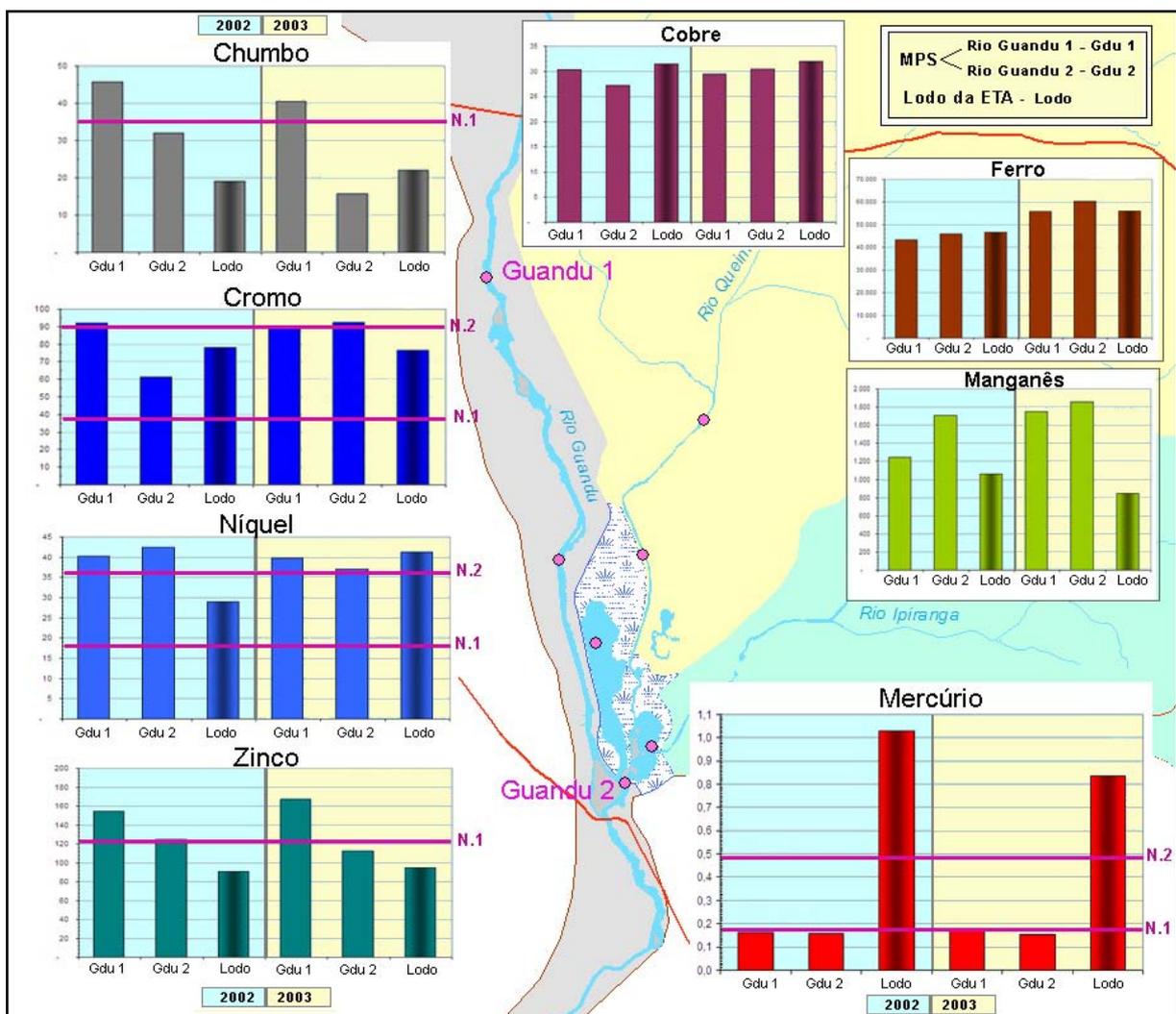
MASSENA (2003) encontrou concentrações de metais em MPS e lodo muito mais altas do que nos sedimentos do fundo, confirmando a tendência citada na bibliografia. Várias amostras apresentaram valores acima dos níveis 1 e 2, destacando-se chromo e níquel com valores altos em ambos os compartimentos em todos os pontos e datas de amostragem (Quadro 4.2.4-15). Os gráficos representativos desses dados, por metal, estão apresentados na Figura 4.2.4-33.

Quadro 4.2.4-15
Concentrações de metais em MPS e Lodo (mg/Kg)

METAIS	Nível 1	Nível 2	Guandu 1 ago/set 2002	Guandu 2 ago/set 2002	Lodo ago/set 2002	Guandu 1 abr/jun 2003	Guandu 2 abr/jun 2003	Lodo ago/set 2003
Cádmio (Cd)	0,6	3,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Chumbo (Pb)	35	91,3	46	32	19	41	16	22
Cobre (Cu)	35,7	197	30	27	32	30	31	32
Cromo (Cr)	37,3	90	92	62	78	90	93	77
Ferro (Fe)	-	-	43.471	46.051	46.750	55.817	60.226	56.000
Manganês (Mn)	-	-	1.248	1.709	1.060	1.749	1.854	850
Mercúrio (Hg)	0,17	0,486	0,16	0,17	1,03	0,15	0,16	0,84
Níquel (Ni)	18	35,9	40	43	29	40	37	41
Zinco (Zn)	123	315	154	125	91	168	112	95

Fonte: MASSENA, 2003. Resolução CONAMA 344/04 - células sombreadas em destaque na cor vermelha: valores acima do nível 1 (XX) e nível 2 (XX). n.d.: não detectado.

Figura 4.2.4-33: Gráficos de concentrações de metais em amostras de MPS e lodo, obtidas por MASSENA em ago/set2002 e abr/jun2003 (mg/kg).



Vale lembrar que não houve amostragem de MPS no rio Poços/Queimados e nas lagoas, somente no rio Guandu. Também deve-se observar que o ponto Guandu 1 está a montante da captação e, portanto, não recebe águas e sedimentos dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga; esta condição é importante nas comparações dos dados e inferências quanto à origem dos poluentes que chegam na captação.

Como mostram os gráficos, com exceção do manganês, os demais metais não apresentaram na captação (Guandu 2) concentrações significativamente maiores do que no rio Guandu a montante (Guandu 1). Ao contrário, as amostras de MPS a montante apresentaram concentrações bem maiores do que as de MPS na captação, especialmente para chumbo e zinco nos dois anos.

Portanto, para esses metais, a comparação dos resultados entre os pontos Guandu 1 e Guandu 2 pode ser indicativa de que o sistema lagunar contribuiu relativamente pouco para a concentração de metais em MPS no local da captação. Porém, somente com amostragem de MPS nas lagoas se poderia verificar essa hipótese.

No lodo da ETA, são presumíveis as concentrações maiores do que no MPS, que se observa em alguns metais, tendo em vista que o lodo pode conter poluentes que estavam presentes tanto no MPS como dissolvidos na água.

Porém, são intrigantes os valores registrados para mercúrio no lodo da ETA, muito acima dos valores no MPS do rio Guandu. Nas amostras de MPS, todos os valores de mercúrio ficaram abaixo do nível 1, embora muito próximos deste. No lodo, os valores foram muito mais altos do que no MPS do rio Guandu, atingindo mais do dobro do valor definido na Resolução 344/04 para o nível 2.

Essa grande diferença entre os valores de mercúrio no MPS da captação (Guandu 2) e do lodo, com uma concentração muito maior no lodo, não ocorreu em nenhum dos outros metais analisados. MASSENA (2003) sugere que o lodo estaria agregando o mercúrio que há na água. No entanto, é pouco provável que a grande quantidade de mercúrio no lodo tenha sua origem nas concentrações de mercúrio dissolvido na água dos rios. Conforme já visto na análise dos metais em água, o mercúrio apresentou baixos índices de violação para classe 2 nos dados do monitoramento do INEA para o período 1990-2005. Além disso, a bibliografia especializada cita que o mercúrio tende a se concentrar no material particulado - MPS (KASPER *et al.* 2007; RIBEIRO, 2006).

Também é pouco provável que a origem da maior parte deste mercúrio seja do MPS do sistema lagunar (não analisado), pois, nesse caso, o MPS na captação (Guandu 2) refletiria tal contribuição apresentando valores de mercúrio mais próximos aos registrados no lodo. Vale observar que parte da origem do mercúrio retido no lodo pode ser de produtos químicos usados no tratamento da água bruta. MASSENA (2003) encontrou um valor de 0,0154 mg/kg de mercúrio no sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ utilizado na ETA Guandu. De acordo com informações disponíveis no site da CEDAE⁷, são gastos 140.000 kg/dia de sulfato de alumínio, o que resultaria em uma quantidade de mercúrio de 2,15 gramas no total de sulfato de alumínio utilizado diariamente.

⁷ Informações em <http://www.cedae.rj.gov.br> (acessado em jun/2009).

Segundo SILVA e LOPES (2008) o efluente do processo de lavagem dos filtros e decantadores da ETA Guandu, com vazão de aproximadamente $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, encontra-se dentro dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, na maior parte do tempo, sendo, por isso, lançado diretamente no rio Guandu sem qualquer tratamento.

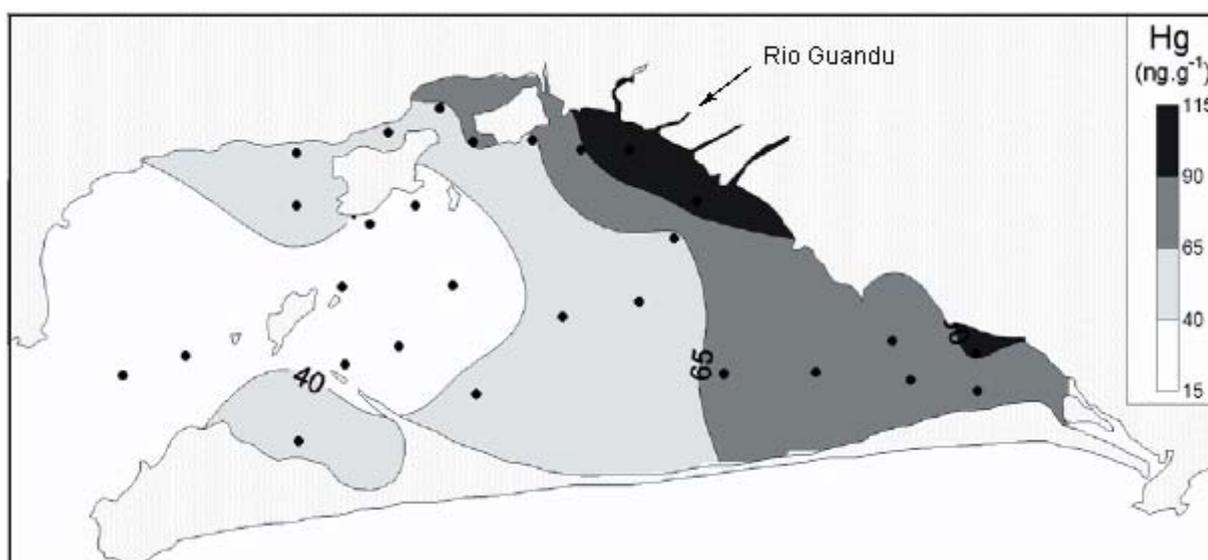
Ainda que o efluente da ETA Guandu atenda aos padrões do CONAMA, os dados obtidos por MASSENA (2003) indicam a presença de metais nos ambientes aquáticos estudados, em concentrações que podem causar adversidades à biota, principalmente cromo, mercúrio, níquel e zinco, que apresentaram valores acima do nível 2 da Resolução CONAMA 344/04 e são tóxicos.

Diversos estudos vêm registrando a contaminação por metais no ecossistema da baía de Sepetiba, com expressiva contribuição das águas e sedimentos do rio Guandu e demais rios que deságuam na baía. RIBEIRO (2006) cita estudos recentes nos quais estimou-se um aporte à baía de Sepetiba de 395 kg/dia de zinco, 5 kg/dia de cádmio, 13 kg/dia de chumbo e 2 kg/dia de mercúrio, todos por via fluvial.

De acordo com esses dados, a magnitude da contribuição do lodo da ETA corresponderia a 0,1% da quantidade diária mercúrio que chega à baía de Sepetiba por via fluvial, considerando o valor estimado de 2,15 g/dia de mercúrio oriundo do sulfato de alumínio usado na ETA.

Na figura a seguir (Figura 4.2.4-34) observa-se a distribuição de mercúrio no sedimento da baía, avaliada por VEECK *et al.* (2007), com evidente participação do rio Guandu nas maiores concentrações registradas.

Figura 4.2.4-34: Distribuição das concentrações médias de mercúrio na Baía de Sepetiba, avaliadas por VEECK *et al.* (2007)



Sabe-se que não é recente o problema de contaminação dos sedimentos na baía de Sepetiba e da contribuição do rio Guandu para tal. Conforme visto nos dados obtidos

por DIB (1992), vários metais apresentavam concentrações elevadas nos sedimentos da bacia do rio Guandu em 1988.

◆ Bifenilas policloradas - PCB

Bifenilas Policloradas (*Polychlorinated Biphenyls*) são compostos hidrocarbonetos clorados que apresentam alta resistência à degradação, capacidade de bioacumulação e biomagnificação na cadeia trófica e ampla distribuição ambiental, sendo o transporte atmosférico o principal mecanismo de dispersão global. Em água doce, as principais formas de entrada destes contaminantes ocorrem pelo despejo direto do poluente, pelo escoamento continental e pela precipitação atmosférica. Após entrarem no ambiente aquático, estas substâncias, devido a sua baixa solubilidade em água, tendem a ser adsorvidas pelo material particulado em suspensão e pelo sedimento ou se solubilizar em biofilmes superficiais ou tecidos vivos. (SILVA *et al.* 2007).

As PCBs tiveram diversas aplicações, tendo sua produção comercial iniciada em 1929. Devido às implicações à saúde humana e ao impacto no ambiente, o uso e a produção de PCBs foram severamente restritos ou banidos em muitos países, a partir da década de 70, com data limite para o seu uso expirando em 2025 (SILVA *et al.* 2007). Estes compostos foram produzidos e distribuídos com diferentes nomes, como Aroclor, Ascarel, Clophen, Phenoclor, Pyralene, Kanechlor, Santotherm e Fenclor e estima-se que exista 1,5 milhão de toneladas espalhadas pelo mundo inteiro (HOIVIK & SAFE, 1998 citado por MASSENA, 2003).

Dois graves casos de intoxicação por consumo de alimento contaminado com PCBs ocorreram no mundo, ambos pelo consumo de óleo de arroz: o primeiro em 1968, no Japão, quando mais de 1.600 pessoas foram intoxicadas; e o segundo em 1979, na Tailândia, intoxicando mais de 2.000 pessoas (SILVA *et al.* 2007).

No Brasil, as misturas de PCBs foram comercializadas com o nome de Ascarel. A fabricação, a comercialização e o uso de PCBs foram proibidos, através da Portaria Interministerial 19, de 2 de janeiro de 1981. Entretanto, é permitido o funcionamento de equipamentos já instalados, até sua substituição integral ou a troca do fluido dielétrico por produto isento de PCB (SILVA *et al.* 2007). As PCBs não são degradáveis e são transportadas para os ecossistemas se acumulando na biota, em especial em tecidos gordurosos, devido a suas características de lipofilicidade, solubilidade em água e pressão de vapor. Quando elevados a temperaturas superiores a 400 °C, em presença de oxigênio, os ascaréis podem levar à formação de compostos altamente tóxicos, denominados dioxinas e furanos (MASSENA, 2003).

Em 1988 ocorreu um acidente com 150 litros de ascarel, contidos em 3.000 litros de água utilizada para apagar o incêndio de transformadores na Thyssen Fundições (localizada em Barra Mansa, RJ), que vazaram para o rio Paraíba do Sul (ANA, 2003).

A amostragem realizada por MASSENA (2003) abrangeu sete compostos de PCB, analisados nas amostras de material particulado (MPS) coletadas no rio Guandu, a montante da captação (Guandu 1) e no ponto da captação (Guandu 2), nas amostras de água bruta e tratada e também no lodo de decantação (ETA).

Na análise das concentrações, em todas as amostras de água, os valores de PCBs ficaram abaixo do limite de detecção. Os resultados das análises dos compartimentos MPS e lodo estão apresentados nos Quadros 4.2.4-16 e 4.2.4-17, a seguir.

Quadro 4.2.4-16
Bifenilas Policloradas (PCBs) em MPS e lodo (ng/g) em 2002

	Ago/2002 - 1ª quinzena			Ago/2002 - 2ª quinzena			Set/2002 - 1ª quinzena			Set/2002 - 2ª quinzena		
	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo
PCB-28	<LD	4,9	6,4	<LD	5,8	4,9	4,8	12,9	27,8	5,6	n.d.	15,4
PCB-52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,8	n.d.	n.d.	4,4	n.d.	n.d.	0,6
PCB-101	0,5	0,5	<LD	0,7	0,8	1,1	1,1	13,9	4,9	0,4	n.d.	3,4
PCB-118	1,6	<LD	<LD	n.d.	n.d.	1,9	1,2	11,2	3,7	1,4	n.d.	2,9
PCB-153	1,8	1,5	1,2	2,6	1,9	1,7	2,3	5,9	4,3	2,1	1,1	2,8
PCB-138	1,9	0,5	<LD	1,2	0,7	1,2	0,7	5,8	2,6	0,8	0,8	1,7
PCB-180	1,6	0,8	0,4	1,9	1,2	0,8	2,1	1,7	1,6	1,1	0,8	0,9
PCBs	7,6	8,3	8	6,3	10,6	18,3	12,1	51,6	49,2	11,2	2,8	27,9

Fonte: MASSENA, 2003. LD - limite de detecção; n.d. - não detectado.

Quadro 4.2.4-17
Bifenilas Policloradas (PCBs) em MPS e lodo (ng/g) em 2003

	Abril 2003			Maio 2003 - 1ª quinzena			Maio 2003 - 2ª quinzena			Junho 2003		
	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo
PCB-28	17,1	11,3	3,4	n.d.	n.d.	4,3	n.d.	<LD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB-52	2,2	1,8	n.d.	n.d.	n.d.	<LD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB-101	1,8	1,9	<LD	n.d.	n.d.	n.d.	1,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB-118	0,4	<LD	<LD	n.d.	n.d.	0,4	1,5	n.d.	n.d.	<LD	<LD	n.d.
PCB-153	2,9	2,7	0,5	1	n.d.	0,7	2,8	0,4	0,3	0,9	0,8	0,7
PCB-138	1,8	1,6	0,9	0,5	<LD	0,7	1,6	0,4	n.d.	<LD	n.d.	n.d.
PCB-180	2,1	1,6	0,6	1,3	<LD	0,8	2,3	0,7	<LD	1,1	1,7	0,8
PCBs	28,2	20,9	5,4	2,8		6,9	9,6	1,5	0,3	1,9	2,6	1,5

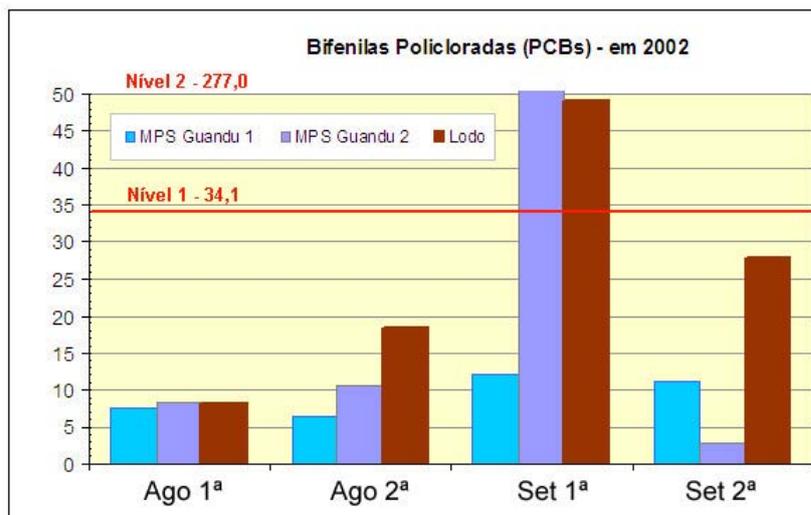
Fonte: MASSENA, 2003. LD - limite de detecção; n.d. - não detectado.

Os parâmetros da Resolução CONAMA 344/04 abrangem também os PCBs, fornecendo limites de concentração no sedimento para o somatório desses compostos, sem valores especificados por tipo de PCB. O nível 1 de adversidade à biota está limitado em 34,1 ng/g e o nível 2 em 277 ng/g. Esses limites estão evidenciados nos gráficos de distribuição dos resultados de PCB, para os respectivos períodos de coleta de MPS e Lodo (Figuras 4.2.4-35 e 4.2.4-36).

Os gráficos mostram que as concentrações de PCB foram significativamente mais altas na amostragem de 2002, em período de estiagem (ago/set). Na primeira coleta de setembro de 2002 ocorreram os únicos valores acima do nível 1, porém muito inferiores ao nível 2. Em 2003, todos os valores ficaram abaixo do nível 1. A grande diferença, na primeira amostragem de setembro de 2002, entre os valores de PCB no MPS do rio Guandu, apresentando concentrações muito mais altas na captação do que no ponto a montante, pode ser indicativa de maior aporte de PCB proveniente do sistema lagunar.

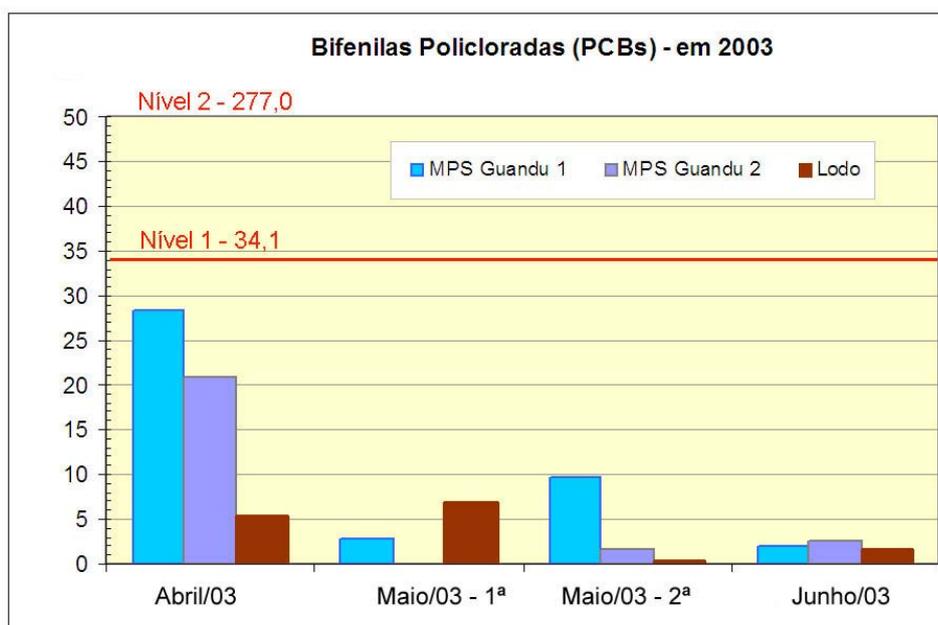
Os resultados do estudo de MASSENA (2003) mostram ocorrência de PCB nos ambientes aquáticos analisados e que podem estar em concentrações mais elevadas, principalmente na teia trófica dos ecossistemas, considerando-se as propriedades de bioacumulação e biomagnificação destes compostos, seus efeitos tóxicos à biota e também o fato de que o aporte de PCB à bacia do rio Guandu pode estar ocorrendo há muitos anos ou décadas, tendo em vista eventuais acidentes (como o vazamento de Ascarel em 1988) e fontes regulares não identificadas ou “silenciosas”.

Figura 4.2.4-35: Concentrações de PCB em MPS e Lodo em 2002 (ng/g).



Fonte: MASSENA, 2003.

Figura 4.2.4-36: Concentrações de PCB em MPS e Lodo em 2003 (ng/g).



Fonte: MASSENA, 2003.

◆ Pesticidas Organoclorados - OC

Os pesticidas organoclorados são tóxicos, persistentes e bioacumulativos. Além da fonte principal desses poluentes, que são as atividades agrícolas praticadas nas bacias dos rios Guandu e Paraíba do Sul, o rio Guandu está suscetível ao aporte desses poluentes em casos de acidentes na produção e transporte dos pesticidas, tal como ocorreu recentemente (nov/2008), no caso do vazamento de Endosulfan nas águas do rio Paraíba do Sul.

Por seus graves efeitos tóxicos para as pessoas e a biota, o Endosulfan, entre outros agrotóxicos ainda comercializados no Brasil, já tem seu uso proibido ou severamente restrito em diversos países, há muitos anos (BULL & HATHAWAY, 1986).

A Resolução CONAMA 344/04 determina limites de concentração em sedimento para a maior parte dos pesticidas analisados por MASSENA (2003). Os parâmetros da Resolução para os níveis 1 e 2 (Quadro 4.2.4-18) não contemplam os pesticidas Aldrin, Hepta epóxido, HCH e Endosulfan, para os quais foram obtidos parâmetros em outras fontes, citadas no quadro. Para HCB (Hexaclorobenzeno) e Heptacloro não há parâmetros nas fontes consultadas.

Quadro 4.2.4-18
Parâmetros para nível 1 e nível 2 de concentração de pesticidas organoclorados (OC) em sedimento (ng/g)

Compostos	Nível 1	Nível 2	Fontes
DDE	1,42	6,75	Resolução CONAMA 344/04
DDD	3,54	8,51	
DDT	1,19	4,77	
HCB (Hexaclorobenzeno)	-	-	sem referência
Heptacloro	-	-	
Aldrin	2	41	SOLBERG <i>et al.</i> 2003
Hepta epóxido	0,6	2,74	CCME, 2001
HCH	3,7	-	NOEWLL <i>et al.</i> 1999
Endosulfan	2,9	-	
Dieldrin	2,85	6,67	Resolução CONAMA 344/04
Endrin	2,67	62,4	

Nos resultados (Quadros 4.2.4-19 e 4.2.4-20), observa-se que os pesticidas avaliados apresentaram na amostragem de 2002 concentrações maiores do que em 2003, destacando-se o grupo dos DDTs, principalmente em setembro/2002, mês no qual houve também o único valor acima do nível 2 (para Dieldrin).

O DDT no ambiente sofre transformações: por via oxidativa, se transforma em DDE (dicloro-difenil-dicloroetileno) e, por via redutiva, se transforma em DDD (dicloro-difenil-dicloroetano), sendo que o DDE é um metabólito com baixa toxicidade para insetos, ao contrário do DDD, que possui certa toxicidade (MASSENA, 2003).

Na comparação dos resultados obtidos, entre si, observa-se que, ao contrário dos metais, o lodo apresentou menores concentrações (ou não foi detectado) para quase

todos os pesticidas, destacando-se com maiores valores somente no caso da substância p,p'-DDE em 2002.

No caso dos DDTs (Figura 4.2.4-37), observa-se que, na maior parte das amostras de MPS, as concentrações foram maiores no ponto do rio Guandu a montante da captação (Guandu 1), local este que não recebe contribuição das lagoas e seus afluentes.

Quadro 4.2.4-19
Concentrações de OC em MPS e lodo (ng/g) em 2002

Compostos	Agosto 2002			Agosto 2002			Setembro 2002			Setembro 2002		
	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo
o,p'-DDE	n.d.	1	n.d.	0,7	<LD	0,4	1	2,5	0,3	1,2	n.d.	n.d.
p,p'-DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,6	n.d.	0,2	2,9	n.d.	0,2	0,9
p,p'-DDD	0,6	2,1	0,9	2,5	0,8	0,7	3,4	1,6	0,4	0,7	0,6	0,5
o,p'-DDT	n.d.	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,6	<LD	n.d.	n.d.	<LD	<LD
p,p'-DDT	1,1	1,6	0,8	0,8	0,8	1,5	1,9	1	1,7	5,3	0,8	0,9
HCB	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<LD	n.d.	n.d.	1,1	n.d.	n.d.	<LD
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,6	n.d.	n.d.	n.d.
H. epóxido	0,3	n.d.	n.d.	0,3	0,2	<LD	0,3	1,5	0,2	0,2	n.d.	0,6
HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Endosulfan	<LD	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	0,3	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	0,3
Dieldrin	3,6	<LD	0,4	n.d.	2,2	0,3	6,9 *	n.d.	n.d.	1,8	n.d.	0,4
Endrin	n.d.	0,5	n.d.	0,3	0,5	n.d.	0,6	0,2	n.d.	0,3	0,2	n.d.

Fonte: MASSENA, 2003; Parâmetros apresentados no Quadro 4.2.4-18. OBS: Em destaque, os valores acima dos níveis 1 e 2. *Único acima do nível 2. LD: limite de detecção; n.d.: não detectado.

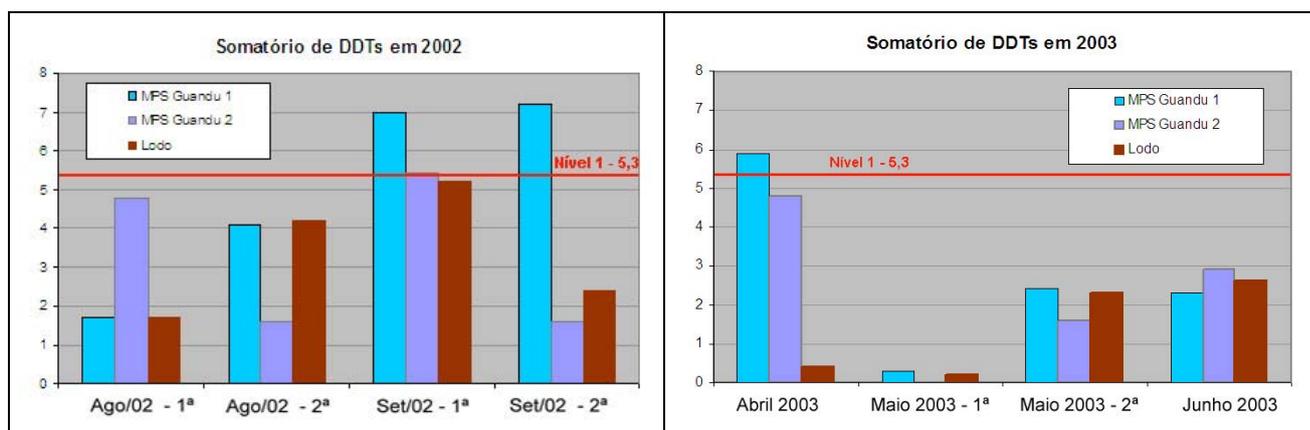
Quadro 4.2.4-20
Concentrações de OC em MPS e lodo (ng/g) em 2003

Compostos	Abril 2003			Maio 2003			Maio 2003			Junho 2003		
	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo	MPS Guandu 1	MPS Guandu 2	Lodo
o,p'-DDE	1,6	1,2	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	n.d.	n.d.	0,1	<LD
p,p'-DDE	0,6	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	0,6	<LD	0,1	0,2	<LD	0,1
p,p'-DDD	0,6	0,4	n.d.	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	0,4	n.d.	n.d.	1,2
o,p'-DDT	1	0,5	<LD	<LD	n.d.	n.d.	0,9	<LD	0,7	0,7	0,8	0,7
p,p'-DDT	2,1	1,6	<LD	<LD	n.d.	n.d.	0,8	1,2	1,1	1,4	2,1	0,7
HCB	n.d.	n.d.	0,4	n.d.	<LD	0,4	n.d.	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Heptacloro	n.d.	n.d.	<LD	n.d.	n.d.	<LD	<LD	<LD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
H. epóxido	0,4	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	<LD	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HCH	n.d.	n.d.	n.d.									
Endosulfan	0,9	0,2	0,2	0,1	<LD	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4
Dieldrin	0,3	0,1	n.d.	0,2	n.d.	n.d.	0,4	n.d.	0,3	0,5	0,2	0,4
Endrin	0,3	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	n.d.	0,1	<LD	n.d.

Fonte: MASSENA, 2003. Parâmetros apresentados no Quadro 4.2.4-18. OBS: Em destaque, os valores acima do nível 1. Nenhum valor acima do nível 2. LD: limite de detecção; n.d.: não detectado.

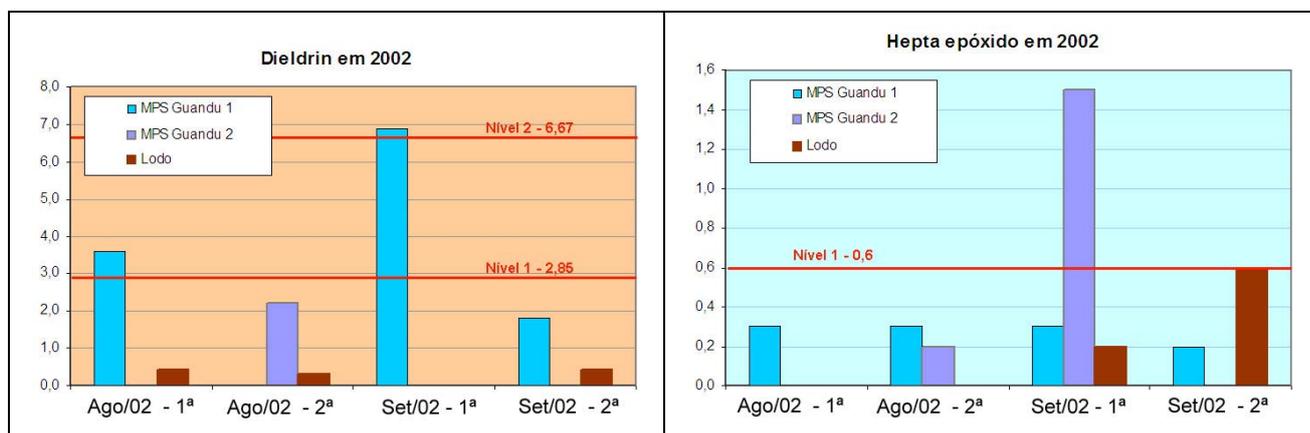
Quanto aos pesticidas que apresentaram valores acima dos níveis 1 e 2, o que somente ocorreu na amostragem de 2002 (Figura 4.2.4-38), observa-se que o Dieldrin também apresentou maiores concentrações no MPS do ponto do rio Guandu a montante (Guandu 1), com valores muito baixos no lodo e ausentes em quase todas as amostras na captação (Guandu 2). Já o Heptacloro epóxido, em uma das duas amostras, em 2002, nas quais foi detectado no ponto da captação, o valor foi mais alto do que em todos os demais, o que pode ter sido influenciado por concentrações elevadas deste pesticida nas águas e/ou MPS dos rios Poços/Queimados e/ou Cabuçu/Ipiranga.

Figura 4.2.4-37: Concentrações de DDTs em MPS e Lodo em 2002 e 2003 (ng/g).



Fonte: MASSENA, 2003. Limite para nível 1 (soma DDD, DDE e DDT) obtido em SOLBERG *et al.*, 2003.

Figura 4.2.4-38: Concentrações de Dieldrin e Hepta epóxido em MPS e Lodo (ng/g).



Fonte: MASSENA, 2003. Limite para nível 1 e nível 2 da Resolução CONAMA 344/04.

◆ Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - PAHs

Os PAHs são substâncias carcinogênicas e mutagênicas (Quadro 4.2.4-21). Em virtude de suas propriedades físico-químicas e da grande distribuição ambiental, o risco de contaminação humana por estas substâncias é significativo e, devido ao seu caráter lipofílico, podem ser absorvidos pela pele, por ingestão ou por inalação, sendo rapidamente distribuídos pelo organismo (PEREIRA NETTO, *et al.*, 2007).

Segundo ALMEIDA *et al.* (2007), PAHs podem ter origem natural ou antrópica: as fontes naturais são consequência da síntese por bactérias, plantas e fungos, além das combustões (incêndios florestais ou emissões vulcânicas) e as fontes antrópicas, principais responsáveis pelos índices atuais de PAH no ambiente, podem ser tanto pirolíticas (queima de combustíveis fósseis e incineração de lixo, por ex.) como petrogênicas (óleos crus contêm 0,2 a 7% de PAH, por ex.).

No Brasil, as fontes petrogênicas são tão importantes quanto as pirolíticas, devido à intensa extração de óleo cru e à produção de gasolina e diesel nas refinarias. Além disso, um grande número de tanques de postos de gasolina do país apresenta ou já apresentou vazamentos, resultando em emissões de PAH de origem petrogênica para os corpos aquáticos (ALMEIDA *et al.*, 2007).

Quadro 4.2.4-21
Evidências de carcinogenicidade e/ou mutagenicidade de alguns processos industriais e misturas complexas que originam PAHs

Processos/misturas	Evidências epidemiológicas	Evidências experimentais
	Produção de alumínio	Suficientes
Gaseificação de carvão	Suficientes	-
Produção de coque	Suficientes	-
Produção de eletrodos de carbono	Suficientes	-
Betumes (extratos)	-	Suficientes
Negro de carvão	Inadequadas	Suficientes
Exaustão de motores a diesel	Limitadas	Suficientes
Exaustão de motores a gasolina	Inadequadas	Suficientes
Óleos minerais (não ou pouco tratados)	Suficientes	suficientes
Óleo de xisto	Suficientes	suficientes
Fuligem	Suficientes	-

Fonte: PEREIRA NETTO *et al.*, 2000.

Os dados disponíveis mostram que os PAHs apresentam concentrações muito altas nos sedimentos do rio Paraíba do Sul e do rio Queimados, em relação aos parâmetros da Resolução CONAMA 344/04 e das normas e referências internacionais (CCME, 2001; SOLBERG *et al.*, 2003).

TORRES *et al.* (2002) analisaram amostras de sedimentos coletadas ao longo de 3 anos, entre 1994 e 1996, desde as regiões mais industrializadas do Vale do Paraíba do Sul, no trecho fluminense, até o curso final do rio Guandu, em Santa Cruz, incluindo a sub-bacia do rio Poços/Queimados.

O Quadro 4.2.4-22 apresenta os parâmetros para PAH em sedimentos, definidos na Resolução CONAMA 344/04; e o Quadro 4.2.4-23 apresenta os resultados obtidos por TORRES *et al.* (2002) nas bacias Paraíba do Sul e Guandu.

O resultado da soma dos PAHs encontrados nos pontos principais de interesse para este diagnóstico (Figura 4.2.4-39) evidencia a gravidade da presença destas substâncias no ambiente.

Observa-se a grande diferença entre as altas concentrações de PAHs nos pontos de amostragem no rio Paraíba do Sul, na altura da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e no Reservatório de Santana (primeiro do sistema de transposição Paraíba do Sul - Guandu), e as concentrações muito mais baixas nos pontos ao longo do rio Guandu e mesmo no seu curso final, em Santa Cruz, apesar das altas concentrações no rio Queimados, no mesmo período.

Nesse estudo de TORRES *et al.* (2002) não foram amostrados os sedimentos das lagoas, porém os resultados encontrados são indicativos de que os PAHs devem ocorrer em altas concentrações nesse sistema lagunar, por ser um ambiente muito mais sujeito às deposições de sedimentos e dos micropoluentes aderidos.

Essa hipótese tem ressonância na grande diferença de concentrações dos PAHs entre os sedimentos do rio Paraíba do Sul e do rio Guandu, logo no primeiro ponto de amostragem, em Paracambi, diferença essa que indica a provável retenção dos poluentes nos reservatórios do sistema de transposição, tal como MOLISANI *et al.* (2007) observaram em relação à presença e às concentrações de mercúrio (Hg) nos sedimentos transpostos do Paraíba do Sul. Da mesma forma, os elevados valores de PAHs nos sedimentos do rio Queimados podem indicar que uma carga igualmente alta ou maior desses poluentes esteja acumulando-se no sistema lagunar.

Quadro 4.2.4-22
Parâmetros para concentração de PAH em sedimento (ng/g)

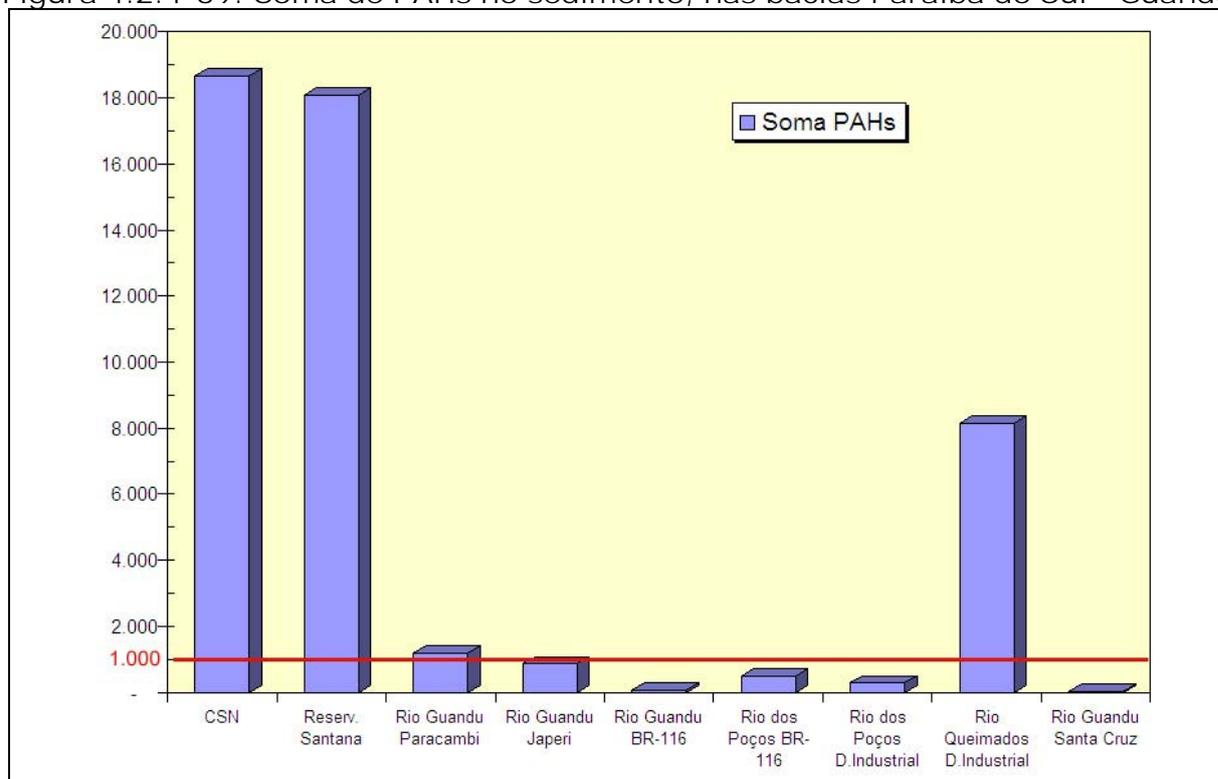
FONTES	POLUENTES	Nível 1	Nível 2
Resolução CONAMA 344/04	Benzo(a)antraceno	31,7	385
	Benzo(a)pireno	31,9	782
	Criseno	57,1	862
	Dibenzo(a,h) antraceno	6,22	135
	Acenafteno	6,71	88,9
	Acenaftileno	5,87	128
	Antraceno	46,9	245
	Fenantreno	41,9	515
	Fluoranteno	111,0	2.355
	Fluoreno	21,2	144
	2-Metilnaftaleno	20,2	201
	Naftaleno	34,6	391
	Pireno	53	875
		Soma de PAHs	1.000
SOLBERG <i>et al.</i> , 2003	Benzo[b]fluoranteno	240	6.820
	Benzo[k]fluoranteno	240	6.820
	Indeno[123cd]pireno	200	1.700
	Benzo[ghi]perileno	170	1.685
	B[a]P/Phe	-	-

Quadro 4.2.4-23
Concentrações de PAHs em sedimento (ng/g)

PAHs	Rio PARAÍBA DO SUL E TRANSDUÇÃO		RIO GUANDU			RIO DOS POÇOS		RIO QUEIMADOS	RIO GUANDU
	CSN	Reserv. Santana	Paracambi	Japeri	BR-116	BR-116	Distrito Industrial	Distrito Industrial	Santa Cruz
Benzo(a)antraceno	1.807	1.775	808	< LD	< LD	52	41	369	8
Benzo(a)pireno	1.543	1.991	46	20	< LD	55	0	560	< LD
Criseno	1.632	1.779	28	< LD	< LD	< LD	< LD	122	8
Dibenzo(a,h) antraceno	218	354	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	1.175	< LD
Antraceno	583	418	12	12	3	10	14	45	< LD
Fenantreno	2.284	1.277	64	78	7	25	118	268	< LD
Fluoranteno	2.875	2.545	79	35	25	80	57	186	< LD
Pireno	2.449	2.287	101	627	< LD	75	< LD	3.101	< LD
Benzo[b]fluoranteno	1.589	1.820	< LD	< LD	20	< LD	< LD	595	< LD
Benzo[k]fluoranteno	755	953	48	81	< LD	49	43	527	7
Indeno[123cd]pireno	1.524	1.240	< LD	< LD	< LD	90	< LD	498	< LD
Benzo[ghi]perileno	1.408	1.641	< LD	< LD	< LD	43	< LD	712	< LD
B[a]P/Phe	1	2	1	0	< LD	2	0	2	< LD
Soma PAHs	18.667	18.080	1.186	853	55	478	272	8.156	15

Fontes: TORRES, *et al.* 2002; Resolução CONAMA 344/04 e SOLBERG *et al.*, 2003. células destacadas em vermelho: com valores acima do nível 1 (XX) e nível 2 (XX).

Figura 4.2.4-39: Soma de PAHs no sedimento, nas bacias Paraíba do Sul - Guandu.



Fontes: TORRES, *et al.* 2002; Resolução CONAMA 344/04 - limite para soma de PAHs.

♦ Análise integrada e conclusiva

Com o propósito de sintetizar os dados deste diagnóstico da qualidade dos ambientes aquáticos e subsidiar a avaliação de impactos do projeto da CEDAE, os indicadores obtidos foram organizados em 5 classes de criticidade. Esta divisão teve por finalidade situar melhor os indicadores em relação às amplitudes de valores de cada variável, permitindo visualizar o cenário do conjunto completo de indicadores em pesos semelhantes para todos.

Para os indicadores de qualidade da água, as classes de criticidade correspondem a 5 divisões dos índices de violação aos limites para classe 2 Resolução CONAMA 357/05. As classes evoluem de uma situação menos crítica (primeira classe: 0-20%) a uma mais crítica (quinta classe: 80-100%). Para esta classificação, foram considerados os percentuais de violação nos pontos de amostragem da CEDAE e do INEA analisados no estudo.

A escolha da classe 2 deve-se ao fato de que a bacia do Guandu ainda não dispõe de enquadramento regulamentado. De acordo com a Resolução 357/05, as águas doces devem ser consideradas em classe 2 até que se disponha de normas específicas de enquadramento. Além disso, embora exista uma proposta no Plano da Bacia que indica o enquadramento de trechos de rios das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga na classe 3, outros trechos destas sub-bacias e o próprio rio Guandu estão indicados para enquadramento em classe 2. Portanto, para que se possa comparar os indicadores, torna-se necessário nivelar todos os rios na classe 2, de melhor qualidade.

Para os micropoluentes em sedimento, MPS e lodo, com base nos respectivos níveis 1 e 2 de adversidade à biota, as concentrações foram divididas em cinco classes, sendo a menos crítica aquela cujo valor de concentração está entre zero (ou não detectado) e a metade do valor do nível 1; a classe seguinte vai desta metade ao nível 1; a próxima classe está entre o nível 1 e o valor médio entre este e o nível 2; a penúltima, está entre este valor médio e o nível 2; e a última e mais crítica classe compreende os valores acima do nível 2. Para todas as variáveis, foram considerados os valores médios das concentrações de cada período de amostragem.

As cinco classes foram identificadas por um espectro de cores, variando da cor mais clara (classe menos crítica) para a mais escura (classe mais crítica). A partir da classe intermediária, pode-se considerar que o comprometimento à qualidade do ambiente começa a ser mais crítico, com prováveis adversidades à biota e maiores riscos à qualidade da água de abastecimento.

Portanto, esta classificação também ajuda a identificar prioridades. Indicadores mais críticos devem ter prioridade nas avaliações regulares e em novos estudos a serem realizados para melhorar a consistência da base de dados sobre os ambientes aquáticos em questão.

Nas figuras seguintes (Figuras 4.2.4-40 a 4.2.4-44) são apresentados os resultados desta classificação de criticidade, por compartimento e grupos de indicadores; em seguida, são apresentadas as conclusões principais do estudo.

Figura 4.2.4-40 : Criticidade dos indicadores de qualidade da água - CEDAE.

Variáveis	Guandu montante	Guandu barragem auxiliar	Rio dos Poços	Rio Queimados	Queimados jusante Codin	Cabuçu / Ipiranga	Lagoa montante	Lagoa meio	Lagoa jusante	Guandu captação
	RGN-08	RGN-16	RPC-09	RQM-10	RQM-11	RIG-12	LGA-13	LGA-14	LGA-15	RGN-17
C.fecais										
Fósforo										
Amônia										
Nitrato										
OD										
DBO										
Cor										
Sólidos										
Cianob.										

Classes de violação (%) 0 - 20 21 - 40 41 - 60 61 - 80 81 - 100

Figura 4.2.4-41 : Criticidade dos indicadores de qualidade da água - INEA.

INEA - Monitoramento qualidade água, entre 1990 e 2005					
Variáveis	Guandu montante	Poços / Queimados	Cabuçu	Ipiranga	Guandu captação
	GN-201	QM-270	CU-650	IR-251	GN-200
Cianeto					
Chumbo					
Cobre					
Fenóis					
Amônia					
Manganês					
Mercúrio					

Classes de violação (%) 0 - 20 21 - 40 41 - 60 61 - 80 81 - 100

Figura 4.2.4-42 : Criticidade dos metais em sedimento

METAIS	Março 2002			Fevereiro 2003		
	Lagoa Poços	Lagoa Ipiranga	Guandu 3	Rio Poços montante	Rio Poços jusante	Guandu 3
Chumbo (Pb)						
Cobre (Cu)						
Cromo (Cr)						
Ferro (Fe)						
Manganês (Mn)						
Níquel (Ni)						
Zinco (Zn)						

Classes divididas em relação aos níveis 1 e 2 de adversidade à biota. Para ferro e manganês, foi criada uma escala com a variação de valores.

0 N.1 N.2

Figura 4.2.4-43 : Criticidade dos metais em MPS e lodo

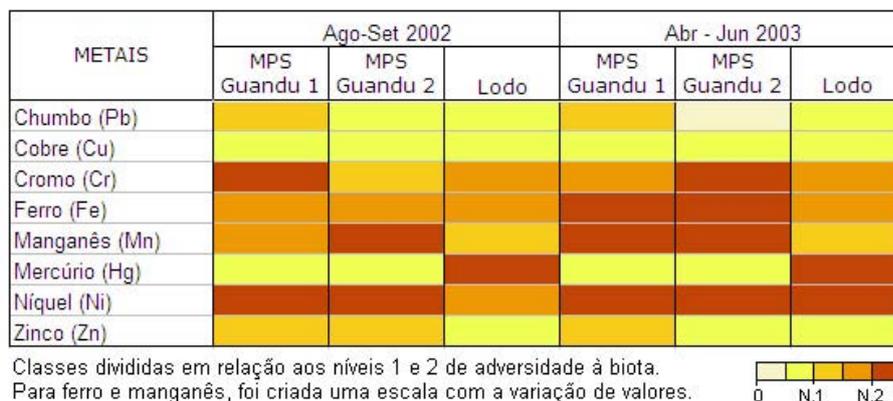
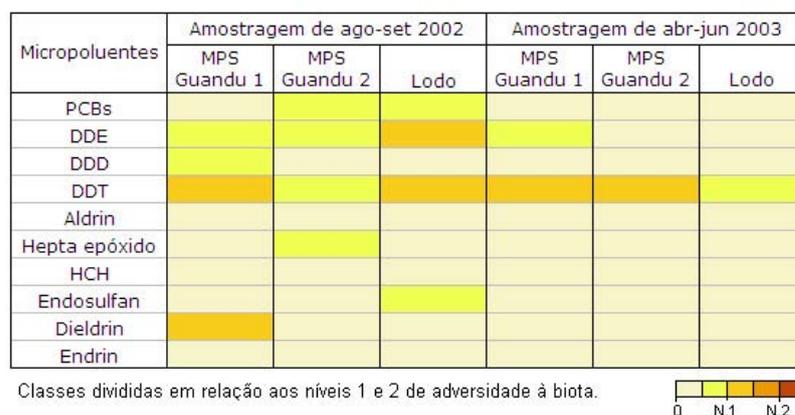


Figura 4.2.4-44 : Criticidade de PCBs e OCs em MPS e lodo



Esta classificação de criticidade dos indicadores reforça as principais conclusões deste diagnóstico, a partir da análise dos dados secundários obtidos, que são as seguintes:

- Variáveis que apresentaram índices mais críticos no local da captação da CEDAE são, em ordem de criticidade, por compartimento: a) na água: fósforo, coliformes fecais e DBO; b) no material particulado em suspensão (MPS): níquel, manganês, cromo, ferro, zinco e DDT.
- Variáveis que apresentaram índices mais críticos no rio Guandu, a montante da captação: a) na água: fósforo e coliformes fecais; b) no sedimento: níquel e ferro; b) no MPS: chumbo, cromo, níquel, zinco, ferro, manganês, DDT e dieldrin.
- Variáveis que apresentaram no rio Guandu, a montante da captação, índices menos críticos do que na captação ou no lodo da ETA, indicando uma provável influência mais decisiva da poluição do sistema lagunar: a) na água: DBO; b) no MPS: cromo, manganês, mercúrio e os pesticidas DDE e heptacoloro epóxido.
- Variáveis que apresentaram índices mais críticos na Lagoa: a) na água: fósforo, coliformes fecais, DBO e amônia; b) no sedimento: nenhum.

- Variáveis que apresentaram índices mais críticos nos rios Queimados, Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga: a) na água: fósforo, coliformes fecais, OD, DBO, manganês, fenóis, amônia, cor; b) no sedimento: níquel, zinco e ferro.
- As concentrações de metais nos sedimentos do fundo das lagoas, ao contrário do esperado, apresentaram-se muito baixas, em relação aos sedimentos dos rios a montante (inclusive o rio Guandu) e aos limites normativos, porém, a amostragem foi única, restrita a dois pontos e sem representatividade sazonal, feita apenas em período chuvoso (mar/02 e fev/03); há também indicações de que concentrações de metais em MPS das lagoas (não amostrados) talvez sejam mais elevadas, principalmente em relação ao mercúrio.
- A maioria dos metais no sedimento do fundo dos rios e lagoas da amostragem de 2002/3 também aparecem em menores concentrações do que em amostragens de 1988, o que pode ser indicativo de melhor controle de efluentes industriais, juntamente com outros fatores tais como diferentes períodos de amostragem (chuvoso em 2002/3 e seco em 1988) e a participação do processo de bioacumulação.
- Os dados indicam que o sistema lagunar e o meio biótico associado têm funcionado como sumidouro de nutrientes e poluentes, visto que alguns destes chegam à captação com índices menos críticos do que nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga; macrófitas aquáticas e algas são conhecidamente eficazes na bioacumulação de várias substâncias tóxicas, podendo transferi-las para a cadeia trófica do ecossistema aquático e, por efeito da biomagnificação, atingir também os consumidores de pescado;
- As altas concentrações de metais e outros poluentes no lodo da ETA podem ser indicativas de uma situação mais crítica quanto à presença dos mesmos nos ambientes aquáticos do que parecem demonstrar os indicadores de qualidade da água; as variáveis mais críticas no lodo foram: mercúrio, níquel, cromo, ferro, manganês, DDT e DDE.
- As bifenilas policloradas (PCBs) e os pesticidas organoclorados (OCs) apresentaram concentrações menos críticas do que os metais, mas são substâncias igualmente prejudiciais à saúde e bioacumulativas, algumas com efeitos cancerígenos e mutagênicos.
- As elevadas concentrações de hidrocarbonetos (PAHs) nos sedimentos do rio Queimados e do rio Paraíba do Sul apontam para a necessidade de avaliação destas substâncias nos diversos compartimentos (sedimento, água e MPS) do sistema lagunar e do rio Guandu na captação.
- As entradas de água do rio Guandu no sistema lagunar parecem contribuir para a redução da criticidade de indicadores de qualidade neste sistema e, possivelmente, para a retenção de poluentes, por efeito da pressão hidráulica (principalmente nos picos de cheia do rio Guandu), diminuindo a velocidade de escoamento das águas das lagoas;
- Por outro lado, o rio Guandu transporta fósforo, metais e outros poluentes, em concentrações acima dos níveis aceitáveis para as normas vigentes, que também podem afetar a qualidade do sistema lagunar e das águas na captação.

- O aporte de fósforo ao sistema lagunar não se reflete diretamente em crescimento exagerado de espécies de cianobactérias tóxicas; em monitoramento intensivo realizado entre 2002 e 2004 não foram encontradas espécies potencialmente tóxicas na lagoa e as poucas ocorrências de microcistinas estiveram abaixo do limite dado pela Portaria MS 518/04; diversos fatores estão relacionados ao crescimento de algas e este pode ser também inibido pela presença constante de substâncias tóxicas em elevadas concentrações.
- De acordo com os boletins da CEDAE, no monitoramento de qualidade da água tratada na ETA Guandu (anos 2006 a 2008), nenhuma das inúmeras variáveis listadas na Portaria 518/04, entre elas todas as que apresentaram índices críticos nos ambientes aquáticos analisados neste diagnóstico, apresentaram violações aos parâmetros da Portaria. As altas concentrações de poluentes no lodo da ETA confirmam a eficácia do tratamento.

Portanto, os dados secundários analisados neste estudo indicam que os ambientes aquáticos em questão apresentam características que permitem amenizar os impactos da poluição nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga para as águas captadas pela CEDAE, destacando-se: 1) o grande volume de água do rio Guandu e, portanto, sua grande capacidade de diluição; e 2) a topografia plana e a expressiva presença de macrófitas aquáticas no curso final das sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e em torno do sistema lagunar, que se traduzem em bioacumulação de nutrientes e poluentes.

Porém, os dados mostram também que a qualidade das águas captadas na ETA-Guandu tem sido constantemente ameaçada pela excessiva e crescente carga de poluição orgânica nos rios a montante, podendo prejudicar igualmente a população abastecida e a biota que habita ou depende do ambiente aquático, bem como os consumidores dos recursos pesqueiros. Ressalta-se que a carga de esgotos domésticos que é lançada nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga tende a aumentar, em proporção ao rápido crescimento urbano que vem ocorrendo nas respectivas bacias desses rios. Nesse contexto, a captação da CEDAE também está sempre vulnerável à ocorrência de eventos mais críticos, como acidentes com cargas industriais tóxicas e proliferação de espécies tóxicas de cianobactérias.

Por fim, é importante destacar que este diagnóstico, baseado em dados secundários incompletos, necessita de estudos mais aprofundados para verificar conclusões, suposições e inferências e para garantir melhor suporte à tomada de decisão sobre medidas de controle de qualidade dos ambientes aquáticos em questão, que afetam a qualidade da água captada pela CEDAE no rio Guandu.

Somente um estudo mais detalhado, com uma malha de pontos de amostragem maior e distribuída de acordo com as peculiaridades do sistema lagunar e dos rios que se comunicam com o sistema, com a devida representatividade dos fatores sazonais - climáticos, hidrológicos e limnológicos - relacionados à distribuição dos nutrientes e poluentes nos diferentes compartimentos (água, sedimento, MPS, biota), poderá fornecer uma compreensão mais consistente sobre a presença, as concentrações e a dinâmica de transferência dos mesmos entre os compartimentos, especialmente na coluna d'água e biota aquática.

4.3 Meio Antrópico

Para elaboração do diagnóstico socioeconômico foram consultados os dados secundários disponíveis em diversas fontes oficiais, principalmente no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Ministério da Saúde (MS/DATASUS), no Ministério da Educação (MEC/INEP), no Ministério do Trabalho e Emprego (MTE/RAIS) e no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), além de dados do governo estadual e das prefeituras dos municípios inseridos na área de estudo. Adicionalmente, diversas informações foram obtidas em pesquisa de campo, em entrevistas com autoridades, técnicos, lideranças comunitárias e moradores da área do empreendimento.

No exame das características dos municípios da Área de Influência Indireta (AII) são apresentados, sempre que conveniente e a título de comparação, os dados relativos ao conjunto do estado do Rio de Janeiro. Os municípios da AII para o meio antrópico são: Belford Roxo, Duque de Caxias, Japeri, Itaguaí, Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados, Rio de Janeiro, São João de Meriti e Seropédica.

Como Área de Influência Direta - AID, foram consideradas as regiões mais próximas do empreendimento, localizadas nos municípios de Seropédica, Queimados e Nova Iguaçu, principalmente a comunidade ribeirinha próxima à captação da CEDAE, denominada Todos os Santos.

4.3.1 Área de Influência Indireta

◆ Processo de Ocupação dos Municípios

Belford Roxo

O atual território de Belford Roxo era habitado anteriormente pelos índios Jacutingas. Essas terras foram mapeadas pela primeira vez em um mapa elaborado por João Teixeira Albernaz, em 1666 entre os rios "*Merith, Simpuiy e Agoassu.*"

Alguns anos após a expulsão dos franceses, Cristóvão de Barros (Governador do Rio de Janeiro) concede ao Capitão Belchior de Azeredo uma sesmaria às margens do rio Sarapuí, na antiga aldeia dos índios Jacutingas. Neste local ele funda o Engenho de Santo Antônio (da Aldeia) de Jacutinga, atual município de Belford Roxo, e uma ermida para Santo Antônio é ereta a 750 metros do Rio Sarapuí, próximo ao local estabelecido para atividades portuárias.

No século XVIII, o Engenho de Santo Antônio de Jacutinga é desmembrado, surgindo, então, o Engenho Maxambomba, em Nova Iguaçu e o Engenho Caxoeira, em Mesquita, que pertenceram ao Governador do Rio de Janeiro Salvador Correia de Sá e Benevides.

Por mais de duzentos anos as terras mantiveram-se, por sucessão hereditária, sob o controle dos herdeiros, de nome Correia Vasques. Em meados do mesmo século XVIII, as terras do Engenho Santo Antônio voltam a ser desmembradas para formação de novos Engenhos: Engenho do Poce (da Posse), Engenho do Brejo e

Engenho do Sarapuí. E no mesmo período as terras do Engenho Maxambomba foram desmembradas para formação do Engenho do Madureira (Bairro de Nova Iguaçu).

Em 1767, em uma carta topográfica da capitania do Rio de Janeiro, feita por Manuel Vieira Leão, aparece claramente nesta região o Engenho do Brejo. O seu primeiro ocupante foi Cristóvão Mendes Leitão em 1739.

Após uma sucessão de proprietários, em 1815, o Padre Miguel Arcanjo Leitão, que era proprietário das terras, em apenas um ano vendeu-as ao primeiro Visconde de Barbacena, Felisberto Caldeira Brant de Oliveira e Horta, futuro Marquês de Barbacena.

Em 1843, Pedro Caldeira Brant, o Conde de Iguaçu, filho do marquês de Barbacena, assume a Fazenda após o falecimento do pai. Já em 1851, a família Caldeira Brant vende a sua fazenda para o comendador Manuel José Coelho da Rocha. Na segunda metade do século XIX, a fazenda entrou em decadência devido a um surto de epidemias.

Em 1888, uma grande estiagem arrasa com a Baixada Fluminense. Nesse momento, apoiado por Dom Pedro II, o engenheiro Paulo de Frontin propõe a captação de 15 milhões de litros de água para a Corte em apenas seis dias. O fato ficou conhecido como "milagre das águas".

O engenheiro Paulo de Frontin tinha um grande amigo e colaborador, o engenheiro Raimundo Teixeira Belfort Roxo, que muito trabalhou a serviço dessas obras de abastecimento de água para o Rio de Janeiro. Após seu falecimento, a pequena Vila Calhamaço Brejo passa a chamar-se Belford Roxo, em homenagem a esse ilustre engenheiro.

Durante boa parte do Século XX, o município era distrito do município de Nova Iguaçu. Somente através da Lei Estadual no 1.640, de abril de 1990, Belford Roxo foi desmembrado de Nova Iguaçu.

Duque de Caxias

O povoamento da região hoje ocupada por Duque de Caxias começou em uma área doada por Estácio de Sá em 1565 a vários sesmeiros, dentre os quais se encontrava Cristóvão Monteiro, beneficiado com uma expressiva faixa de terra às margens do rio Iguaçu. O local hoje é conhecido como Núcleo Colonial São Bento, tombado pelo Patrimônio Histórico da União e mantido pela Diocese de Duque de Caxias e São João de Meriti.

Por volta de 1610, foi erguida a Igreja de Nossa Senhora das Neves, considerada Capela Curada da Freguesia. Já no século XVIII, foi construída a Igreja Nossa Senhora do Pilar, transformada em Matriz da Vila. A igreja localizava-se junto ao Porto do Pilar, embarcadouro responsável por receber e transportar para o Porto do Rio de Janeiro, na Praça XV, o ouro e as pedras preciosas provenientes de Minas Gerais.

A região de Caxias era grande produtora de açúcar e cachaça. Chegou a dispor de 14 embarcadouros, inclusive no rio Sarapuí, que dava acesso à residência de Dona Domitila Castro, a Marquesa de Santos, local hoje denominado Vila São José. Mas com o fim da escravidão, que provocou a derrocada da economia agrária, as terras foram abandonadas pelos colonizadores e só voltaram a ser ocupadas no meio do século XX com a chegada da estrada de ferro, em 1886, ligando a Estação de Meriti à cidade do Rio de Janeiro. Assim, os rios deixaram de ser utilizados, tendo como consequência o abandono da Baixada. Com a falta de saneamento básico, a região só veio a ser abastecida de água em 1916.

A Vila Meriti conquistou sua emancipação política como Duque de Caxias em 31 de dezembro de 1943.

O Poder Executivo foi instalado oficialmente em primeiro de janeiro de 1944, quando o interventor federal Ernani do Amaral designou para responder pelo expediente da prefeitura o contabilista Homero Lara. O primeiro prefeito eleito foi Gastão Glicério de Gouveia Reis, que administrou a cidade de setembro de 1947 a dezembro de 1950. As eleições foram interrompidas com a decretação de Duque de Caxias como Área de Segurança Nacional pelo regime militar em 1971.

O município reconquistou a sua autonomia em 1985, depois de muita movimentação de lideranças políticas, empresariais, sindicais e comunitárias.

Itaguaí

A Cidade de Itaguaí foi fundada em meados do século XVII com a migração dos índios da ilha Jaguaramenon para o Morro da Cabeça Seca, atraídos pelo governo Martim de Sá que pretendia criar um entreposto na região.

Com o tempo, os missionários se mudaram para a Fazenda Santa Cruz e deixaram o povoamento indígena, que se intitulou Itaguaí, que em tupi significa Lago da Pedra, por causa das barrentas águas dos rios da região compreendida entre os atuais rios Itaguaí e Tingussu.

Mais tarde, foi fundada pelos colonos a Vila de Itaguaí, que passou a ser uma rota de viagem padrão dos viajantes para São Paulo e para Minas Gerais, na chamada Rota do Ouro, devido ao terreno pouco acidentado e transitável durante todo o ano, com poucos alagadiços e com bastante água para os animais.

No século XVIII, na famosa viagem onde seria dado o Grito de Independência do Brasil, Dom Pedro I parou na vila para alimentar e saciar seus cavalos no chafariz da cidade, atualmente tombado pelo Patrimônio Histórico Nacional.

Depois da Independência do Brasil, Itaguaí desenvolveu a sua agricultura, sendo em tempos diversos o maior produtor de milho, quiabo, goiaba, laranja e banana do Brasil.

A cidade, que inicialmente utilizava o trabalho escravo de negros, foi gradualmente substituindo-a pela mão de obra estrangeira, mais especificamente de japoneses e em

menor número de alemães. Ainda hoje, é uma das maiores colônias japonesas do estado do Rio de Janeiro.

Até a década de 1950, a má administração pública gerou diversos problemas sociais, resultando em surtos recorrentes de malária, cólera e outras doenças erradicadas das cidades vizinhas. Tal fato trouxe uma má-fama à cidade, que ganhou o apelido de "Município Abandonado".

A partir dos anos 1950, a cidade começou a se industrializar, com a construção de fábricas como a Ingá (zinco), a Nuclep (material termonuclear) e de outras empresas na Zona Industrial de Santa Cruz.

Em 1969, o distrito de Paracambi foi emancipado da cidade e em 1997 o distrito de Seropédica também se separou. Muitas partes do município também foram perdidas para Mangaratiba e para a cidade do Rio de Janeiro.

Japeri

A palavra Japeri é de origem indígena e denomina uma planta semelhante ao junco, que flutuava nos pântanos da região, a qual os índios chamavam yaperi. Esta denominação substituiu o nome de Belém, dado à localidade pelos bandeirantes paulistas responsáveis por sua ocupação, que permaneceram em seu território por quase dois séculos.

É de se destacar que não existiam tribos indígenas assentadas em Belém, quando se deu sua fundação. Entretanto, os indígenas que por ali passavam eram de tribos itaguais, que habitavam as terras às margens do Rio Guandu, onde se encontra hoje o município de Itaguaí.

A história de Japeri tem início em 1743, quando de sua fundação, como Morgado de Belém. Inicialmente, as terras onde hoje se situa o município, pertenciam ao antigo engenho de Pedro Dias, e faziam parte de uma sesmaria que existia na freguesia de Sacra Família do Tinguá.

Posteriormente, o Marquês de São João Marcos deu à localidade grande desenvolvimento. Além de incentivar a lavoura, montou engenhos de açúcar, construiu inúmeras casas, erigiu a Igreja de Nossa Senhora de Belém e Menino Deus, inaugurou a primeira escola e, em 1872, criou um teatro. Ainda por influência do Marquês, foi construída a Estrada de Ferro D. Pedro II, cuja estação foi inaugurada em 8 de dezembro de 1858.

A devastação impiedosa de suas matas trouxe como resultado funesto a obstrução dos rios, e o seu conseqüente extravasamento motivou a formação de pântanos, onde os miasmas e os mosquitos tornavam a região praticamente inabitável. As terras foram abandonadas e cobriram-se de vegetação inútil, própria de pantanais.

No ano de 1951, a antiga Belém passa a constituir, juntamente com Engenheiro Pedreira, o 6º distrito de Nova Iguaçu: Japeri. Por haver, em um só distrito, duas localidades distintas, foram criadas as Administrações Regionais de Engenheiro

Pedreira e de Japeri. Por estarem politicamente constituídas em um único distrito, surgiram os primeiros movimentos emancipatórios. Um plebiscito em 30 de junho de 1991, com a finalidade de obter a emancipação político-administrativa, resultou na criação do Município de Japeri, constituído pelas localidades de Japeri, Engenheiro Pedreira, Jaceruba e Rio D'Ouro, efetivado com a edição da lei Estadual nº 1.902, de 02 de dezembro de 1991, e instalado em 1º de janeiro de 1993.

Nilópolis

Nilópolis foi parte integrante da Capitania Hereditária de São Vicente, que pertenceu a Martin Afonso de Souza, em 1531. Ele a dividiu em sesmarias, doando grande parte a Braz Cubas, fundador de Santos, SP.

Nesta sesmaria, incluía-se Nilópolis, São João de Meriti, Nova Iguaçu e Duque de Caxias, que depois foram se transformando em novas sesmarias e grandes fazendas.

A área do atual município de Nilópolis era uma grande fazenda denominada de São Mateus. Em 1621, pertenceu a João Álvares Pereira, com os limites até a cachoeira dos engenhos de Francisco Dutra e André S. Mateus, entre o rio Pioim e parte da Serra da Maxambomba, atual Nova Iguaçu.

Em 1637, João Álvares Pereira mandou construir a Capela de São Mateus, no alto da Colina de Nilópolis, de barro batido pelos índios e escravos. Essa capela, a primeira construída em Nilópolis, existe até hoje na rua Antônio Cardoso Leal.

Com o passar dos anos, a fazenda foi crescendo e, em 1900, o Barão de Mesquita vendeu a fazenda ao português João Alves Mirandela, que a dividiu em pequenos lotes e vendeu os pedaços para quem quisesse comprar. Assim, a fazenda de São Mateus acabou e, no lugar dela, surgiu o Povoado de São Mateus.

O povoado de São Mateus fazia parte de São João de Meriti, que, na época, era o 4º distrito de Nova Iguaçu. Em 1916, São Mateus passou a ser um distrito independente, o 7º distrito de Nova Iguaçu.

O Presidente da República nessa época, Nilo Peçanha, ao fazer uma visita a São Mateus, mandou construir esgoto e tratar a água, acabando com várias doenças. Foi por meio dele que a cidade teve imediatamente ligações de água, de luz e iluminação pública; agência de Correio; escolas particulares e públicas; comunicação; horário de trens; pontes ligando ao Rio de Janeiro e Nova Iguaçu; serviço de profilaxia rural; bandas de música; e uma grande revista chamada "Nilópolis".

Por este motivo, o povo de São Mateus fez uma grande homenagem ao Presidente Nilo Peçanha e mudou o nome do lugar para Nilópolis, Cidade de Nilo.

Devido ao grande crescimento e desenvolvimento, Nilópolis não podia continuar sendo um distrito de Nova Iguaçu e em 20 de julho de 1947 foi promulgada a emancipação do município.

Nova Iguaçu

Após a divisão do Brasil em Capitanias Hereditárias, as terras que hoje constituem o município de Nova Iguaçu ficaram por muito tempo relegadas a completo abandono. Somente após 1566 que se encontra registro da existência de sesmarias na região, as quais, com o correr dos anos, se foram modificando e concorrendo, desse modo, para a gradativa colonização dessa zona da Baixada Fluminense, em torno dos rios, especialmente do Iguaçu. Com o aumento da população, surgiram várias freguesias, destacando-se a de Nossa Senhora da Piedade de Iguaçu — também conhecida como Nossa Senhora da Piedade do Caminho Velho —, cuja criação data de 1719.

A prosperidade agrícola da região vem dos tempos em que foram concedidas as primeiras sesmarias. Os cursos fluviais existentes, não só fertilizavam as terras, como também serviam de via de comunicação com a Cidade do Rio de Janeiro, para onde se escoava a produção. Cultivavam-se extensas áreas, que produziam quantidades consideráveis de arroz, feijão, mandioca e principalmente cana-de-açúcar. O café, cuja cultura se tentou introduzir na região, não deu os resultados esperados, o que redundou no abandono do plantio.

Situada à margem do rio Iguaçu, a sede da vila prosperou bastante, chegou a tornar-se um dos empórios da Cidade do Rio de Janeiro, fazendo chegar seus produtos por via fluvial ou terrestre. O progresso da região levou o Governo a conceder-lhe autonomia, efetivada por Decreto de 15 de janeiro de 1833.

A decadência, que se verificou a partir da segunda metade do século XIX, na localidade de Iguaçu, decorreu, paradoxalmente, das inovações progressistas introduzidas no território fluminense. Cidades, vilas, povoações surgem da noite para o dia ao longo das estradas, enquanto localidades antiquíssimas desaparecem rapidamente. Tão logo se iniciou o tráfego da Estrada de Ferro D. Pedro II, atual Central do Brasil, verificou-se o abandono da via fluvial, que determinou o desvio da zona da influência comercial e agrícola para as bordas orientais do município.

Entre as localidades que surgiram à margem da via férrea, tomou rápido impulso a denominada Maxambomba, para onde, a 1º de maio de 1891, se transferiu a sede do município.

Ainda no mesmo ano, a 19 de junho, o Decreto n.º 263 elevava a Vila à categoria de Cidade. Somente a 9 de novembro de 1916 foi o topônimo da mesma mudado para Nova Iguaçu. No período de 1939-1943, o município era constituído de 9 distritos: Nova Iguaçu, Belford Roxo, Bonfim, Cava, Caxias, Estrela, Meriti, Nilópolis e Queimados.

Após diversas divisões territoriais e emancipação dos distritos, ao longo de 64 anos de história, em 2007 o município de Nova Iguaçu era constituído somente pelo distrito sede.

Queimados

A colonização e ocupação das terras que hoje compõem o município de Queimados, confunde-se com a história das terras de Iguazu, ambas possuindo as mesmas identidades culturais.

A ocupação das terras começa com a doação da primeira sesmaria a Garcia Aires, em 1592, com 3.000 braças, em quadro, no rio Carapicu. No ano seguinte, foi a vez de Baltazar da Costa, receber uma grande sesmaria com 9.000 braças entre o mesmo rio e o rio Guandu. Em 1615, entre os cursos dos rios Carapicu e Guandu, o cidadão Lourenço São Paio recebe outra sesmaria e quatro anos após outra é concedida a Manoel Corrêa e Antonio Francisco Alvarenga.

Até 1911, Marapicu era sede do Distrito, que foi então transferida para Queimados pela Lei nº 1.008, graças ao seu desenvolvimento alcançado, assim permanecendo até 18 de novembro de 1919, quando a Lei nº 1634 procurou restabelecer a sede em Marapicu.

Após várias lutas, o processo de emancipação de Queimados sai vitorioso em plebiscito de 25 de Novembro de 1990, que é transformado em Lei nº 1.773 de 21 de dezembro de 1990, desmembrando-se assim do município de Nova Iguaçu. Com área disponível às margens da via Dutra e com grandes mananciais de água potável de qualidade, tem atraído um conjunto de indústrias, o que deu origem a uma lei de incentivo ao estabelecimento de indústrias com um "Pólo Industrial", o que tem dado melhores condições de planejamento urbano.

São João de Meriti

A colonização do território onde se localiza o atual município de São João de Meriti data da segunda metade do século XVI. Tudo leva a crer que nas terras fluminenses, nos vales dos rios Meriti, Sarapuí, Estrela ou Inhomirim, teve início o povoamento, em 1566. Em 1568, recebeu Braz Cubas, em doação de sesmaria, 3.000 braças de terras de testada para o mar e 9.000 braças de fundo pelo rio Meriti "correndo pela piassaba da aldeia de Jacotinga". Daí se infere que as terras de São João de Meriti se enquadravam na sesmaria de Braz Cubas.

Até 1644, não há notícia da existência de capelas na região. Nesta data, surge a localidade de São João Batista de Trairaponga, que se torna paróquia por Alvará de fevereiro de 1647, durante a prelazia do Reverendo Antônio Martins Loureiro. A capela existente em Trairaponga serve de matriz até 1660, época em que é transferida a categoria de sede ao templo localizado próximo ao rio Meriti, em terras hoje compreendidas na Cidade de São João de Meriti.

Anos depois, arruinado o prédio da igreja, desloca-se o núcleo social e religioso para a zona portuária, onde se havia erigido nova capela em 1708, dedicada por João Correia Ximenes a Nossa Senhora da Conceição.

Em 1747, retorna a sede da freguesia às margens do Meriti ao exato lugar onde se erguia outrora o templo arruinado, alterando-se sua denominação para freguesia de São João Batista de Meriti.

Desde então, a região começa a prosperar. O rio Meriti escoava livremente o produto das lavouras. A partir de 15 de janeiro de 1833, sendo o povoado de Iguaçú (atual Nova Iguaçú) elevado à categoria de Vila e sede de Município, a freguesia de São João Batista de Meriti passa a integrar sua jurisdição.

Em meados do século XIX, atinge o seu mais alto ponto de desenvolvimento, mas, a partir desse período, observa-se declínio social e econômico. A devastação das matas e conseqüente obstrução dos cursos fluviais e seu extravasamento favorecem a formação de alagados, a propagação da malária e o abandono das terras assoladas.

Com a inauguração, em 1886, do trecho da linha férrea que ligou a Cidade do Rio de Janeiro à Estação de Meriti, situada em terras que pertenciam à então freguesia de São João de Meriti, muito sofre a povoação, sede da freguesia. Os moradores vão aos poucos abandonando a terra e fixando-se em torno da estação, em busca da facilidade de transporte pela estrada de ferro.

O reerguimento ocorre por volta de 1898, ao ser a região cortada pelos trilhos da Linha Auxiliar, trazendo novas possibilidades de progresso. Outros fatores de desenvolvimento para a localidade, anos mais tarde, resultaram do saneamento da Baixada Fluminense e da construção da rodovia Rio-Petrópolis.

Em 1947, Meriti, que era, até então, Distrito de Duque de Caxias, é elevado à condição de cidade com a denominação de São João de Meriti, pela lei estadual n.º 6, de 11 de agosto de 1947, constituído de 3 distritos São João de Meriti, Coelho da Rocha e São Mateus, criados pela mesma lei que criou o município.

Hoje, São João de Meriti é um dos núcleos mais densamente povoados do Brasil, cortado pela Rodovia Presidente Dutra, que põe o município em fácil comunicação com os dois maiores centros econômicos do País — Rio de Janeiro e São Paulo. E mesmo após diversas divisões territoriais, continua com os mesmos três distritos que possuía em 1947.

Seropédica

O início do desbravamento do atual território dos municípios de Itaguaí, Seropédica e Paracambi data de meados do século XVII. Os jesuítas lançaram as bases da futura povoação em terras compreendidas entre os rios Tiguaçu e Itaguaí, para catequizar os índios da região. Posteriormente, os missionários verificaram que as terras da Fazenda de Santa Cruz, mais próximas do mar, melhor se prestavam para aldeamento, para lá se transferindo com os aborígenes, onde erigiram um templo dedicado a São Francisco Xavier, inaugurado em 1729, futura Itaguaí.

Em 1818, a aldeia de Itaguaí foi elevada à categoria de vila, com a denominação de Vila de São Francisco Xavier de Itaguaí, cujo município foi desmembrado de territórios do Rio de Janeiro e de Angra dos Reis.

A passagem da antiga rodovia Rio - São Paulo pelo território do antigo distrito de Seropédica, a instalação da indústria têxtil no antigo distrito de Paracambi, aliadas às obras de saneamento da Baixada Fluminense, empreendida por Nilo Peçanha, que permitiram o aproveitamento de grandes áreas, possibilitaram ao município readquirir sua antiga posição de prestígio.

Em 1938, foram iniciadas, em Seropédica, as obras do Centro Nacional de Estudos e Pesquisas Agronômicas, onde hoje funciona a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Em 1945, moravam muitas pessoas no Horto Florestal de Seropédica, todos funcionários do local, com suas famílias. Não existiam casas nem escolas nos quilômetros próximos. Em 1948, entretanto, a UFRRJ transferiu seu campus para as margens da antiga rodovia Rio - São Paulo, hoje BR-465, iniciando-se o desenvolvimento urbano de Seropédica.

Em 1997, Seropédica tornou-se município independente de Itaguaí. Seu nome advém de um neologismo formado por duas palavras: uma, de origem latina, sericeo ou serico, que significa seda, e outra, grega, pais ou paidós, que significa tratar ou consertar.

Rio de Janeiro

Em 01 de janeiro de 1502, navegadores portugueses avistaram a Baía de Guanabara. Acreditando que se tratava da foz de um grande rio, deram-lhe o nome de Rio de Janeiro, dando origem ao nome da cidade. No entanto, o município só foi fundado em 1565 por Estácio de Sá, com o nome de São Sebastião do Rio de Janeiro, em homenagem ao então Rei de Portugal, D. Sebastião.

Duzentos anos mais tarde, em 1763, o Rio de Janeiro tornou-se a capital do Brasil, título que manteve até 1960, quando foi inaugurada Brasília, a atual capital do país.

A economia da cidade foi impulsionada a partir do século XVII pelos ciclos da cana de açúcar, do ouro e do café. Hoje, o Estado do Rio de Janeiro é, após São Paulo, o segundo pólo industrial do Brasil, está entre os primeiros do turismo, além de ser o principal centro cultural do país e importante centro político.

Povos europeus, principalmente portugueses, misturando-se com escravos africanos e índios brasileiros, deram origem à população que, segundo a Contagem da População 2007 do IBGE, somam mais de seis milhões de cariocas, como são chamados os habitantes da cidade.

Situada em meio a uma paisagem privilegiada pela natureza, entre o mar e as montanhas, a Cidade do Rio de Janeiro é uma das mais belas do mundo, o que lhe valeu o título de Cidade Maravilhosa.

◆ Aspectos Demográficos

O Quadro 4.3.1-1 mostra a evolução da população dos municípios entre 1991 e 2007, enquanto o Quadro 4.3.1-2 traz alguns importantes indicadores da dinâmica

demográfica no período. Os municípios estudados apresentam características populacionais eminentemente urbanas, como de resto ocorre em grande parte do país – e principalmente na Região Sudeste. Com efeito, em 2000, somente Seropédica apresentava população rural de alguma relevância (cerca de 20% de seus habitantes), enquanto que para o conjunto dos municípios praticamente a totalidade de seus moradores residiam em áreas urbanas.

É importante ressaltar, também, a elevada densidade demográfica da região, exceto no município de Itaguaí, devido à extensão de seu território em comparação à sua parca população.

Considerando a taxa média de crescimento anual da população, ressalta que as reduções observadas em Nova Iguaçu e Itaguaí entre 1991 e 2000 devem-se à perda de parte de seus territórios – e conseqüentemente de suas populações – na formação de novos municípios.

Quadro 4.3.1-1 - População residente (1991-2007)

Municípios, All	Total			Homens			Mulheres		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
1991									
Belford Roxo	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Duque de Caxias	667.821	664.145	3.676	326.548	324.582	1.966	341.273	339.563	1.710
Itaguaí	113.057	96.083	16.974	56.550	47.782	8.768	56.507	48.301	8.206
Japeri	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Nilópolis	158.092	158.092	0	75.527	75.527	0	82.565	82.565	0
Nova Iguaçu	1.297.704	1.294.352	3.352	635.538	633.811	1.727	662.166	660.541	1.625
Queimados	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Rio de Janeiro	5.480.768	5.480.768	0	2.583.192	2.583.192	0	2.897.576	2.897.576	0
São João de Meriti	425.772	425.772	0	206.428	206.428	0	219.344	219.344	0
Seropédica	---	---	---	---	---	---	---	---	---
All	8.143.214	8.119.212	24.002	3.883.783	3.871.322	12.461	4.259.431	4.247.890	11.541
2000									
Belford Roxo	434.474	434.474	0	211.285	211.285	0	223.189	223.189	0
Duque de Caxias	775.456	772.327	3.129	375.732	374.073	1.659	399.724	398.254	1.470
Itaguaí	82.003	78.208	3.795	40.611	38.570	2.041	41.392	39.638	1.754
Japeri	83.278	83.278	0	41.301	41.301	0	41.977	41.977	0
Nilópolis	153.712	153.712	0	72.563	72.563	0	81.149	81.149	0
Queimados	121.993	121.993	0	59.504	59.504	0	62.489	62.489	0
Nova Iguaçu	920.599	920.599	0	445.609	445.609	0	474.990	474.990	0
Rio de Janeiro	5.857.904	5.857.904	0	2.748.143	2.748.143	0	3.109.761	3.109.761	0
São João de Meriti	449.476	449.476	0	216.014	216.014	0	233.462	233.462	0
Seropédica	65.260	51.897	13.363	32.250	25.489	6.761	33.010	26.408	6.602
All	8.944.155	8.923.868	20.287	4.243.012	4.232.551	10.461	4.701.143	4.691.317	9.826

Quadro 4.3.1-1 - População residente (1991-2007) - continuação

Municípios, AII	Total			Homens			Mulheres		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
2007									
Belford Roxo	497.237	---	---	---	---	---	---	---	---
Duque de Caxias	867.029	---	---	---	---	---	---	---	---
Itaguaí	97.834	---	---	---	---	---	---	---	---
Japeri	93.197	---	---	---	---	---	---	---	---
Nilópolis	149.989	---	---	---	---	---	---	---	---
Nova Iguaçu	858.151	---	---	---	---	---	---	---	---
Queimados	141.708	---	---	---	---	---	---	---	---
Rio de Janeiro	6.178.762	---	---	---	---	---	---	---	---
São João de Meriti	469.637	---	---	---	---	---	---	---	---
Seropédica	78.530	---	---	---	---	---	---	---	---
AII	9.432.074	---	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991 e 2000 e Contagem da População 2007.

(---) Dado não disponível

Obs: Belford Roxo e Japeri foram elevados a municípios em 1991, sendo instalados em 01.01.1993; Queimados foi elevado a município no final de 1990 e instalado também em 01.01.1993; Seropédica foi elevado a município em 1995 e instalado em 01.01.1997 (IBGE). A Contagem da População 2007 só apresenta a população total.

Quadro 4.3.1-2 - Indicadores Demográficos

Municípios, AII	Grau de Urbanização (%)		Taxa anual de crescimento (%)		Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab/km ²)	Média de Moradores por Domicílio (2000)	
	1991	2000	91-00	00-07		2007	Urbano	Rural
Belford Roxo	---	100,0	---	1,9	79,79	6.231,8	3,5	---
Duque de Caxias	99,4	99,6	1,7	1,6	464,57	1.866,3	3,5	3,4
Itaguaí	85,0	95,4	-3,5	2,6	271,56	360,3	3,6	3,6
Japeri	---	100,0	---	1,6	82,83	1.125,1	3,6	---
Nilópolis	100,0	100,0	-0,3	-0,3	19,16	7.828,2	3,5	---
Nova Iguaçu	99,7	100,0	-23,1	32,1	523,89	1.638,0	3,5	---
Queimados	---	100,0	---	-23,5	76,92	1.842,3	3,6	---
Rio de Janeiro	100,0	100,0	0,7	0,8	1.182,30	5.226,1	3,2	---
São João de Meriti	100,0	100,0	0,6	0,6	34,84	13.479,8	3,5	---
Seropédica	---	79,5	---	2,7	283,79	276,7	3,5	3,7
AII	99,7	99,8	1,0	0,8	3.019,66	3.123,6	3,3	3,7

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991 e 2000 e Contagem da População 2007. Cálculos da Consultora.

Obs: Belford Roxo foi elevado a município em 1993, Queimados no final de 1990 e Seropédica em 1997.

Por fim, é importante ainda fazer referência à População Economicamente Ativa - PEA da região em estudo, isto é, a parcela dos indivíduos maiores de dez anos exercendo ocupação ou procurando trabalho quando da realização do Censo Demográfico. Como mostra o Quadro 4.3.1-3, a menor taxa de PEA, em 2000, dentre os municípios estudados, considerando-se tanto as zonas urbanas como as rurais, foi registrada em Belford Roxo, atingindo aproximadamente de 79,60% da população do município, e a maior ocorreu na capital, um pouco menos de 85%, enquanto a taxa estadual foi em torno de 83,21%.

Quadro 4.3.1-3: População Economicamente Ativa (2000)

Municípios, AII	PIA	PEA	PO	PD	PNEA
Belford Roxo	345.848	188.240	144.748	43.492	157.608
Duque de Caxias	622.862	346.130	269.437	76.693	276.732
Itaguaí	65.876	36.285	28.916	7.369	29.591
Japeri	65.011	33.009	25.949	7.060	32.002
Nilópolis	128.952	72.024	57.211	14.813	56.928
Nova Iguaçu	742.669	411.532	322.304	89.228	331.137
Queimados	96.631	52.448	40.039	12.409	44.183
Rio de Janeiro	4.976.601	2.791.262	2.348.173	443.089	2.185.339
São João de Meriti	367.073	205.992	163.538	42.454	161.081
Seropédica	52.330	28.596	22.995	5.601	23.734
Total - AII	7.463.853	4.165.518	3.423.310	742.208	3.298.335

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000 (Amostra).

Notas: PIA – População em Idade Ativa – considerados os maiores de 10 anos;

PEA – População Economicamente Ativa – maiores de 10 anos ocupados ou procurando ocupação na semana da realização da pesquisa;

PO – População Ocupada – parcela da PEA ocupada;

PD – População Desocupada – parcela da PEA desocupada;

PNEA – População Não Economicamente Ativa – maiores de 10 anos não ocupados ou procurando ocupação na semana da realização da pesquisa.

◆ Educação

Examinando-se a estrutura educacional da região, o Quadro 4.3.1-4 apresenta dados recentes referentes aos diversos níveis e modalidades de ensino oferecidos nos municípios estudados e no conjunto da AII.

Como se pode observar por estes dados, embora o Ensino Fundamental seja de responsabilidade municipal, as escolas estaduais respondem por parcelas importantes das matrículas em diversos destes municípios, principalmente em Nova Iguaçu, Queimados e São João do Meriti, em que praticamente igualam os números de alunos das escolas municipais. Todavia, no cômputo geral da AII, em virtude da rede pública de Ensino Fundamental do Rio de Janeiro estar extensamente municipalizada, a participação das escolas estaduais alcançava somente cerca de 16% dos alunos da modalidade. O segmento é ainda complementado por treze escolas federais no município do Rio de Janeiro, que somavam 10.273 alunos atendidos, além das escolas privadas que respondiam naquele ano por aproximadamente 22% dos alunos deste ciclo no conjunto da AII. A Figura 4.3.1-1 permite visualizar estas relações.

Quadro 4.3.1-4 - Estrutura educacional (2006).

Municípios	Estabelecimentos					Matrículas				
	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total
Ensino Fundamental										
Belford Roxo	0	45	48	74	167	0	27.700	43.016	13.231	83.947
Duque de Caxias	0	85	135	101	321	0	48.615	90.212	27.325	166.152
Itaguaí	0	11	33	20	64	0	4.436	15.865	2.096	22.397
Japeri	0	12	27	5	44	0	5.688	12.247	798	18.733
Nilópolis	0	15	14	32	61	0	8.779	9.771	7.679	26.229
Nova Iguaçu	0	85	98	106	289	0	52.367	54.459	22.320	129.146
Queimados	0	14	26	15	55	0	11.779	12.812	4.811	29.402
Rio de Janeiro	13	99	980	1.005	2.097	10.273	29.297	591.741	197.566	829.497
São João de Meriti	0	45	44	114	203	0	26.557	27.559	21.514	75.630
Seropédica	0	8	38	10	56	0	2.049	12.101	1.722	15.932
All	13	419	1.443	1.482	3.357	10.273	217.267	869.783	299.062	1.397.065
Ensino Médio										
Belford Roxo	0	34	0	8	42	0	18.683	0	1.238	19.921
Duque de Caxias	0	61	0	29	90	0	39.046	0	8.374	47.420
Itaguaí	0	11	0	5	16	0	5.386	0	730	6.116
Japeri	0	9	0	1	10	0	4.363	0	33	4.396
Nilópolis	1	13	1	15	30	386	10.454	1	2.015	12.906
Nova Iguaçu	1	57	0	29	87	488	32.213	0	5.291	37.992
Queimados	0	10	0	3	13	0	6.363	0	415	6.778
Rio de Janeiro	13	293	0	379	685	8.222	233.767	0	55.921	297.910
São João de Meriti	0	31	0	17	48	0	20.170	0	2.942	23.112
Seropédica	1	8	0	4	13	391	4.258	0	299	4.975
All	16	527	1	490	1.034	9.487	374.703	1	77.258	461.526

(continua...)

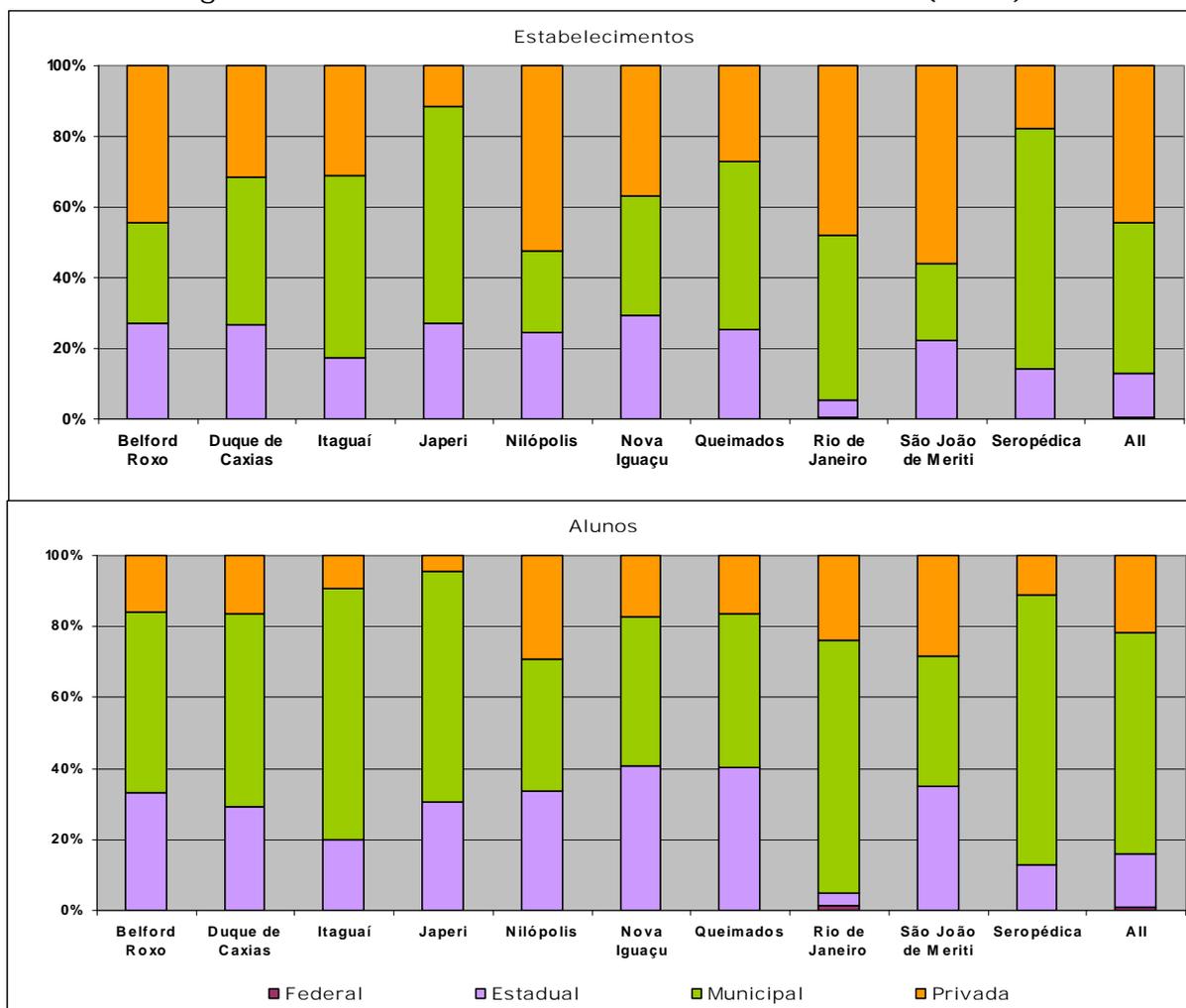
(... continuação)

Quadro 4.3.1-4 - Estrutura educacional (2006).

Municípios	Estabelecimentos					Matrículas				
	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total
Educação Especial										
Belford Roxo	0	1	2	1	4	0	17	396	205	618
Duque de Caxias	0	14	24	1	39	0	347	557	90	994
Itaguaí	0	3	3	2	8	0	43	29	86	158
Japeri	0	1	3	1	5	0	16	37	30	83
Nilópolis	0	3	3	2	8	0	131	158	61	350
Nova Iguaçu	0	8	1	1	10	0	641	138	33	812
Queimados	0	0	2	0	2	0	0	33	0	33
Rio de Janeiro	2	5	324	22	353	852	413	6.213	1.858	9.336
São João de Meriti	0	7	6	1	14	0	213	80	160	453
Seropédica	0	0	2	1	3	0	0	25	93	118
All	2	42	370	32	446	852	1.821	7.666	2.616	12.955
Educação de Jovens e Adultos										
Belford Roxo	0	14	0	4	18	0	5.417	0	818	6.235
Duque de Caxias	0	22	0	16	38	0	7.548	0	1.871	9.419
Itaguaí	0	2	1	1	4	0	270	118	145	533
Japeri	0	4	10	0	14	0	1.146	2.556	0	3.702
Nilópolis	0	5	12	10	27	0	2.220	3.590	1.651	7.461
Nova Iguaçu	0	30	15	12	57	0	13.244	6.372	1.849	21.465
Queimados	0	6	4	1	11	0	3.484	487	281	4.252
Rio de Janeiro	0	159	121	127	407	0	50.724	33.687	20.250	104.661
São João de Meriti	0	4	0	12	16	0	1.989	0	1.628	3.617
Seropédica	0	4	9	1	14	0	1.243	2.165	162	3.570
All	0	250	172	184	606	0	87.285	48.975	28.655	164.915

Fonte: MEC / INEP.

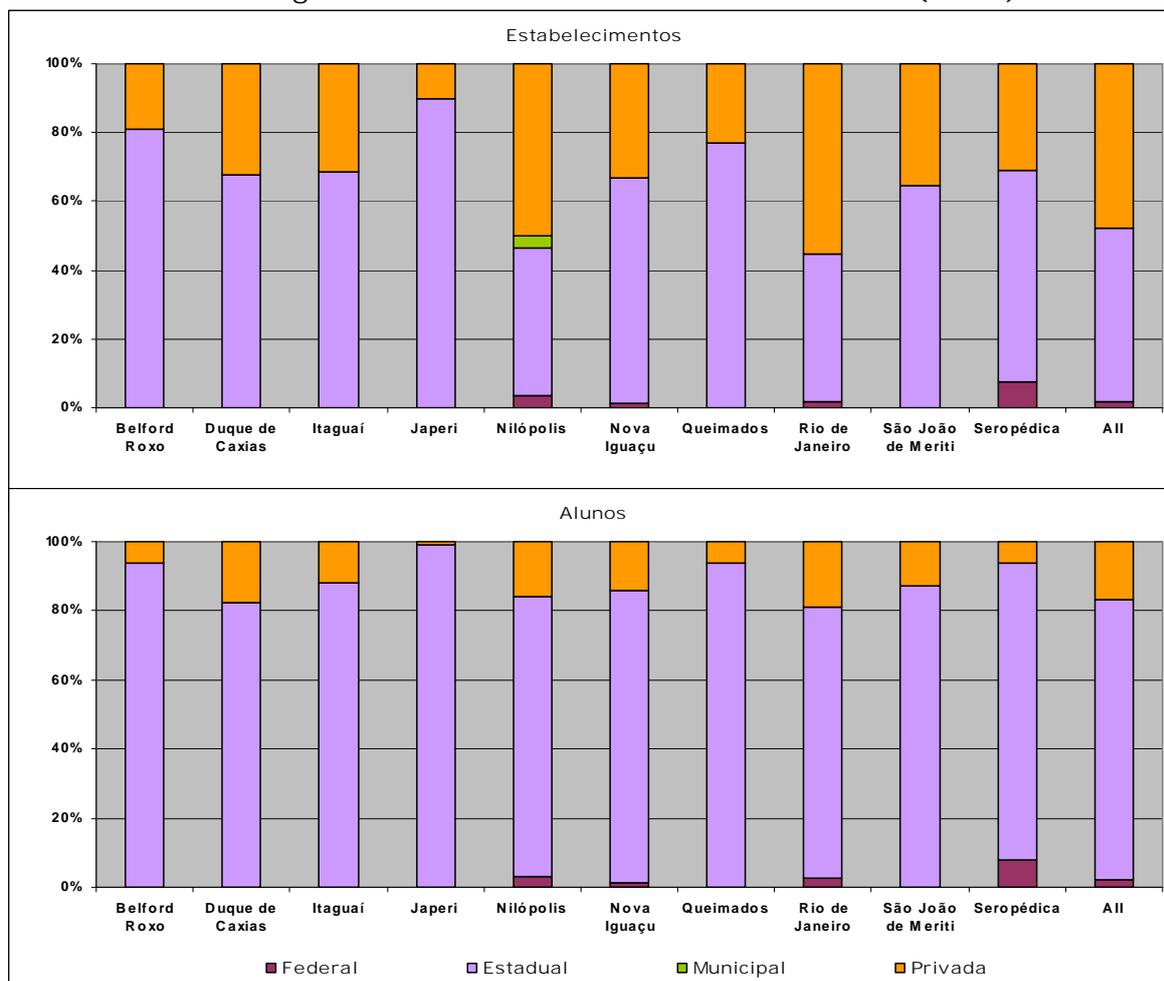
Figura 4.3.1-1 - Estrutura do Ensino Fundamental (2006).



Já o Ensino Médio está sob a égide do estado, e na AII como um todo mais de 80% dos alunos estudavam nos estabelecimentos estaduais em 2006. As escolas particulares eram responsáveis por cerca de 17% das matrículas, havendo ainda uma parcela residual dos estudantes nas 16 escolas federais de Ensino Médio existentes na AII, das quais 13 situadas no município do Rio de Janeiro. Com relação a escolas municipais, há o registro de apenas uma unidade, em Nilópolis, atuando neste segmento de ensino.

Esta estrutura é mostrada na Figura 4.3.1-2, a seguir.

Figura 4.3.1-2 - Estrutura do Ensino Médio (2006).



No que tange à Educação Especial, dirigida a alunos que necessitam de metodologias diferenciadas de ensino e aprendizagem, a oferta de vagas é, de modo geral, pequena nos municípios da AII. O município do Rio de Janeiro, com maior número de unidades capacitadas a atender a esta demanda, teve, no ano de 2006, 9.336 matrículas distribuídas em 353 escolas, em sua maioria municipais, sendo o único que possui Educação Especial também em escolas federais. Nos demais municípios estudados a quantidade de estabelecimentos com Educação Especial é bastante reduzido. O município de Belford Roxo, embora com apenas quatro escolas, apresentava um elevado número de alunos em 2006, totalizando 618 matrículas. Itaguaí que no mesmo ano contava com o dobro de escolas que Belford Roxo, tinha apenas 153 alunos matriculados.

A Educação de Jovens e Adultos, por sua vez, está disseminada por todo o estado do Rio de Janeiro, presente na quase totalidade dos municípios. No que diz respeito aos municípios da AII, as escolas públicas estaduais correspondiam em 2006 a 53% das unidades com esta atividade, enquanto Nilópolis e Seropédica eram os únicos municípios com preponderância de unidades administradas pelos municípios, enquanto em São João do Meriti eram as escolas particulares a maioria a oferecerem

EJA. No Rio de Janeiro, por sua vez, a Educação de Jovens e adultos se apresentava bem distribuída entre as escolas municipais, estaduais e privadas.

Quanto ao ensino superior, ainda segundo o MEC/INEP, no estado funcionavam 118 entidades em 2004, atendendo a mais de 444.000 estudantes. Dessas, 49 eram privadas, 56 confessionais, comunitárias ou filantrópicas, nove federais, duas estaduais e duas municipais. O município do Rio de Janeiro contava neste ano com mais de 52% das unidades de ensino superior do conjunto do estado e os municípios de Itaguaí e São João de Meriti não possuíam escolas de ensino superior.

◆ Saneamento

De modo geral, são deficitárias as condições de saneamento básico dos municípios que compõem o estado do Rio de Janeiro. Nos municípios da área de estudo, entretanto, as condições são melhores que o conjunto estadual, mas ainda insatisfatórias, considerando-se a importância e o tamanho da população dos municípios envolvidos.

Ao se examinar o abastecimento de água na AI, como mostra o Quadro 4.3.1-5, que traz os dados do Censo 2000, observa-se que pouco mais de 90% dos domicílios contam com água encanada, proveniente de rede geral, número este em grande parte provocado pela importância relativa do município do Rio de Janeiro. No entanto, em diversos destes municípios a população ainda se utiliza em grande medida de poços ou nascentes, como é o caso de mais de 30% dos domicílios de Japeri e de Queimados, assim como mais de 20% das moradias de Belford Roxo, Duque de Caxias e Itaguaí. Verifica-se, com efeito, que em geral quanto maior o grau de urbanização dos municípios, maiores são as parcelas de seus habitantes com acesso à rede de água, neste caso normalmente oferecida após o tratamento fornecido pela ETA Guandu.

Quadro 4.3.1-5
Abastecimento de água (2000)

Municípios	Domicílios	Rede Geral	Poço ou nascente	Outra forma
Belford Roxo	121.619	87.847	28.305	5.467
Duque de Caxias	219.977	152.548	61.467	5.962
Itaguaí	22.969	17.314	5.079	576
Japeri	22.987	14.531	7.697	759
Nilópolis	44.428	42.731	1.429	268
Nova Iguaçu	260.653	210.894	42.614	7.145
Queimados	33.334	22.137	10.280	917
Rio de Janeiro	1.802.347	1.762.861	18.136	21.350
São João de Meriti	129.390	123.467	3.654	2.269
Seropédica	18.114	15.531	2.274	309
AI	2.675.818	2.449.861	180.935	45.022

Fonte: IBGE – Censo 2000.

Ainda mais precária é a situação do esgotamento sanitário na AII, em que somente cerca de 70% dos domicílios estão ligados a redes de coleta, mesmo quando utilizando a rede de galerias de águas pluviais. Agravando este quadro, deve-se observar que mesmo as águas servidas recolhidas por rede são em grande parte dos casos despejadas *in natura* nos corpos d'água, sem qualquer tipo de tratamento. As fossas são também utilizadas em larga escala, principalmente naqueles municípios que ainda apresentam características mais rurais, como Queimados e Seropédica, que apresentam este tipo de escoadouro em mais de 50% das residências. Cabe ressaltar que o município do Rio de Janeiro também sofre com a falta de saneamento básico, em grande parte como consequência dos processos de ocupação desordenada como as favelas e loteamentos irregulares, resultando em um atendimento de menos de 78% dos domicílios com rede de esgoto. O Quadro 4.3.1-6 traz as informações de todos os municípios da AII.

Quadro 4.3.1-6
Esgotamento sanitário (2000)

Municípios	Domicílios	Rede de esgoto ou pluvial	Fossa	Vala	Rio, lago ou mar	Outros	Sem banheiro ou sanitário
Belford Roxo	121.619	65.019	36.206	16.308	1.477	1.124	1485
Duque de Caxias	219.977	124.030	54.903	28.599	7.640	2.181	2624
Itaguaí	22.969	9.401	8.467	3.994	716	182	209
Japeri	22.987	6.320	9.416	5.631	768	322	530
Nilópolis	44.428	35.310	7.911	101	917	26	163
Nova Iguaçu	260.653	133.855	84.424	31.756	6.692	1.545	2381
Queimados	33.334	11.517	16.983	3.334	822	188	490
Rio de Janeiro	1.802.347	1.405.606	303.575	48.316	29.740	5.736	9374
São João de Meriti	129.390	86.284	34.545	4.698	2.422	650	791
Seropédica	18.114	2.052	10.920	3.893	303	714	232
AII	2.675.818	1.879.394	567.350	146.630	51.497	12.668	18.279

Fonte: IBGE – Censo 2000.

Por fim, cabe fazer referência à destinação final do lixo, um dos maiores problemas enfrentados pelas municipalidades. O aumento no grau de urbanização dos municípios acarreta uma maior produção de dejetos nas cidades, necessitando de soluções adequadas para que sejam evitados problemas de saúde pública. No Brasil como um todo, assim como no estado do Rio de Janeiro e nos municípios da AII, ainda são restritas as iniciativas que persigam o manejo e a correta disposição final dos resíduos sólidos.

Pode-se verificar no Quadro 4.3.1-7 que, na AII como um todo, mais de 95% dos domicílios tem seu lixo coletado por serviço de limpeza. Nilópolis é o município que tem a melhor cobertura deste serviço, que atende a 99% das moradias. Por outro lado, Japeri apresenta o pior serviço, com apenas 58% dos domicílios atendidos, enquanto em mais de 30% deles o descarte é realizado através da queima dos dejetos.

Quadro 4.3.1-7
Destinação do lixo (2000)

Municípios	Domicílios	Coletado	Queimado	Enterrado	Jogado	Outro destino
Belford Roxo	121.619	107.538	7.626	199	6.002	254
Duque de Caxias	219.977	195.665	14.939	250	8.680	443
Itaguaí	22.969	20.346	2.134	40	399	50
Japeri	22.987	13.234	7.019	118	2.508	108
Nilópolis	44.428	43.982	125	2	306	13
Nova Iguaçu	260.653	230.018	19.626	345	9.806	858
Queimados	33.334	28.915	3.258	56	986	119
Rio de Janeiro	1.802.347	1.781.966	8.345	320	10.141	1.575
São João de Meriti	129.390	126.414	1.179	21	1.671	105
Seropédica	18.114	14.536	3.140	84	313	41
All	2.675.818	2.562.614	67.391	1.435	40.812	3.566

Fonte: IBGE – Censo 2000.

◆ Saúde

Este estudo tem por principal objetivo conhecer a estrutura do setor de saúde e o perfil epidemiológico da Área de Influência do projeto. Como objetivos específicos podem ser relacionados:

- Levantar e analisar dados de morbi-mortalidade dos municípios da Área de Influência do projeto;
- Levantar e analisar dados de morbidade hospitalar para o conhecimento do padrão de produção de doença nos municípios;
- Coletar e analisar informações epidemiológicas e discutir a situação atual diante das perspectivas de início e execução das obras.
- Baseado no estudo das freqüências de morbi-mortalidade, é conduzido um estudo descritivo sobre a Área de Influência do projeto, utilizando-se como tempo de análise o período de um ano. Optou-se por coletar os dados do ano mais recente disponível nas bases de dados oficiais.

Estrutura do Setor de Saúde na AII

O Quadro 4.3.1-8 apresenta os estabelecimentos e serviços de saúde presentes nos municípios em estudo em setembro/2008. Analisando-se estes dados, observa-se que praticamente todos os municípios da AII, com exceção de Queimados e Seropédica, possuem pelo menos um hospital geral. Também com relação a unidades de pronto-socorro, o quadro é bastante precário em diversos municípios, especialmente em Nilópolis e Itaguaí, que não contam com nenhuma unidade. Os serviços de saúde desta grande região são polarizados principalmente pelo município do Rio de Janeiro que, sozinho, responde cerca de 58% dos estabelecimentos de saúde da AII, e secundariamente, pelos municípios de Duque de Caxias e Nova Iguaçu, nos quais se localizam 27% destas unidades. Ou seja, estes três municípios totalizam aproximadamente 85% dos estabelecimentos de saúde da AII.

Quadro 4.3.1-8 - Estabelecimentos de Saúde (set/2008)

Tipos de Estabelecimentos	Belford Roxo	Duque de Caxias	Itaguaí	Japeri	Nilópolis	Nova Iguaçu	Queimados	Rio de Janeiro	S. João de Meriti	Seropédica	AlI
Centro de parto normal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Centro de saúde/unidade básica de saúde	35	33	40	2	6	54	10	164	15	15	374
Central de regulação de serviços de saúde	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	4
Clinica especializada/ambulatório especializado	17	90	13	1	25	113	1	808	34	0	1.102
Consultório isolado	15	173	19	0	64	223	8	191	50	4	747
Farmácia	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Hospital especializado	2	10	1	0	4	4	2	118	5	1	147
Hospital geral	1	11	1	1	3	3	0	131	3	0	154
Hospital dia	0	1	0	0	0	2	0	9	0	0	12
Laboratório Central de Saúde Pública - LACEN	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Policlínica	10	11	4	1	6	38	6	59	13	1	149
Posto de saúde	0	66	2	8	3	9	5	29	0	0	122
Pronto socorro especializado	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	5
Pronto socorro geral	1	6	0	1	0	1	1	7	1	3	21
Secretaria de saúde	1	1	0	0	0	0	0	11	0	0	13
Unidade de serviço de apoio de diagnose e terapia	5	42	2	2	16	49	2	505	18	1	642
Unidade de vigilância em saúde	2	1	0	0	0	1	1	2	1	0	8
Unidade mista	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	6
Unidade móvel de nível pré-hosp-urgência/emergência	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Unidade móvel terrestre	1	2	0	2	0	3	0	1	1	1	11
Total	93	448	82	19	127	504	36	2.049	143	26	3.527

Fonte: Ministério da Saúde / CNES.

Por sua vez, os Quadros 4.3.1-9 e 4.3.1-10, também adiante, apresentam, respectivamente, as quantidades de leitos existentes nas unidades de saúde dos municípios e a sua relação por grupos de 1.000 habitantes. Este indicador é importante, na medida em que o Ministério da Saúde considera que o índice de 1 leito / 1.000 habitantes é suficiente para dar conta das necessidades de internação de uma população.

De acordo com estes dados, as unidades de saúde de Belford Roxo e de Seropédica apresentam a menor relação leitos/habitantes, com números francamente insuficientes para o atendimento da demanda de seus moradores, que são obrigados a procurar tratamento em outros municípios. Em Nova Iguaçu, apesar de mostrar um total de leitos apenas suficientes para sua população, quando se examina especificamente os leitos à disposição da população em geral, isto é, aqueles conveniados com o SUS, verifica-se que o seu número é insuficiente para garantir o atendimento desejável. Por outro lado, a oferta de leitos em Queimados e em Japeri é mais do que o dobro das necessidades mínimas de sua população, com a quase totalidade atendendo aos pacientes do SUS. Também no Rio de Janeiro a quantidade oferecida é bastante superior aos índices recomendados, mesmo aqueles conveniados com o SUS. Pode-se concluir, à vista dos dados apresentados, que a oferta quantitativa de leitos não é um problema para a maioria dos municípios estudados, mas eventualmente a distribuição geográfica desta capacidade, os equipamentos disponíveis nos estabelecimentos e a qualidade do atendimento oferecido.

Quadro 4.3.1-9 - Leitos nos Serviços de Saúde (set/2008)

Municípios	Cirúrgicos		Clínicos		Complementares		Obstétricos	
	Total	SUS	Total	SUS	Total	SUS	Total	SUS
Belford Roxo	57	57	44	44	23	23	86	86
Duque de Caxias	444	242	294	196	252	31	244	139
Itaguaí	46	20	62	43	14	14	71	45
Japeri	25	25	148	148	0	0	40	40
Nilópolis	100	72	186	134	95	10	187	162
Nova Iguaçu	297	153	193	146	193	42	124	101
Queimados	15	11	30	30	2	2	53	53
Rio de Janeiro	6.843	4.010	6.425	3.463	3.286	797	1.896	1.228
São João de Meriti	41	17	89	75	17	0	126	112
Seropédica	0	0	0	0	2	2	30	30
All	7.868	4.607	7.471	4.279	3.884	921	2.857	1.996
Municípios	Pediátricos		Outras Especialid.		Hospital/DIA		Total	
	Total	SUS	Total	SUS	Total	SUS	Total	SUS
Belford Roxo	155	155	1	1	0	0	366	366
Duque de Caxias	122	92	455	260	31	19	1842	979
Itaguaí	36	12	7	7	0	0	236	141
Japeri	31	31	1	1	0	0	245	245
Nilópolis	27	8	0	0	12	0	607	386
Nova Iguaçu	281	231	2	0	14	6	1104	679
Queimados	113	66	1	1	172	172	386	335
Rio de Janeiro	1.427	888	5.634	3.912	600	292	26.111	14.590
São João de Meriti	187	181	550	513	0	0	1010	898
Seropédica	19	19	0	0	0	0	51	51
All	2.398	1.683	6.651	4.695	829	489	31.958	18.670

Fonte: Ministério da Saúde / CNES.

Quadro 4.3.1-10
Leitos/1000 habitantes (set/2008)

Municípios	Leitos/1000 hab	
	Total	SUS
Belford Roxo	0,7	0,7
Duque de Caxias	2,1	1,1
Itaguaí	2,3	1,4
Japeri	2,4	2,4
Nilópolis	3,8	2,4
Nova Iguaçu	1,3	0,8
Queimados	2,8	2,4
Rio de Janeiro	4,2	2,4
São João de Meriti	2,2	1,9
Seropédica	0,7	0,7
All	3,4	2,0

Fonte: Ministério da Saúde / CNES. Cálculos da Consultora.

Em setembro de 2008, a capacidade ambulatorial destes municípios, como indica o Quadro 4.3.1-11, era composta de clínicas, especializados ou não, além de consultórios odontológicos e de outros serviços de saúde. O tipo de atendimento que estas unidades podem prestar à população logicamente está condicionado à estrutura de que dispõem. No total da All eram encontrados, entre clínicas especializadas ou não, 14.941 consultórios de diversos tipos, além de serviços de odontologia e outros não-médicos, como psicologia, fisioterapia, fonoaudiologia, entre outros.

Quadro 4.3.1-11
Ambulatórios (set/2008)

Municípios	Clínica Básica	Clínica Especializada	Clínico Indiferente	Odontológicos	Não Médicos	Total
Belford Roxo	166	72	28	44	63	373
Duque de Caxias	482	311	144	175	288	1.400
Itaguaí	139	63	9	25	59	295
Japeri	42	2	12	4	8	68
Nilópolis	173	85	23	58	49	388
Nova Iguaçu	267	622	80	173	134	1.276
Queimados	88	38	12	18	26	182
Rio de Janeiro	2.257	4.683	799	932	1.625	10.296
São João de Meriti	208	158	38	55	110	569
Seropédica	35	11	2	22	24	94
All	3.857	6.045	1.147	1.506	2.386	14.941

Fonte: Ministério da Saúde / CNES.

Mortalidade e Morbidade Hospitalar

As informações sobre as causas de mortalidade e de morbidade hospitalar seguiram os Capítulos do Código Internacional de Doenças – Revisão 10 (CID-10), da Organização Mundial de Saúde, como apresentado no Quadro 4.3.1-12, a seguir.

Quadro 4.3.1-12
Código Internacional de Doenças (CID-10)

Capítulos CID-10	Tipologia
I	Algumas doenças infecciosas e parasitárias
II	Neoplasias (tumores)
III	Doenças de sangue, órgãos hematopoéticos e transtornos imunitários
IV	Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
V	Transtornos mentais e comportamentais
VI	Doenças do sistema nervoso
VII	Doenças do olho e anexos
VIII	Doenças do ouvido e da apófise mastóide
IX	Doenças do aparelho circulatório
X	Doenças do aparelho respiratório
XI	Doenças do aparelho digestivo
XII	Doenças da pele e do tecido subcutâneo
XIII	Doenças do sistema osteomuscular e tecido conjuntivo
XIV	Doenças do aparelho geniturinário
XV	Gravidez, parto e puerpério
XVI	Algumas afecções originadas no período neonatal
XVII	Malformação congênita, deformidades e anomalias cromossômicas
XVIII	Sintomas e sinais achados anormais em exames clínicos e laboratoriais
XIX	Lesões, envenenamentos e algumas outras conseqüências de causas externas
XX	Causas externas de morbidade e mortalidade
XXI	Fatores que influenciam o estado de saúde e o contato com serviços de saúde

Fonte: Organização Mundial da Saúde – OMS.

Deve ser ressaltado, ainda, que os dados levantados, tanto de mortalidade como de morbidade hospitalar, referem-se sempre ao local de residência dos indivíduos, ou de residência da mãe, quando se tratar de crianças menores de um ano.

A análise de mortalidade no Brasil, segundo o próprio Ministério da Saúde, ainda é realizada com certas limitações e imprecisões, quer devido às técnicas indiretas utilizadas para estimar o número de óbitos, assim como à qualidade de captura destes eventos pelas Unidades Federadas. Assim, o percentual de sub-registro é um dado que não pode ser ignorado.

Mortalidade infantil

A mortalidade infantil compreende dois componentes fundamentais:

- Mortalidade Infantil Precoce – relacionada aos óbitos de recém-nascidos com até 27 dias de vida, que ainda se subdivide em Mortalidade Neonatal Precoce – os óbitos de recém-nascidos com menos de 7 dias de vida e Mortalidade Neonatal Tardia – os de recém-natos com 7 a 27 dias de vida. Correlaciona-se com agravos que atingem a mãe durante o período gestacional e também com a qualidade do parto e dos cuidados imediatos com o recém-nascido;

- Mortalidade Infantil Tardia – que compreende os óbitos de lactentes com 28 a 364 dias, relacionando-se, sobretudo, com doenças (em geral evitáveis como causa de óbito) adquiridas após o nascimento (especialmente infecções respiratórias, infecções digestivas e desnutrição).

Regiões com níveis de saúde ideais apresentam Coeficiente de Mortalidade Infantil - CMI abaixo de 10 por mil nascidos vivos. Em alguns países desenvolvidos, desde a década de 1980 são registrados coeficientes abaixo de 5 óbitos por mil nascidos vivos. O Quadro 4.3.1-13 mostra as principais causas identificadas de mortalidade infantil por faixa etária em 2005 nos municípios da AII.

Quadro 4.3.1-13
Óbitos infantis por faixas etárias e Capítulos do CID-10 (2005)

Faixa Etária	Capítulos do CID-10							Total
	I	X	XVI	XVII	XVIII	XX	Outros	
Belford Roxo								
0-6 dias	0	0	81	5	1	0	1	88
7-27 dias	1	0	17	4	0	1	0	23
1-11 meses	13	20	0	6	5	2	6	52
Total	14	20	98	15	6	3	7	163
Duque de Caxias								
0-6 dias	0	0	92	19	0	2	0	113
7-27 dias	1	0	33	4	0	1	0	39
1-11 meses	9	24	10	11	6	10	7	77
Total	10	24	135	34	6	13	7	229
Iguatã								
0-6 dias	0	0	7	4	0	0	0	11
7-27 dias	0	1	1	0	0	0	0	2
1-11 meses	1	3	0	3	0	1	0	8
Total	1	4	8	7	0	1	0	21
Japeri								
0-6 dias	0	0	9	0	0	0	0	9
7-27 dias	0	0	2	1	0	0	0	3
1-11 meses	0	4	2	2	0	0	0	8
Total	0	4	13	3	0	0	0	20
Nilópolis								
0-6 dias	0	0	19	3	1	0	0	23
7-27 dias	0	0	3	2	0	0	0	5
1-11 meses	2	2	2	0	3	0	2	11
Total	2	2	24	5	4	0	2	39
Nova Iguaçu								
0-6 dias	0	0	124	13	1	2	0	140
7-27 dias	0	4	35	8	1	1	1	50
1-11 meses	11	17	3	17	5	13	15	81
Total	11	21	162	38	7	16	16	271
Queimados								
0-6 dias	2	0	21	6	0	0	0	29
7-27 dias	0	0	11	0	0	0	0	11
1-11 meses	4	3	3	3	2	0	2	17
Total	6	3	35	9	2	0	2	57
Rio de Janeiro								
0-6 dias	10	0	427	93	1	3	0	534
7-27 dias	7	6	188	48	0	2	0	251
1-11 meses	52	70	46	78	64	25	51	386
Total	69	76	661	219	65	30	51	1.171

Faixa Etária	Capítulos do CID-10							Total
	I	X	XVI	XVII	XVIII	XX	Outros	
São João de Meriti								
0-6 dias	2	0	50	6	0	0	0	58
7-27 dias	0	0	19	6	0	0	0	25
1-11 meses	3	14	2	5	3	2	4	33
Total	5	14	71	17	3	2	4	116
Seropédica								
0-6 dias	0	0	7	2	0	0	0	9
7-27 dias	0	1	2	2	0	0	0	5
1-11 meses	0	2	0	1	0	0	2	5
Total	0	3	9	5	0	0	2	19
AlI								
0-6 dias	14	0	837	151	4	7	1	1.014
7-27 dias	9	12	311	75	1	5	1	414
1-11 meses	95	159	68	126	88	53	89	678
Total	118	171	1.216	352	93	65	91	2.106

Fonte: MS/SUS/DASIS-SIM.

Este panorama acompanha a tendência nacional, na qual se verifica a concentração da mortalidade infantil no período neonatal, ocasionado principalmente pela redução da mortalidade por doenças infecto-parasitárias no país a partir do final dos anos 70.

Em todos os municípios estudados as infecções originadas no período neonatal (Cap. XVI do CID-10) são a maior causa de óbitos infantis, verificando-se percentuais superiores a 50%, à exceção dos municípios de Itaguaí e Seropédica. A segunda maior causa são as malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas (Cap. XVII), seguidas pelas doenças do aparelho respiratório (Cap. X), que em Belford Roxo e em Japeri chegam a ocupar a segunda posição. As doenças infecto-parasitárias (Cap. I) ainda apresentam certa importância na mortalidade infantil, apesar de seus índices apresentarem declínio constante há algumas décadas. Chama também a atenção o relativamente elevado índice de letalidade classificado como sintomas e sinais achados anormais em exames clínicos e laboratoriais (Cap. XVIII) que, na verdade, muitas vezes significa dificuldades em se precisar um diagnóstico.

Por sua vez, o Quadro 4.3.1-14 apresenta estes dados por 1.000 crianças nascidas vivas naquele ano.

Quadro 4.3.1-14
Óbitos infantis por Capítulos do CID-10 – 2005 (por 1.000 N.V)

Municípios	Capítulos do CID-10							Total
	I	X	XVI	XVII	XVIII	XX	Outros	
Belford Roxo	1,9	2,7	13,3	2,0	0,8	0,4	1,0	22,2
Duque de Caxias	0,7	1,7	9,8	2,5	0,4	0,9	0,5	16,6
Itaguaí	0,6	2,3	4,6	4,0	0,0	0,6	0,0	12,1
Japeri	0,0	2,8	9,2	2,1	0,0	0,0	0,0	14,1
Nilópolis	0,9	0,9	10,5	2,2	1,7	0,0	0,9	17,1
Nova Iguaçu	0,9	1,7	13,0	3,1	0,6	1,3	1,3	21,8
Queimados	2,4	1,2	13,8	3,6	0,8	0,0	0,8	22,5

Municípios	Capítulos do CID-10							Total
	I	X	XVI	XVII	XVIII	XX	Outros	
Rio de Janeiro	0,8	0,9	7,8	2,6	0,8	0,4	0,6	13,9
São João de Meriti	0,7	1,9	9,9	2,4	0,4	0,3	0,6	16,1
Seropédica	0,0	2,6	7,9	4,4	0,0	0,0	1,7	16,6
All	0,9	1,3	9,1	2,6	0,7	0,5	0,7	15,7

Fonte: MS/SUS/DASIS-SIM. Cálculos da Consultora.

Verifica-se que os índices de mortalidade infantil ainda estão longe de alcançarem os níveis considerados ideais na maioria dos municípios estudados, principalmente em Belford Roxo, Nova Iguaçu e em Queimados, onde chegaram naquele ano a mais de 20 óbitos por 1.000 crianças nascidas vivas, ou seja, mais que o dobro dos patamares máximos aceitáveis. Por outro lado, o coeficiente 15,6 óbitos infantis por 1.000 nascidos vivos observado no conjunto da All é fortemente influenciado pelo índice do município do Rio de Janeiro, o mais populoso e com o maior número de nascimentos, ao mesmo tempo em que apresenta um dos menores coeficientes de mortalidade infantil dentre todos. De toda forma, pode-se considerar que estes dados representam o retrato uma realidade que já não apresenta padrões de qualidade de vida das famílias em níveis tão baixos que indiquem não terem minimamente satisfeitas as suas necessidades básicas de alimentação, saneamento e atenção à saúde.

Mortalidade Geral

A mortalidade geral pode não ser um bom indicador quando estudada sem ser referenciada a segmentos específicos da população. Tais indicadores devem ser estudados por grupo de causas, sexo e determinadas faixas etárias para melhor compreendê-los, como se fará a seguir.

Neste sentido, examina-se, primeiramente, os quantitativos de óbitos dos municípios em estudo, por grupos de causas conforme estabelecido no CID-10, comparando-os com o conjunto da All, como apresentado no Quadro 4.3.1-15. Em seguida, o Quadro 4.3.1-16 apresenta estes dados sob a forma de índices de mortalidade geral, relativos a grupos de 10.000 habitantes de cada município e da All. Observe-se, a este respeito, que os índices referentes a mortes ocasionadas por gravidez, parto e puerpério (Cap. XV do CID-10) foram estabelecidos tomando-se em consideração somente a população feminina destes municípios, enquanto para os índices relacionados a afecções originadas no período neonatal (Cap. XVI) utilizou-se somente os dados populacionais de menores de um ano de idade.

Por estes dados são confirmadas as análises realizadas anteriormente, relativas às taxas de mortalidade infantil. Observa-se também que, sem considerar esta causa, o maior índice de falecimentos na All é derivado das doenças do aparelho circulatório (Cap. IX), que incluem os quadros derivados de hipertensão, como os infartos e os acidentes vasculares cerebrais, entre outros. Em seguida, surgem os óbitos ocasionados por neoplasias (Cap. II) e as causas externas (Cap. XX), em que são referenciados os atos de violência e os acidentes de trânsito, entre outros, evidenciando alguns dos grandes problemas com que se defronta a sociedade brasileira. Também com bastante relevância no conjunto da All aparecem as doenças

do aparelho respiratório (Cap.X), ocasionadas freqüentemente por más condições ambientais e os chamados "Sintomas e sinais achados anormais em exames clínicos e laboratoriais" que indicam, muitas vezes, dificuldades no estabelecimento de diagnósticos precisos.

Quadro 4.3.1-15
Mortalidade geral, por causas -2005

Municípios	Capítulos CID-10									
	I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX	X	XI
Belford Roxo	149	308	15	228	14	37	1	815	284	128
Duque de Caxias	295	653	28	408	32	66	3	1.505	501	213
Itaguaí	31	85	3	36	1	8	0	153	73	19
Japeri	40	42	1	31	2	2	0	153	52	25
Nilópolis	62	158	13	82	2	18	0	347	114	64
Nova Iguaçu	291	721	27	409	36	61	0	1.535	512	235
Queimados	52	103	6	63	9	8	0	265	71	39
Rio de Janeiro	2.692	7.968	262	2.700	332	861	5	13.893	5.440	2.136
São João de Meriti	174	439	28	265	25	25	0	969	289	126
Seropédica	10	44	2	31	0	3	0	112	34	16
All	3.796	10.521	385	4.253	453	1.089	9	19.747	7.370	3.001

Municípios	Capítulos CID-10								
	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XX	Total
Belford Roxo	3	10	43	6	102	20	392	471	3.026
Duque de Caxias	6	10	109	12	135	39	512	927	5.454
Itaguaí	0	0	20	2	8	9	88	109	645
Japeri	2	0	9	1	13	3	81	89	546
Nilópolis	0	5	28	0	24	7	197	155	1.276
Nova Iguaçu	24	14	100	15	162	49	412	841	5.444
Queimados	0	5	22	5	35	10	105	113	911
Rio de Janeiro	61	171	1.222	36	661	286	4.771	5.593	49.090
São João de Meriti	3	6	77	8	71	22	501	439	3.467
Seropédica	0	1	10	0	9	6	46	51	375
All	99	222	1.640	85	1.220	451	7.105	8.788	70.234

Fonte: MS/SUS/DASIS-SIM.

Quadro 4.3.1-16
Mortalidade geral, por causas -2005 (por 10.000 habitantes)

Municípios	Capítulos CID-10									
	I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX	X	XI
Belford Roxo	3,1	6,4	0,3	4,7	0,3	0,8	0,0	17,0	5,9	2,7
Duque de Caxias	3,5	7,7	0,3	4,8	0,4	0,8	0,0	17,9	5,9	2,5
Itaguaí	3,3	9,1	0,3	3,8	0,1	0,9	0,0	16,3	7,8	2,0
Japeri	4,2	4,5	0,1	3,3	0,2	0,2	0,0	16,2	5,5	2,7
Nilópolis	4,1	10,5	0,9	5,4	0,1	1,2	0,0	23,0	7,6	4,2
Nova Iguaçu	3,5	8,7	0,3	4,9	0,4	0,7	0,0	18,5	6,2	2,8
Queimados	3,8	7,5	0,4	4,6	0,7	0,6	0,0	19,4	5,2	2,9
Rio de Janeiro	4,4	13,1	0,4	4,4	0,5	1,4	0,0	22,8	8,9	3,5
São João de Meriti	3,7	9,5	0,6	5,7	0,5	0,5	0,0	20,9	6,2	2,7
Seropédica	1,3	5,9	0,3	4,1	0,0	0,4	0,0	14,9	4,5	2,1
All	4,1	11,4	0,4	4,6	0,5	1,2	0,0	21,3	8,0	3,2

Municípios	Capítulos CID-10								
	XII	XIII	XIV	XV(*)	XVI(**)	XVII	XVIII	XX	Total
Belford Roxo	0,1	0,2	0,9	0,2	102,8	0,4	8,2	9,8	63,0
Duque de Caxias	0,1	0,1	1,3	0,3	79,9	0,5	6,1	11,0	64,7
Itaguaí	0,0	0,0	2,1	0,4	41,6	1,0	9,4	11,6	68,9
Japeri	0,2	0,0	1,0	0,2	64,3	0,3	8,6	9,4	57,9
Nilópolis	0,0	0,3	1,9	0,0	98,6	0,5	13,0	10,3	84,5
Nova Iguaçu	0,3	0,2	1,2	0,4	100,2	0,6	5,0	10,1	65,5
Queimados	0,0	0,4	1,6	0,7	128,5	0,7	7,7	8,3	66,7
Rio de Janeiro	0,1	0,3	2,0	0,1	71,7	0,5	7,8	9,2	80,6
São João de Meriti	0,1	0,1	1,7	0,3	82,8	0,5	10,8	9,5	74,7
Seropédica	0,0	0,1	1,3	0,0	63,2	0,8	6,1	6,8	50,0
All	0,1	0,2	1,8	0,2	79,1	0,5	7,7	9,5	75,8

Fonte: MS/SUS/DASIS-SIM. Cálculos da Consultora.

(*) Consideradas apenas as mulheres. (**) Considerados apenas os menores de um ano.

Morbidade Hospitalar

Para o planejamento dos serviços de saúde, mais do que o coeficiente de internações por grupos de habitantes importa verificar a importância relativa das etiologias registradas no conjunto das internações, de modo a ser possível prever as principais demandas a serem atendidas. Neste sentido, as considerações a seguir serão referidas à participação de cada grupo de etiologias, segundo o CID-10, nas internações hospitalares ocorridas entre moradores dos municípios em estudo, em comparação com o conjunto da All, para o ano de 2007.

Com este objetivo, os Quadros 4.3.1-17 e 4.3.1-18 resumem as informações sobre internações hospitalares dos moradores da AII.

Quadro 4.3.1-17
Morbidade Hospitalar, por causas – 2007

Municípios	Capítulos CID-10										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Belford Roxo	3.798	1.339	171	611	321	245	137	50	1.406	5.178	1.392
Duque de Caxias	2.558	1.914	255	1.001	610	384	257	60	3.406	4.015	2.308
Itaguaí	191	224	86	134	29	32	112	7	897	523	364
Japeri	821	275	18	105	57	43	26	2	1.045	1.577	277
Nilópolis	364	499	54	67	65	67	59	11	658	599	404
Nova Iguaçu	4.122	2.054	194	611	288	320	283	69	2.698	4.400	2.663
Queimados	1.749	694	42	241	81	111	62	18	861	1.674	738
Rio de Janeiro	11.080	21.038	1.675	4.916	9.285	2.959	4.363	610	20.653	16.268	18.924
São João de Meriti	1.925	1.439	149	437	224	284	158	48	1.793	3.209	1.289
Seropédica	165	192	13	88	11	18	148	1	611	191	227
AII	26.773	29.668	2.657	8.211	10.971	4.463	5.605	876	34.028	37.634	28.586
Municípios	Capítulos CID-10										
	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	Total
Belford Roxo	303	352	1.079	6.253	765	211	107	797	4	249	24.768
Duque de Caxias	642	519	1.500	9.844	1.628	283	230	2.728	4	478	34.624
Itaguaí	102	80	286	1.398	89	52	48	320	1	73	5.048
Japeri	52	49	344	1.572	118	19	12	80	0	28	6.520
Nilópolis	87	109	292	1.283	128	49	34	220	0	39	5.088
Nova Iguaçu	554	637	1.716	11.658	1.822	264	295	2.273	1	322	37.244
Queimados	112	126	618	3.445	279	102	45	206	1	50	11.255
Rio de Janeiro	4.315	4.433	10.979	51.325	5.851	2.366	2.203	15.534	7	2.854	211.638
São João de Meriti	214	324	1.117	5.448	979	166	214	673	16	139	20.245
Seropédica	24	12	226	1.421	11	16	17	34	0	12	3.438
AII	6.405	6.641	18.157	93.647	11.670	3.528	3.205	22.865	34	4.244	359.868

Fonte: MS/SIS/SUS.

Quadro 4.3.1-18
Morbidade Hospitalar, por causas - 2007 (em %)

Municípios	Capítulos CID-10										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Belford Roxo	15,3	5,4	0,7	2,5	1,3	1,0	0,6	0,2	5,7	20,9	5,6
Duque de Caxias	7,4	5,5	0,7	2,9	1,8	1,1	0,7	0,2	9,8	11,6	6,7
Itaguaí	3,8	4,4	1,7	2,7	0,6	0,6	2,2	0,1	17,8	10,4	7,2
Japeri	12,6	4,2	0,3	1,6	0,9	0,7	0,4	0,0	16,0	24,2	4,2
Nilópolis	7,2	9,8	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	0,2	12,9	11,8	7,9
Nova Iguaçu	11,1	5,5	0,5	1,6	0,8	0,9	0,8	0,2	7,2	11,8	7,2
Queimados	15,5	6,2	0,4	2,1	0,7	1,0	0,6	0,2	7,6	14,9	6,6
Rio de Janeiro	5,2	9,9	0,8	2,3	4,4	1,4	2,1	0,3	9,8	7,7	8,9
São João de Meriti	9,5	7,1	0,7	2,2	1,1	1,4	0,8	0,2	8,9	15,9	6,4
Seropédica	4,8	5,6	0,4	2,6	0,3	0,5	4,3	0,0	17,8	5,6	6,6
All	7,4	8,2	0,7	2,3	3,0	1,2	1,6	0,2	9,5	10,5	7,9

Municípios	Capítulos CID-10										
	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	Total
Belford Roxo	1,2	1,4	4,4	25,2	3,1	0,9	0,4	3,2	0,0	1,0	100,0
Duque de Caxias	1,9	1,5	4,3	28,4	4,7	0,8	0,7	7,9	0,0	1,4	100,0
Itaguaí	2,0	1,6	5,7	27,7	1,8	1,0	1,0	6,3	0,0	1,4	100,0
Japeri	0,8	0,8	5,3	24,1	1,8	0,3	0,2	1,2	0,0	0,4	100,0
Nilópolis	1,7	2,1	5,7	25,2	2,5	1,0	0,7	4,3	0,0	0,8	100,0
Nova Iguaçu	1,5	1,7	4,6	31,3	4,9	0,7	0,8	6,1	0,0	0,9	100,0
Queimados	1,0	1,1	5,5	30,6	2,5	0,9	0,4	1,8	0,0	0,4	100,0
Rio de Janeiro	2,0	2,1	5,2	24,3	2,8	1,1	1,0	7,3	0,0	1,3	100,0
São João de Meriti	1,1	1,6	5,5	26,9	4,8	0,8	1,1	3,3	0,1	0,7	100,0
Seropédica	0,7	0,3	6,6	41,3	0,3	0,5	0,5	1,0	0,0	0,3	100,0
All	1,8	1,8	5,0	26,0	3,2	1,0	0,9	6,4	0,0	1,2	100,0

Fonte: MS/SIS/SUS. Cálculos da Consultora.

Assim como foi verificado no estudo sobre mortalidade, também com relação às internações hospitalares, excluindo-se o Cap XXI, as principais causas são praticamente as mesmas nos municípios e no total da All, variando em poucos casos a ordem em que aparecem com maior recorrência. Em todos os municípios, as internações por gravidez, parto e puerpério (Cap. XV do CID-10) constituem a maior parte da demanda hospitalar, em virtude do elevado número de nascimentos ocorridos, além de intercorrências pré e após parto. Após as internações decorrentes de gravidez, as doenças do aparelho respiratório (Cap. X) predominam na maioria dos municípios estudados e no conjunto da All, em que alcançou mais de 10% da demanda hospitalar. As doenças do aparelho circulatório (Cap IX) também representaram no ano de 2007 perto de 10% do total de internações de residentes da

All, constituindo-se na segunda maior causa de morbidade hospitalar em Nilópolis e em Itaguaí.

As neoplasias (Cap. II) e as doenças do aparelho digestivo (Cap. XI) também são importantes causa de internações em todos os municípios da All, enquanto as doenças infecto-parasitárias (Cap. I) sobressaem principalmente nos municípios de Belford Roxo, Japeri, Nova Iguaçu e Queimados, em estreita ligação com precárias condições de saneamento destes municípios. As “lesões, envenenamentos e algumas outras conseqüências de causas externas” (Cap. XIX), também se apresentam como importantes causas de internações hospitalares na All. Como são casos que geralmente necessitam de pronto atendimento, como ocorre com vítimas de acidentes ou de ações violentas, a eventual falta de estrutura em hospitais das regiões onde ocorrem certamente colabora para que mostrem menos destaque nas estatísticas de internações do que de mortalidade.

◆ Qualidade de Vida

Quando se estuda as condições em que vive uma população, deve-se considerar diversos fatores, ressaltando entre eles o acesso à educação, a assistência à saúde, os níveis de emprego e de renda.

Diversos outros indicadores podem ajudar a formar o panorama dos municípios envolvidos no estudo, fornecendo dados relevantes para se estimar o seu grau de desenvolvimento econômico e social, suas principais potencialidades, as maiores carências, setores em que se apresentam melhorias, entre outros.

Um dos indicadores freqüentemente considerados é o Índice de Desenvolvimento Humano, desenvolvido pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), que no Brasil é elaborado em conjunto com o IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas) em relação aos municípios. Para o cálculo do IDH são utilizados diversos sub-índices em três áreas de informações: Educação (incluindo as taxas de alfabetização e de matrícula), Longevidade (destacando esperança de vida ao nascer) e Renda (principalmente renda *per capita* e origem das rendas).

Este índice varia de zero (quando não há nenhum desenvolvimento humano) até um (que significa o desenvolvimento humano total). Quando o IDH se situa abaixo de 0,500 o desenvolvimento humano do local estudado (que pode ser um país, uma região, um estado, um município, por exemplo) é considerado baixo; valores entre 0,500 e 0,799 são considerados médios; a partir de 0,800 o IDH é considerado alto.

O Quadro 4.3.1-19 apresenta o IDH e as várias dimensões de seu cálculo nos municípios da All nos anos de 1991 e 2000, enquanto o Quadro 4.3.1-20 mostra a evolução percentual destes indicadores no período e as posições dos municípios nos rankings estadual e nacional nos anos apresentados.

Como se pode observar por estes dados, todos os municípios estudados verificaram elevações em seus IDHs entre 1991 e 2000, alguns com taxas bem expressivas, acima dos 10%, como é o caso de Belford Roxo, Queimados, Seropédica, Itaguaí e, principalmente, Japeri. No entanto, é forçoso observar, ao mesmo tempo, que

também todos estes municípios, à exceção de Itaguaí, que subiu uma posição, além de Japeri e Rio de Janeiro, que permaneceram estáveis, perderam posições relativas no ranking estadual (com 91 municípios). Já no ranking nacional, somente Itaguaí e Belford Roxo subiram posições entre os 5.507 municípios brasileiros, sendo que a própria capital do estado passou da 23^a para a 58^a posição.

Quadro 4.3.1-19
Índice de Desenvolvimento Humano 1991-2000

Municípios	IDHM		IDHM Renda		IDHM Longevidade		IDHM Educação	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Belford Roxo	0,671	0,742	0,596	0,642	0,630	0,711	0,787	0,873
Duque de Caxias	0,700	0,753	0,636	0,678	0,669	0,708	0,796	0,873
Itaguaí	0,687	0,768	0,631	0,692	0,652	0,724	0,779	0,889
Japeri	0,643	0,724	0,579	0,616	0,626	0,694	0,724	0,863
Nilópolis	0,743	0,788	0,670	0,724	0,685	0,708	0,874	0,933
Nova Iguaçu	0,707	0,762	0,630	0,686	0,675	0,717	0,815	0,884
Queimados	0,661	0,732	0,585	0,642	0,630	0,690	0,768	0,865
Rio de Janeiro	0,798	0,842	0,794	0,840	0,714	0,754	0,887	0,933
São João de Meriti	0,707	0,774	0,629	0,683	0,669	0,744	0,822	0,895
Seropédica	0,688	0,759	0,611	0,684	0,668	0,712	0,786	0,882

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

Quadro 4.3.1-20
Evolução do IDH 1991-2000

Municípios	Evolução 1991-2000 (%)				Ranking Estado		Ranking Brasil	
	IDHM	Renda	Longevidade	Educação	1991	2000	1991	2000
Belford Roxo	10,6	7,7	12,9	10,9	58	60	1.894	1.099
Duque de Caxias	7,6	6,6	5,8	9,7	32	51	1.266	1.784
Itaguaí	11,8	9,7	11,0	14,1	43	42	1.525	1.388
Japeri	12,6	6,4	10,9	19,2	78	78	2.483	2.538
Nilópolis	6,1	8,1	3,4	6,8	7	19	407	841
Nova Iguaçu	7,8	8,9	6,2	8,5	27	45	1.101	1.524
Queimados	10,7	9,7	9,5	12,6	68	73	2.120	2.373
Rio de Janeiro	5,5	5,8	5,6	5,2	2	2	23	58
São João de Meriti	9,5	8,6	11,2	8,9	26	35	1.089	1.203
Seropédica	10,3	11,9	6,6	12,2	42	47	1.510	1.618

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Cálculos da Consultora

As dimensões que mais contribuíram para a elevação do IDH nestes locais entre 1991 e 2000 variaram em cada município. Enquanto para Nilópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e Seropédica foi a Renda o principal fator responsável pela melhoria nos índices, em Duque de Caxias, Itaguaí, Japeri e Queimados foi a Educação e apenas em Belford Roxo e São João de Meriti foi a Longevidade.

Vale observar, entretanto, que embora o IDH se constitua em ferramenta sob muitos aspectos interessante para se estudar o progresso nos espaços da geografia humana, algumas questões costumam ser levantadas ao seu emprego de forma simplista como mensuração do desenvolvimento de um dado país ou município. Dentre elas ressalta o fato deste indicador ser apresentado numa escala crescente de comparação entre os lugares estudados, ao invés de dar mais ênfase à avaliação do progresso de cada local. Além disso, o IDH se baseia em apenas três dimensões, mostrando-se limitado para detectar problemas mais específicos, como requerido em escalas que necessitem mais detalhes, como as de município.

◆ Aspectos Econômicos

O setor terciário, composto por Comércio e Serviços, é o principal motor da economia tanto do estado do Rio de Janeiro como dos municípios da AII, compondo a maior parcela do valor adicionado dos setores no PIB, como pode ser visto no Quadro 4.3.1-21, a seguir.

Quadro 4.3.1-21
Produto Interno Bruto (2005)

Municípios	Valor Adicionado (R\$ 1000)			
	Agropecuária	Indústria	Serviços	Adm. Pública
Belford Roxo	1.357,04	677.560,49	2.021.763,94	982.602,02
Duque de Caxias	5.210,71	5.625.869,16	10.456.556,82	1.977.853,51
Itaguaí	12.676,01	141.887,68	1.954.903,59	235.320,01
Japeri	2.414,56	46.037,44	335.976,58	199.913,75
Nilópolis	0,00	109.516,97	837.735,65	323.235,59
Nova Iguaçu	7.141,59	819.834,59	4.489.315,92	1.700.395,55
Queimados	1.819,41	194.505,63	661.362,37	293.253,70
Rio de Janeiro	41.023,99	13.678.936,85	77.666.122,75	15.607.926,35
São João de Meriti	616,07	286.454,96	2.320.538,05	965.137,29
Seropédica	5.889,35	63.973,13	313.841,76	163.278,65
AII	78.148,73	21.644.576,91	101.058.117,43	22.448.916,41
Municípios	Impostos (R\$1000)	PIB (R\$1000)	População (hab)	PIB per capita (R\$)
Belford Roxo	288.641,77	2.989.323,24	480.695	6.218,75
Duque de Caxias	2.221.908,07	18.309.544,76	842.890	21.722,34
Itaguaí	399.507,30	2.508.974,58	93.662	26.787,54
Japeri	12.804,04	397.232,61	94.239	4.215,16
Nilópolis	57.743,73	1.004.996,35	150.968	6.657,02
Nova Iguaçu	447.977,56	5.764.269,66	830.902	6.937,36
Queimados	76.084,62	933.772,03	136.509	6.840,37
Rio de Janeiro	27.593.668,09	118.979.751,68	6.094.183	19.523,50
São João de Meriti	184.090,60	2.791.699,68	464.327	6.012,36
Seropédica	36.781,32	420.485,56	75.032	5.604,08
AII	31.319.207,09	154.100.050,15	9.263.407	16.635,35

Fonte: IBGE.

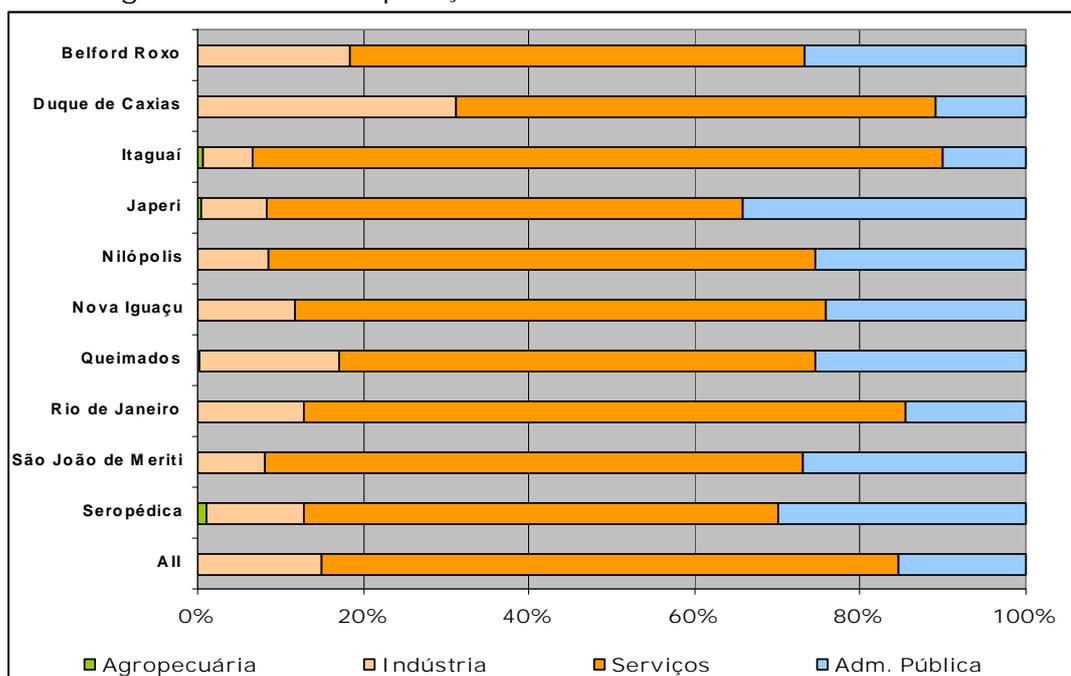
Estes dados também mostram a pouca importância do setor primário na economia destes municípios, essencialmente urbanos, e que no conjunto da AII representa somente 0,5% do Valor Adicionado total – em Seropédica, onde é maior a sua participação, alcança apenas 1% do Valor Adicionado total.

Já o setor secundário é especialmente importante na economia de Duque de Caxias, em que o produto de suas mais de 800 indústrias de transformação significa 31% do Valor Adicionado do PIB municipal. Também em Queimados, Seropédica e Nova Iguaçu as indústrias contribuem com parcela variando entre 12% e 17% do V.A. de seus PIB. No Rio de Janeiro, os mais de R\$13,6 milhões do valor adicionado de suas indústrias, apesar de representarem apenas 13% de todos os setores de sua economia, representam quase dois terços do produto das indústrias do setor secundário de toda a AII.

Com relação ao setor terciário, vale notar que em todos os municípios o comércio e os serviços representam mais da metade do valor adicionado do PIB, chegando a compor mais de 80% em Itaguaí e mais de 70% no Rio de Janeiro. Este é também o setor que maior demanda de emprego, composto por uma infinidade de empresas de todos os portes.

Finalmente, a setor de administração pública se mostra também como um grande contribuinte para os PIB municipais, muito em função dos salários pagos à massa de funcionários. Como mostram os dados apresentados, chega a compor pelo menos um quarto do valor adicionado do PIB de diversos municípios da AII – Belford Roxo, Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados e São João de Meriti – além de alcançar 34% em Japeri e 30% em Seropédica. No município do Rio de Janeiro é responsável por 15% do Valor Adicionado ao PIB, o que influencia os mesmos 15% observados no conjunto da AII. A Figura 4.3.1-3 permite visualizar estas informações.

Figura 4.3.1-3 Composição do Valor Adicionado do PIB 2005



◆ Infra-Estrutura

Energia elétrica

A distribuição de energia elétrica nos municípios da AII é feita pela Light Serviços de Eletricidade S.A., que atende à demanda desses municípios, beneficiando residências, comércios, fábricas, órgãos públicos e privados, inclusive nas localidades do interior.

Transportes

A estrutura viária da AII é bastante complexa, atendendo a uma das principais regiões do país. Entre as principais rodovias estão ali situadas a BR-101 e a BR-116, que fazem a ligação da Região Sul com o Sudeste e o Nordeste, a BR-493 que, junto com a RJ-109 e a RJ-099 formará o Arco Rodoviário do Rio de Janeiro, e a RJ-105, que cruza diversos municípios da Baixada Fluminense. A principal via de acesso para o local do empreendimento e a ETA Guandu é a BR-465, a antiga estrada Rio-São Paulo.

Os municípios da Baixada Fluminense são ligados ao Rio de Janeiro também por trens de passageiros, operados pela concessionária Supervia, e a AII ainda conta com o transporte ferroviário de cargas, inclusive até o porto de Sepetiba.

O transporte aeroviário, tanto de passageiros como de carga, é realizado pelos aeroportos Tom Jobim–Galeão e Santos Dumont, ambos localizados no município do Rio de Janeiro e com ligações para todo o Brasil e o exterior.

O porto do Rio de Janeiro é o segundo maior do país e o porto de Sepetiba, em Itaguaí, junto ao pólo industrial do município, irá assumir posição ainda mais destacada com a completa implantação do Arco Rodoviário.

Comunicações

Jornal, Rádio, Televisão e Internet – Os municípios da AII têm acesso a jornais da capital do Estado e a jornais locais, tem antenas repetidoras, captando sinais das TVs abertas e há disponibilidade de serviços de TV por assinatura, diversas rádios e disponibilidade de acesso a internet via cabo e rádio entre outras.

Telefonia - As empresas concessionárias dos serviços de telefonia na região são Oi Fixo e Embratel. A região conta ainda com a cobertura das empresas de telefonia celular Claro, Tim, Oi e Vivo.

Correios - A distribuição postal é realizada pela Empresa de Correios e Telégrafos, que possui diversas agências e pontos de venda de produtos nos municípios (próprias, franqueadas, satélites e comunitárias), distribuídas na sede e nos distritos.

Segurança Pública

As atividades de segurança pública no Estado do Rio de Janeiro estão sob a responsabilidade da Secretaria de Segurança Pública.

4.3.2 Área de Influência Direta

Do ponto de vista dos impactos a serem observados sobre o meio socioeconômico e cultural, o principal agrupamento a ser atingido refere-se à comunidade de Parque Todos os Santos, no município de Nova Iguaçu, localizada às margens da lagoa do Guandu.

Com acesso através da BR-465 (antiga rodovia Rio-São Paulo), junto à ponte sobre o rio Guandu, a comunidade conta com aproximadamente 600 famílias, perfazendo cerca de 2.500 habitantes, segundo informações da Associação de Moradores. Não há dados estatísticos disponíveis e atualizados para confirmar essa informação.

Em pesquisa de campo realizada em novembro de 2008, obteve-se a informação de que a maior parte dos moradores de Todos os Santos atua no setor terciário, trabalhando na própria comunidade, como é o caso do pequeno comércio local, mas também no vizinho município de Seropédica, na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro e na cidade de Nova Iguaçu. Há também, de acordo com a presidenta da Associação de Moradoras, um grupo de cerca de 70 pescadores, que não contam com nenhuma forma de organização e não têm registro em Colônias de Pescadores ou na SEAP.

Figura 4.3.2-1 – Foto do trecho da comunidade junto à lagoa (nov/08)



As casas da comunidade são em geral de alvenaria, com padrão construtivo simples. As ruas não são calçadas, o que ocasiona dificuldades de acesso, principalmente em épocas de chuvas. Não existem meios de transporte dentro da comunidade, tendo seus moradores que se deslocar a pé até a BR-465, onde encontram ônibus e vans.

Apesar de contar com iluminação pública, ela é considerada deficitária e insuficiente.

Os principais meios de comunicação utilizados por seus habitantes são a televisão, o rádio e jornais, sobretudo os populares, de menor custo.

Quanto à segurança pública, os moradores, de modo geral, declaram que a localidade é tranqüila e que não se vê criminalidade. Foi citada, a este respeito, a promessa feita já a algum tempo de implantação de uma delegacia local, mas que ainda não foi construída.

No que se refere à infra-estrutura de saneamento, com relação ao abastecimento de água a localidade recebe fornecimento através de rede geral, proveniente de ribeirão das Lajes. A comunidade não possui esgotamento sanitário, o que resulta no despejo direto ou através de valas a céu aberto em brejos e cursos de água, levando o esgoto diretamente para a lagoa e o rio Guandu. O lixo da comunidade, de modo geral, é coletado por uma empresa três vezes por semana e alguns moradores queimam o lixo orgânico para utilizar como adubo para suas hortas.

Figura 4.3.2-2 – Rua da comunidade Pq. Todos os Santos



Nas entrevistas realizadas com moradores foram citados, como os principais aspectos positivos da comunidade: a tranqüilidade; a segurança; o contato com a natureza; as boas relações de vizinhança; e a possibilidade de pesca, tanto como lazer quanto como forma de complementação alimentar. Por outro lado, como problemas mais importantes enfrentados pelos moradores, foram citados: a carência de esgotamento sanitário, o difícil acesso, a falta de comércio e emprego e a falta de lazer, principalmente para as crianças.

A Associação de Moradores e Amigos do Parque Todos os Santos – AMAPTS, fundada em 1984, é a entidade comunitária existente no local. Tem, como principais

atividades, realizar gestões junto aos órgãos públicos, buscando benefícios para a comunidade. Atua no cadastramento de beneficiários do Programa do Leite, Bolsa-Família, Rio-Card idosos, entre outros.

No setor de educação, Parque Todos os Santos conta apenas com uma creche comunitária e uma escola municipal.

A creche funciona no prédio da Associação de Moradores, atendendo a 50 crianças da comunidade. Através de convênio com a AMAPTS, a Prefeitura fornece um subsídio por criança matriculada, para pagamento dos funcionários e fornecimento de alimentação. No entanto, este montante, que já é insuficiente para os gastos, está sempre em atraso, acarretando no trabalho voluntário dos funcionários. A estrutura da creche é composta de três salas, dois banheiros (sendo um para as crianças e o outro para os funcionários), cozinha e área. O quadro de funcionários é formado por três educadoras, uma coordenadora, uma administradora e uma cozinheira.

Já a Escola Municipal Shangri-lá mantém turmas de Educação Infantil e de Educação Fundamental (1º ao 5º anos), atendendo a 396 alunos. Seu quadro de funcionários é formado por 11 professores e 20 administrativos, entre diretor, coordenador, equipe pedagógica, auxiliares, serventes etc. A estrutura escolar é composta de seis salas de aula, biblioteca, secretaria, sala de professores, sala de orientação pedagógica, três banheiros, refeitório e quadra poliesportiva. A escola está equipada com TV/DVD, computador (somente na administração), copiadora e mimeógrafo.

Figura 4.3.2-3 – Escola Municipal Shangri-lá



A escola conta com Conselho Escolar registrado, o que lhe permite receber recursos do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE, do governo federal. Sua atuação na

comunidade de Todos os Santos é reforçada por programas como Escola Aberta (nos finais de semana) e Programa Bairro Escola (horário integral, opcional).

Os moradores de Parque Todos os Santos contam também com um Posto de Saúde da Família (PSF), com atendimento ambulatorial funcionando de 2ª a 6ª feiras. Além das 600 famílias da própria localidade, o PSF atende a cerca de 400 famílias de comunidades próximas, como São Jorge e Lagoinha. Em caso de necessidade, os pacientes que necessitam de atendimento especializado ou internação são encaminhados através da Secretaria de Saúde para hospitais da região, em ambulâncias da SAMU.

As dependências do posto de saúde são compostas de um ambulatório médico, um consultório de odontologia, uma sala de enfermagem, uma sala de vacina, uma de curativos e a sala das Agentes Comunitárias de Saúde, além de cozinha, farmácia e cinco banheiros.

Figura 4.3.3-4 – Posto de Saúde da Família (PSF) de Parque Todos os Santos



O atendimento é realizado por equipe formada por um médico generalista (PSF), uma odontóloga, uma enfermeira, um técnico em enfermagem e seis Agentes Comunitários de Saúde (ACS), além do pessoal administrativo - uma coordenadora, um agente administrativo e um agente operacional.

O PSF oferece à população programas de saúde, tais como o Hiper-Dia, relativo a hipertensão e diabetes, com acompanhamento trimestral e entrega de medicamentos, DST/AIDS, proporcionando palestras nas escolas e distribuição de preservativos, acompanhamento mensal no Pré-Natal e Planejamento Familiar, com orientação e métodos. As etiologias com maior procura para atendimento são hipertensão e, também, na época da realização da pesquisa, escabiose (sarna).

4.4 Legislação Ambiental

Neste item, estão reunidas as normas legais pertinentes ao projeto de Proteção da Tomada D'Água da CEDAE no Rio Guandu, especialmente aquelas relativas à gestão e licenciamento ambiental. As normas que criam unidades de conservação foram apresentadas no item 4.2.2.

4.4.1 Gestão Ambiental

- Gestão Ambiental Federal

As diretrizes básicas para a gestão ambiental no Brasil são definidas pela Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, cujos instrumentos para sua implementação, definidos no Art. 9º (com as modificações inseridas posteriormente, por outras leis), são os seguintes:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental;
- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.
- XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

A gestão ambiental pública no Brasil é exercida pelos organismos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente. Fazem parte do SISNAMA os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Estes

organismos encontram-se atualmente estruturados no SISNAMA conforme o que dispõe a Lei nº 6.938/81 em seu artigo 6º, incisos I, II, III, IV e V:

- Órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais;
- Órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;
- Órgão central: o Ministério do Meio Ambiente - MMA, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;
- Órgão executor: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, com a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;
- Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental. No Estado do Rio de Janeiro, os órgãos seccionais são: o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONEMA), criado pelo Decreto Estadual nº 9.991, de 5 de junho de 1987, órgão deliberativo e normativo, encarregado de estabelecer as diretrizes da Política Estadual de Controle Ambiental e de orientar o Governo do Estado na defesa do meio ambiente; a Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), órgão colegiado, competente para baixar normas ambientais, aplicar penalidades e dar solução final aos processos de licenciamento ambiental; Fundo Estadual de Controle Ambiental (FECAM), que tem por objetivo financiar projetos de apoio à execução da Política Estadual de Meio Ambiente; e também os organismos vinculados à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEA): o INEA, responsável pela execução da política de conservação dos recursos naturais renováveis, pelo licenciamento, controle e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras, bem como pelo monitoramento e qualidade ambiental do Estado; e a própria SEA;
- Órgãos Locais: órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, no âmbito de suas respectivas competências e jurisdições territoriais. Para este EIA foram considerados os órgãos vinculados às prefeituras dos municípios que fazem parte da Área de Influência Direta - AID, que são: em Seropédica, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMA; em Nova Iguaçu, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura - SAMAM; e em Queimados, a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente - SEMURMA.

Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas é competência comum às três esferas da Federação (Constituição Federal, artigo 23,

inciso VI). Assim sendo, as administrações públicas federais, estaduais e municipais podem, no âmbito das suas respectivas atribuições territoriais, exercer Poder de Polícia sobre o uso e a fruição de bens ambientais, sendo-lhes facultado, na forma da Lei, fiscalizar aqueles uso e fruição, bem como impor as penalidades especificadas na legislação própria às infrações administrativas que forem praticadas, lavrando autos de infração ambiental e instaurando processos administrativos.

Infração administrativa ambiental é toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, artigo 70). As penalidades aplicáveis ao cometimento de infrações administrativas ambientais são explicitadas no artigo 2º do Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, bem como na legislação federal referente a matérias ambientais específicas e na legislação pertinente das esferas estaduais e municipais.

São autoridades competentes para lavrar autos de infração ambiental e instaurar processos administrativos os funcionários de órgãos ambientais integrantes do SISNAMA designados para as atividades de fiscalização, bem como os agentes das Capitania dos Portos, Ministério da Marinha (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, artigo 70, § 1º).

Na esfera criminal, incumbe ao Ministério Público propor as ações penais ambientais. As penas previstas para o cometimento de crimes ambientais, aplicáveis a pessoas físicas são as privativas de liberdade: detenção e reclusão; a multa criminal e as restritivas de direitos: prestação de serviços à comunidade; interdição temporária de direitos; suspensão parcial ou total de atividades; prestação pecuniária e recolhimento domiciliar. As penas aplicáveis a pessoas jurídicas são a multa, a prestação de serviços à comunidade e as restritivas de direitos: suspensão parcial ou total de atividades; interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade; e proibição de firmar contratos com o Poder Público, bem como dele obter subsídios, subvenções ou doações.

No âmbito civil, o Código Civil vigente no País, Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, admite, em seu artigo 927, § único, que haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem. Dentre os casos especificados em Lei, encontra-se o dano ambiental, por força do que dispõe a Lei nº 6.938/81, artigo 14, IV, § 1º.

A legislação processual civil indica os legitimados ativos para propor ações civis, objetivando a reparação de danos ambientais, destacando-se as Leis nºs 7.347, de 24 de julho de 1985, que disciplina a ação civil pública e o inquérito civil, e 4.717, de 29 de junho de 1965, que regula a ação popular.

- Gestão Ambiental Estadual

A Constituição do Estado do Rio de Janeiro, promulgada em 05/10/89, a exemplo da Constituição Federal, contempla no seu texto um capítulo específico destinado ao meio ambiente, estabelecendo princípios ou mesmo impondo regras para a gestão do

ambiental. Antes ainda da Constituição Estadual, o Decreto-Lei nº 134 de 16/06/1975 instituiu a Política Estadual de Controle Ambiental compreendendo *"o conjunto de diretrizes administrativas e técnicas destinadas a fixar a ação governamental no campo da utilização racional do meio ambiente visando a preservação e o controle de todas as formas de poluição ambiental"*. Mais tarde, o Decreto-lei foi regulamentado pelos Decretos nºs 1.633 de 21/12/77, 2.330 de 08/01/79 e 8.974 de 15/05/86.

A atual estrutura de gestão ambiental do estado é coordenada pela Secretaria de Estado do Ambiente - SEA-RJ, a qual estão vinculados os seguintes órgãos:

- Instituto Estadual do Ambiente - INEA
- Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA
- Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONEMA
- Fundo de Controle Ambiental - FECAM

O INEA foi criado recentemente, através da Lei nº 5.101 de 04 de outubro de 2007, reunindo e ampliando as atribuições dos órgãos responsáveis pela execução das políticas ambientais no estado - a FEEMA, a SERLA e o IEF - em um único órgão, com o objetivo de dar maior eficiência à execução das políticas ambientais no estado. O novo instituto foi instalado efetivamente em 12/01/2009.

A Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) é um colegiado diretamente vinculado à Secretaria, a quem compete, entre outras atribuições: baixar as normas ambientais e outros atos complementares necessários ao funcionamento do licenciamento ambiental; aplicar as penalidades cabíveis aos infratores da legislação de controle ambiental, mediante apreciação dos Autos de Constatação lavrados pelos órgãos fiscalizadores; e dar solução final aos processos de licenciamento ambiental.

O Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA), órgão deliberativo e normativo, tem como função o estabelecimento das diretrizes da Política Estadual de Controle Ambiental.

O Fundo Estadual de Controle Ambiental (FECAM), fundo de natureza contábil, tem por objetivo financiar projetos de apoio à execução da Política Estadual de Meio Ambiente. Os recursos são provenientes, principalmente, da arrecadação de multas e indenizações por infração à legislação ambiental estadual e de royalties de petróleo.

O INEA integra tanto o SISNAMA quanto o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SNGRH, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

Na execução da Política Estadual de Controle Ambiental compete ao INEA:

- dar apoio técnico e sugerir à CECA as medidas de proteção e melhoria do meio ambiente; exercer, em nome da CECA, o licenciamento e a fiscalização no cumprimento das normas de controle da poluição; medir, conhecer e controlar a poluição ambiental, em todas as suas formas, adotando medidas para seu equacionamento; planejar, coordenar e executar atividades de combate a vetores

de doenças e promover pesquisas e estudos técnicos do domínio da proteção ambiental (competências da extinta FEEMA).

- a responsabilidade pela política de gerenciamento de recursos hídricos de domínio estadual, que compreende o saneamento e a recuperação de bacias fluviais e lacustres, a execução e conservação de obras de controle de cheias e erosão, de macro e microdrenagem, a avaliação e o estudo das bacias hidrográficas, a fiscalização das terras marginais dos leitos e alvéolos dos corpos de água (competências da extinta SERLA).
- atuar como executor da Política Florestal do Estado do Rio de Janeiro, tendo como atribuições: conservar a fauna, a flora e o solo; fomentar o reflorestamento; criar e administrar unidades de conservação; promover a reposição, a exploração, a circulação e o consumo de matérias primas florestais, estudar e pesquisar o patrimônio florístico e faunístico, o uso e a comercialização (competências do extinto IEF).

O principal instrumento de execução da política ambiental estadual é o seu Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras - SLAP, criado pelo Decreto nº 1.633/77 com o objetivo de *"disciplinar a implantação de quaisquer equipamentos ou atividades que forem consideradas poluidoras ou potencialmente poluidoras, bem como de qualquer equipamento de combate a poluição do meio ambiente"*. Uma série de decretos do Executivo e de deliberações da Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA constituem o processo de regulamentação e aperfeiçoamento do SLAP.

- Gestão Ambiental Municipal

A legislação municipal citada a seguir diz respeito aos municípios compreendidos pela Área de Influência Direta - AID, que são Nova Iguaçu, Queimados e Seropédica.

- ◆ Nova Iguaçu

O Município de Nova Iguaçu define objetivos de proteção ambiental em sua Lei Orgânica, promulgada em 30 de maio de 1990. Na seção que lista os deveres de competência comum do Município, da União e do Estado encontram-se as seguintes:

III – proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII – preservar e recuperar as florestas, a fauna e a flora;

A Lei Orgânica de Nova Iguaçu, que também cria o Conselho Municipal da Ecologia e Meio Ambiente (Art. 225), trata diretamente do assunto Meio Ambiente no Capítulo X, Seção I, de onde ressalta-se que cabe ao Poder Público:

I – preservar o meio ambiente e restaurar os processos ecológicos essenciais, protegendo todos os biomas, bem como todas as espécies animais e vegetais, mantendo-se em seus ecossistemas primitivos;

II – preservar a diversidade e a integridade do acervo genético das espécies existentes no Município e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de gens;

III – considerar como área de preservação ambiental e patrimônio paisagístico:

- a) Floresta de Tinguá;*
- b) Fazenda Dom Felipe, na Serra de Madureira;*
- c) Jaceruba;*
- d) Rio D'Ouro;*
- e) Pedra Lisa, em Engenheiro Pedreira;*
- f) Todo o ambiente aquático dulcícola: rios, lagos e cachoeiras;*

IV – Proibir:

- a) extração de madeira de árvores de espécies primitivas;*
- b) a produção, comercialização e armazenamento de CFC, ascarel, material radioativo e outros produtos químicos de comprovada nocividade ao meio ambiente;*
- c) a liberação de resíduos químicos sem tratamento nos “habitats” aquáticos, terrestres e aéreos;*
- d) a caça, exposição, comercialização e transporte de animais silvestres;*

V – promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para preservação do meio ambiente;

VI – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

O capítulo X estabelece ainda que uma área de 10.000m² em torno de nascentes será de proteção ambiental (Art. 232).

Ressalta-se que, em seu Artigo 231, a Lei Orgânica declara que incumbe ao Município, dentre outras, o que se segue:

I – estimular e auxiliar os órgãos competentes no reflorestamento de áreas degradadas, objetivando prioritariamente a proteção de encostas e dos recursos hídricos, bem como a consecução de índices razoáveis de cobertura vegetal; [...]

III – condicionar a implantação de instalações ou atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e causadoras de alterações significativas do meio ambiente à prévia elaboração, pelo órgão público competente, de estudo do

impacto ambiental, ao qual se dará publicidade e a realização de audiências públicas com as partes interessadas;

IV – requisitar realização periódica de auditorias no sistema de controle de poluição e prevenção de riscos de acidentes das instalações a atividades de significativo potencial de risco sobre a saúde do trabalhador;

V – garantir o amplo acesso dos interessados às informações sobre as fontes e causas da poluição da degradação ambiental e, em particular, aos resultados das monitoragens e auditorias a que se refere o item anterior;

VI – estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a utilização de fontes de energia alternativa não poluentes, bem como de tecnologias poupadoras de energia;

VII – acompanhar e fiscalizar as concessões e direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais efetuadas pela União no território municipal, com a obrigação de comunicar à Câmara Municipal; [...]

XII – promover a conscientização da população e a adequação do ensino curricular de 1º grau de forma a incorporar e contemplar os princípios e objetivos de proteção e preservação do meio ambiente.

Em 2005, por força da Lei nº 3.750, o Município de Nova Iguaçu introduziu na grade extracurricular do ensino público a conscientização ambiental em Nova Iguaçu, ficando esta a cargo da Secretaria de Educação.

E, finalmente, em 2007, cria-se a Secretaria Municipal de Meio Ambiente por meio da Lei nº 3.849, de 28 de junho de 2007. Diretamente subordinada ao Prefeito Municipal, a Secretaria tem por finalidade coordenar as atividades relacionadas às ações ambientais, desde a educação ambiental até o completo controle jurídico ambiental, bem como todas as atividades de licenciamento ambiental (Art.1º). A Lei define ainda a estrutura da Secretaria, suas subsecretarias e cargos (Art. 2º e 3º), bem como as atribuições tanto da secretaria, como do secretário municipal, das subsecretarias e dos assessores técnicos especializados (Art. 4º ao 8º).

◆ Queimados

Em Queimados a Lei nº 393, de 03 de maio de 1999, institui o Código Ambiental do Município. Nela determina-se que as atividades potencialmente causadores de degradação ambiental devem atender “às normas específicas previstas na legislação municipal sobre urbanismo, meio ambiente e saúde pública” e tomar as “medidas técnicas previstas pelo órgão federal, estadual e municipal de fiscalização do meio ambiente, para a proteção e restauração adequada dos recursos utilizados” (Art. 5º).

De acordo com a referida lei, é proibido no território municipal: instalar depósitos para guarda de resíduos químicos e/ou radioativos e qualquer atividade que envolva bifenilas policlorados - PCB, pura ou em mistura (Art.5º § 2º e 3º).

Com relação à supressão vegetal, em seu Art. 9º o Código Ambiental diz, com exceção das madeireiras autorizadas pelo IBAMA ou INEA, que:

Sem autorização da Prefeitura é proibido fazer desmatamento no Município bem como derrubar as árvores atualmente existentes:

- I - às margens da Via Dutra;*
- II - às margens de rios e córregos;*
- III - no perímetro da área do Distrito Industrial e do perímetro da área predominantemente industrial definida por lei municipal.*
- IV - na área delimitada como "cinturão verde" da cidade;*
- V - nos morros;*

O Capítulo II do Código Ambiental de Queimados, dedicado ao tema "Política Municipal do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos", tem como objetivo principal recuperar e conservar o meio ambiente, os recursos hídricos e melhorar a qualidade de vida dos habitantes do Município, apresentando seus fundamentos, objetivos específicos e diretrizes (Art. 32).

O Código cria ainda o SIMLAP - Sistema Municipal de Licenciamento de Atividades Poluidoras, a ser regulamentado por ato do Chefe do Poder Executivo Municipal. Existe atualmente um projeto de lei para licenciamento ambiental municipal tramitando na Câmara Municipal.

Sobre a emissão de licenças o Art. 37 diz:

Os órgãos do Poder Executivo Municipal, e em especial a Secretaria Municipal de Economia e Finanças, somente expedirão o Alvará de Localização e Licença de Funcionamento, ou quaisquer outras licenças relacionadas com o funcionamento de fontes potencialmente poluidoras, após parecer técnico favorável da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente.

Nas APAs municipais, de acordo com o Art. 42, é proibido:

- a) a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;*
- b) a realização de obras de terraplenagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;*
- c) o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;*
- d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional.*

O Código Ambiental também cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - CONDEMA, órgão consultivo e de assessoramento à Prefeitura em questões referentes ao equilíbrio ecológico e ao combate às agressões ambientais, e o Fundo Municipal de Conservação Ambiental.

O Decreto nº 664, de 11 de janeiro de 2006 estabelece o Regimento Interno da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente - SEMURMA. Trata, entre outros, dos objetivos, da estrutura interna, das atribuições, dos setores e departamentos da Secretaria.

◆ Seropédica

No Município de Seropédica a questão ambiental é tratada, primeiramente, na Lei Orgânica Municipal, Lei nº 027 de 30 de junho de 1997.

A Lei Orgânica trata a questão do meio ambiente em seu Capítulo XI - Seção I e ainda em seu Capítulo III, que trata da competência do Município, na Seção I - Da Competência Privativa, onde diz que compete ao município:

"XXII – exigir, na forma da lei, para a execução de obras ou exercícios de atividades potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente, estudo prévio dos respectivos impactos ambientais" (Art.11 da Lei Municipal nº 027/97).

Mais tarde o município passou a contar com Plano Diretor - Lei nº 328, de 06 de outubro de 2006 - que contempla, entre os objetivos gerais, *"atualizar e compatibilizar as leis de ordenamento municipal, visando à organização do espaço, seu uso e sua ocupação"* e *"dar cumprimento a Lei Orgânica do Município de Seropédica"* (Art.3º, XVII e XVIII).

A Lei nº 328/2006 trata especificamente "Do Planejamento Ambiental" nos artigos 48 a 52, que apresentam os princípios, diretrizes e objetivos da política ambiental municipal, bem como as diretrizes para implementar a sustentabilidade das bacias hidrográficas de Seropédica.

O Art. 9º, sob o título "Do Planejamento Urbano" acrescenta como uma diretriz ao desenvolvimento urbanístico do Município a *"proteção e revitalização urbanística e paisagística das margens do Rio Guandu"* (Art. 9º, VI).

Além do Plano Diretor e da Lei Orgânica Municipal, ressalta-se ainda as seguintes leis, relacionadas à gestão ambiental do município de Seropédica:

- Lei nº 118, de 22 de novembro de 2000, que dispõe sobre a criação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente;
- Lei nº 344, de 28 de dezembro de 2007, que cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente (CONMAS);
- Lei nº 345, de 28 de dezembro de 2007, que cria o Fundo Municipal de Conservação Ambiental (FUNCONMAS), regulamentada pelo Decreto nº 7, de 02 de fevereiro de 2009.

4.4.2 Gestão dos Recursos Hídricos

- Legislação Federal de Recursos Hídricos

A Constituição Brasileira de 1988 define o domínio das águas no país. Águas da União são aquelas que se encontram em terras do seu domínio, que banham mais de um Estado, servem de limite com outros países ou unidades da Federação, ou se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham. Incluem-se, também, como corpos hídricos de domínio da União, os potenciais de energia hidráulica e as águas

em depósito, em virtude de obras realizadas pela União (Constituição Federal, artigo 20, III e VIII e artigo 26, I).

Águas de domínio dos Estados e do Distrito Federal são todas as outras, incluindo as águas de origem subterrânea (Constituição Federal, artigo 26, I).

A atribuição de gerir cada corpo hídrico é da entidade política que detém o seu domínio, podendo também os municípios atuar, já que a competência para a proteção do ambiente é comum às três esferas da Federação (Constituição Federal, artigo 23, VI).

As diretrizes e critérios para a gestão das águas no país, tanto na esfera federal como nos estados e municípios têm como referência básica a Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, cujos fundamentos, definidos no Art. 1º, são:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei 9.433/97, as seguintes instituições:

- I – o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- I-A – a Agência Nacional de Águas;
- II – os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- III – os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IV – os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- V – as Agências de Água.

Compete à Agência Nacional de Águas - ANA, criada pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, em articulação com demais órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Quanto aos Comitês de Bacia Hidrográfica, as disposições de alcance nacional que os regem estabelecem que têm, como áreas de atuação: a totalidade de uma bacia hidrográfica; a sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da

bacia, ou de tributário desse tributário; ou um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas (Lei nº 9.433/97, artigo 37).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas federais são compostos pelos seguintes representantes: da União; dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; dos Municípios situados no todo ou em parte, em sua área de atuação; dos usuários das águas de sua área de atuação; e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia (Lei nº 9.433/97, artigo 39).

Destaca-se, para o objeto de estudo deste EIA, o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP, tendo em vista que a vazão do rio Guandu é completamente dependente da operação do sistema de transposição das águas do rio Paraíba do Sul.

A importância da gestão integrada entre as duas bacias no que diz respeito às regras de operação do sistema de transposição reflete-se na aprovação da Deliberação CEIVAP Nº 53, de 16/09/2005, que instituiu um Grupo de Trabalho permanente para acompanhamento da operação hidráulica da bacia do rio Paraíba do Sul, em atuação conjunta com o Comitê do Guandu. Os objetivos deste Grupo de Trabalho são: Antecipar e analisar situações de conflito, envolvendo a operação hidráulica dos reservatórios e os usos múltiplos da água e propor soluções alternativas; Analisar e propor soluções alternativas para os critérios de operação hidráulica dos reservatórios do Rio Paraíba do Sul e da transposição de água para o Rio Guandu, visando o atendimento dos requisitos quantitativos de água nas bacias; Atuar no sentido de propor formas de garantir o atendimento dos requisitos dos usos múltiplos das águas; Divulgar informações correntes sobre aspectos quantitativos dos recursos hídricos nas bacias. (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

A implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos conta com os seguintes instrumentos, definidos no art. 5º da Lei 9.433/97:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

De acordo com o artigo 12 da Lei nº 9.433/97, estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os seguintes usos de recursos hídricos:

- Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

- Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

O empreendedor, tanto no âmbito federal, quanto no estadual, deverá obter outorgas para a derivação e captação de águas e para, ao menos, alterar o regime e a quantidade da água existente nos corpos d'água em que pretende intervir. Segundo o que dispõe o artigo 4º, inciso IV, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, cabe à ANA a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio federal.

O artigo 49 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, elenca infrações das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos que, cometidas em corpo hídrico de domínio ou administração da União, ensejam a aplicação das penalidades do artigo 50 da mesma lei ao infrator.

Na Lei nº 9.605/1988, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, agravam o crime de poluição, de que trata seu artigo 54, causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade (§ 2º, inciso III) ou o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (§ 2º, inciso V).

Estas condutas constituem, ainda, infração administrativa, segundo o que dispõe o Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, artigo 41, § 1º, III e V, às quais se cominam as penalidades cabíveis, elencadas no artigo 2º do mesmo Decreto.

- **Legislação Estadual de Recursos Hídricos**

No Estado do Rio de Janeiro, a gestão dos recursos hídricos compete aos órgãos que compõem o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRHI, criado pela Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos. O SEGRHI é formado pelas seguintes instituições:

- Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHI;
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI;
- Comitês de Bacia Hidrográfica - CBHs;
- Agências de Água; e
- Organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

O Decreto Estadual nº 32.862, de 12 de março de 2003, dispõe sobre o CERHI-RJ, definindo-o como órgão colegiado, no âmbito da Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento e Recursos Hídricos, com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, encarregado de

supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos. Fazem parte da composição do CERHI-RJ para o Biênio 2008/2009, somando-se titulares e suplentes, 14 instituições/empresas do setor de usuários, entre elas a CEDAE, 20 da sociedade civil (universidades, comitês/consórcios de bacias e ONG), além de 6 prefeituras, 12 representantes de órgãos públicos (SEA, INEA, DRM, Procuradoria do Estado e Sec. Agricultura) e um representante do MMA.

O Decreto Estadual nº 40.156/2006 estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a regularização dos usos de água superficial e subterrânea, bem como para ação integrada de fiscalização com os prestadores de serviço de saneamento básico.

A cobrança pela utilização dos recursos hídricos foi instituída no estado a partir da Lei Estadual nº 4.247/2003, alterada pela Lei Estadual nº 5.234/2008. Os usos passíveis de cobrança são aqueles sujeitos à outorga:

- I. derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo d'água;*
- II. extração de água de aquífero;*
- III - lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;*
- IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;*
- V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico.*

O art. 5º da Lei nº 4.247/2003 define os usos insignificantes, sobre os quais não incidem outorga e cobrança, e demais critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado.

Os valores pagos pelos usuários são depositados diretamente no Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI, instituído pelo Decreto Estadual nº 35.724/2004. A aplicação dos recursos segue as regras definidas na Lei 4.247/2003 e demais normas específicas do CERHI e dos Comitês de Bacias. Como regra principal, 10% do montante arrecadado devem ser destinados a custeios do INEA com a gestão dos recursos hídricos e 90% aplicados nas Regiões Hidrográficas de origem, em ações e projetos definidos em Planos de Investimentos aprovados pelos Comitês, destacando-se que, no caso da bacia do rio Guandu, a Lei estabelece que 15% dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água bruta sejam obrigatoriamente aplicados na bacia do rio Paraíba do Sul.

Entre as mudanças introduzidas pela Lei Estadual nº 5.234/2008, destaca-se o disposto no Art. 6º: no mínimo, 70% dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água incidente sobre o setor de saneamento serão obrigatoriamente aplicados em coleta e tratamento de efluentes urbanos até que se atinja o percentual de 80% do esgoto coletado e tratado na respectiva Região Hidrográfica.

Desde que foi iniciada no estado, em 2004, a cobrança pelo uso da água arrecadou, até novembro/2009, o valor total de R\$ 18,9 milhões. Os valores discriminados por

região hidrográfica estão apresentados no site do INEA¹. A Região Hidrográfica do Guandu contava com um saldo em conta corrente da ordem de R\$ 7,0 milhões. De acordo com informações disponíveis no *site* do Comitê Guandu, a arrecadação efetiva ainda está aquém da potencial, considerando os usuários da água na bacia. Em 2008, por exemplo, a previsão de recursos oriundos da cobrança era de aproximadamente R\$ 17,72 milhões, porém o valor efetivamente recebido foi de R\$ 0,57 milhão. Esta proporção ocorreu também nos anos anteriores.

Pela grande vazão captada no rio Guandu, a CEDAE é a maior usuária de águas superficiais da bacia, correspondendo, portanto, à maior fonte potencial de recursos provenientes do sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A Portaria SERLA N° 524, de 17 de janeiro de 2007, outorga à CEDAE o direito de uso dos recursos hídricos em seus diversos locais de captação de água bruta, dos quais a captação no rio Guandu é a maior, com vazão outorgada de até 162.000 m³/h (o mesmo que 45 m³/s). Em recente acordo com o INEA, oficializado em 11 de dezembro de 2009, a CEDAE concretizou o primeiro repasse relativo à cobrança pelo uso da água no estado. De acordo com informe divulgado nos *sites* das instituições (CEDAE e INEA) são aproximadamente R\$ 4 milhões recolhidos, ainda em 2009, ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDHRI) e cerca de R\$ 20 milhões anuais a partir de 2010.

Com a entrada de recursos da CEDAE, deverá ser agilizada a aplicação de recursos do Plano de Investimentos para a bacia do Guandu, estimado em cerca de R\$ 1,5 bilhão para diversas ações de recuperação e proteção dos recursos hídricos, a maior parte em obras de esgotamento sanitário, a serem aplicados a curto, médio e longo prazo (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

A bacia do rio Guandu faz parte da área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu, conhecido como Comitê Guandu. O Decreto n° 31.178/2002, que cria o Comitê, define que sua área de atuação compreende, além da bacia do rio Guandu e do Ribeirão das Lages, as águas desviadas do Paraíba do Sul e do Piraí, bem como as Bacias Hidrográficas dos rios da Guarda e Guandu-Mirim.

O Comitê Guandu é constituído pelas seguintes instâncias:

- a) Plenária – composta por 30 (trinta) membros, com direito a voto, sendo 12 (doze) representantes dos usuários das águas das bacias, 9 (nove) representantes da sociedade civil e 9 (nove) representantes do poder público federal, estadual e municipal;
- b) Diretoria Colegiada;
- c) Secretaria Executiva;
- d) Câmaras Técnicas.

Enquanto não for criada a Agência da Bacia, os trabalhos do Comitê são coordenados pela Diretoria Colegiada, apoiada pela Secretaria Executiva.

¹ <http://www.inea.rj.gov.br/mais/financeiro.asp>

A CEDAE faz parte da Plenária, entre as demais instituições representantes dos usuários, na composição para o Biênio 2009/2010, listados no quadro 4.5.2-1, a seguir, somando titulares e suplentes:

Quadro 4.5.2-1
Representantes na Plenária do Comitê Guandu Biênio 2009/2010.

SETOR	INSTITUIÇÃO
USUÁRIOS	Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro CEDAE - Companhia Estadual de águas e Esgotos do Rio de Janeiro FCC - Fábrica de Catalisadores S.A Gerdau – COSIGUA PETROBRÁS / REDUC PETROFLEX Thyssenkrupp CSA – Siderúrgica do Atlântico Ltda Associação de Pequenos Produtores Rurais de Vera Cruz FAERJ - Federação da Agricultura e Pesca do Estado do Rio de Janeiro. Sindicato dos Mineradores de Areia do Rio de Janeiro LIGHT - Energia S.A ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico FURNAS - Centrais Elétricas S.A SFE - Sociedade Fluminense de Energia S.A LIGHTGER LTDA LIGHT - Energia S.A Associação de Produtores Orgânicos do Vale
SOCIEDADE CIVIL	UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro Universidade Estácio de Sá FAMERJ - Federação das Associações de Moradores do Estado do Rio de Janeiro Instituto Terra de Preservação Ambiental Instituto Ipanema Entidade Ambientalista Esperança Verde OMABRASIL GDN- Grupo de Defesa da Natureza APEDEMA - Assembléia Permanente das Entidades de Defesa do Meio Ambiente CREA - Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas Sindicato Rural de Itaguaí
GOVERNO	Secretaria de Estado do Ambiente - SEA Instituto Estadual do Ambiente - INEA Prefeitura Municipal de Rio Claro Prefeitura Municipal de Paracambi Prefeitura Municipal de Miguel Pereira Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro Prefeitura Municipal de Pirai Prefeitura Municipal de Barra do Pirai Prefeitura Municipal de Queimados Prefeitura Municipal de Seropédica

Fonte: Comitê Guandu - www.comiteguandu.org.br

O Comitê Guandu conta com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006), que contém a proposta de enquadramento dos corpos hídricos, de cobrança pelo uso da água e outros instrumentos, além das ações previstas para a recuperação ambiental da bacia, definidas e orçadas para implantação em um horizonte de 20 anos.

4.4.3 Licenciamento Ambiental

◆ Legislação Federal

O licenciamento ambiental, um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), começou a ser efetivamente implementado no país a partir dos critérios e diretrizes definidos na Resolução CONAMA 01, de 23 de janeiro de 1986, que determina a exigência de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão competente, para o licenciamento de diversas atividades consideradas modificadoras do meio ambiente. Onze anos depois, a Resolução 01/86 foi modificada pela Resolução 237, de 19 de dezembro de 1997, especialmente no que tange às atribuições dos órgãos ambientais, abrindo caminho para a descentralização, com a possibilidade de que atividades localizadas possam ser licenciadas por órgãos municipais.

Na Resolução CONAMA nº237/97, Anexo I, são listados os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes é crime, punido com pena de detenção ou multa, ou ambas cumulativamente (Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988, artigo 60), sendo, também, infração administrativa, segundo o que dispõe o Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, artigo 44, conduta à qual se cominam as penalidades cabíveis, elencadas no artigo 2º do mesmo Decreto.

O processo de licenciamento ambiental, para a maioria dos empreendimentos sujeitos ao licenciamento, deve compreender o atendimento às exigências do órgão ambiental competente para a obtenção das respectivas licenças, definidas no art. 8º da Resolução CONAMA nº237/97:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação; o EIA/RIMA é exigido para esta licença.

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

A Resolução CONAMA nº 237/97, em seu artigo 10, § 1º, determina que, no procedimento licenciatório, devem ser apresentados os seguintes documentos:

certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e a outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes.

Deferido o pedido e expedida a licença, esta ainda poderá ser modificada, suspensa ou cancelada, mediante decisão motivada do órgão ambiental competente (Resolução CONAMA nº 237/97, artigo 19), nos seguintes casos: violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais; omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença; superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

As Resoluções CONAMA nº 01/86 e 237/97 definem diversos outros critérios para licenciamento ambiental, inclusive o escopo mínimo que deve ter um estudo de impacto ambiental (quadro a seguir). Esses critérios são normalmente seguidos pelos governos estaduais e municipais, nos seus procedimentos e normas específicas para licenciamento ambiental.

Quadro 4.5.2-1
Escopo mínimo para estudo de impacto ambiental, definido na
Resolução CONAMA nº 001/86, art. 6º.

<p><u>Diagnóstico ambiental</u> da área de influência do projeto</p> <p>(completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto)</p>	<p>a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;</p> <p>b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;</p> <p>c) o meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.</p>
<p><u>Análise dos impactos</u> <u>ambientais</u> do projeto e de suas alternativas</p>	<p>Identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais</p>
<p>Medidas mitigadoras</p>	<p>Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.</p>
<p>Monitoramento</p>	<p>Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.</p>

Destaca-se ainda, em relação às normas federais para o licenciamento ambiental, a compensação financeira, de empreendimentos de significativo impacto ambiental, para unidades de conservação de Proteção Integral, instituída pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei nº 9.985/00), no art. 36:

“Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei”.

O art. 31 do Decreto 4.340/02, que regulamentou o SNUC, determinou que:

*“Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985, de 2000, o órgão ambiental licenciador estabelecerá o grau de impacto a partir dos estudos ambientais realizados quando do processo de licenciamento ambiental, sendo considerados os impactos negativos, não mitigáveis e passíveis de riscos que possam comprometer a qualidade de vida de uma região ou causar danos aos recursos naturais.
Parágrafo único. Os percentuais serão fixados, gradualmente, a partir de meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, considerando-se a amplitude dos impactos gerados, conforme estabelecido no caput.”*

Em seguida, o Decreto nº 5.566, de 26 de outubro de 2005, alterou o art. 31 do Decreto 4.340/02, cujo *caput* passou a vigorar com a seguinte redação:

“Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985, de 2000, o órgão ambiental licenciador estabelecerá o grau de impacto a partir de estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA realizados quando do processo de licenciamento ambiental, sendo considerados os impactos negativos e não mitigáveis aos recursos ambientais.”

Recentemente, devido às dúvidas e polêmicas a respeito dos critérios da compensação e do valor mínimo de 0,5% dos custos do empreendimento (estabelecido no parágrafo único do art. 31 do Decreto 4.340/02), houve nova modificação, através do Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009, passando o art. 31 do Decreto 4.340/02 a vigorar com a seguinte redação:

Art. 31: “Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985, de 2000, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA estabelecerá o grau de impacto a partir de estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, ocasião em que considerará, exclusivamente, os impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente.”

§ 1º - O impacto causado será levado em conta apenas uma vez no cálculo.

§ 2º - O cálculo deverá conter os indicadores do impacto gerado pelo empreendimento e das características do ambiente a ser impactado.

§ 3º - Não serão incluídos no cálculo da compensação ambiental os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos, bem

como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais.

§ 4º - A compensação ambiental poderá incidir sobre cada trecho, naqueles empreendimentos em que for emitida a licença de instalação por trecho

Além disso, o Decreto nº 6.848/09 insere o Art. 31-A, que define uma fórmula para o cálculo do valor da compensação ambiental, feito pelo IBAMA a partir de informações contidas no EIA/Rima, da seguinte maneira:

O Valor da Compensação Ambiental - CA será calculado pelo produto do Grau de Impacto - GI com o Valor de Referência - VR, de acordo com a fórmula
 $CA = VR \times GI$, onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental;

VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os valores citados no § 3º do Art. 31; e

GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

O Decreto nº 6.848/09 apresenta um anexo com a metodologia para o cálculo do Grau de Impacto - GI, que deve ser feito pelo IBAMA.

O aspecto mais relevante nas mudanças inseridas pelo Decreto nº 6.848/09 diz respeito ao parâmetro de 0,5% dos custos do empreendimento, que antes era o valor mínimo da compensação e passou a ser o valor máximo. Outra modificação de destaque é a substituição, no *caput* do art. 31, da atribuição para estabelecer o grau do impacto, que, no texto original do Decreto 4.340/02, seria do "órgão ambiental licenciador" e passou a ser do IBAMA, deixando em dúvida se empreendimentos licenciados no âmbito estadual estariam excluídos da exigência de compensação para UCs estaduais.

◆ Legislação Estadual

O projeto de Proteção da Tomada D'Água da CEDAE no Rio Guandu, por abranger mais de um município, tanto na área afetada pelo empreendimento, quanto na área abastecida pelas águas tratadas na ETA Guandu, tem seu licenciamento na esfera estadual.

Os critérios normativos e técnicos de licenciamento ambiental adotados pelo Estado do Rio de Janeiro são semelhantes aos descritos nas normas federais e se encontram consolidados no já citado Decreto 1.633/77, que criou o SLAP - Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras e na Lei Estadual nº 1.356, de 3 de outubro de 1988, que dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos estudos de impacto ambiental.

A Lei Estadual nº 1.356/88 estabelece obrigações complementares ao empreendedor. Em especial destacamos os artigos 3º, 4º e 5º e 7º, transcritos abaixo:

"Art. 3º - O Relatório de Impacto ambiental sintetizará, de forma objetiva, as informações constantes do Estudo de Impacto Ambiental, e será elaborado com

linguagem corrente, adequada à compreensão por parte de representantes das comunidades atingidas."

"Art. 4o - O nome e a formação profissional de todos os técnicos responsáveis pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental deverão constar desse documento".

"Art. 5o, Parágrafo 1o - O início da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental, e, após sua conclusão, os locais, horários e prazos em que os documentos a que se refere o caput deste artigo, bem como as convocações para as audiências públicas a que se refere o artigo 6o desta Lei, serão objeto de publicação no primeiro caderno de, no mínimo 3 (três) jornais diários de grande circulação em todo o Estado do Rio de Janeiro, sob o título de "Estudo de Impacto Ambiental" ou "Audiência Pública".

"Art. 7o - Correrão por conta do proponente do projeto todas as despesas com: elaboração e reprodução do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto ambiental - RIMA; publicações em jornais a que se refere o artigo 5º, parágrafo 1º, desta Lei; análise e emissão de pareceres técnicos relativos ao Estudo de Impacto Ambiental; e monitoragem".

As principais deliberações da CECA relacionadas à avaliação de impactos ambientais são:

- Deliberação CECA nº 3.663/97 - aprova a DZ-041.R-13, Diretriz para realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).
- Deliberação CECA nº 2.55/91 - Regulamenta a realização de audiências públicas como parte do processo de licenciamento de atividades poluidoras sujeitas à apresentação de EIA/RIMA.
- Deliberação CECA nº 1.173/87 - Participação e acompanhamento da comunidade no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

A DZ-041.R-13 contém os critérios para EIA/Rima, entre os quais encontra-se a definição dos impactos quanto à duração, abrangência geográfica, reversibilidade, magnitude, importância e outros. Os critérios e diretrizes desta norma constituem a referência técnica utilizada pelo INEA na emissão de instruções técnicas específicas para cada empreendimento sujeito ao licenciamento ambiental estadual.

Para o Projeto de Proteção da Tomada D'Água da CEDA no rio Guandu, a CEDAE conta com a Instrução Técnica IT-21, de 26/06/2007, na qual constam os critérios para a elaboração deste EIA e respectivo RIMA.

◆ Legislação Municipal

Sobre a competência municipal para o licenciamento ambiental, a Resolução CONAMA nº 237/97 Art. 6º estabelece que " *Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o*

licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio."

Nesse sentido, o Decreto estadual nº 40.793, de 05 de junho de 2007, alterado pelo Decreto nº 40.980/2007, "*disciplina o procedimento de descentralização da fiscalização e do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com os municípios do estado do rio de janeiro que possuam órgão/entidade ambiental competente devidamente estruturado e equipado e dá outras providências*". Nele são definidas as condições para a celebração de convênio e, conseqüentemente, para a realização do licenciamento ambiental municipal, exigindo-se que o município:

- "I – possua corpo técnico especializado, integrante do quadro funcional do Município, para a realização da fiscalização e do licenciamento ambiental;*
- II – tenha implantado e em funcionamento o Conselho Municipal de Meio Ambiente, instância normativa, colegiada, consultiva e deliberativa de gestão ambiental, com representação da sociedade civil organizada paritária e do Poder Público;*
- III – Possua legislação própria disciplinando o licenciamento ambiental municipal e as sanções administrativas pelo seu descumprimento;*
- IV – Possua Plano Diretor, Município com a população superior a 20.000 (vinte mil) habitantes, ou lei de diretrizes urbanas, o Município com população igual ou inferior a 20.000 (vinte mil) habitantes;*
- V – dê ciência ao órgão/Entidade ambiental estadual sobre as informações relativas aos seguintes instrumentos de controle vigentes, conforme respectivas Deliberações CECA: Procon Ar, Procon Água, Inventário e Manifesto de Resíduos;*
- VI – tenha implantado o Fundo Municipal do Meio Ambiente."*

A partir destas prerrogativas, têm sido celebrados convênios entre a Secretaria Estadual do Ambiente - SEA e prefeituras, para cooperação na fiscalização e no licenciamento ambiental. Entre os municípios abrangidos pela AID do presente estudo, somente Nova Iguaçu faz parte dessa iniciativa, com o convênio celebrado em 22 de março de 2007. A partir deste convênio, baseado no decreto de descentralização (Decreto nº 40.793) citado anteriormente, o município de Nova Iguaçu passa a licenciar empreendimentos e atividades de impacto ambiental local, ou seja, aqueles que não ultrapassem os limites territoriais do município e excluídos os casos em que os empreendimentos e as atividades:

- Sejam potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente e necessitem de EIA/RIMA, incluídas as listadas na Lei Estadual nº 1.356/88; e
- Localizadas ou desenvolvidas nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente.

Entretanto, independente dos órgãos ambientais municipais exercerem ou não papel de licenciador, como já destacado, a competência no caso das Obras de Proteção da Tomada D'Água da CEDAE no Rio Guandu é estadual.

4.4.4 Normas Específicas para os Principais Aspectos Ambientais

◆ Qualidade das Águas

A principal norma relativa à qualidade das águas, que deve ser sempre observada na gestão dos recursos hídricos do país, seja qual for o domínio da gestão - se rios federais, estaduais ou municipais - é a Resolução CONAMA nº 357/2005, que define classes e respectivos padrões de qualidade das águas doces e salobras.

● As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;*
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,*
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.*

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA nº 274/2000;*
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e*
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.*

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA nº 274/2000;*
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e*
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.*

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;*
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;*
- c) à pesca amadora;*
- d) à recreação de contato secundário; e*
- e) à dessedentação de animais.*

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e*
- b) à harmonia paisagística.*

● As águas salobras são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,*
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.*

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à aquicultura e à atividade de pesca;*
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e*
- e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.*

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e*
- b) à recreação de contato secundário.*

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e*
- b) à harmonia paisagística.*

Para cada uma das classes acima, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece parâmetros para as variáveis de qualidade das águas. A Resolução estabelece também padrões para a emissão de efluentes líquidos e critérios para o enquadramento dos corpos hídricos.

◆ Ar

A Resolução CONAMA nº 3/90 estabeleceu padrões nacionais de qualidade do ar, distinguindo entre os padrões primários, que são constituídos pelas concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população e os padrões secundários, isto é, as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população.

Os padrões dizem respeito a concentrações de partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

No âmbito estadual, tem-se o Regulamento do Controle de Poluição Atmosférica, Decreto nº 779, de 30 de janeiro de 1967, que adotada a Escala de Ringelman como medida de poluição ocasionada pela descarga de fumaça na atmosfera e define seus padrões. No Art. 3º determina que "*Não será permitida emissão, para a atmosfera, de fumaça com tonalidade superior à do Padrão nº 2, da Escala de Ringelmann.*" e em parágrafo único que "*Será tolerada a emissão de fumaça do Padrão nº 3 da Escala de Ringelmann por um máximo de 6 minutos, em qualquer período de uma hora, correspondendo às operações iniciais de uma queima ou limpeza das fornalhas.*"

Especificamente quanto aos veículos automotores empregados pelo empreendedor, devem ser observados, ainda, os limites de emissões aéreas estabelecidos pelo Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, instituído pela Lei nº 8.723, de 29 de outubro de 1993.

Agravam o crime de poluição, de que trata o artigo 54 da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988, causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população (§ 2º, inciso II) ou o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (§ 2º, inciso V).

Estas condutas constituem, ainda, infração administrativa, segundo o que dispõe o Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, artigo 41, § 1º, II e V, às quais se cominam as penalidades cabíveis, elencadas no artigo 2º do mesmo Decreto.

◆ Flora e Fauna

O empreendimento, que será implantado em área de Mata Atlântica, poderá interferir com áreas de preservação permanente - APP, definidas segundo o Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

O artigo 2º do Código Florestal, considerados os esclarecimentos e definições constantes das Resoluções CONAMA nº 302/02 e 303/02, estabelece que são de preservação permanente, independentemente de qualquer outro ato ou formalidade, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- trinta metros, para o curso d`água com menos de dez metros de largura;
- cinquenta metros, para o curso d`água com dez a cinquenta metros de largura;
- cem metros, para o curso d`água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- duzentos metros, para o curso d`água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- quinhentos metros, para o curso d`água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d`água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de: trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas; cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d`água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Segundo o artigo 3º do Código Florestal, consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas a:

- *atenuar a erosão das terras;*
- *fixar as dunas;*
- *formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;*
- *auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;*
- *proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;*
- *asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;*
- *manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;*
- *assegurar condições de bem-estar público.*

Dispõe o Código Florestal (artigo 4º) que a "supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto" e que "o órgão ambiental competente indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor" (artigo 4º, § 4º).

É importante consignar que dita supressão, se autorizada, deve ser feita de modo a, nos termos da autorização concedida, evitar que sejam modificados, danificados ou destruídos ninho, abrigo ou criadouro naturais, sob pena de serem cometidos crime e

infração administrativa ambientais, agravadas se praticadas contra espécie rara ou considerada ameaçada de extinção, ainda que somente no local da infração (Artigo 29, § 1º, II, c/c artigo 29, § 4º, I, da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; artigo 11, I e II e artigo 11, § 1º, II, do Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999).

Os crimes contra a fauna e a flora encontram-se tipificados nos artigos de 29 a 53 Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988 e as infrações administrativas contra elas estão definidas nos artigos 11 a 40 do Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.

◆ Resíduos Sólidos e Produtos Perigosos

O empreendimento gerará resíduos sólidos provenientes da execução de obras civis. Em virtude do que dispõe o artigo 4º, § 1º da Resolução CONAMA nº 307/2002, não é permitido dispor resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Aqueles resíduos devem ser dispostos dos modos determinados pelo artigo 10 da Resolução CONAMA nº 307/2002, feita a sua classificação, conforme as classes de resíduos estabelecidas pelo artigo 3º da mesma Resolução.

Agrava o crime de poluição, de que trata o artigo 54 da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988, o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (§ 2º, inciso V).

Estas condutas constituem, ainda, infração administrativa, segundo o que dispõe o Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, artigo 41, § 1º, V, às quais se cominam as penalidades cabíveis, elencadas no artigo 2º do mesmo Decreto.

As obras civis implicarão a movimentação, por via terrestre, de produtos perigosos, inclusive explosivos.

A Lei 10.233, de 5 de junho de 2001, art.22, VII, determina que cabe à Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, estabelecer padrões e normas complementares relativos ao transporte terrestre de cargas especiais e perigosas em rodovias e ferrovias. Estes padrões e normas complementares foram estabelecidos pela Resolução ANTT nº 420/04.

Acerca da matéria, continua em vigor o Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988, sendo necessário, para o transporte terrestre de produtos perigosos, estabelecer um plano junto às autoridades viárias e ambientais que determinarão as condições de tráfego, rodovias, horários e paradas permitidos, bem como, condições de armazenamento e isolamento da carga perigosa.

Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos constitui crime, segundo o artigo 56

da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988, sendo, ainda, infração administrativa, segundo o que dispõe o Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, artigo 44.

◆ Ruídos

O Conselho Nacional de Meio Ambiente, através da Resolução nº 001/90, previu que a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas obedecerá, no interesse da saúde e do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nas NBR-10.151 e 10.152.

Em âmbito estadual, o Decreto-Lei nº 112, de 12 de agosto de 1969, fixa normas de proteção contra ruído, que estabelece as proibições, permissões e penalidades associadas à geração de ruídos no então Estado da Guanabara.

De acordo com seu Art. 2º é proibido gerar ruídos que atinjam, no ambiente exterior ao recinto em que sejam produzidos, nível sonoro superior a 85dB (decibéis).

Em 1977 a Lei nº 126, de 10 de maio, estende a todo o Estado do Rio de Janeiro o disposto no decreto-lei nº 112/69, com pequenas modificações de ordem e texto. Em seu Art. 4º a Lei permite, dentre outros, o que segue abaixo, sendo os parágrafos mais relacionados às Obras de Proteção da Tomada D'Água da CEDAE no rio Guandu:

VI - de explosivos empregados em pedreiras, rochas e demolições no período das 7 às 22 horas;

VII - de máquinas e equipamentos utilizados em construções, demolições e obras em geral, no período compreendido entre 7 e 22 horas;

VIII - de máquinas e equipamentos necessários à preparação ou conservação de logradouros públicos, no período de 7 às 22 horas.

Nos casos em que as NBRs preconizam limites mais baixos, prevalecem estes últimos e, nos casos em que preconizam limites mais altos, prevalece o determinado pela Lei Estadual. Ou seja, prevalecem os padrões mais restritivos.

Importam fundamentalmente para o empreendimento de que se trata aqui o ruído produzido por veículos automotores, sobre os quais devem ser observados os limites fixados pelo artigo 20 da Resolução CONAMA nº 8/93.

4.5 Ações, Planos e Programas Intervenientes

Neste item, estão sucintamente apresentadas as principais iniciativas, em curso e planejadas, cujas áreas geográfica e temática de atuação coincidem com a área de influência direta do projeto de proteção da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu.

4.5.1 Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.

O Plano da Bacia do Guandu (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006) é a principal iniciativa de interesse para o projeto de proteção da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu. Elaborado em 2006, o plano contém um grande conjunto ações a serem implantadas ao longo de 20 anos, através dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, com coordenação do Comitê Guandu e apoio da estrutura institucional responsável pela gestão dos recursos hídricos.

O conjunto de ações está orçado no Plano de Investimentos do Plano da Bacia em um valor total de R\$ 1,5 bilhão, distribuídos em 65 programas, organizados em 3 grandes componentes e 14 sub-componentes temáticos (Figura 4.5-1). O projeto de proteção da tomada d'água da CEDAE no rio Guandu faz parte das ações previstas no Componente 3 do Plano.

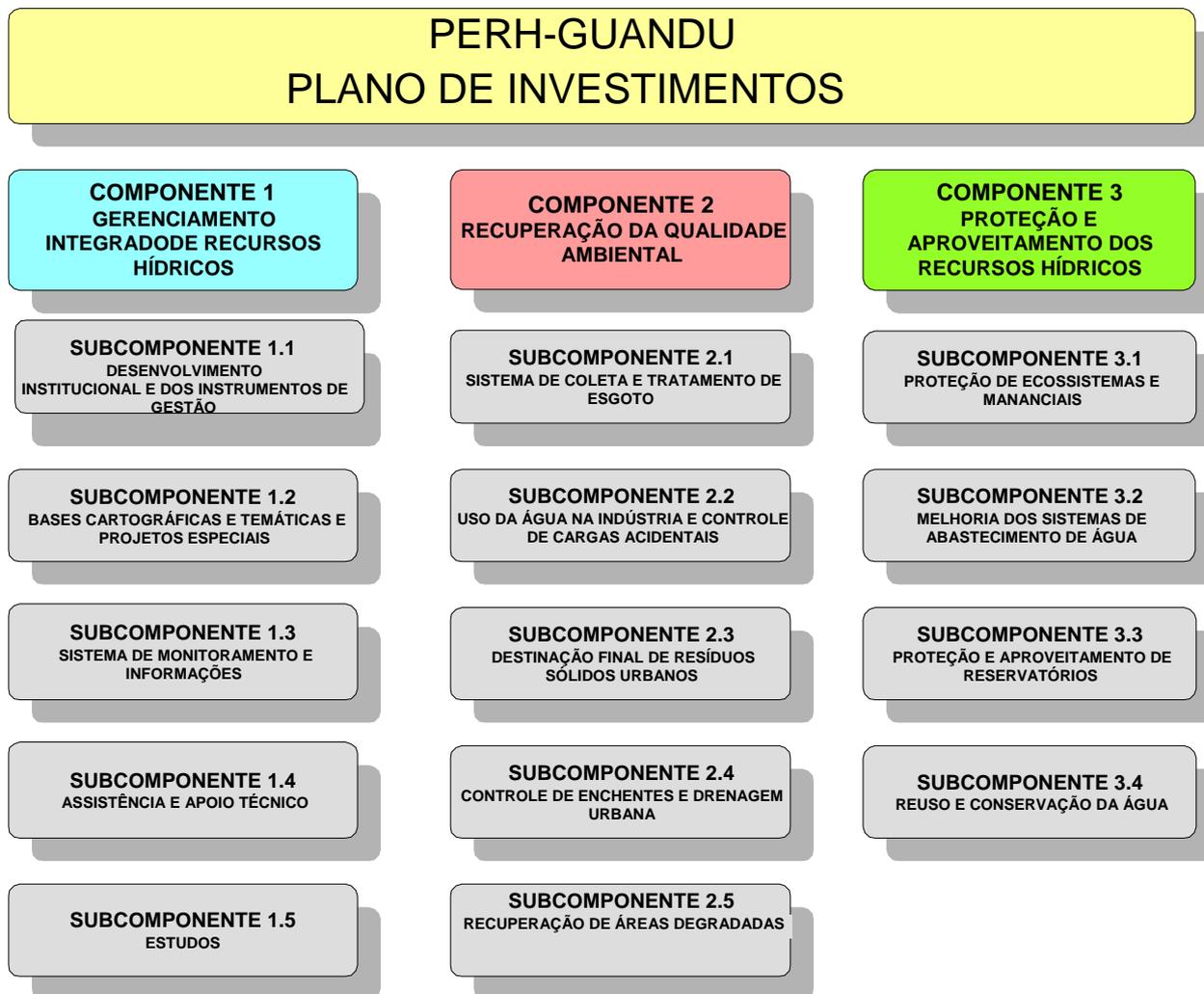
No âmbito da estratégia para implementação foram priorizadas algumas metas, entre as quais está a Proteção da ETA Guandu.

Para auxiliar o Comitê Guandu na definição de prioridades de investimentos, foi sugerido no Plano o agrupamento dos programas em três etapas de implantação, no curto (2005-2010), no médio (2010-2015) e no longo prazo (2015-2025), com base nos seguintes critérios:

- a) atendimento das metas de enquadramento dos corpos d'água da bacia;
- b) ações essenciais para a consolidação da gestão de recursos hídricos na bacia do Guandu;
- c) ações de competência direta do Comitê e previstas nos seus critérios de elegibilidade; e,
- d) racionalização do fluxo financeiro ao longo do horizonte de planejamento.

Nos quadros apresentados em seguida, constam todos os programas, com os respectivos orçamentos e prazos de implantação. Observa-se que o projeto de proteção da ETA Guandu está orçado em R\$ 30,0 milhões, a ser implantado no curto prazo.

Figura 4.5-1: Componentes do Plano de Investimentos da Bacia do Guandu



Quadro 4.5-1: Ações do Plano de Investimentos da Bacia do Guandu, por subcomponentes e prazos

COMPONENTE 1: GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS	INVESTIMENTOS						
	Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo		Total (Mil R\$)
	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	
Subcomponente 1.1 - Desenvolvimento Institucional e dos Instrumentos de Gestão							
1.1.1 Desenvolvimento Institucional dos Órgãos Gestores e Integração de Políticas Públicas	100	300					300
1.1.2 Desenvolv. de Mecanismos de Integr. entre Órgãos Envolv. com a Gestão do Sist. Paraíba do Sul-Pirai-Guandu	100	10					10
1.1.3 Desenvolvimento Institucional de Gestão da Bacia (Comitê Guandu, Agência de Bacia)	100	150					150
1.1.4 Fortalecimento do Sistema de Outorga de Direito de Uso e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos	100	100					100
1.1.5 Normatização do Enquadramento dos Corpos Hídricos em Classes de Uso	100	20					20
1.1.6 Programa de Mobilização do Plano de Recursos Hídricos a partir do Enquadramento	100	100					100
1.1.7 Comunicação Social e Tratamento da Informação Técnica	100	200					200
1.1.8 Oficinas de Planejamento Estratégico das Ações do PERH	100	100					100
Subtotal	100	980		0		0	980
Subcomponente 1.2 - Bases Cartográficas e Temáticas e Projetos Especiais							
1.2.1 Demarcação de Faixas Marginais de Proteção			100	1.057			1.057
1.2.2 Geração de Mapas Cartográficos e Temáticos	100	1.200					1.200
1.2.3 Sistema Computacional para Análise da Outorga			100	500			500
1.2.4 Avaliação de Projetos Estruturais para Contenção da Intrusão Salina			100	200			200
Subtotal	41	1.200	59	1.757		0	2.957
Subcomponente 1.3 - Sistema de Monitoramento e Informações							
1.3.1 Concepção e Implantação do Observatório da Bacia	100	2.620					2.620
1.3.2 Concepção e Implantação de Sistema de Informações de Recursos Hídricos			100	350			350
1.3.3 Sistema de Previsão de Eventos Hidrológicos Críticos			100	450			450
Subtotal	76,6	2.620	23,4	800		0	3.420
Subcomponente 1.4 - Assistência e Apoio Técnico							
1.4.1 Apoio a Alternativas de Desenvolvimento Sustentável					100	2.400	2.400
1.4.2 Capacitação e Apoio para Monitoramento e Controle de Queimadas	46,2	300	53,8	350			650
1.4.3 Treinamento e Qualificação de Técnicos dos Órgãos Gestores Estaduais, do Comitê e das Prefeituras	28,6	100	42,9	150	28,6	100	350
1.4.4 Desenvolvimento de Educação Ambiental em Escolas, Associações Cívicas e de Usuários da Água	28,6	200	35,7	250	35,7	250	700
1.4.5 Apoio aos Municípios para Integração do Plano de Recursos Hídricos aos Planos Diretores Municipais	100	300					300
1.4.6 Apoio Institucional para Integração dos Municípios na Gestão da bacia do Guandu	33,3	100	33,3	100	33,3	100	300
Subtotal	21,3	1.000	18,1	850	60,6	2.850	4.700
Subcomponente 1.5 - Estudos							
1.5.1 Hidrogeologia dos Aquíferos			100	760			760
1.5.2 Estudo Hidrossedimentológico do Rio Guandu	100	450					450
1.5.3 Interrelação dos Aquíferos Subterrâneos com as Águas Superficiais Visando o Uso Integrado			100	140			140
1.5.4 Pesquisas Básicas para Subsidiar Ações de Proteção e Recuperação de Mananciais			100	600			600
1.5.5 Alternativas para o Uso Futuro das Cavas de Extração de Areia do Polígono de Piranema					100	400	400
1.5.6 Avaliação da Qualidade da Água da Lagoa do Guandu, de seu Passivo Ambiental e de Alternativas de Intervenção para Proteção e Melhoria da Qualidade da Água e das Condições de Captação da ETA Guandu	100	300					300
1.5.7 Integração do Gerenciamento Costeiro da Baía de Sepetiba ao PERH Guandu			100	200			200
1.5.8 Monitoramento de Substâncias Tóxicas e Organismos não Determinados em Monitoramento Convencional			100	107			107
Subtotal	25,4	750	61,1	1.807	13,5	400	2.957
Total do Componente 1	43,6	6.550	34,7	5.214	21,6	3.250	15.014

COMPONENTE 2: RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL	INVESTIMENTOS						
	Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo		Total
	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	(Mil R\$)
Subcomponente 2.1 - Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto							
2.1.1 Estudos e Levant. para Projetos Básicos e Editais de Licitação nos Núcleos Urbanos da Bacia	37,6	7.398	34	6.696	28,3	5.576	19.670
2.1.2 Projetos Executivos, Implantação e Supervisão de Obras nos Núcleos Urbanos da Bacia	37,4	187.529	34,5	172.903	28,1	140.757	501.189
2.1.3 Estudos e Levant. para Proj. Básicos e Editais de Licit. nos Núcleos Urbanos Contíguos à Bacia (Rio Claro e Pirai)	48,6	458			51,4	484	942
2.1.4 Proj. Executivos, Implantação e Supervisão das Obras nos Núcleos Urbanos Contíguos à Bacia (Rio Claro e Pirai)	49	9.370			51	9.755	19.125
2.1.5 Obras Complementares para Implantação de Sistemas de Coleta de Esgoto	36,6	216.092	34,1	201.700	29,3	173.052	590.844
2.1.6 Capacitação para operação de pequenas ETEs	100	300					300
Subtotal	37,2	421.147	33,7	381.299	29,1	329.624	1.132.070
Subcomponente 2.2 - Uso da Água na Indústria e Controle de Cargas Acidentais							
2.2.1 Sensibilização das pequenas e médias indústrias à Participação na Gestão dos Recursos Hídricos	100	100					100
2.2.2 Avaliação de Efluentes e Resíduos Industriais	100	335					335
2.2.3 Plano de Contingência para Abastecimento de Água			100	200			200
2.2.4 Sistema de Alerta de Poluição por Cargas Acidentais			100	650			650
Subtotal	33,9	435	66,1	850		0	1.285
Subcomponente 2.3 - Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos							
2.3.1 Estudos e Levantamentos para Projetos Básicos, Termos de Referência e Editais de Licitação	100	500					500
2.3.2 Projetos Executivos, Implantação e Supervisão de Obras	100	3.360					3.360
Subtotal	100	3.860		0		0	3.860
Subcomponente 2.4 - Controle de Enchets e Drenagem Urbana							
2.4.1 Planos Municipais de Drenagem Urbana	29,4	1.000	70,6	2.400			3.400
2.4.2 Identificação e Detalhamento de Ações Emergenciais nos Municípios	33,3	900	33,3	900	33,3	900	2.700
2.4.3 Avaliação do Risco de Enchets (mapa de risco)	100	100					100
Subtotal	32,3	2.000	53,2	3.300	14,5	900	6.200
Subcomponente 2.5 - Recuperação de Áreas Degradadas							
2.5.1 Exploração Mineral Sustentável nas Bacias Abrangidas pelo Comitê			100	375			375
2.5.2 Recuperação de Matas Ciliares e outras Áreas de Preservação Permanente					100	6.600	6.600
2.5.3 Recuperação de Áreas de Antigos Lixões	100	1.990					1.990
Subtotal	22	1.990	4	375	74	6.600	8.965
Total do Componente 2	37,3	429.432	33,5	385.824	29,3	337.124	1.152.380

COMPONENTE 3: PROTEÇÃO E APROVEITAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS	INVESTIMENTOS						
	Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo		Total
	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	%	(Mil R\$)	(Mil R\$)
Subcomponente 3.1 - Proteção de Ecossistemas e Mananciais							
3.1.1			100	1.640			1.640
3.1.2	28,6	100	42,9	150	28,6	100	350
3.1.3					100	2.070	2.070
3.1.4			100	220			220
3.1.5			100	200			200
3.1.6					100	4.800	4.800
Subtotal	1	100	23,8	2.210	75,1	6.970	9.280
Subcomponente 3.2 - Melhoria dos Sistemas de Abastecimento de Água							
3.2.1	22,4	3.048	48,2	6.559	29,5	4.011	13.618
3.2.2	18,6	36.470	50,9	99.775	30,5	59.861	196.106
3.2.3	37	270	39,4	287	23,6	172	729
3.2.4	33,7	1.150	41,7	1.421	24,6	840	3.411
3.2.5	100	30.000					30.000
Subtotal	29,1	70.938	44,3	108.042	26,6	64.884	243.864
Subcomponente 3.3 - Proteção e Aproveitamento de Reservatórios							
3.3.1	100	500					500
3.3.2	100	80					80
Subtotal	100	580		0		0	580
Subcomponente 3.4 - Reuso e Conservação da Água							
3.4.1	20	100	40	200	40	200	500
3.4.2	25	3.020	37,5	4.530	37,5	4.530	12.080
3.4.3	22,2	200	38,9	350	38,9	350	900
3.4.4	33,3	600	33,3	600	33,3	600	1.800
3.4.5			100	81.720			81.720
Subtotal	4,04	3.920	90,1	87.400	6	5.680	97.000
Total do Componente 3	21,5	75.538	56,4	197.652	22,1	77.534	350.724
Total Geral	33,7	511.520	38,8	588.690	27,5	417.908	1.518.118

4.5.2 Pacto pelo Saneamento no Estado do Rio de Janeiro

O Pacto pelo Saneamento é uma iniciativa do Governo do Estado do Rio de Janeiro, cuja meta é erradicar todos os lixões e levar coleta e tratamento de esgotos a 80% da população, em um prazo de 10 anos.

Este programa é gerenciado pela Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e se baseia em incentivos financeiros aos municípios e concessionários de serviços de saneamento, para implantação e operação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos e de destinação final de lixo. Os municípios e concessionários que recebem os recursos ficam, por seu lado, comprometidos a operar e manter os sistemas por toda sua vida útil. É exigida a garantia de que os custos de operação e manutenção serão cobertos pelas tarifas auferidas pelo setor.

Para viabilizar o Pacto pelo Saneamento o Governo Estadual se compromete a aplicar no setor, anualmente, 60% dos recursos do Fundo Estadual de Conservação Ambiental (FECAM) e 70% do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI).

Os municípios da Bacia do Rio Guandu que já receberam recursos do Pacto pelo Saneamento foram: Piraí e Miguel Pereira, para esgotamento sanitário; Paracambi e Japeri para resíduos sólidos. Entre os municípios da bacia do rio Paraíba do Sul situados a montante da transposição, já receberam investimentos: Itatiaia, Resende e Volta Redonda, para esgotamento sanitário e resíduos sólidos; Quatis, Barra do Piraí e Pinheiral, para resíduos sólidos.

As informações disponíveis sobre o Pacto pelo Saneamento foram obtidas no *site* da Secretaria de Estado do Ambiente - SEA - www.ambiente.rj.gov.br. e em texto da Secretária Marilene Ramos, divulgado na Revista ECO21, edição 151.

4.5.3 Parque Fluvial e Replanta Guandu

A Secretaria Estadual do Ambiente - SEA vem desenvolvendo o Programa Parques Fluviais, que visa recuperar matas ciliares, incentivar o ecoturismo, garantir mais quantidade e qualidade de água para consumo da população, fortalecer os corredores verdes de Mata Atlântica, restaurar a biodiversidade e defender o clima, evitando o assoreamento dos rios.

No âmbito do projeto Parque Fluvial do Guandu foi iniciado o Replanta Guandu, com meta de plantar 1,0 milhão de mudas. Além da coordenação do governo estadual, a implantação do Replanta Guandu conta com a participação do Ibama, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Embrapa, Fundação Jardim Botânico, CEDAE, Fundação Santa Cabrini, Instituto de Terras do Estado do Rio (Iterj) e das prefeituras dos municípios do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Japeri, Queimados, Miguel Pereira, Engenheiro Paulo de Frontin, Vassouras, Paracambi, Rio Claro, Seropédica e Itaguaí. A Vale do Rio Doce e a Petrobrás apoiam a iniciativa com recursos financeiros.

O Replanta Guandu tem sido conduzido com apoio direto da Secretaria Executiva do Comitê Guandu. Iniciado em setembro/2007, o Replanta Guandu já atingiu quase a

metade desta meta, com plantios de espécies da Mata Atlântica em Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi e Rio Claro.

As informações sobre este projeto foram obtidas no *site* da SEA, através do *link* para www.gfdesign.com.br/parquesfluviais/index.htm, empresa contratada para elaborar o projeto arquitetônico do Parque Fluvial, e no Boletim Informativo do Comitê Guandu.

5. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Este prognóstico considera dois cenários - sem o empreendimento e com o empreendimento - nos quais são analisadas as tendências de evolução do problema de degradação da qualidade das águas que fluem para o local da captação e os impactos desta degradação para a biota e para as águas captadas pela CEDAE no rio Guandu.

5.1 Cenário sem o Empreendimento

Conforme visto no Diagnóstico (item 4), o rio Guandu e, especificamente, o local da captação de água para a ETA da CEDAE, tem sofrido constantes e crescentes impactos negativos de diversas fontes pontuais e difusas de poluição - esgotos domésticos e efluentes industriais sem tratamento adequado, erosão dos solos, extração mineral, resíduos sólidos, desmatamento e ocupação das margens dos rios, agrotóxicos, entre outros. Esses impactos têm origem nas atividades desenvolvidas na própria bacia do Guandu como também na bacia do rio Paraíba do Sul, atingindo o rio Guandu através do sistema de transposição do Complexo Hidrelétrico da LIGHT.

As sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, afluentes mais próximos do local de captação de água para a ETA, são as principais áreas de expansão urbana e industrial de toda a bacia do rio Guandu, pela proximidade destas sub-bacias com vetores de expansão (rodovias e ferrovias) da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Cerca de 83% da área urbana da bacia do rio Guandu estão nos municípios que abrangem as sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga - Japeri, Nova Iguaçu e Queimados. No ano 2000 a população desses três municípios dentro da bacia era da ordem de 333.000 habitantes, estimando-se um aumento de cerca de 10% para o ano 2010 (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Os indicadores de qualidade das águas monitorados pelo INEA e pela CEDAE no rio Guandu e nos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga revelam a evolução negativa do crescimento urbano sem planejamento e sem infra-estrutura de saneamento adequados, especialmente na sub-bacia Poços/Queimados.

Os índices de coliformes fecais, por exemplo, que estão diretamente relacionados à carga de esgotos domésticos nos rios, apresentam atualmente, no rio Queimados, valores 10 vezes maiores do que apresentavam nos anos 1980, sendo que naquela época já estavam mais de 100 vezes acima dos limites determinados pela Resolução CONAMA 357/05. O fósforo, que também tem grande parte de sua origem nos esgotos domésticos, apresenta hoje, no rio Queimados, valores mais de seis vezes superiores aos valores médios que apresentava nos anos 80, época em que já se situavam 12 vezes acima do limite dado na Resolução 357/05.

Além dos esgotos domésticos, os efluentes industriais sem tratamento adequado lançados nos rios resultam em violações aos limites da Resolução CONAMA 357/05 para diversas variáveis de qualidade da água (fenóis, metais e outras substâncias tóxicas para a biota e os seres humanos), sempre maiores no rio Queimados, que recebe a maior carga de esgotos domésticos e efluentes do Distrito Industrial situado na confluência deste com o rio dos Poços, além de outras indústrias a montante.

Por outro lado, a análise comparativa dos indicadores de qualidade sugere que os ambientes aquáticos em questão dispõem de mecanismos atenuantes dos impactos da poluição a montante da tomada d'água, destacando-se dois aspectos: 1) a grande capacidade de diluição garantida pela elevada vazão do rio Guandu; e 2) a vasta comunidade de plantas aquáticas que, favorecidas pelas condições topográficas (terreno plano) se distribuem no curso final das sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e em torno do sistema lagunar formado pelo encontro das águas destes rios com o rio Guandu, absorvendo os nutrientes em excesso (fósforo e nitrogênio, principalmente), acumulando poluentes e, por conseguinte, atenuando a carga de nutrientes e de metais e outras substâncias tóxicas que chegam ao local da captação.

As funções bioacumuladoras das macrófitas aquáticas e também do fitoplâncton, juntamente com a capacidade de diluição do rio Guandu, são condições refletidas no fato de que vários indicadores de qualidade da água, entre eles a presença de substâncias tóxicas em sedimentos, não mostrem valores mais altos do que os observados no próprio rio Guandu a montante da captação e mesmo nas águas da Lagoa do Guandu.

Índices críticos identificados nas sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, principalmente no rio Queimados, o mais poluído, com oxigênio (OD) zero na maior parte do tempo e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) muito acima do limite máximo da Resolução 357/05 - não se repetem nas águas da Lagoa e do rio Guandu na captação da CEDAE.

No monitoramento das águas da Lagoa, no período de abr/2005 a dez/2007, a CEDAE registrou menos de 30% das amostras com OD fora do padrão e em nenhuma amostra o OD chegou a zero; ao contrário, a Lagoa apresenta valores médios de OD acima de 6,0 mg/L, inclusive na parte mais interna, que não é favorecida pelas entradas de água do remanso do rio Guandu. Esses índices de OD têm relação direta com a mistura com o rio Guandu e a alta atividade fotossintética do fitoplâncton, típica de ambientes aquáticos lênticos e eutrofizados (com excesso de nutrientes).

No entanto, a decomposição da matéria orgânica consome grande parte do oxigênio, podendo comprometer a sobrevivência de peixes e outros organismos, especialmente à noite, quando ocorre a maior parte do consumo de oxigênio e a menor de produção pela fotossíntese, resultando em violações aos limites de DBO para classe 2 na lagoa e na captação da CEDAE. Nos três pontos de monitoramento da CEDAE na lagoa (de montante para jusante, em direção à captação: LGA-13, LGA-14 e LGA-15), os índices de violação para classe 2 são 75%, 50% e 25,; correspondendo à influência dos afluentes mais poluídos a montante e ao efeito da diluição das águas no encontro com o rio Guandu a jusante. Na captação, a CEDAE registrou um percentual maior de violações (68%) para DBO do que no ponto mais próximo na lagoa (LGA-15), o que pode ser resultado de uma influência maior do rio Cabuçu/Ipiranga que não passa pelo ponto de monitoramento na lagoa.

A montante da captação, em seu curso principal, o rio Guandu também vem apresentando, desde os anos 1980, altos índices de violação aos limites de fósforo e

coliformes fecais para classe 2 da Resolução 357/05. Metais e outras substâncias tóxicas - níquel, chumbo, cromo, zinco, DDT e Dieldrin, aderidos ao sedimento - foram também identificados em índices adversos para a biota aquática no rio Guandu a montante da captação, com provável influência adicional da transposição do rio Paraíba do Sul nestes resultados (TORRES *et al.* 2002 e MASSENA, 2003). Essa condição, além de afetar a qualidade da água captada pela CEDAE, indica que a entrada de água do rio Guandu na lagoa pode contribuir também para a presença de poluentes e de fósforo, principal nutriente que participa do processo de eutrofização da lagoa.

Como consequência direta da eutrofização na lagoa, são frequentes os fenômenos de floração de algas, incluindo o grupo das cianobactérias, que pode conter espécies que produzem toxinas de alto risco à saúde humana (microcistinas). Ao longo do período de monitoramento da CEDAE analisado neste EIA (abr/2005 a dez/2007), ocorreram apenas 3 registros de cianobactérias acima do limite para classe 2 e nenhuma floração de espécies tóxicas foi verificada. Por outro lado, embora o processo de eutrofização ainda não resulte na produção de cianobactérias potencialmente tóxicas na lagoa e consequente aporte destas na captação, ele pode evoluir para condições mais críticas, na medida em que as cargas de nutrientes e poluentes em todos os rios tendem a crescer além dos níveis atuais. Além disso, o conhecimento atual sobre a comunidade fitoplanctônica e sobre os processos e riscos de floração de espécies tóxicas é insuficiente para identificar o verdadeiro grau de ameaça e risco. Nessas condições, podem ocorrer eventos de floração de espécies tóxicas que obriguem a CEDAE a interromper o abastecimento no período de risco, que pode ser superior à capacidade de reservação.

O crescimento das cargas poluentes, além de aumentar os riscos de degradação da qualidade da água captada para abastecimento de 8,5 milhões de habitantes da Região Metropolitana, significa também piores condições de vida para a biota aquática, que já sofre com os efeitos tóxicos dos poluentes, muitos dos quais são acumulados ao longo da cadeia trófica, resultando ainda em graves riscos de contaminação e danos à saúde dos consumidores de produtos pesqueiros da região.

O Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim ou, simplificando, Plano da Bacia do Guandu, elaborado em 2006 de acordo com as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/97, conhecida como Lei das Águas), contempla um amplo conjunto de ações para a recuperação ambiental das bacias, entre as quais a implantação de sistemas de coleta e tratamento dos esgotos, recuperação de áreas degradadas, controle de efluentes e resíduos tóxicos, reflorestamento das faixas ciliares e muitas outras (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006). Este projeto de proteção da tomada d'água da ETA Guandu também está inserido no Plano da Bacia, porém o prognóstico com este projeto é discutido separadamente, por ser o objeto de avaliação deste EIA.

Conforme visto no item 4.2.4, o Plano da Bacia do Guandu apresenta uma proposta de enquadramento dos cursos d'água, na qual os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga ficariam em classe 3, enquanto que trechos de afluentes desses rios poderiam ser enquadrados em classe 2 (e até em classe 1 e classe especial nas cabeceiras florestadas), assim como o rio Guandu. Esta proposta de enquadramento

em classe 3 para os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga teve por base os resultados de simulações de qualidade da água, considerando um cenário futuro (ano 2025) com 90% da população atendida com tratamento dos esgotos, com eficiência de remoção de 90% da DBO e 97% do fósforo. O modelo matemático utilizado (QUAL2E) simulou parâmetros relacionados somente à carga orgânica proveniente dos esgotos domésticos (OD, DBO, coliformes e fósforo). Os resultados das simulações apontaram que, mesmo com o tratamento de esgotos, as baixas vazões não garantiriam capacidade de diluição suficiente para o enquadramento de todos os trechos dos rios destas sub-bacias na mesma classe possível para o rio Guandu, considerando também os outros investimentos em saneamento a montante.

É importante observar que o enquadramento em classe 3 não significa impedimento ao uso para abastecimento. De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, as águas doces na classe 3, tal como na classe 2, podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado. Na classe 3 também são possíveis os usos para a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, para a pesca amadora, a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.

Implantadas as estações de tratamento e demais ações de recuperação ambiental previstas no Plano, a tendência atual será revertida, a médio/longo prazo, resultando em melhores indicadores de qualidade do que os verificados atualmente. As melhorias previstas podem até tornar as águas da Lagoa do Guandu mais propícias ao desenvolvimento da biota aquática e aos usos pesqueiros e de lazer. Vale destacar que existe uma comunidade de pescadores que ainda sobrevive da pesca na lagoa e que todo o sistema lagunar e seu entorno fazem parte de duas áreas protegidas por lei - a APA Municipal Guandu-Açu e a APA Estadual do Guandu - sendo que a APA Municipal é considerada área de relevância paisagística pela Prefeitura de Nova Iguaçu e, na APA Estadual, o INEA junto com o Comitê do Guandu e outras instituições vêm implantando ações de proteção das margens do rio Guandu.

No entanto, há ressalvas feitas no próprio Plano da Bacia quanto à precariedade da base de dados hidrológicos utilizada na modelagem de qualidade das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Os aspectos destacados neste sentido são os seguintes: 1) não existem séries históricas de vazões desses rios; 2) nas estações de monitoramento de qualidade da CEDAE e do INEA não são feitas medições de vazão; e 3) as vazões utilizadas no modelo foram estimadas a partir de uma única e pequena série de medições feitas em um período de estiagem - julho/set de 1988. Nas simulações, com essa base de dados, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, com tratamento dos esgotos, atingiram classe 3 somente quando utilizadas as vazões médias desses rios, estimadas na modelagem. Utilizando vazões críticas de estiagem (vazão $Q_{7,10}$), cujos valores também foram estimados no modelo, os rios chegariam à lagoa ainda fora de classe.

Portanto, se houvesse uma base de dados hidrológicos consistente, os resultados das simulações poderiam ser diferentes, tanto para melhor como para pior. Atualmente, os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga estão fora de classe para a maior parte das variáveis de qualidade da água doce. Com o crescimento urbano estimado em

10% de aumento populacional em 10 anos (2000-2010), a tendência é de piora nos indicadores de poluição por esgotos.

Além disso, conforme apresentado no item 2.3, as perspectivas de que estações de tratamento de esgotos e outras ações previstas no Plano da Bacia do Guandu estejam satisfatoriamente implantadas e operando são para médio/longo prazo. A realização das ações do Plano da Bacia do Guandu depende do processo de implantação e funcionamento dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos da bacia. Este processo, embora ainda em ritmo modesto, diante das urgentes demandas e das onerosas metas de curto/médio prazo definidas no Plano de Investimentos, vem acontecendo e aumentando a expectativa de que as ações "saíam do papel". Porém, as incertezas quanto aos prazos e efetividade da implantação e operação das estações de tratamento de esgotos e de ações que reduzam a poluição por efluentes industriais, mantêm a captação da CEDAE em constante e crescente risco.

Considerando um prognóstico negativo, no qual nenhuma ação significativa venha a ser implantada para reduzir os níveis de poluição por esgotos e efluentes industriais que chegam ao rio Guandu e ao sistema lagunar, as consequências prováveis serão:

✓ Para a biota aquática:

A tendência será de contínua degradação, contaminação e redução drástica da diversidade biológica associada à cadeia alimentar desses ambientes.

Além da diminuição no número e abundância das espécies existentes atualmente, o ambiente aquático ficará mais suscetível ao aumento de espécies oportunistas, fragilizando também a teia trófica regional. A redução no número e população de espécies de peixes reduz igualmente a disponibilidade de recursos para a atividade pesqueira, bem como para espécies predadoras dos peixes, como a lontra e o jacaré-de-papo-amarelo, consideradas ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro e que, segundo informação de pescadores da comunidade local, ocorrem na Lagoa do Guandu.

Por outro lado, o aumento da população humana e a falta de controle da caça na região podem levar ao aumento do consumo de lontras e jacarés, resultando também em maior consumo de metais pesados e outros poluentes tóxicos por pessoas que se alimentem desses animais, considerando-se o processo de bioacumulação e biomagnificação de poluentes na cadeia trófica, que pode atingir a qualidade já prejudicada dos recursos pesqueiros do rio Guandu, até a baía de Sepetiba.

✓ Para a captação da CEDAE no rio Guandu:

Para a captação, haverá agravamento da qualidade das águas, com aumento dos riscos de desabastecimento e redução da produção de água tratada do rio Guandu para a Região Metropolitana, caso o cenário futuro seja de ausência de investimentos no tratamento de esgotos e efluentes e no controle da ocupação e uso do solo a montante da captação.

Além da tendência de piora da qualidade das águas da bacia do rio Guandu, e especialmente dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, sérios riscos de acidentes industriais e de proliferação de cianobactérias e suas conseqüências serão constantes, podendo causar situações catastróficas, com a necessidade de interrupção do abastecimento de 80% da Região Metropolitana do Rio de Janeiro por períodos indeterminados ou superiores à capacidade de reservação.

Deve-se considerar ainda o risco de escassez, pela impacto cumulativo resultante da degradação da qualidade, com o aumento do número de usuários das águas.

5.2 Cenário com o Empreendimento

Esta análise sobre o provável cenário com a implantação do projeto de proteção da tomada d'água da ETA Guandu baseia-se na observação das relações entre os aspectos principais da concepção de engenharia do projeto e as características ambientais da região, principalmente aquelas relacionadas à qualidade dos ambientes aquáticos abrangidos.

O projeto foi concebido com o propósito de afastar, do local da captação para a ETA, as águas que são impactadas pela má qualidade dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Todas as alternativas de projeto estudadas para este propósito contemplam essencialmente a mesma concepção: implantar estruturas de engenharia para impedir a comunicação do rio Guandu, no local da captação, com a foz desses rios, conduzindo as suas águas poluídas para outro ponto de deságue no rio Guandu a jusante da captação.

Os detalhes quanto às estruturas de engenharia estudadas para este propósito são analisados no próximo item, dedicado à avaliação de impactos do empreendimento. Para este prognóstico, o que importa é a essência da concepção do projeto.

Assim, para atingir seu propósito, o empreendimento prevê estruturas que evitem o contato das águas do rio Guandu captadas pela CEDAE com as águas mais poluídas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. Para identificar o provável cenário decorrente desta separação, é preciso antes consolidar o entendimento básico sobre o que acontece atualmente, em relação à comunicação existente entre essas águas.

Conforme analisado no Diagnóstico, com base nos dados e informações secundárias obtidas, a comunicação entre esses rios é intermediada por um sistema lagunar, formado a partir das barragens construídas no rio Guandu, na década de 1950, para manter o nível d'água necessário às demandas de abastecimento. Este sistema lagunar recebe as águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e também as águas do remanso do rio Guandu. O remanso é regulado pelas variações de nível do rio, que são determinadas pelas demandas de operação das barragens do sistema LIGHT-CEDAE.

O sistema lagunar é composto de duas lagoas que se comunicam parcialmente, sendo que os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga deságuam diretamente na lagoa menor. A lagoa maior recebe, diretamente, somente uma parte das águas do rio Poços/Queimados antes de sua foz na lagoa menor, devido a rompimentos do dique

construído nos anos 1930, na margem direita deste rio. Nas porções de jusante das lagoas ocorre a mistura das águas.

Os fluxos entre o sistema lagunar e o rio Guandu nunca foram mensurados, porém, imagens de satélite e fotos aéreas (reunidas na figura 4.2.4-1 do item 4.2.4 do Diagnóstico) mostram as misturas de cores, evidenciando a predominância da cor do rio Guandu nas porções de jusante das lagoas, em contraste com a cor escura na lagoa menor e a cor verde-azulada (da proliferação de algas) da lagoa maior. Quanto mais alto o nível do Guandu, maiores os fluxos de seu curso para o sistema lagunar e, quanto mais baixo este nível, maior o escoamento das águas do sistema lagunar para o rio Guandu.

Portanto, a dinâmica hidrológica e os processos ecológicos existentes neste sistema lagunar de intermediação determinam as condições que se pode esperar para o futuro, com a implementação do empreendimento. A interrupção do fluxo de água superficial do rio Guandu para as lagoas, com um dique, impediria a mistura e afetaria essa dinâmica, causando redução do nível d'água do sistema lagunar, eliminação do efeito de diluição das águas mais poluídas que chegam de montante e provavelmente redução na extensão e/ou na composição atual da comunidade de plantas aquáticas e, portanto, nas suas funções de absorção e acumulação de poluentes. Essas mudanças poderiam inclusive causar a mortandade de peixes na lagoa.

Dessa maneira, com a separação entre sistema lagunar e rio Guandu, além da redução de nível d'água nas lagoas, as águas poluídas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, que têm hoje parte de sua carga de poluentes diluída, retida e filtrada no sistema lagunar, seriam transferidas para jusante da captação com uma carga maior, acrescentando-se também a carga que atualmente segue nas águas captadas para a ETA. Os dados disponíveis e o nível de aprofundamento previsto para o Diagnóstico são insuficientes para prever qual parte desta poluição ficaria ainda retida no ambiente a montante do dique e qual parte estaria sendo transferida diretamente e com que efeitos para jusante.

Tendo em vista as incertezas e os possíveis impactos para a biota do sistema lagunar, bem como para a biota a jusante, foi inserida na concepção do projeto uma estrutura de transferência de água do rio Guandu para a lagoa maior, a ser instalada em um ponto a montante da captação, visando evitar que os níveis d'água na lagoa e os processos ecológicos associados sejam drasticamente afetados.

O local para instalação e as especificações técnicas das estruturas para esse procedimento de transferência serão definidas a partir de estudos hidrológicos e limnoecológicos que deverão ser desenvolvidos para esclarecer as dúvidas existentes sobre a dinâmica do sistema lagunar e monitorar as alterações que possam ocorrer com a implantação do dique. Os estudos sobre as condições ambientais do sistema lagunar estão previstos no Plano da Bacia do Guandu e devem ser realizados com prioridade, visando subsidiar a realização e a operação deste projeto de proteção da tomada d'água.

Do ponto de vista do objetivo maior do projeto, que é minimizar o mais rápido possível os impactos à qualidade das águas captadas para a ETA Guandu, protegendo

o abastecimento público de 8,5 milhões de habitantes, o cenário futuro com o empreendimento deverá ser de melhoria significativa dessas águas. Os índices de violação de classe para DBO, coliformes fecais, fósforo, fenóis, alumínio, cianeto, entre outros, deverão cair, assim como os riscos de aporte de cianotoxinas provenientes da lagoa. Alguns metais que parecem ter origem mais decisiva nos fluxos da lagoa para o Guandu também deverão sofrer redução nos índices críticos que se observa nos indicadores de qualidade da água e do material particulado em suspensão (MPS), especialmente níquel, zinco, manganês, ferro, cobre e ainda alguns pesticidas.

Outro aspecto muito positivo no cenário futuro com a implantação do empreendimento será a eliminação dos riscos de graves contaminações na captação provenientes de acidentes nas instalações das indústrias existentes nas sub-bacias Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga ou de acidentes com transporte de substâncias tóxicas nas estradas que cortam as bacias, especialmente a rodovia Dutra.

Cabe, no entanto, observar que mesmo com este empreendimento, haverá a continuidade dos fluxos de poluentes que o rio Guandu recebe a montante de seu encontro com os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e que hoje já afetam a qualidade da água captada, destacando-se, nesse contexto: chumbo, cromo, níquel, zinco, ferro, manganês, DDT e Dieldrin, identificados em concentrações elevadas no material particulado em suspensão (MPS), bem como o fósforo, que já apresenta altos índices de violação para classe 2 há muitos anos. O local da captação também não estará livre da poluição que é regularmente transferida do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu e dos eventos críticos com acidentes tais como o ocorrido com o Endosulfan em nov/2008, citado no Diagnóstico.

Com a implantação do empreendimento, as modelagens hidrodinâmicas realizadas para este EIA (Anexo I) indicam que poderá ocorrer aumento das áreas inundáveis a montante do dique, porém um aumento relativamente pouco expressivo em relação às áreas de inundação identificadas com as condições atuais (ver item 6.2.3).

Em relação aos impactos para o rio Guandu a jusante da tomada d'água, com o desvio das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, as simulações realizadas (Anexo II) mostram que a capacidade de diluição da carga orgânica no rio Guandu continuaria garantindo índices de qualidade semelhantes aos índices atuais para os indicadores relacionados a esta carga - OD, DBO, coliformes fecais e fósforo - com pequenas alterações no início do trecho. Ressalta-se que, nas condições atuais, o rio Guandu já apresenta violações aos limites de classe 2 da Resolução CONAMA 357/05.

Nesse contexto, o cenário futuro com a implantação do empreendimento será ainda mais favorável para a captação da CEDAE no rio Guandu na medida em que as estações de tratamento de efluentes e demais ações necessárias para a recuperação ambiental da bacia do Guandu, bem como da bacia do rio Paraíba do Sul a montante da transposição, sejam igualmente implementadas.

6. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

6.1 Aspectos Metodológicos

6.1.1 Identificação das ações e componentes ambientais

O primeiro passo para a análise de impactos é a identificação das ações ou atividades que possam causar impacto sobre os recursos naturais e socioeconômicos. O procedimento para tanto consistiu em identificar, para cada grupo de atividades pertinentes ao perfil do empreendimento, quais seriam potenciais causadoras de impactos sobre os diferentes recursos, considerando aspectos tais como duração, frequência, magnitude, forma, reversibilidade e características espaciais. Dentre as ações impactantes identificadas, podem ser citadas as seguintes:

- contratação de mão-de-obra;
- limpeza do terreno, terraplanagem e instalações;
- aquisição de terras e benfeitorias;
- desmatamento;
- execução de obras civis;
- produção de ruídos na fase de construção;
- obtenção de materiais em áreas de empréstimo;
- transporte e bota-fora do material escavado excedente;
- desmobilização;
- operação do sistema.

O segundo passo, em consonância com o primeiro, é a identificação dos componentes ambientais que possam ser afetados pelo empreendimento.

A relação entre o empreendimento e os componentes ambientais é de causa e efeito, mas nem sempre esta relação é fácil de ser detectada. Procurou-se, então, focar as diferentes fases do empreendimento (planejamento, construção e operação) e examinar a natureza dos componentes ambientais que possam sofrer impactos.

A partir desse conjunto de informações, procurou-se identificar medidas mitigadoras adequadas, visando evitar, minimizar ou eliminar qualquer potencial impacto adverso. A responsabilidade de execução ou de viabilização dessas medidas deverá ser do empreendedor. Os componentes identificados, a partir do diagnóstico, estão listados a seguir.

a) Meios Físico e Biótico

- Aspectos Geotécnicos/Geomorfológicos
- Recursos Minerais
- Solos - erosão/sedimentação
- Cobertura Vegetal/Áreas protegidas
- Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos
- Fauna Terrestre
- Fauna Aquática
- Qualidade da Água

- Qualidade do Ar

b) Meio Antrópico / Socioeconômico

- Comunidades Rurais e Urbanas
- Atividades Econômicas
- Abastecimento de Água
- Saúde Pública
- Segurança Pública

Com base nos possíveis impactos identificados, foi realizada uma análise intensiva e, em conjunto, elaborou-se uma Matriz-Síntese para cada etapa do empreendimento, com a correlação entre as atividades previstas e as características ambientais da área de estudo.

A identificação de recursos e processos ambientais e a avaliação de impactos associados incluem três etapas:

- Etapa 1 – correlação de cada uma das atividades previstas com os respectivos aspectos ambientais;
- Etapa 2 – identificação do maior número possível de impactos ambientais;
- Etapa 3 – avaliação da magnitude e importância dos impactos, segundo critérios estabelecidos relevantes ao projeto, considerando os riscos ambientais, exigências legais e interesses da comunidade.

6.1.2 Critérios de avaliação e classificação dos impactos

Para a avaliação dos impactos ambientais foram adotados os critérios definidos a seguir.

✓ Natureza:

- impacto positivo ou benéfico (p): quando sua manifestação resulta na melhoria da qualidade ambiental;
- impacto negativo ou adverso (n): quando sua manifestação resulta em dano à qualidade ambiental.

✓ Forma:

- impacto direto (d), quando resultante de uma simples relação de causa e efeito;
- impacto indireto (i), quando é parte de uma cadeia de manifestações.

✓ Duração:

- impacto temporário (t), quando sua manifestação tem duração determinada;
- impacto permanente (p), quando, uma vez executada a intervenção, sua manifestação não cessa ao longo de um horizonte temporal conhecido;
- impacto cíclico (c), quando sua manifestação se dá em períodos cíclicos.

- ✓ Temporalidade:
 - impacto de curto prazo (c), quando se manifesta no instante em que se dá a intervenção;
 - impacto de longo prazo (l), quando se manifesta certo tempo depois de realizada a intervenção.

- ✓ Reversibilidade:
 - Reversível (r), quando o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, tem capacidade de retornar às suas condições originais;
 - Irreversível (i), quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não possui capacidade de retornar às suas condições originais em um prazo previsível.

- ✓ Abrangência:
 - impacto local (l), quando sua manifestação afeta apenas a área sobre a qual incidem as ações geradoras;
 - impacto regional (r), quando sua manifestação afeta toda a região, além do local das ações geradoras;
 - impacto estratégico (e), quando sua manifestação afeta a região de uma forma mais complexa, de modo a interferir inclusive com outras regiões.

- ✓ Magnitude:

Refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental, em relação ao universo desse fator ambiental. A magnitude de um impacto é tratada em relação aos fatores ambientais ocorrentes na região de sua abrangência.

Pode ser alta (a), média (m), baixa (b) ou irrelevante (i), conforme a intensidade de transformação do fator ambiental impactado em relação à situação preexistente.

- ✓ Probabilidade:

A probabilidade de um impacto será alta (a) se sua ocorrência for quase certa ao longo de toda a atividade; média (m) se sua ocorrência for incerta; e baixa (b) se for quase improvável que ele ocorra.

- ✓ Importância:

A Importância de cada impacto é definida como muito pequena (MP), pequena (P), média (M), grande (G) ou muito grande (MG), a partir de um consenso dentro da equipe técnica, levando-se em consideração todos os parâmetros analisados anteriormente.

Após as análises dos impactos por fase, apresentadas em seguida, os resultados são reunidos nas Matrizes de Avaliação dos Impactos, com as respectivas classificações de cada critério, definidas para cada impacto. O quadro a seguir sintetiza os critérios e suas classificações.

Quadro 6.1-1
Critérios de avaliação dos impactos.

Critério	Classificação
Natureza	positivo (p) negativo (n)
Forma	direto (d) indireto (i)
Duração	temporário (t) permanente (p) cíclico (c)
Temporalidade	curto prazo (c) longo prazo (l)
Reversibilidade	reversível (r) irreversível (i)
Abrangência	local (l) regional (r) estratégico (e)
Magnitude	alta (a) média (m) baixa (b) irrelevante (i)
Probabilidade	alta (a) média (m) baixa (b)
Importância	muito pequena (MP) pequena (P) média (M) grande (G) muito grande (MG)

6.2 Análise de Impactos

A seguir, apresentam-se os impactos avaliados para as três etapas do empreendimento, considerando a concepção e as estruturas de engenharia do projeto, frente às características sociais e ambientais analisadas no Diagnóstico das áreas de influência do empreendimento.

São analisadas, separadamente, as etapas de planejamento, construção e de operação do empreendimento.

6.2.1 Etapa de planejamento

Esta etapa compreende o desenvolvimento dos estudos e projetos que visam a implantação do empreendimento, ocorrendo o contato com a população local e com projetos co-localizados já implantados ou em fase de implantação. A seguir, apresenta-se a descrição dos impactos previstos para esta etapa.

a) Impacto 1 – Geração de Expectativas junto à População Local

A criação de expectativas da população em relação à implantação do empreendimento se dá a partir de seu contato com as equipes de técnicos que realizam os levantamentos de campo e também através da mídia. Estas expectativas criam, em princípio, um ambiente favorável à execução das obras, na medida em que se evidenciam os benefícios a serem auferidos pelas comunidades, tais como a geração de empregos durante a fase de construção e o próprio desenvolvimento econômico e social da região. Por outro lado, são também geradas expectativas negativas, decorrentes da falta de informações concretas sobre o alcance e os reais impactos do empreendimento, relacionados principalmente aos locais a serem ocupados pelas obras, aos valores a serem atribuídos às terras e benfeitorias nos processos de desapropriação e às possibilidades de colocação durante o período em que decorrerão as obras.

Este impacto é negativo, direto, temporário, com seus efeitos sentidos no curto prazo. É reversível e de abrangência local, sendo de baixa magnitude e de alta probabilidade de ocorrência. Sua importância, portanto, deve ser considerada média.

Como medidas mitigadoras de seus efeitos, devem ser consideradas as seguintes providências, atreladas aos programas de Comunicação Social, de Indenização de Terras e Benfeitorias e de Reassentamento de Famílias:

- Ampla discussão e divulgação local dos critérios de aquisição de terras e relocação das famílias afetadas;
- Negociação participativa e descentralizada das medidas mitigadoras e compensatórias dirigidas às famílias atingidas;
- Divulgação tempestiva das reais oportunidades de empregos durante as obras, sua duração e as qualificações profissionais necessárias.

b) Impacto 2 – Interferências com Áreas de Processos Minerários

Ainda na fase de planejamento, a partir da emissão da Declaração de Utilidade Pública (DUP) da área de intervenção das obras, os processos de titularidade minerária já sofrem impacto direto, tendo suas atividades bloqueadas junto ao DNPM, tanto os que estão em fase de pesquisa quanto de lavra.

O levantamento de Processos junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral realizado recentemente identificou, na AID, 59 áreas com direitos minerários (autorização de pesquisa, licenciamento, requerimento de pesquisa, requerimento de licenciamento, concessão de lavra, disponibilidade e requerimento de lavra).

Entretanto, apenas 3 (três) processos situam-se na área diretamente afetada (ADA), sendo que somente 1 (um) abrange o local de intervenção das obras, já que seu polígono requerido engloba extensa área iniciada logo acima da tomada d'água, que se prolonga junto ao leito do rio Guandu (montante), atingindo a área de construção do dique. Os três processos se encontram em fase de requerimento de pesquisa.

Esse impacto pode ser caracterizado como negativo, direto, permanente, de curto prazo, irreversível, de abrangência local, de magnitude irrelevante e, com alta probabilidade de ocorrência. Assim, sua importância é pequena.

As seguintes medidas deverão constar do Programa de Indenização de Terras e Benfeitorias:

- O empreendedor deverá solicitar junto ao DNPM, após a obtenção da Licença Prévia, que se coloquem restrições a novos pedidos de pesquisa ou de licenciamento (bloqueio) para que não haja interferências futuras com o empreendimento;
- É aconselhável que o empreendedor proponha acordo com o titular da área onde podem surgir restrições ou impedimentos ao desenvolvimento das atividades de pesquisa, visando compensar os investimentos realizados.

6.2.2 Etapa de construção

A partir da emissão da Licença de Instalação do empreendimento pelo órgão responsável pelo licenciamento ambiental (INEA), inicia-se a etapa de construção, onde a interferência física das obras com o ambiente local provoca uma série de impactos diretos nos meios físico, biótico e socioeconômico, os quais ainda podem ocasionar outros impactos indiretos, conforme apresentado a seguir.

a) Impacto 1 – Introdução de Tensões e Riscos Sociais

Este impacto ocorrerá principalmente durante o período no qual se concentrará a maior parte das operações construtivas, das seguintes maneiras:

- Decorrente da contratação de mão-de-obra e do afluxo à área de novos trabalhadores e, como usualmente ocorre em regiões de elevado índice de desemprego, de pessoas que procuram e não conseguem colocação nas empresas envolvidas nas obras;
- Decorrente da perda de empregos e renda associada ao processo de aquisição de terras e relocação das famílias afetadas;
- Associado às transformações de cunho socioambiental ligados à ruptura de relações sociais historicamente construídas na área;
- Associado à circulação de veículos de serviço nas estradas locais durante a fase de obras, que gerará aumento do risco de acidentes com a população;
- Gerado pela desmobilização da mão-de-obra e suas posteriores consequências em termos de perda de empregos e renda e desaquecimento da economia local.

Este conjunto de eventos, de fato, tende a difundir apreensões entre os habitantes da região junto aos locais das obras, seja em função das inevitáveis interferências diretas com suas estratégias de sobrevivência e seus laços comunitários e familiares, ou pela

convivência forçada com situações novas e indesejáveis, como as preocupações com atropelamento de crianças e a proximidade de pessoas estranhas ao local, com hábitos socioculturais conflitantes ou até mesmo potencialmente violentas.

O impacto terá um momento inicial mais intenso, principalmente quando da ocorrência dos fatos geradores vinculados à contratação de pessoal e aos deslocamentos de moradores. Ao final da construção, com a desmobilização da mão-de-obra contratada, as localidades no entorno das obras podem sofrer processos de urbanização desordenada e aumento do desemprego, com as inevitáveis situações associadas à violência etc.

Por outro lado, embora a proporção das populações sujeitas a estas situações indesejáveis em relação às populações totais dos municípios da Área de Influência Direta seja baixa, certamente não será pequena quando comparada à parcela de habitantes locais que já hoje se encontra em situação de fragilidade social, o que poderá resultar na formação de uma percepção subjetiva de aumento dos níveis de insegurança e tensão.

Levando-se em conta estes elementos e a natureza do impacto aqui tratado, pode-se classificá-lo como negativo, indireto, temporário, de curto prazo e irreversível. Sua incidência geográfica é local, sua magnitude é baixa (já que tende a ocorrer em uma região restrita) e sua probabilidade é alta. Sendo assim, o impacto deve ser classificado como de média importância.

Medidas recomendadas:

- Ampla discussão e divulgação local dos critérios de aquisição de terras e relocação de moradores;
- Negociação participativa e descentralizada das medidas mitigadoras e compensatórias dirigidas às comunidades atingidas;
- Recomendação às empreiteiras para maximização da contratação local de mão-de-obra durante a construção;
- Ações de divulgação visando informar a população sobre as oportunidades de emprego efetivamente existentes durante a construção, de modo a minimizar as afluências excessivas de trabalhadores aos locais onde estarão concentrados os canteiros de obras e alojamentos.
- Divulgação junto aos empregados não-locais das empreiteiras de normas de conduta social apropriadas no relacionamento com as populações residentes;
- Fornecimento de informações iniciais e rotineiras às comunidades no entorno das obras sobre alterações previstas no tráfego de veículos – principalmente os pesados – nas estradas de acesso às obras;
- Implantação de elementos de sinalização e redutores de velocidade junto aos adensamentos populacionais cruzados por estradas de serviço;
- Divulgação junto aos motoristas de veículos envolvidos nas obras (de empreiteiras e subempreiteiras) de normas para prevenção de acidentes nas estradas;
- Articulação com as Prefeituras envolvidas, visando orientar eventuais medidas necessárias na área de segurança pública (instalação de postos policiais

avançados junto aos canteiros de obras, implementação de novas rotas de patrulhamento etc.).

b) Impacto 2 – Desapropriação de Terras e Benfeitorias e Ruptura de Relações Sócio-Comunitárias

Tanto para a instalação dos canteiros de obras e áreas de bota-fora, assim como nas áreas sujeitas a inundações temporárias, inclusive na comunidade de Todos os Santos, será necessária a desapropriação das terras, benfeitorias e casas existentes, com a devida relocação das famílias residentes no local e dos pequenos comércios ali estabelecidos.

Este impacto se mostra negativo, direto, permanente, de curto prazo (manifestação imediata) e irreversível. Sua incidência geográfica é local, sua magnitude é média e sua probabilidade é alta, apresentando grande importância.

Medidas recomendadas:

- Elaboração de cadastro socioeconômico das famílias a serem relocadas, bem como cadastro físico de suas terras e benfeitorias;
- Ampla discussão e divulgação local dos critérios de aquisição de terras e relocação de moradores;
- Negociação participativa e descentralizada das medidas mitigadoras e compensatórias dirigidas às comunidades atingidas;
- Relocação das famílias afetadas preferencialmente em outras áreas da própria comunidade;
- Cercamento das áreas desapropriadas, procurando-se dar nova destinação a elas, como por exemplo o reflorestamento com espécies adequadas;
- Recomendação à empreiteira para maximização da contratação local de mão-de-obra durante a construção.

c) Impacto 3 – Riscos de Acidentes com a População

O aumento do tráfego de veículos nas áreas próximas às obras interferirá no cotidiano das comunidades vizinhas, especialmente aquelas estabelecidas ao longo da BR-465, principal rodovia de acesso à área de implantação do Projeto, além das proximidades do próprio canteiro de obras. Um dos principais impactos desta interferência é o aumento do risco de acidentes a que ficarão expostas estas comunidades.

Com efeito, a própria presença de máquinas, equipamentos e veículos pesados se constitui em grande atrativo, principalmente para as crianças, favorecendo a ocorrência de acidentes e colocando em risco a integridade física dos moradores da região.

Este impacto é negativo, direto, temporário, de curto prazo, reversível e regional. Sua magnitude é média, com média probabilidade de ocorrência, classificando-se como de média importância.

Como medidas mitigadoras deste impacto, atreladas aos programas de Gestão Socioambiental das Obras, recomenda-se:

- Divulgação de normas junto aos motoristas dos veículos de serviço voltadas para a prevenção de acidentes nas estradas de acesso às obras;
- Divulgação junto às comunidades locais de alterações no tráfego;
- Adoção de medidas redutoras de velocidade e sinalização;
- Planejamento do transporte pesado em horários não prejudiciais à população.

d) Impacto 4 – Intensificação no Tráfego da BR-465

A BR-465, antiga estrada Rio-São Paulo, apresenta um tráfego intenso durante todo o dia. Ligando a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro à BR-116 (Via Dutra), é o principal acesso à sede municipal de Seropédica e ao Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Apresenta severas deficiências em suas condições de trafegabilidade em virtude de diversos fatores, entre os quais se destacam o mau estado de conservação de sua superfície, a falta de áreas de acostamento e de escape, a grande quantidade de caminhões se dirigindo às indústrias da região e a presença de redutores de velocidade em todo o seu percurso, por atravessar áreas densamente povoadas. Com isso, verificam-se constantes engarrafamentos em diversos trechos, condição agravada nos períodos chuvosos.

Com o início das obras, haverá um incremento do tráfego por esta rodovia, principalmente de veículos pesados transportando máquinas, equipamentos e materiais a serem utilizados no empreendimento. Como consequência, prevê-se uma agudização das já precárias condições preexistentes.

Este impacto é negativo, indireto, temporário, observável no curto prazo e reversível. A sua abrangência é regional, de magnitude média e probabilidade alta, sendo classificada como de grande importância.

Como medidas de mitigação de sua ocorrência, são recomendadas:

- Gestões junto ao DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, no sentido de serem providenciadas melhorias das condições de trafegabilidade da rodovia;
- Adoção de sinalização adequada em todo o seu percurso;
- Planejamento do transporte pesado em horários não prejudiciais à população.

e) Impacto 5 – Aumento da Emissão de Ruídos

O tráfego de caminhões e a utilização de maquinário nas obras geram ruídos, causando impacto negativo à população residente nas localidades vizinhas às obras bem como às comunidades faunísticas existentes nas proximidades.

O impacto sonoro é negativo, direto, temporário, de curto prazo, de abrangência local e irreversível, com alta probabilidade de ocorrência. Sua magnitude é baixa e sua importância média.

As principais medidas recomendadas em relação a este impacto são:

- Construção de proteção acústica nas áreas de maior ruído de obra;
- Monitoramento dos ruídos durante a etapa e construção.

f) Impacto 6 – Aumento das Emissões de Poeira

A emissão de material particulado, no processo de construção, não constitui um impacto importante, por ficar restrita ao local das obras e às estradas de acesso. Além disso, é um processo que, quando ocorrer, deverá ser temporário e intermitente, mas pode comprometer o bem-estar da população circundante.

As emissões de poeira provenientes da movimentação de terras são de difícil controle nas áreas circunvizinhas às obras, principalmente durante as estações secas.

Esse impacto, portanto, pode ser caracterizado como negativo, direto, temporário, de curto prazo, reversível, de abrangência local, de baixa magnitude e média probabilidade de ocorrência, sendo, portanto, de pequena importância.

Como medidas destinadas a minimizar os efeitos deste impacto, destacam-se:

- Realização do Programa Ambiental de Construção;
- Proceder à aspersão de água sobre o solo, principalmente nas estradas de terra próximas a locais povoados;
- Planejamento das operações de transporte de materiais e equipamentos, evitando horários noturnos;
- Fazer revestimento das vias de acesso onde ocorrer maior fluxo de veículos;
- Recuperação das áreas utilizadas como canteiro de obras, com revegetação e conservação da vegetação plantada;
- Recuperação e reintegração paisagística das áreas atingidas, incluindo revegetação.

g) Impacto 7 – Geração de Empregos

Este impacto positivo, começará nos serviços preliminares da implantação do empreendimento, quando as ações de mobilização (contratação de mão-de-obra) levarão à criação de postos de trabalho, estando, porém, restrito à economia local.

Posteriormente, com o transcorrer das obras e conseqüente afluxo de novos moradores para a região, haverá a tendência de serem criadas novas oportunidades de trabalho, principalmente junto ao comércio e prestadores de serviços.

Vale assinalar, por oportuno, que o efeito de geração de empregos diretos durante a construção terá repercussão mais importante no plano social, reduzindo o desemprego, do que no econômico, em virtude de não serem expressivos os contingentes a serem empregados. Por este motivo, deve-se ter como preocupação a preferência pela admissão nas obras de moradores da região, de acordo com a disponibilidade de pessoal qualificado.

Este impacto foi classificado como positivo, direto, temporário, de curto prazo, reversível e de abrangência regional. Sua magnitude é média e sua probabilidade alta, sendo de grande importância.

Como medidas destinadas a otimizar os efeitos deste impacto, destacam-se:

- Recomendação à empreiteira para maximização da contratação local de mão-de-obra durante a construção;
- Capacitação dos trabalhadores contratados nas diversas funções, de modo a facilitar a sua colocação futura em outros empreendimentos, minimizando os efeitos da desmobilização ao final dos trabalhos;
- Ações de comunicação social visando difundir informações sobre os reais contingentes de mão-de-obra necessários, as épocas em que ocorrerão as contratações e os requisitos e qualificações necessários.

h) Impacto 8 – Dinamização da Economia Local

Em decorrência da movimentação ocasionada pelas obras, com a vinda de novos moradores e suas demandas para a região, haverá uma dinamização das atividades econômicas locais.

Com isso, além das novas oportunidades de criação de postos de trabalho, já referidas, será aumentada a produção de riqueza nas localidades próximas às obras, com seus efeitos podendo ser sentidos nos municípios adjacentes, principalmente Seropédica e Nova Iguaçu. Com efeito, a partir das novas demandas criadas com o fluxo dos trabalhadores das obras e eventualmente de suas famílias, haverá uma maior circulação de mercadorias e prestação de serviços localmente, com seus efeitos sendo estendidos, inclusive, às finanças municipais.

Neste sentido, este impacto é positivo, indireto, temporário, sentido no curto prazo, reversível, regional, de média magnitude e alta probabilidade de ocorrência, classificando-se como de grande importância.

Como medida capaz de otimizar este impacto, recomenda-se:

- Recomendação às empreiteiras para realizarem, sempre que possível, suas compras de materiais localmente ou nos municípios em torno das obras;
- Recomendação às empreiteiras para a contratação de empresas dos municípios em torno das obras para as atividades de transporte, alimentação e serviços gerais, entre outras.

i) Impacto 9 – Pressão sobre a Infra-Estrutura Existente

Também ligado ao incremento populacional na fase de construção, deverá ocorrer um aumento da demanda por infra-estrutura de saúde, saneamento, habitação e educação. Como a obra não demandará uma quantidade muito grande de mão-de-obra, a tendência é de que este impacto seja pequeno.

No que se refere à possibilidade de atendimento médico aos técnicos e operários alocados às obras, e como já visto no Diagnóstico, a Área de Influência Indireta como um todo apresenta uma relação leitos hospitalares/população suficiente para o atendimento às necessidades de internações. Assim, considera-se que a oferta quantitativa de leitos na região não se constitui em problema, podendo-se, eventualmente, questionar a qualidade do atendimento oferecido. No entanto, deve-se levar em consideração que tanto no município de Seropédica como em Nova Iguaçu, os mais próximos às obras, as condições sejam mais precárias, embora no Rio de Janeiro possa-se contar com uma melhor estrutura de atendimento.

Apresentando uma grande interface com o setor de saúde, as deficiências hoje observadas na área do saneamento poderão ser agravadas nos locais que concentrarem os principais contingentes de trabalhadores ligados às obras, ou mesmo daqueles indivíduos ou famílias que se deslocarem para a região à procura de oportunidades de trabalho. Com isso, poderá haver um aumento da demanda por estes serviços onde a sua oferta ainda se mostra insuficiente ou inadequada.

Pelos mesmos motivos, com a vinda de novos moradores para a região – tanto trabalhadores das obras como aqueles atraídos pelo provável aquecimento da economia local – poderá haver um agravamento do déficit habitacional existente ou, de qualquer modo, um aumento do valor de venda ou aluguel dos imóveis.

No setor de educação, um acréscimo no número de famílias residentes na região irá acarretar uma maior demanda de vagas escolares para seus filhos, nos diversos níveis, além da própria procura por treinamento em atividades demandadas pelas obras e pela dinamização do setor de serviços.

Assim, este impacto se mostra negativo, indireto, temporário, de curto prazo, reversível, local, de média magnitude e média probabilidade, apresentando também média importância.

As principais medidas mitigadoras recomendadas em relação a este impacto são:

- Articulação com as Secretarias de Saúde do Estado e dos municípios da Área de Influência, no sentido de serem aprimorados a notificação e o monitoramento de agravos e o reforço das estruturas existentes;
- Articulação entre as Prefeituras da Área de Influência Direta e a própria CEDAE, no sentido de serem monitorados os aumentos de demanda dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, para que possam ser adotadas medidas tempestivas para o seu equacionamento;
- Articulação com a Secretaria Estadual e as estruturas municipais ligadas à habitação, no sentido de serem monitorados os aumentos de demanda por moradias e estabelecidas as medidas exigidas para o atendimento das novas necessidades;
- Articulação com as Secretarias do Estado e municipais de Educação, no sentido de serem monitorados os aumentos de demanda por vagas escolares e treinamento, de modo a que se possa adequar a estrutura existente às novas demandas;

- Verificação dos aumentos de demanda, além da capacidade dos serviços de infra-estrutura locais, tendo em vista a programação de medidas mitigadoras.

j) Impacto 10 – Desmobilização e Perda de Empregos

Ao término da fase de construção, quando da desmobilização, este impacto afetará principalmente os trabalhadores menos qualificados empregados no canteiro de obras.

Este impacto é negativo, direto, permanente, de longo prazo e irreversível. Seus efeitos se farão sentir localmente, podendo ser considerado de magnitude média, alta probabilidade e, portanto, sua importância pode ser considerada grande.

Como medida mitigadora de seus efeitos, recomenda-se:

- Incentivo à contratação de mão-de-obra local, para que com o término das obras os contingentes de trabalhadores dispensados possam ser mais facilmente absorvidos nos tecidos sociais locais;
- Capacitação dos trabalhadores contratados nas diversas funções, de modo a facilitar a sua colocação futura em outros empreendimentos, minimizando os efeitos da desmobilização ao final dos trabalhos.

k) Impacto 11 – Alteração da Qualidade da Água

Na fase de construção, as obras de assentamento de aterro e movimentação de máquinas para implantação do dique causarão, inevitavelmente, a movimentação dos sedimentos do fundo no encontro das águas do rio Guandu com o sistema lagunar, resultando em aumento da turbidez e possível liberação de metais e outros poluentes que atualmente podem estar inertes nos sedimentos do fundo, tanto das lagoas como do próprio rio Guandu, conforme indicam os dados analisados no Diagnóstico.

Somente o aumento da turbidez já afetaria a qualidade da água e a biota. Nos dados do monitoramento da CEDAE, entre 2005 e 2007, a turbidez praticamente não apresentou índices de violação aos limites da Resolução CONAMA 357/05, apesar da carga de poluição nos rios. Em um total de 275 amostras, somente 3 amostras apresentaram valores de turbidez acima do limite para classe 2, uma no rio Queimados e duas no rio Guandu (a montante da captação e na captação). Os valores médios de turbidez não atingiram nem a metade do valor limite dado pela Resolução para classe 2 (100 UNT), em nenhum dos pontos de monitoramento, nem mesmo no rio Queimados, que apresentou o maior valor médio (38 UNT) ficando abaixo inclusive do limite para classe 1 (40 UNT).

Conforme apresentado no item 4.2.4, pesquisas realizadas com amostragens em sedimentos de fundo e em material particulado em suspensão (MPS), identificaram metais tóxicos, como alumínio, mercúrio, níquel, zinco, chumbo, cobre e cromo, DDTs e outros pesticidas, bifenilas policloradas (PCBs) e ainda hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), que podem ser disponibilizados no meio aquoso, durante as obras, com a agitação dos sedimentos, prejudicando as águas captadas para a ETA e agravando o processo de bioacumulação e biomagnificação trófica na biota associada ao ecossistema aquático. A maior parte dos metais identificados nos sedimentos da

Baía de Sepetiba provém do rio Guandu e de outros rios que deságuam na baía (VEEK *et al.*, 2007; RIBEIRO, 2006).

Portanto, embora a fase de construção do empreendimento seja temporária e localizada, serão 20 meses de execução de uma obra de grande porte, cujo impacto para a qualidade do ambiente aquático poderá ter efeitos locais e também mais distantes para jusante, a médio ou mesmo longo prazo, com possível aumento da acumulação de poluentes no sedimento da Baía de Sepetiba. Prejuízos à biota e a pescadores e consumidores de recursos pesqueiros poderão decorrer deste impacto, caso poluentes tóxicos sejam disponibilizados e assimilados por vertebrados aquáticos como peixes, herpetofauna aquática e mamíferos aquáticos existentes na região.

Para a água captada pela CEDAE, o aumento da carga de sedimentos e poluentes na água pode aumentar os índices de violação aos limites classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 e também aumentar os custos de tratamento e reduzir a produção de água tratada para garantir os padrões de qualidade definidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Portanto, o impacto da fase de construção do empreendimento para a qualidade da água, no local da captação, é negativo, direto, temporário, irreversível (na medida em que sejam assimilados no processo de biomagnificação), de alta probabilidade, de curto prazo para a qualidade da água e podendo ser também de médio/longo prazo por seus efeitos cumulativos na biota aquática. Este impacto poderá ter abrangência regional, tendo em vista o risco de afetar o ecossistema da baía de Sepetiba. A magnitude pode ser considerada média, em relação a outras fontes poluentes do rio Guandu e da baía de Sepetiba. Este é, portanto, um impacto de grande importância.

As medidas que podem reduzir os impactos à qualidade da água durante a construção são:

- monitoramento rápido e simples de indicadores indiretos de qualidade (cor, turbidez, sólidos dissolvidos totais, odor, pH), antes e durante a obra, visando adequar os procedimentos de construção em função de reduzir a movimentação de sedimentos;
- adoção de procedimentos técnicos para evitar, ao máximo, uma maior ressuspensão de sedimentos durante a implantação do dique, incluindo até mesmo eventuais paradas no ritmo, em momentos mais críticos, como após uma chuva intensa;
- entre esses procedimentos, recomenda-se a colocação de telas finas de proteção em locais estratégicos, a serem identificados de acordo com o método e o cronograma das obras, reduzindo o transporte de sedimentos e poluentes para a ETA Guandu.

Recomenda-se também que, ainda antes da instalação do empreendimento, seja iniciado um estudo para avaliação e monitoramento dos parâmetros limnológicos e de qualidade da água e do sedimento, incluindo metais e todas as potenciais substâncias tóxicas nas lagoas, no rio Guandu a montante e na captação, com atenção especial na área de construção do dique e seus impactos.

l) Impacto 12 – Alteração do Relevo

Para a construção do Dique, será necessário o desmonte de áreas altas (morrotes) que deverão servir de corpo de aterro do maciço de solo do Dique. As áreas destinadas para essa finalidade poderão ser as mais próximas localizadas na margem esquerda do rio Guandu, tomando-se o cuidado necessário para evitar o aporte de sedimentos para o rio.

Esse impacto é negativo, direto, permanente, irreversível e perceptível no curto prazo. Tem abrangência local, baixa magnitude e alta probabilidade de ocorrência, apresentando média importância.

Como medida mitigadora, propõe-se a recuperação ambiental das áreas de empréstimo, áreas essas que deverão ser devidamente licenciadas junto ao órgão ambiental competente.

m) Impacto 13 – Impacto à Vegetação e Áreas Protegidas

Nos locais diretamente afetados pelo empreendimento, a vegetação natural encontra-se em maior parte degradada, sem remanescentes significativos da mata nativa. Na ilha da CEDAE, no entanto, encontra-se um dos raros fragmentos de mata ciliar secundária existentes nas margens do rio Guandu, considerado em bom estado de conservação, predominando a espécie arbórea *Guarea guidonia* (carrapeta). Esta mata concentra-se no lado oposto ao trecho da ilha no qual está prevista a passagem da tubulação com as águas do sistema lagunar que serão descarregadas a jusante da barragem. Neste trecho, existem algumas árvores que podem ser afetadas durante a construção da estrutura de tubulações e caixas de passagem.

A vegetação da margem dos rios e lagoas é de porte herbáceo-arbustivo, composta, em maior parte, por algumas espécies adaptadas a ambientes inundáveis. No local onde será construído o dique, existem algumas espécies frutíferas (bananeiras, mangueiras) e algumas árvores isoladas.

Por outro lado, o projeto atinge áreas de preservação permanente (APP), compreendidas na faixa marginal de 100m de largura, em cada margem da lagoa e do rio Guandu, conforme as normas ambientais vigentes (Código Florestal e Resoluções Conama 303/02 e 302/02). A retirada de vegetação em APP representa sempre um impacto indireto negativo para a qualidade da água e a biota aquática associada, devido à produção de sedimentos (a partir de processos erosivos nas margens) e à redução de habitat.

Além das áreas de preservação permanente, o local do empreendimento está inserido em duas Unidades de Conservação (UC) - a Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Guandu (APA Guandu) e a APA Municipal Guandu-Açu (do município de Nova Iguaçu). As margens do rio Guandu, o local previsto para colocação do dique, todo o sistema lagunar e o curso inferior das bacias dos rios dos Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga estão dentro dessas duas APAs.

A fase de construção do empreendimento também poderá causar impactos negativos à vegetação nas áreas de empréstimo e bota-fora. Porém, como estes locais não foram definidos no projeto, não é possível avaliar tal impacto.

Para execução das obras, toda a vegetação situada na área de construção do empreendimento precisará ser removida. Portanto, o projeto causará à vegetação, na fase de construção, um impacto negativo, direto, permanente, local e irreversível, de curto prazo, alta probabilidade e de baixa magnitude, por tratar-se de uma área relativamente pequena e vegetação floristicamente degradada em relação à composição natural original, porém de média importância, por atingir áreas protegidas por lei (APP e UC).

Para minimizar e compensar esses impactos, são indicadas as seguintes ações:

- A retirada da vegetação precisa ser feita com pouca antecedência e gradualmente, à medida que avança a implantação das estruturas. Após a conclusão das obras, todas as áreas degradadas devem ser recuperadas com plantios de espécies nativas adaptáveis às novas condições do terreno;
- Durante o detalhamento do projeto executivo, deverá ser feito inventário 100% (censo) de toda a vegetação arbórea a ser suprimida, conforme exigem as normas estaduais. O INEA deverá ser consultado, para atendimento às exigências técnicas para esta avaliação;
- Preferencialmente, o material de empréstimo necessário ao empreendimento deverá ser oriundo de jazida já existente e isenta de vegetação natural, observando-se o cumprimento de todas as exigências legais de licenciamento ambiental da mesma, inclusive a elaboração e execução de projeto de recuperação da áreas degradadas (PRAD).
- Como medida compensatória à intervenção em APP e UC, recomenda-se a alocação de recursos em ações de recuperação da mata ciliar, preferencialmente através do apoio direto a iniciativas já existentes, tais como o reflorestamento que está sendo realizado no âmbito do projeto Parque Fluvial do Rio Guandu, desenvolvido com participação do INEA, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e do Comitê da Bacia do Rio Guandu.

n) Impacto 14 – Modificação da Composição das Comunidades Biológicas Aquáticas

Conforme analisado no impacto 11, referente à alteração da qualidade da água, durante a construção do empreendimento esta poderá ser agravada, afetando também a biota aquática. O lançamento de aterro para formação do dique e a conseqüente movimentação da água e dos sedimentos do fundo das lagoas e do rio Guandu, causando aumento de turbidez e liberação de poluentes inertes, poderá contaminar e afetar a dinâmica populacional de alguns organismos.

As comunidades biológicas deste ambiente aquático já estão, em algum nível, afetadas pelas excessivas cargas de nutrientes e poluentes que constantemente chegam às lagoas e ao rio Guandu. Não existem estudos suficientes para dizer em que nível isso ocorre atualmente. De acordo com a bibliografia e os indicadores de

qualidade obtidos para o Diagnóstico, é possível supor que espécies mais sensíveis à poluição já tenham desaparecido ou sofrido severa redução populacional.

A presença de substâncias tóxicas persistentes, com índices críticos de concentração no sedimento e no material particulado em suspensão, nas lagoas e no rio Guandu, bem como no lodo da ETA, conforme visto no Diagnóstico (4.2.4), são indicadoras de que a comunidade aquática provavelmente já está contaminada e possa sofrer agravamento deste processo, também para jusante do local de construção do dique, até a baía de Sepetiba, por efeito da bioacumulação e biomagnificação desses metais no ambiente e nos elos da cadeia. Em médio/longo prazo, os efeitos podem também atingir consumidores de produtos pesqueiros (moluscos, crustáceos e principalmente peixes). Um dos maiores impactos potenciais seria a liberação de metais como mercúrio, de alta toxicidade, do sedimento para a coluna d'água e a teia trófica. No processo de biomagnificação, peixes carnívoros, do topo da cadeia alimentar, apresentam concentrações de mercúrio muito acima das encontradas em espécies herbívoras ou insetívoras.

Os peixes são considerados bons indicadores de poluição, por apresentarem diferentes hábitos alimentares e ocuparem diferentes nichos. Por exemplo, uma maior proporção de espécies com dieta mista (onívoras) é um indicador de queda da qualidade do ambiente. A dominância dessas espécies cresce presumivelmente como resultado da degradação da base alimentar, especialmente dos invertebrados (ARAÚJO, 1998). As principais espécies de peixes registradas na bibliografia com ocorrência no rio Guandu, incluindo aquelas identificadas em rápida amostragem de campo realizada na lagoa maior, são onívoras.

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) tem realizado pesquisas sobre a atividade enzimática em peixes como indicadora de contaminação no ambiente aquático. Peixes do rio Guandu, coletados a montante e a jusante da captação da CEDAE, apresentaram atividade enzimática 17 vezes maior do que peixes de águas não contaminadas (MARQUES, 2009). Foi avaliada a enzima do fígado dos animais, chamada citocromo P4501A. Segundo os pesquisadores, entre os poluentes que podem induzir a atividade desta enzima destacam-se bifenilas policloradas (PCBs) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), ambos os grupos identificados em sedimentos e no material particulado em suspensão nos rios Paraíba do Sul e Guandu.

Portanto, o impacto da fase de construção do empreendimento para a biota aquática pode ser avaliado como negativo, indireto, temporário, de longo prazo, irreversível, regional, de média magnitude e média probabilidade, resultando em média importância.

Para minimizar esse impacto, devem ser adotados os procedimentos indicados no impacto 11, visando causar a menor turbulência possível na água e no sedimento.

É importante também realizar análises de indicadores de toxicidade em peixes, iniciando antes das obras e prosseguindo durante e depois das mesmas, como monitoramento dos impactos e subsídio a medidas de orientação e compensação aos pescadores e alerta à população sobre os riscos de consumo desse pescado.

6.2.3 Etapa de operação

Ao final das obras, a partir da emissão da Licença de Operação do empreendimento pelo órgão responsável pelo licenciamento ambiental, inicia-se a etapa de operação.

Os impactos identificados para esta etapa são descritos e analisados com base nas considerações apresentadas a seguir.

✓ **Considerações iniciais sobre as condições hidrodinâmicas**

Conforme visto no Prognóstico, a concepção de engenharia do projeto tem o propósito essencial de impedir a comunicação do rio Guandu, na captação, com as águas que chegam dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga. A consequência direta desta interrupção será a mudança das condições hidrodinâmicas e ecológicas no sistema lagunar.

Relembrando brevemente o processo histórico, com a construção das barragens da CEDAE no rio Guandu formou-se uma grande área alagada sobre uma parte da planície brejosa por onde estendiam-se os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, em seus cursos finais já canalizados por obras do DNOS, antes de desaguarem no rio Guandu. Embora não se considere esse ambiente como um reservatório, tal como aqueles formados no conjunto de barramentos do sistema de transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, a manutenção desta condição (permanentemente alagada) e, portanto, a manutenção do nível d'água deste que é hoje um sistema lagunar complexo, depende diretamente da comunicação com o rio Guandu e com as oscilações de nível do mesmo.

Com a construção do dique, a interrupção do fluxo do rio Guandu para o sistema lagunar, associada ao escoamento direto das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, através da estrutura de desvio por baixo do dique, causaria um significativo rebaixamento do nível d'água do sistema lagunar, especialmente na lagoa maior. Este rebaixamento poderia "recriar" a antiga planície brejosa, porém com o agravante de que as águas poluídas do rio Poços/Queimados continuariam chegando a essa planície, através dos mesmos pontos de passagem que existem hoje entre este rio e a lagoa maior. Essa nova e muito pior condição hidrodinâmica criaria um ambiente muito mais degradado com drásticas consequências à biota, provável mortandade de peixes e outros impactos.

Visando evitar esses impactos, foi inserida, na concepção do projeto, uma estrutura de transferência de água do rio Guandu para a lagoa maior, de modo a evitar uma redução crítica no nível d'água a montante do dique. Assim, esta avaliação de impactos da operação do empreendimento está baseada na garantia de que a estrutura de transferência de água do rio Guandu para a lagoa manterá o sistema lagunar com o nível d'água atual.

Porém, a definição de qual a melhor forma e local de transferência e o planejamento detalhado dessa estrutura demandam ainda melhor conhecimento sobre as condições hidrodinâmicas, limnológicas e ecológicas no sistema lagunar e a resultante com o empreendimento. Não existem dados batimétricos do sistema lagunar e os fluxos de

água entre o rio Guandu e as lagoas nunca foram mensurados, assim como não há séries históricas de vazões dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga e não há estudos limno-ecológicos das lagoas.

Os impactos identificados para a fase de operação, considerando o pleno funcionamento e eficácia da estrutura de transferência de águas do rio Guandu para a lagoa, são apresentados a seguir.

a) Impacto 1 – Melhoria da qualidade da água na captação da CEDAE

Com a separação das águas do rio Guandu das águas mais poluídas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, na altura da tomada d'água para a ETA, deverá ocorrer uma significativa melhora na qualidade das águas captadas.

Os atuais índices de violação de classe para DBO, coliformes fecais, fósforo, fenóis, alumínio, cianeto, entre outros, deverão cair, assim como os riscos de aporte de cianotoxinas provenientes da lagoa. Alguns metais que parecem ter origem mais decisiva nos fluxos da lagoa para o rio Guandu também deverão sofrer redução nos índices críticos que se observa nos indicadores de qualidade da água e do MPS, especialmente mercúrio, cromo, manganês, ferro, cobre e alguns pesticidas.

Outro impacto positivo será a eliminação dos riscos de graves contaminações na captação provenientes de acidentes nas instalações das indústrias existentes nas sub-bacias dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga ou de acidentes com transporte de substâncias tóxicas nas estradas que cortam estas sub-bacias, especialmente na rodovia Dutra.

Destaca-se ainda a provável redução dos índices de metais e outras substâncias tóxicas para a biota verificadas no lodo da ETA, reduzindo assim os potenciais impactos ao rio Guandu e à baía de Sepetiba, dado que o efluente da ETA é lançado no rio sem tratamento (SILVA e LOPES, 2008).

O impacto do empreendimento para a qualidade da água na captação é, portanto, positivo, direto, permanente, de longo prazo, irreversível, de abrangência estratégica, alta probabilidade, alta magnitude e importância muito grande.

Cabe, no entanto, observar que este empreendimento não impedirá a continuidade dos fluxos de poluentes que o rio Guandu recebe a montante da captação e que hoje já afetam a qualidade da água captada, destacando-se, nesse contexto: chumbo, cromo, níquel, zinco, ferro, manganês, DDT e Dieldrin, identificados em concentrações elevadas no MPS, bem como o fósforo, que já apresenta altos índices de violação para classe 2 há muitos anos. O local da captação também não estará livre da poluição que pode ser transferida do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, inclusive nos eventos críticos de acidentes com cargas tóxicas, tais como o ocorrido com o Endosulfan em nov/2008.

Com relação às fontes de poluição no rio Guandu a montante, a CEDAE deverá manter e ampliar os esforços junto aos Comitês das Bacias do Guandu e do Paraíba do Sul e demais parceiros, visando evitar os riscos à qualidade da água captada para a ETA. A

manutenção do monitoramento de qualidade da água do rio Guandu na captação (ponto RGN-17) e a montante da mesma (pontos RGN-16, RGN-08 e outros) deverão indicar os riscos de piora na qualidade, decorrentes dessa poluição, bem como permitirão avaliar os resultados do empreendimento.

b) Impacto 2 – Aumento da segurança no fornecimento de água

Em decorrência da melhoria da qualidade da água do rio Guandu na captação, a CEDAE estará alcançando seu principal objetivo de aumentar a segurança para cerca de 8,5 milhões de pessoas abastecidas com as águas tratadas na ETA.

Com a operação do empreendimento, haverá menor número de paralisações na operação da ETA Guandu. A partir da adução para a ETA de uma água com melhor qualidade, serão evitadas as interrupções na produção ocasionadas pela detecção de não-conformidades nos padrões de qualidade das águas oriundas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga.

O impacto é positivo e deve ser classificado como direto, permanente, de curto prazo, irreversível, de abrangência estratégica, de alta magnitude e de alta probabilidade de ocorrência. Sua importância é muito grande.

c) Impacto 3 – Redução dos Custos Operacionais da CEDAE

Este também é um dos benefícios do empreendimento. Traduz-se nos ganhos operacionais derivados tanto do menor número de interrupções na produção do Sistema Guandu, como da redução do uso de produtos químicos no tratamento das águas, em função da melhor qualidade das águas do rio Guandu em comparação às dos rios dos Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, o que se refletirá nos menores custos na produção de água de boa qualidade para o consumo da população.

Esse impacto positivo pode ser considerado indireto, permanente, de curto prazo, irreversível, de abrangência estratégica, de média magnitude e de alta probabilidade de ocorrência, resultando em uma grande importância.

d) Impacto 4 – Impactos à qualidade da água e à biota do sistema lagunar

A princípio, a estrutura auxiliar concebida pela CEDAE para a transferência de água do rio Guandu para a lagoa maior deverá evitar a redução de nível da lagoa. Porém, alguns aspectos precisam ser observados.

Essa estrutura de transferência de água não terá o mesmo efeito hidrodinâmico e ecológico que têm hoje os fluxos diretos do rio Guandu para o sistema lagunar. Atualmente, esses fluxos abrangem uma grande área de contato com o sistema e muitas vezes, por pressão hidráulica, reduzem a velocidade de escoamento das águas poluídas que chegam na foz dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, favorecendo maior diluição e precipitação dos poluentes para o fundo das lagoas.

Com a mudança, a circulação de peixes e outros organismos entre o rio Guandu e o sistema lagunar será modificada, tendo em vista que a grande área de contato entre

os ambiente (rio Guandu - lagoa) será fechada pelo dique e a comunicação da lagoa com o rio somente ocorrerá em eventuais cheias, através do vertedouro.

A estrutura de transferência de água do rio Guandu para a lagoa, ainda não definida, precisará ser projetada de modo a possibilitar o retorno ao rio Guandu de peixes que utilizem a lagoa para reprodução, por exemplo. Do contrário, como os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga apresentam condições em geral impróprias para a sobrevivência da biota, os peixes não terão alternativa de saída e a tendência, portanto, será de acentuada modificação das condições ecológicas no sistema lagunar, com provável redução de espécies, maior empobrecimento e mudanças na dinâmica populacional e relações tróficas.

Em períodos críticos de estiagem, esses impactos poderão ser mais acentuados. Nesses períodos, para manter o nível d'água na captação, poderá ser necessário reduzir a vazão transferida do Guandu para a lagoa; nessa condição, para não reduzir drasticamente o nível d'água no sistema lagunar, poderá ser necessário fechar ou reduzir significativamente a saída das águas das lagoas, através do sistema de comportas na tomada d'água instalada no dique. Dessa maneira, aumentará a carga de poluentes no sistema lagunar, com possível piora das condições já inadequadas de qualidade de suas águas.

Para uma avaliação mais precisa desses impactos, é necessário que se faça um estudo sobre as condições limnológicas e ecológicas do sistema lagunar, antes e depois da operação do empreendimento. É preciso conhecer melhor quais espécies sobrevivem atualmente neste sistema lagunar e o que poderá ocorrer com as mesmas.

Os dados secundários e as observações de campo realizadas para o Diagnóstico indicam uma provável baixa diversidade, tendo em vista as condições adversas de qualidade da água. Porém, há indicação de ocorrência de espécies resistentes. Pescadores da comunidade local informaram que a Lontra (*Lutra sp*) e o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) ocorrem neste sistema lagunar. Ambas são espécies que sobrevivem em ambientes com qualidade restrita, porém não sem conseqüências danosas às dinâmicas populacionais, tanto que ambas são espécies consideradas ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro (BERGALLO *et al.*, 2000). Somente um estudo da ocorrência dessas espécies no sistema lagunar permitirá avaliar as conseqüências do projeto para sua sobrevivência.

Este será, portanto, um impacto negativo, indireto, permanente, com efeitos a médio/longo prazos, irreversível, de abrangência regional (por afetar potencialmente espécies migratórias), média probabilidade, média magnitude e média importância, tendo em vista que os danos à qualidade da água nas lagoas afeta também a qualidade do rio Guandu a jusante da barragem principal.

São recomendáveis as seguintes ações:

- Para minimizar o impacto, deve-se verificar a possibilidade de adaptar, na estrutura de transferência, uma via de retorno para os peixes, da lagoa para o rio Guandu, caso seja notada a reprodução ou uso por espécies migradoras.

- Programa de Monitoramento da Ictiofauna para identificar as espécies que ocorrem no sistema lagunar conhecido como “Lagoa do Guandu”, com identificação dos sítios de reprodução na área de abrangência do empreendimento e fornecimento de dados para a futura execução de planos de manejo;
- Proibição da pesca durante os períodos em que o monitoramento indicar maior comprometimento à qualidade do pescado;
- Programa de Monitoramento de Mastofauna e Herpetofauna Aquática para identificar quais espécies vivem no ambiente (como lontra, capivara e jacaré) e fornecer dados sobre impactos das alterações ambientais na dinâmica populacional e sobre o uso antrópico local dessas espécies;
- Programa de monitoramento de metais pesados e outros poluentes nos organismos da cadeia trófica, incluindo análises de nutrientes e poluentes em macrófitas aquáticas, em fito e zooplâncton e nos peixes, visando avaliar o processo de bioacumulação de nutrientes e poluentes no sistema lagunar e entorno.

Ressalta-se que há recursos previstos para estudos do passivo ambiental na Lagoa do Guandu, no Plano de Investimentos da Bacia (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

e) Impacto 5 – Impactos à qualidade da água e à biota a jusante

O rio Guandu, a jusante da barragem principal, receberá as águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, canalizadas através da estrutura de desvio sob o dique, com variações de vazão e carga de poluentes ainda desconhecidas.

Estima-se que a carga orgânica poderá ser rapidamente degradada, em virtude do maior volume do rio Guandu e do turbilhonamento promovido na barragem principal, próximo à saída da tubulação (Figura 6.2.3-1). Para os indicadores de carga orgânica (OD, DBO, Coliformes fecais e fósforo), modelagens de qualidade da água a jusante confirmaram essa tendência (Anexo II), verificando que, mesmo com as piores condições de qualidade dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, a capacidade de diluição no rio Guandu continuaria garantindo índices de qualidade semelhantes aos índices atuais para os indicadores relacionados a esta carga, com pequenas alterações no início do trecho. Ressalta-se que, nas condições atuais, o rio Guandu já apresenta violações aos limites de classe 2 da Resolução CONAMA 357/05.

Figura 6.2.3-1: Local de saída das águas a jusante da barragem principal

Fonte: foto tomada em visita de campo em nov/08.

Porém, deve-se considerar que, no mínimo, será vertida para jusante uma carga adicional de poluentes (metais e outras substâncias tóxicas) que deixará de seguir para a ETA, somando-se à carga de poluentes que atualmente desce o rio, dissolvida na água ou aderida ao material particulado em suspensão.

Conforme visto na caracterização do empreendimento, faz parte das estruturas do projeto uma tomada d'água para captação e transferência das águas dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga para jusante do dique e da barragem principal da CEDAE. No projeto da Tecnosolo, a entrada desta tomada d'água foi projetada para ser instalada no fundo da lagoa, incluindo ainda um sulco neste fundo, aprofundando e canalizando as águas para a tubulação de desvio. Mesmo com as comportas previstas, quando abertas, a água que será captada estará no fundo da lagoa. Esta condição também favorece uma carga maior de poluentes para jusante, mobilizando metais e outras substâncias aderidas ao sedimento. Além disso, favorece também a passagem de pequenos peixes e outros organismos para jusante, que podem ser mortos ou danificados pelas condições impróprias dentro da tubulação.

Uma carga maior de poluentes para jusante, na água e aderida aos sedimentos, significa maiores riscos de contaminação, bioacumulação e biomagnificação de metais na biota do rio Guandu e da baía de Sepetiba. Somente um estudo das concentrações atuais em todos os compartimentos (sedimento, água, MPS), a montante e a jusante, permitiria uma análise adequada das implicações e da magnitude deste impacto.

Atendendo ao princípio da precaução, considera-se este um impacto negativo, indireto, permanente, de médio/longo prazo, irreversível, de abrangência regional (porque pode afetar a biota na baía de Sepetiba), média probabilidade, média magnitude e média importância.

Deverá ser estudada a possibilidade de adequações de projeto na estrutura de tomada d'água visando a minimização dos riscos de agitação do fundo da lagoa na região próxima ao canal de aproximação.

f) Impacto 6 – Interferência com a Atividade Pesqueira

Apesar da má qualidade dos ambientes aquáticos, cerca de 70 famílias da comunidade Parque Todos os Santos têm na pesca artesanal o seu principal meio de sustento, comercializando sua produção nas regiões vizinhas e junto a atravessadores que os procuram para comprar o pescado. Além disso, a pesca se reveste de importância relativa para as outras famílias da comunidade na complementação alimentar. Deve-se levar em consideração, ainda, que o local também é procurado por pescadores não moradores da comunidade, tanto para lazer como para complementação de renda.

Ressalte-se que os pescadores moradores da comunidade de Todos os Santos não possuem registro profissional nem são associados a Colônias de Pescadores, não contando com nenhuma associação ou outra forma de organização ou representação específica.

Essas informações foram obtidas junto à Associação de Moradores da comunidade de Todos os Santos, em visita de campo para o Diagnóstico. Nas ações de gestão socioambiental do empreendimento, deverão ser apuradas e registradas de modo documental, tais como entrevistas gravadas e/ou filmadas.

Com a implantação do empreendimento, os pescadores perderão um dos locais preferenciais de pesca, que é exatamente onde o dique será implantado. Este local serve de passagem dos peixes que usam a lagoa para reprodução. Além disso, imediatamente a montante do dique, a água tenderá a ficar com pior qualidade, predominando as águas mais poluídas que chegam à lagoa menor. A mistura promovida pela transferência de água do rio Guandu para a lagoa maior deverá criar condições melhores para a pesca mais a montante e somente nesta lagoa, porém com tendência ao empobrecimento da ictiofauna, conforme apontado anteriormente.

Figura 6.2.3-2: Tilápias pescadas na lagoa



A tendência, portanto, será de acentuada decadência da produção pesqueira local.

Este impacto é negativo, indireto, permanente, de longo prazo e irreversível. Sua abrangência é local, com baixa magnitude e média probabilidade de ocorrência, resultando em ser classificado como de pequena importância.

Como medidas mitigadoras deste impacto, recomenda-se:

- Cadastramento dos pescadores da região, ainda na etapa de planejamento, e promoção de palestras e cursos visando a organização desses pescadores, bem como ações visando a sua capacitação para outras atividades;
- Monitoramento da qualidade da água nos principais pontos de pesca;
- Monitoramento da qualidade do pescado na produção realizada no local.

g) Impacto 7 – Inundação Temporária de Áreas Ocupadas

Com a implantação do empreendimento, as modelagens hidrodinâmicas realizadas para este EIA (Anexo I) indicam que poderá ocorrer aumento das áreas inundáveis a montante do dique, porém um aumento relativamente pouco expressivo em relação às áreas de inundação identificadas com as condições atuais.

Atualmente, observam-se atividades que já avançam em direção às áreas inundáveis - extração de areia, agricultura e pastagem, bem como uso urbano, que hoje ainda é incipiente, mas que já apresenta vetores de expansão, principalmente na sub-bacia do rio Cabuçu/Ipiranga, atravessada pela Estrada de Madureira, que liga a AID ao centro de Nova Iguaçu.

Conforme apresentado no item 4.1.4, com o dique haveria um acréscimo de 22% na área inundável em eventos de cheias com tempo de recorrência (TR) de 5 anos, caindo para 6% de acréscimo em eventos com TR de 20 anos e para 1% com TR de 100 anos. Esses percentuais de acréscimo em área inundável, com o empreendimento, correspondem, respectivamente, a um aumento de 160 ha, 70 ha e 18 ha. Ressalta-se que, em todos os TR, não ocorreriam acréscimos a montante da confluência entre os rios dos Poços e Queimados.

Na observação dos usos atuais das terras inundáveis (item 4.2.1), verificou-se que, com o empreendimento, a maior parte do acréscimo em área atingida pelas inundações está coberta por vegetação higrófila, naturalmente adaptada a esta condição e indicativa de que os solos nestas áreas já apresentam impedimentos de drenagem (solos hidromórficos).

Em segundo lugar, seriam atingidas áreas rurais mistas, nas quais existem residências e/ou edificações rurais com pomares, pastagens e algumas unidades pequenas de lavouras; nessas áreas mistas, ocorreriam acréscimos de 34,5 ha na mancha com TR de 5 anos, de 24,5 ha na mancha com TR de 20 anos e o irrelevante valor de 0,1 ha na mancha com TR de 100 anos. Estas seriam as áreas mais impactadas, com possíveis perdas materiais e de áreas produtivas.

A terceira classe de uso do solo mais atingida seria a de campos/pastagens, com acréscimos de 9,0 ha (TR 5 anos), de 9,3 ha (TR 20 anos) e de 4,7 ha (TR 100 anos). Dependendo do tempo de inundação, poderão ocorrer redução de áreas de pastoreio e danos temporários à vegetação herbácea, que, no entanto, tem potencial para uma rápida recuperação.

Com exceção de um acréscimo de 6,9 ha em área de lavoura, não se observam valores significativos nas demais classes de vegetação e uso do solo atingidas por inundação com o empreendimento. Áreas de uso industrial e residencial/comercial não sofreriam acréscimos em áreas inundáveis, além das poucas que já se observam nas modelagens com as condições hidrodinâmicas atuais.

Este impacto é negativo, indireto, cíclico, perceptível no longo prazo e irreversível. Tem abrangência local, baixa magnitude, média probabilidade de ocorrência e média importância.

Como a ocorrência dessas inundações seria eventual, mesmo com a desapropriação e relocação de edificações da área inundável, caso necessário, é grande a possibilidade de que essas áreas sejam reocupadas, nos períodos entre cheias.

Na fase de construção do empreendimento, deverá ser avaliada, em campo, as condições de ocupação e uso das áreas inundáveis, visando identificar possíveis demandas de desapropriação e ações de monitoramento e controle da ocupação, para evitar o avanço de atividades que atualmente já pressionam as áreas em torno das lagoas e margens dos rios.

Para tal, deve ser implantado um programa de monitoramento e controle do uso do solo a montante do dique, visando principalmente evitar o avanço da ocupação de áreas legalmente restritas (APP e UC), bem como evitar que seja atribuída à CEDAE a responsabilidade pela inundação de áreas que já seriam inundadas com as condições hidrodinâmicas atuais.

Recomenda-se ainda o cercamento de áreas que porventura necessitem ser desapropriadas, procurando-se dar nova utilização a elas como, por exemplo, áreas de lazer, que não contenham edificações, bem como o reflorestamento com espécies adequadas.

6.3 Matriz de Avaliação de Impactos

A Matriz Ambiental é uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental do empreendimento. Ela possibilita a visualização do conjunto de impactos em cada etapa do empreendimento, realçando aqueles que deverão ser objeto de maior atenção quando da formulação de medidas ambientais (mitigadoras e potencializadoras).

Os impactos de pequena ou muito pequena importância, porém, não devem ser visualizados como desprezíveis e sim analisados pela equipe técnica do mesmo modo que os demais, de modo a verificar a viabilidade ambiental do empreendimento em questão.

Entretanto, as medidas ambientais deverão ter como enfoque principal os impactos de maior Importância, pois ações sobre esses impactos produzirão um maior efeito do que em impactos de menor Importância.

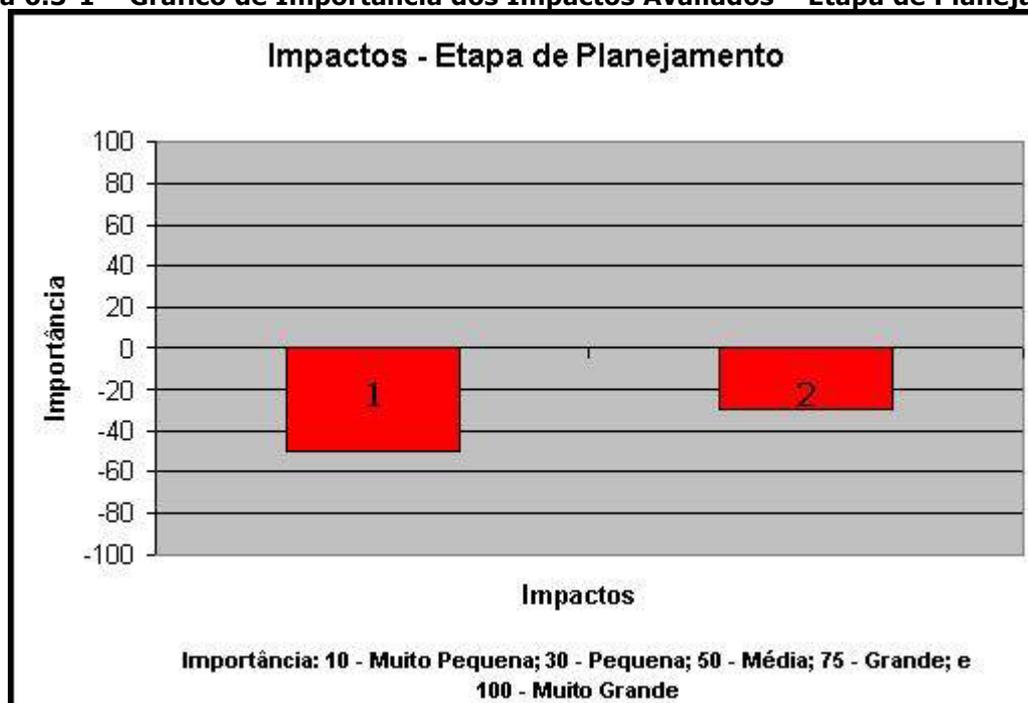
A seguir, apresentam-se as matrizes dos principais impactos identificados (quadros 6.3-1 a 6.3-3), organizados por meio (físico, biótico e antrópico), para cada etapa do empreendimento (planejamento, obras e operação), com a classificação de todos os critérios avaliados. Apresentam-se ainda os gráficos que demonstram a relação de importância entre os impactos avaliados em cada etapa (Figuras 6.3-1 a 6.3-3).

Quadro 6.3-1

Classificação de Impactos Ambientais – Etapa de Planejamento

IMPACTOS		Critérios / Classificação								
		Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade	Importância
1	Geração de expectativas junto à população local	n	d	t	c	r	l	b	a	M
2	Interferências com áreas de processos minerários	n	d	p	c	i	l	i	a	P

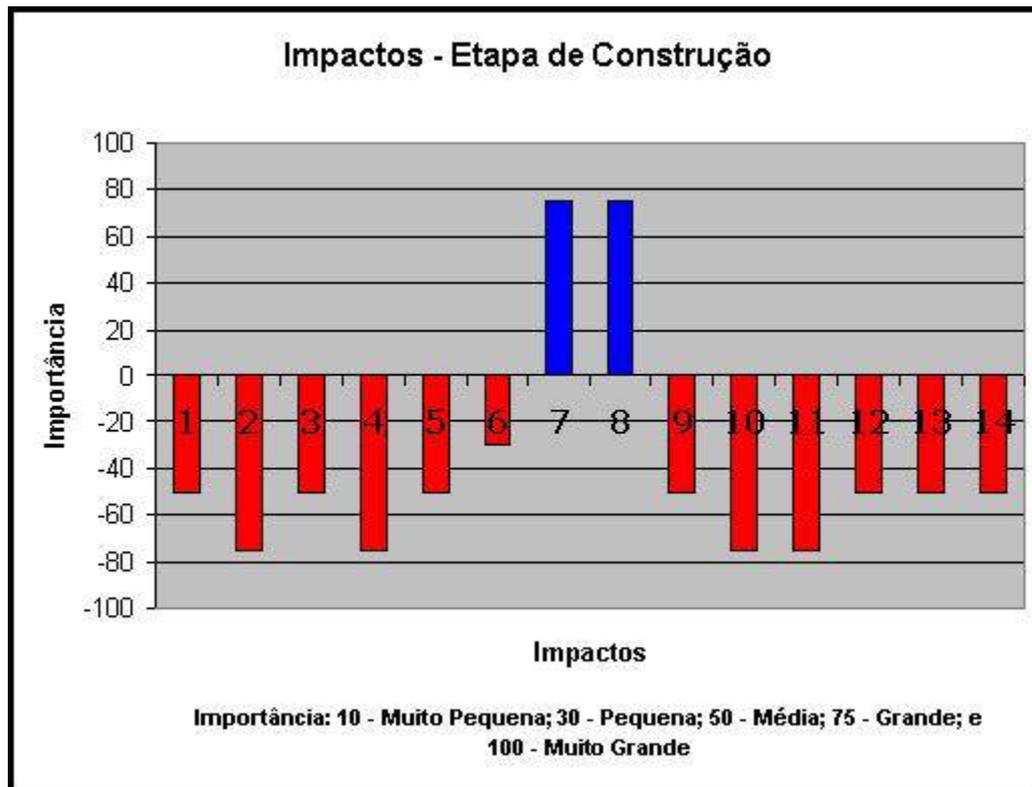
Figura 6.3-1 – Gráfico de Importância dos Impactos Avaliados – Etapa de Planejamento



Quadro 6.3-2
Classificação de Impactos Ambientais – Etapa de Construção

IMPACTOS		Critérios / Classificação								
		Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade	Importância
1	Introdução de tensões e riscos sociais	n	i	t	c	i	l	b	a	M
2	Desapropriação de Terras e Benfeitorias e Ruptura de relações sócio-comunitárias	n	d	p	c	i	l	m	a	G
3	Risco de acidentes com a população	n	d	t	c	r	r	m	m	M
4	Intensificação no Tráfego da BR-465	n	i	t	c	r	r	m	a	G
5	Aumento da Emissão de Ruídos	n	d	t	c	i	l	b	a	M
6	Aumento das emissões de poeira	n	d	t	c	r	l	b	m	P
7	Geração de empregos	p	d	t	c	r	r	m	a	G
8	Dinamização da economia local	p	i	t	c	r	r	m	a	G
9	Pressão sobre a infra-estrutura existente	n	i	t	c	r	l	m	m	M
10	Desmobilização e perda de empregos	n	d	p	l	i	l	m	a	G
11	Alteração da qualidade da água	n	d	t	l	i	r	m	a	G
12	Alteração do relevo	n	d	p	c	i	l	b	a	M
13	Impacto à vegetação e áreas protegidas	n	d	p	c	i	l	b	a	M
14	Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas	n	i	t	l	i	r	m	m	M

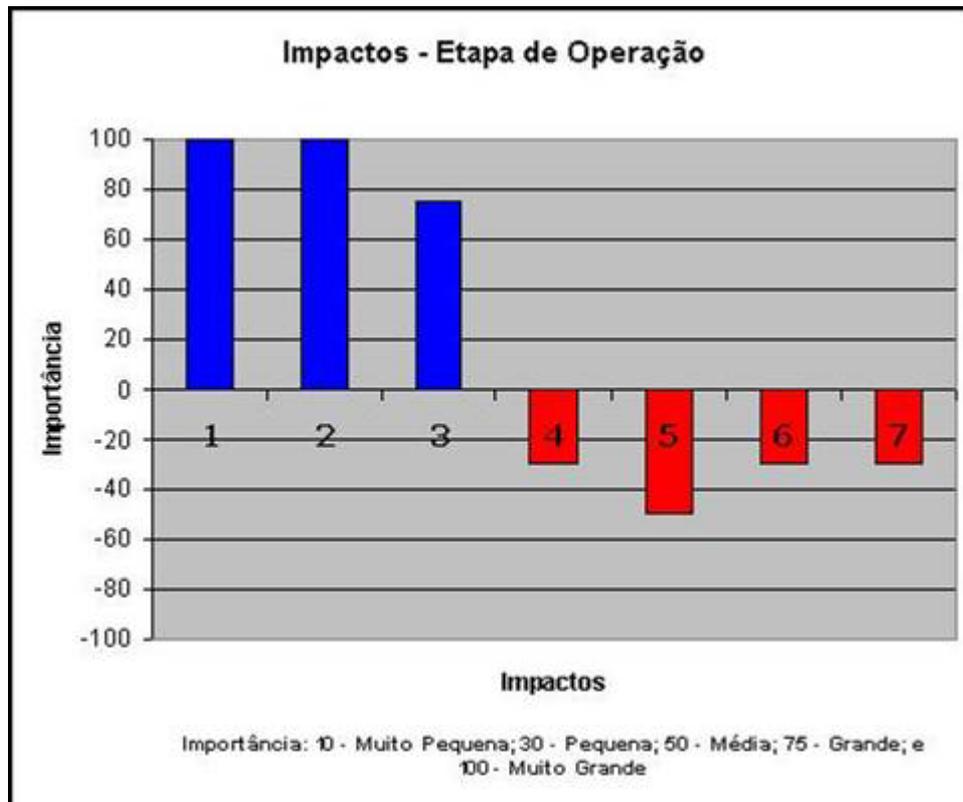
Figura 6.3-2 – Gráfico de Importância dos Impactos Avaliados – Etapa de Construção



Quadro 6.3-3
Classificação de Impactos Ambientais – Etapa de Operação

IMPACTOS		Critérios / Classificação								
		Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Probabilidade	Importância
1	Melhoria da qualidade da água na captação da CEDAE	p	d	p	l	i	e	a	a	MG
2	Aumento da segurança no fornecimento de água	p	d	p	c	i	e	a	a	MG
3	Redução dos custos operacionais da CEDAE	p	i	p	c	i	e	m	a	G
4	Impactos à qualidade da água e à biota do sistema lagunar	n	i	p	l	i	r	m	m	M
5	Impactos à qualidade da água e à biota a jusante	n	i	p	l	i	r	m	m	M
6	Interferência com a atividade pesqueira	n	i	p	l	i	l	b	m	P
7	Inundação temporária de áreas ocupadas	n	i	c	l	i	l	b	m	M

Figura 6.3-3 – Gráfico de Importância dos Impactos Avaliados – Etapa de Operação



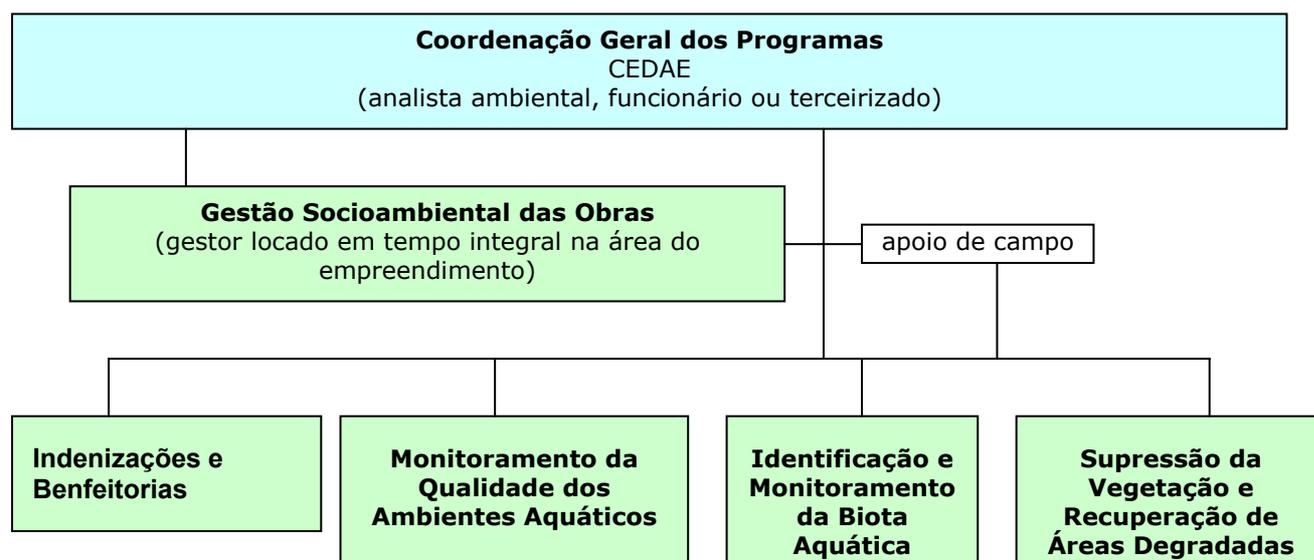
7. PROGRAMAS AMBIENTAIS

Na análise dos impactos do empreendimento foram indicadas ações para minimizar, monitorar e controlar os impactos. Essas ações foram organizadas em programas específicos, a serem detalhados no Plano Básico Ambiental - PBA, que será elaborado pela empresa a ser contratada para a construção do empreendimento e apresentado ao INEA antes do início efetivo das obras. Apresentam-se, a seguir, as justificativas, os objetivos, o público-alvo e as atividades principais de cada programa.

Para garantir a eficácia, a integração e os resultados esperados na realização desses programas, a CEDAE deverá designar um analista ambiental, funcionário ou terceirizado, que ficará responsável pela coordenação geral dos programas, com as funções de:

- orientar e acompanhar o processo de detalhamento e execução dos programas;
- ser ponto focal de comunicação entre as diretorias da CEDAE e as empresas e/ou instituições responsáveis pelos programas;
- garantir o cumprimento dos prazos de andamento e entrega dos produtos de cada programa;
- promover reuniões para integração técnica e operacional das atividades dos programas;
- outras funções que se façam necessárias para o bom andamento e sucesso dos programas.

A maior parte dos programas tem caráter preventivo ou de monitoramento e deve ter início antes de começarem as obras, alguns estendendo-se por um determinado tempo após concluída a obra. Na figura a seguir constam os programas definidos.



7.1 Gestão Socioambiental das Obras

7.1.1 Justificativa e Objetivos

A implantação do empreendimento envolve movimentação de máquinas, transtornos ao tráfego regular de veículos, geração de ruídos, poeiras, resíduos sólidos e efluentes líquidos, supressão de vegetação e aumento da carga de sedimentos nos corpos hídricos.

Procedimentos de prevenção e controle socioambiental devem ser adotados para que a população residente e os usuários da área diretamente afetada sejam minimamente incomodados com essas atividades e para que não sejam agravadas as condições de qualidade das águas nesta área. Devem ser adotados procedimentos de rotina no canteiro de obras, nos locais de colocação das estruturas, nas vias de acesso ao empreendimento e nas áreas de empréstimo e bota-fora.

Outro aspecto importante na implantação do empreendimento é a mobilização de trabalhadores da construção civil - pedreiros, carpinteiros, serventes, eletricitas, tratoristas, vigias etc. Esses trabalhadores, como regra, devem ser contratados prioritariamente na área diretamente afetada e devem ser esclarecidos e devidamente orientados quanto aos procedimentos de gestão socioambiental das obras.

Cabe ainda, entre as atividades de gestão socioambiental das obras, dar apoio local às atividades de campo que os demais programas deverão realizar, visando garantir a logística e a segurança necessárias aos técnicos/pesquisadores em campo, bem como garantir a adequação de datas/horários dessas atividades ao cronograma e às especificidades das obras de engenharia.

Este programa compreende, portanto, todas as ações necessárias para que sejam mínimos os impactos negativos durante as obras de construção do dique, vertedouro, tomada d'água etc.

Os objetivos específicos da gestão socioambiental das obras são:

- minimizar os transtornos e riscos de acidentes, inerentes às obras de engenharia;
- garantir, para a população diretamente afetada, informação clara e qualificada, orientação e participação;
- evitar danos às condições sanitárias e de qualidade ambiental na área diretamente afetada pelo empreendimento; e
- dar apoio logístico à realização das atividades de campo pertinentes aos outros programas.

7.1.3 Público-Alvo

Habitantes e outros usuários da área diretamente afetada, trabalhadores contratados para as obras e executores dos demais programas.

7.1.4 Atividades principais

A gestão socioambiental da implantação do empreendimento deverá contar com um técnico da área ambiental, lotado em tempo integral no local da obra. Este profissional deverá ter a qualificação necessária para gerenciar e executar atividades pertinentes à prevenção e ao controle ambiental por todo o prazo de realização das obras, incluindo o período de recuperação de áreas degradadas pelo empreendimento (canteiros de obras, faixas marginais do rio Guandu e áreas de empréstimo e bota-fora).

- Planejamento e gerenciamento

Com apoio da coordenação geral dos programas ambientais, as tarefas do gestor socioambiental deverão ser detalhadas a partir das especificações do Plano Básico Ambiental, a ser elaborado após a licença de instalação do INEA e antes do início efetivo das obras. Revisões e ajustes neste planejamento deverão ser realizados ao longo do andamento das obras.

As seguintes atividades devem ser consideradas como escopo mínimo para o detalhamento das atividades do gestor socioambiental:

- Contatos prévios locais

O gestor socioambiental, antes do início das obras, deverá fazer contato com associações de moradores ou lideranças comunitárias, visando apresentar as características do empreendimento e o cronograma das obras e comunicar sobre as medidas de gestão socioambiental previstas. Deverá também comunicar sobre as potenciais vagas de trabalho nas obras e sobre a capacitação que os trabalhadores contratados receberão para prevenção/controle ambiental.

- Identificação das condições socioambientais locais

Com apoio das lideranças e da comunidade da área diretamente afetada, o gestor deverá conhecer as condições socioambientais locais, identificando e atualizando em mapa e relatório as situações de vulnerabilidade que poderão ser afetadas com as obras, tais como: as condições e fluxos viários nos acessos externos (principalmente na rodovia BR-465, antiga Rio-SP) e nas vias internas dos bairros; as condições de disposição de resíduos sólidos, de esgotamento sanitário e de iluminação pública; a localização, os acessos e as condições de uso/conservação das escolas e postos de saúde; o tipo de comércio local e as alternativas de transporte para os moradores.

O gestor deverá também verificar/atualizar fontes pontuais de poluição do rio Guandu na área do empreendimento, tais como saibreiras e cavas de extração de areia próximas da margem do rio, tubulações de lançamentos de esgotos e de efluentes industriais e ocupações em áreas de preservação permanente - APP.

Essas atividades deverão ser de checagem e atualização das informações previamente levantadas no Plano Básico Ambiental. Todas as situações de vulnerabilidade deverão ser bem documentadas, com fotos, depoimentos gravados ou filmados, para que

sejam bem identificados os problemas existentes imediatamente antes das obras iniciarem.

- Definição e comunicação dos procedimentos

Após identificação das condições socioambientais locais, o gestor deverá detalhar os procedimentos específicos para prevenção e controle ambiental durante as obras. Tais procedimentos deverão contemplar, entre outros, os seguintes:

- coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos e efluentes gerados na obra;
- definição da melhor alternativa de acesso às obras, para tratores, caminhões e outros veículos de grande porte, visando evitar ao máximo transtornos aos moradores e outros usuários da área (poeira, barulho, risco de acidentes) e situações que prejudiquem a qualidade das águas (vazamentos de óleos, escoamento de terra e transporte de sedimentos, etc.).
- sinalização indicando locais vulneráveis e cuidados ambientais básicos nos trajetos dos veículos e nas instalações das obras;
- adequação dos horários de transporte de cargas (como aterros e equipamentos), evitando, ao máximo, os horários de maior fluxo nas rodovias e nos acessos internos a escolas e residências, especialmente na comunidade Todos os Santos.
- reservação da camada superficial dos solos e medidas de controle de erosão e escoamento de terra para os corpos hídricos nas áreas de empréstimo e bota-fora;
- colocação de telas em locais da obra, a serem definidos com apoio da engenharia, para minimizar a carga de sedimentos que poderá fluir para a captação da CEDAE, principalmente durante a colocação do "aterro de conquista" e do dique.
- aspersão de água sobre o solo, principalmente nas estradas de terra próximas a locais povoados e nas ruas sem pavimento nos trajetos dos veículos.
- colocação de tapumes e abertura de drenos em torno do canteiro de obras e ao longo das vias sem pavimentação de áreas habitadas, nos trajetos dos veículos envolvidos com a obra.
- impedir ou evitar ao máximo tráfego de caminhões e tratores à noite.

Esses procedimentos deverão ser comunicados aos engenheiros, mestres-de-obras e demais responsáveis por cada setor de implantação do empreendimento, através de ampla reunião, com entrega de material impresso, didático, ilustrado, sintético e de fácil manuseio.

- Capacitação de trabalhadores locais

Como regra, deve-se dar prioridade à contratação de trabalhadores residentes na área diretamente afetada, especialmente do bairro Todos os Santos, localizado na margem esquerda do rio Guandu e da lagoa menor, próximo da captação da CEDAE, comunidade mais próxima e mais diretamente afetada pelo empreendimento.

O gestor socioambiental deverá participar, junto com engenheiros responsáveis pelas obras, da identificação e cadastramento dos potenciais trabalhadores residentes na área diretamente afetada.

Após a contratação dos selecionados, o gestor socioambiental deverá realizar reuniões periódicas de capacitação desses trabalhadores, para a adoção dos procedimentos de prevenção e controle ambiental. A periodicidade das reuniões dependerá do cronograma de atividades e contratações, bem como das demandas de atualização dos procedimentos.

- Comunicação socioambiental local

O gestor socioambiental, com apoio da coordenação geral dos programas, deverá promover reuniões com associações de moradores e demais interessados, residentes e usuários da área diretamente afetada, bem como responsáveis pela gestão do espaço público local, visando esclarecer sobre o empreendimento, seus benefícios e impactos da fase de construção, explicando detalhadamente os procedimentos que serão adotados para prevenção e controle dos impactos durante as obras.

Material didático deverá ser distribuído com uma síntese das informações, contando, para isso, com apoio do setor de comunicação da CEDAE. Um canal de comunicação permanente deverá ser divulgado - um 0800 da CEDAE e/ou celulares do gestor.

Especialmente para a comunidade de Todos os Santos, o gestor deverá estar sempre disponível para tirar dúvidas e resolver ou encaminhar a quem responsável a solução de problemas causados por falha nos procedimentos de gestão socioambiental.

- Supressão vegetal

Esses serviços, especificados no respectivo programa, deverão ser assessorados pelo gestor socioambiental, especialmente quanto ao aproveitamento da madeira e à garantia de controle dos processos erosivos nas margens do rio Guandu.

- Acompanhamento e verificação da aplicação dos procedimentos

O gestor socioambiental deverá realizar visitas regulares às áreas de empréstimo e bota-fora e às vias de trânsito dos veículos de carga, além de acompanhar todos os passos da execução das obras, verificando se estão sendo devidamente aplicados os procedimentos de prevenção e controle e, no caso de inadequações, providenciar a reciclagem da capacitação dos trabalhadores e outras medidas cabíveis para ajustes necessários.

Este acompanhamento deverá ser contínuo até que a obra esteja completamente concluída e sem passivos ambientais - canteiros de obras desmobilizados e áreas recuperadas; tapumes, telas e sinalização retirados; áreas de empréstimo e de bota-fora recuperadas; entre outras.

- Apoio aos demais programas

Várias atividades de campo serão demandadas pelos demais programas ambientais e o gestor socioambiental das obras deverá ser ponto focal para o apoio logístico necessário, a definição dos dias/horários mais adequados e para assessorar as equipes no contato com moradores, trabalhadores e outros usuários da área diretamente afetada pelo empreendimento.

7.2 Indenizações e Benfeitorias

7.2.1 Justificativa e Objetivos

Na fase de elaboração do projeto executivo será identificado o número exato de desapropriações necessárias para a implantação do empreendimento. Deverá ser um número de imóveis relativamente pequeno na comunidade de Todos os Santos, situados na faixa marginal do rio Guandu e da lagoa menor e ainda no restante de trecho em terra que será parte da área de implantação do dique e dos acessos.

Outras desapropriações também poderão ser necessárias em áreas de empréstimo e na área inundável em períodos de cheias excepcionais a montante do dique.

Na área diretamente afetada, foram identificadas 3 áreas com processos minerários junto ao DNPM. Uma delas, com requerimento para pesquisa de ILMENITA, se estende em torno das lagoas até o local do empreendimento. As outras duas são contíguas e ambas requeridas para pesquisa de AREIA QUARTZOZA. Considerando que estes entornos são áreas de preservação permanente, em sobreposição com duas unidades de conservação (APA Estadual do Guandu e APA Municipal Guandu-Açu), dificilmente haveria extração mineral nestas áreas. Porém, conforme sugerido no item 6.2.1 (impacto 2), é aconselhável que a CEDAE proponha acordo com os titulares, para definir as restrições e indenizações cabíveis. De acordo com o cadastro disponível no *site* do DNPM, o processo do requerimento para a substância ilmenita (processo nº 890420/2008) está em nome da empresa Ilha dos Mineiros Extração Mineral Ltda. e os processos para areia quartzosa (processos nº 890278/2004 e nº 890279/2004) estão em nome de Fernanda Thomé Moreira Martins.

Diante do exposto, este programa tem o objetivo de garantir que as desapropriações sejam justas, tanto na avaliação do valor dos imóveis e terras como na relocação das famílias afetadas.

7.2.3 Público-Alvo

Proprietários e moradores de imóveis situados nos locais de execução das obras e da área inundável a montante do dique.

7.2.4 Atividades Principais

- Elaboração de cadastro socioeconômico das famílias a serem relocadas, bem como cadastro físico de suas terras e benfeitorias;

- Ampla discussão e divulgação local dos critérios de aquisição de terras e relocação de moradores;
- Negociação participativa e descentralizada das medidas mitigadoras e compensatórias dirigidas às comunidades atingidas;
- Relocação das famílias afetadas, preferencialmente em outras áreas da própria comunidade;
- Cercamento das áreas desapropriadas, procurando-se dar novo destino a elas, como por exemplo o reflorestamento com espécies adequadas, especialmente na faixa marginal do rio Guandu e da lagoa.

Para a área inundável, visando não encarecer os custos com desapropriação, deve ser analisada a viabilidade de acordo formal com os proprietários e moradores para elevação do nível de suas habitações e benfeitorias acima da cota inundável e compromisso de não construir novas edificações nessas áreas, mantendo-as apenas com usos compatíveis com as eventuais inundações. Também deve ser negociado o compromisso de manter áreas com matas ciliares e outras formas de vegetação em áreas de preservação permanente - APP.

7.3 Monitoramento da Qualidade dos Ambientes Aquáticos

7.3.1 Justificativa e Objetivos

Conforme apontado no item de análise dos impactos (item 6.2), a movimentação de máquinas e a colocação de aterro no leito do rio Guandu e das lagoas, durante as obras, bem como a mudança das condições de fluxo das águas entre as lagoas e o rio Guandu, com a implantação do dique entre esses ambientes, causarão modificações nos indicadores de qualidade dos ambientes aquáticos, a montante e a jusante do dique, afetando inclusive a área de captação da CEDAE durante as obras.

A CEDAE realiza mensalmente monitoramento da água na lagoa maior e na captação, para análise das principais variáveis de qualidade da água bruta. No entanto, para monitorar os impactos à qualidade da água durante e após as obras, outras estações e periodicidade de amostragem serão necessárias, bem como análises de poluentes no sedimento do fundo e em suspensão.

Este programa, portanto, tem por objetivo definir as condições de monitoramento necessárias tanto para melhor avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos antes, durante e depois das obras, como para subsidiar a tomada de decisão quanto aos procedimentos de controle e mitigação dos impactos.

7.3.2 Público-Alvo

Este programa, na medida em que visa controlar a qualidade da água na captação durante as obras, beneficia indiretamente mais de 8,5 milhões de habitantes da RMRJ que são abastecidos pela ETA Guandu.

Adicionalmente, beneficia os usuários dos recursos pesqueiros da lagoa e do rio Guandu a jusante do local do empreendimento, tendo em vista que os resultados do

monitoramento poderão antecipar riscos de mortandade ou contaminação de peixes cuja sobrevivência depende diretamente da qualidade dos ambientes aquáticos.

7.3.3 Atividades Principais

As seguintes atividades deverão ser consideradas no detalhamento do programa:

✓ Definição da malha de pontos de monitoramento

A definição precisa dos novos locais de monitoramento, além dos que a CEDAE já utiliza nas suas amostragens mensais, dependerá da análise de especificações do projeto executivo, a serem feitas na elaboração do Plano Básico Ambiental - PBA. Porém, como critérios básicos para esta futura definição, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Além dos 3 pontos de monitoramento já utilizados pela CEDAE na lagoa maior (LGA-13, LGA-14 E LGA-15), será necessário ter dois pontos na lagoa menor, um mais próximo da tomada d'água no dique e outro mais próximo da foz do rio Poços/Queimados.
- No rio Guandu também será necessário ter mais 2 novos pontos - um a jusante da saída da tubulação de desvio, depois do encontro do rio Guandu com seu braço que passa pela barragem auxiliar (no lado oposto da ilha) e que pode ser sob a ponte da BR-465; e um logo a montante das intervenções, perto do vertedouro.
- Assim, a malha de pontos para o monitoramento deverá ter, a princípio, os 3 pontos da lagoa maior (LGA-13, LGA-14 E LGA-15), os 2 novos pontos na lagoa menor (sugeridos com as siglas LGM-01 e LGM-02), o ponto da captação (RGN-17), o ponto situado no rio Guandu perto da barragem auxiliar (RGN-16) e os novos pontos no rio Guandu (siglas RGD-03 e RGD-04).

✓ Definição dos compartimentos e indicadores de monitoramento

Em todos esses pontos deverão ser amostrados os seguintes compartimentos: coluna d'água em duas alturas, próximo à superfície e próximo ao fundo; sedimento da camada fina superficial do fundo; e material particulado em suspensão (MPS).

Em todos os compartimentos devem ser medidas as concentrações de todas as variáveis analisadas no Diagnóstico (item 4.2.4), especialmente aquelas que têm parâmetros definidos nas Resoluções CONAMA 357/05 (água) e 344/04 (sedimento), bem como outras importantes para avaliação dos ambientes aquáticos, ainda que não tenham parâmetros normativos, como DQO, condutividade e temperatura. As vazões também deverão ser medidas, em todas as datas de amostragem.

O monitoramento nesses pontos deverá começar preferencialmente 12 meses antes do início das obras, para que se obtenha uma série de dados abrangendo a sazonalidade climática. Este prazo deverá ser possível, após a obtenção da licença prévia, considerando-se o tempo necessário para obtenção da licença de instalação mais o tempo de licitação e contratação das obras.

A periodicidade das coletas antes do início das obras poderá ser mensal, porém, durante as obras talvez sejam necessárias coletas adicionais, quinzenais ou espaçadas em função do cronograma das obras e das condições climáticas.

A CEDAE, através da coordenação geral dos programas, deverá conduzir este programa em articulação com outras instituições potenciais parceiras para as análises dos indicadores que sejam de suas rotinas de laboratórios e pesquisas, tais como o INEA para análises de substâncias tóxicas na água e o Laboratório de Radioisótopos do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para as análises de metais pesados, pesticidas (OCs), bifenilas (PCBs) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) em sedimentos.

As instituições parceiras, cuja participação pode reduzir os custos do monitoramento, tendo em vista já contarem com laboratórios adequados e experiência com análises que o laboratório da CEDAE não realiza regularmente, deverão ser identificadas na fase de elaboração do PBA, quando se procederá ao detalhamento deste programa.

7.4 Identificação e Monitoramento da Biota Aquática

7.4.1 Justificativa e Objetivos

A deterioração da qualidade dos ambientes aquáticos na AID, apresentada no Diagnóstico, afeta diretamente as espécies da fauna e da flora, reduzindo a biodiversidade natural, afetando as relações tróficas e a sobrevivência dos organismos aquáticos.

Além disso, espécies de peixes, répteis e mamíferos, com ocorrência inferida para a AID a partir de informações de campo e consulta bibliográfica, podem estar transferindo aos seres humanos substâncias tóxicas, acumuladas ao longo da cadeia alimentar dos ecossistemas, através do processo de biomagnificação.

A assimilação de metais pesados e outros poluentes pela biota aquática também tem sido utilizada como indicadora de qualidade da água de mananciais de abastecimento. Pesquisas nesse campo têm revelado que a atividade enzimática em peixes (MARQUES, 2009) e a ocorrência e dinâmica populacional de determinadas espécies de algas (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004) podem ser bioindicadoras de contaminação do ambiente aquático.

Outro aspecto relevante como justificativa para este programa é ocorrência de uma extensa comunidade de macrófitas aquáticas em torno das lagoas e do curso final dos rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, que exercem um efeito atenuante para os índices de poluição na captação, através de seus mecanismos de acumulação de nutrientes e poluentes.

Na avaliação de impactos, observou-se que, com a implantação do dique e estruturas para desvio das águas do sistema lagunar para jusante da barragem principal no rio Guandu, alterações hidrodinâmicas e limnológicas no sistema lagunar e no rio Guandu a jusante poderão se refletir em alterações ecológicas e em maiores riscos de

mortandade de peixes e contaminação da biota, podendo afetar a baía de Sepetiba e consumidores de pescado.

No entanto, os dados secundários disponíveis são insuficientes (e o escopo deste EIA não contempla estudos primários) para uma avaliação consistente sobre a composição atual da biota e sobre as consequências que se pode esperar com o empreendimento.

Nesse contexto, o programa de monitoramento da biota aquática visa suprir lacunas de dados e informações necessárias para avaliar os impactos e tomar decisões quanto à minimização ou compensação dos mesmos, incluindo a necessidade de alertar pescadores, bem como distribuidores e consumidores de pescado, sobre os riscos de contaminação ou mortandade de peixes.

Esse programa poderá também contribuir para aprofundar o conhecimento sobre o uso potencial de macrófitas aquáticas e de fitoplâncton na remoção de substâncias tóxicas de mananciais de abastecimento. Contribuirá também para o conhecimento de espécies ameaçadas de extinção, como o jacaré-do-papo-amarelo e a lontra.

7.4.2 Público-Alvo

Pescadores e consumidores de pescado; gestores das unidades de conservação da AID e pesquisadores envolvidos com o tema.

7.4.3 Atividades Principais

Este programa deverá contemplar pelo menos as seguintes atividades:

- ✓ Identificação e monitoramento de ictiofauna, herpetofauna e mastofauna

Deverão ser realizadas campanhas de campo no sistema lagunar e no rio Guandu para coleta e identificação das espécies de peixes, répteis e mamíferos que ocorrem nesses ambientes.

As amostragens deverão ser realizadas com representatividade sazonal, antes, durante e depois da implantação do empreendimento.

As espécies identificadas deverão ser caracterizadas principalmente quanto a: dinâmica populacional, hábitos alimentares, sítios de reprodução e níveis de contaminação por substâncias tóxicas.

- ✓ Identificação e monitoramento de macrófitas aquáticas

Deverão ser realizadas amostragens para identificação da comunidade de plantas aquáticas no sistema lagunar e avaliação do processo de bioacumulação de nutrientes e poluentes.

As amostragens deverão ser realizadas com representatividade sazonal, antes, durante e depois da implantação do empreendimento.

✓ Identificação e monitoramento de fitoplâncton e zooplâncton

Deverão ser identificadas e monitoradas as comunidades planctônicas do sistema lagunar e do rio Guandu, com vistas a avaliar risco de proliferação de cianobactérias tóxicas, processos de bioacumulação nos níveis tróficos e potencial de bioremediação.

As amostragens deverão ser realizadas com representatividade sazonal, antes, durante e depois da implantação do empreendimento.

✓ Reavaliação dos impactos e definição de medidas mitigadoras

Os dados do monitoramento da biota deverão subsidiar uma reavaliação dos impactos do empreendimento ao sistema lagunar e rio Guandu e definição de ações para mitigar e ou compensar possíveis danos.

Tendo em vista o grande esforço e custos envolvidos neste programa, deverão ser estabelecidas parcerias institucionais, aproveitando-se oportunidades de recursos em projetos de pesquisa que já tenham financiamento específico. Ressalta-se, para isto, que universidades sediadas no Estado do Rio de Janeiro (UERJ, UFRJ, UFRRJ e UFF) já realizam pesquisas nestas áreas.

7.5 Supressão da Vegetação e Recuperação de Áreas Degradadas

7.5.1 Justificativa e Objetivos

No local de implantação do empreendimento há uma vegetação secundária, com árvores de médio porte, mais densa na Ilha da CEDAE, onde predomina a *Guarea guidonea* (carrapeta). Áreas de empréstimo e bota-fora, ainda a serem identificadas, poderão também ter alguma vegetação a ser suprimida.

Essa supressão tem pouca relevância para as condições gerais da vegetação regional, porém se dará em áreas destinadas por lei à preservação permanente - APP de faixa marginal de corpos hídricos - e que também estão inseridas em duas unidades de conservação - APA Estadual do Guandu e APA Municipal Guandu-Açu.

Portanto, este programa tem por objetivo conduzir adequadamente os procedimentos normativos e técnicos relativos à supressão da vegetação e recuperação de áreas degradadas pelo empreendimento.

7.5.2 Público-Alvo

Moradores e usuários da área diretamente afetada pelo empreendimento e gestores das unidades de conservação.

7.5.3 Atividades Principais

✓ Inventário 100%

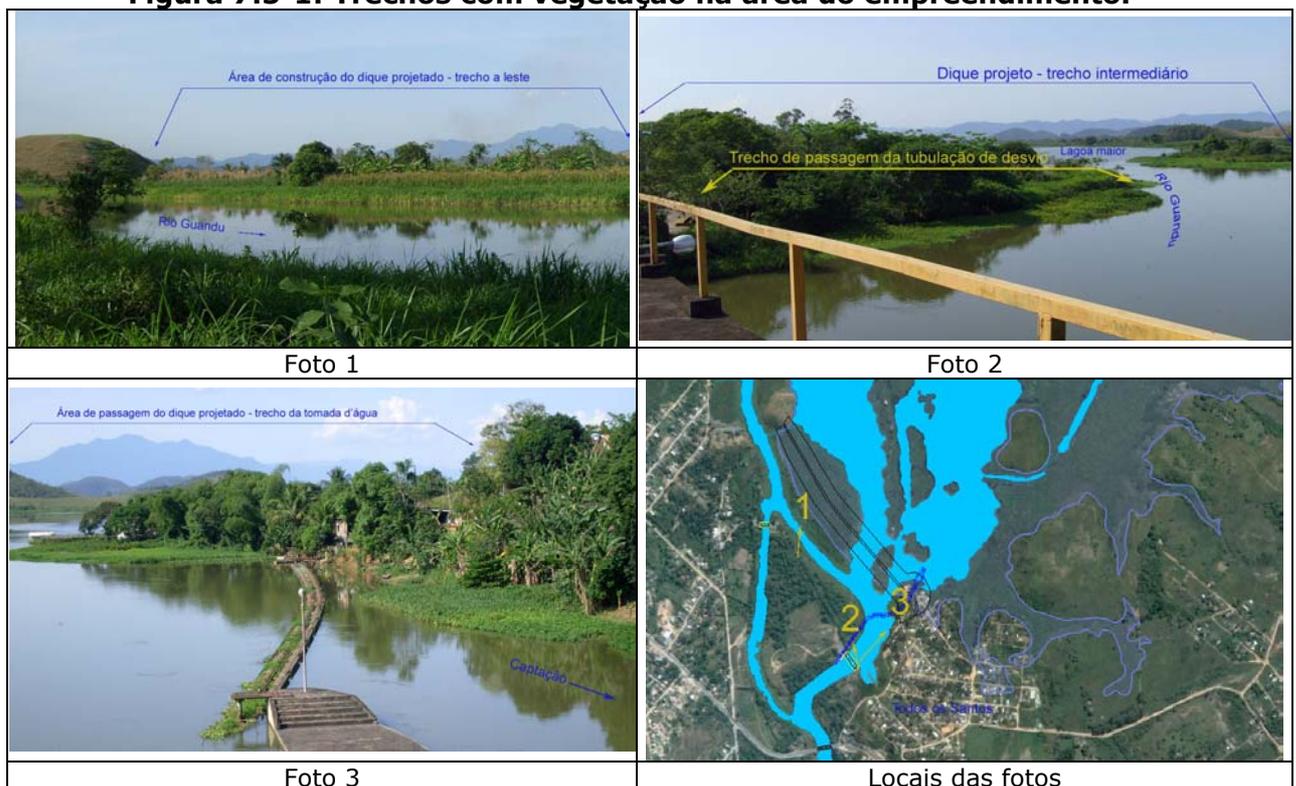
Na fase de elaboração do PBA, deverá ser realizado inventário 100% (censo) das árvores e identificação florística de toda a vegetação nas áreas previstas para supressão.

✓ Supressão da vegetação

Com base nos resultados do inventário e no cronograma de execução das obras, deverá ser planejada a retirada da vegetação, que deverá ser imediatamente antes das respectivas demandas de limpeza dos terrenos para as intervenções, evitando-se ao máximo a exposição de solo sem proteção da vegetação e a consequente produção e carreamento de sedimentos para o rio Guandu e lagoas.

A figura a seguir mostra trechos com a vegetação a ser suprimida nas margens do rio Guandu, na área de implantação do empreendimento.

Figura 7.5-1: Trechos com vegetação na área do empreendimento.



✓ Aproveitamento da madeira

Todas as árvores retiradas deverão ter um destino preferencialmente útil para a população local, tais como poste para cercas, lenha para fornos ou carpintaria. O inventário deverá indicar o destino da madeira retirada.

A vegetação arbustiva e herbácea poderá ser aproveitada como matéria orgânica para incorporação ao solo das áreas a serem recuperadas.

✓ Recuperação das áreas degradadas

Após a conclusão das obras, deverá ser realizada a recomposição da vegetação em faixas marginais do rio Guandu, nos canteiros de obras e nas áreas de empréstimo e bota-fora desativadas. Para esses serviços deverá ser dada prioridade às espécies nativas da Mata Atlântica.

Este programa deverá ser realizado com participação das instituições envolvidas nos projetos de conservação das matas ciliares e demais iniciativas voltadas para a gestão das APAs do rio Guandu.

8. BIBLIOGRAFIA

ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K. & LUQUE, J. L. **Metazoários parasíticos dos lambaris *Astyanax bimaculatus* (Linneaus, 1758), *A. parahybae* Eigenman, 1908 e *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Osteichthyes: Characidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 13 (2): 57-63. 2004.

ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K. & LUQUE, J. L. **Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do Sairú *Cyphocharax gilbert* (Quoy & Gaimard, 1824) (Characiformes: Curimatidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 14 (4): 154-159. 2005.

ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K. & LUQUE, J. L. **Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do tamboatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae) do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Acta Sc. Biol. Sci. Maringá, v. 28, n. 4, p. 413-419, Out/Dez, 2006.

ABREU, Juliana Martins T. de et alii. **Estudo da bioremoção do íon cianeto pela macrófita *Eichhornia crassipes*.** IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23º. Campo Grande, 18 a 23 de setembro de 2005.

ALMEIDA, Fernanda V.; CENTENO, Alberto J.; BISINOTI, Márcia Cristina; JARDIM, Wilson F. **Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil.** Quím. Nova, vol.30, n.8, pp. 1976-1985. 2007.

ARAÚJO, F. G. **Adaptação do Índice de Integridade Biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul.** Rev. Brasil. Biol., 58(4): 547-558. 1998.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVEDO, M. C. C. & SANTOS, A. C. A. **Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ.** Revista Brasileira de Biologia 58 (3): 417-430. 1998.

ARAÚJO, José Roberto de Souza e NUNAN, Gustavo Wilson. **Ictiofuna do rio Paraíba do Sul. Danos ambientais e sociais causados por barragens, hidrelétricas e poluição no trecho fluminense.** Comissão Permanente de Defesa do Meio Ambiente da Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro - CPDMA/ALERJ, Rio de Janeiro, 2005.

AZCUE, J.M.P. **Possíveis vias de acesso de metais pesados provenientes do sistema hídrico Rio Paraíba do Sul – Rio Guandu, R.J, até o Homem.** Rio de Janeiro, 1987. Tese de Mestrado, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ. 179p.

BARBOSA, Jobson Machado. **Avaliação da presença de microcistinas no reservatório do Funil e nas diferentes etapas de tratamento de água na estação de tratamento de água do Guandu.** Rev. Eletrônica Novo Enfoque. Universidade Castelo Branco, 2007.

BENTO, Luiz; MAROTTA, H. e ENRICH-PRAST, Alex. **O papel das macrófitas aquáticas emersas no ciclo do fósforo em lagos rasos.** *Oecol. Bras.*, 11(4): 582-589, 2007.

BERBERT, M.C. (2003). **A mineração de areia no distrito areeiro de Itaguaí-Seropédica/RJ: geologia dos depósitos e caracterização das atividades de lavra e dos impactos ambientais.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 132 p.

BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S. & Van SLUYS, M. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro.** EdUERJ, Rio de Janeiro. 2000.

BIBLIOTECA NACIONAL, **Arquivo Digital, Mapas.** <http://catalogos.bn.br>. Acessada em jan/2009.

BIODIVERSITAS. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** Fundação Biodiversitas, 2005. Consulta em maio/2009 em www.biodiversitas.org.br

BIZERRIL, C. R. S. F. & PRIMO, P. B. S. **Peixes de águas interiores do estado do Rio de Janeiro.** FEMAR – SEMADS. 417 p. 2001.

BOUJARD, T., M. PASCAL, F.J. MEUNIER and P.-Y. Le Bail **Poissons de Guyane. Guide écologique de l'Approuague et de la réserve des Nouragues.** Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 219 p. 1997.

BULL, David e HATHAWAY, David. **Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo.** Co-Edição Ed Vozes/OXFAM/FASE, Petrópolis, 1986.

BUSS, Daniel Forsin; BAPTISTA, Darcílio Fernandes and NESSIMIAN, Jorge Luiz. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios.** *Cad. Saúde Pública.* 2003, v. 19, n. 2, pp. 465-473.

CAMPOS, Zilca M. S. e MOURÃO, Guilherme M. **Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo no rio Paraná, Brasil.** Embrapa, Comunicado Técnico 33, Corumbá, maio/2004.

CCME. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Update.** Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001.

CCME. **Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life.** Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999.

CETESB. **Variáveis de Qualidade das Águas.** <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua> consultada em março/2009.

CIBG. **Proposta de Plano Diretor para a APA Gericinó-Mendanha, RJ.** Centro de Informação da Baía de Guanabara, 2006. Obtido no portal www.cibg.rj.gov.br, acessado em maio/2009.

CODIN. **Distrito Industrial de Queimados - Estágio de ocupação.** 2008.

COELHO, Frederico M. **Avaliação de propostas para a garantia do abastecimento de água da Região Metropolitana Oeste do Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, outubro de 2008.

COUTINHO, Weber. **Emprego da flotação a ar dissolvido no tratamento de curso d'água. Avaliação de desempenho da estação de tratamento dos córregos Ressaca e Sarandi, afluentes à Represa da Pampulha.** Dissertação. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2007.

DIAS, Adriana C. L.; GUIMARAES, Jean R. D.; MALM, Olaf e COSTA, Paulo A. S.. **Mercúrio total em músculo de cação *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) e de espadarte *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, na costa sul-sudeste do Brasil e suas implicações para a saúde pública.** *Cad. Saúde Pública.* vol.24, n.9, pp. 2063-2070. 2008.

DNIT. **Locais concentradores de acidentes nas rodovias federais.** Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte. www.dnit.gov.br Consulta em ago/2009.

EMBRAPA/CNPM. **Brasil Visto do Espaço.** www.embrapa.br/cnpm, consulta em set 2008.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 1988.

FEEMA. **Relatório Anual de Qualidade do Ar.** Divisão de Qualidade do Ar - Departamento de Planejamento Ambiental da Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente, 2007.

FEEMA. **Laudo técnico sobre os impactos na ictiofauna e no abastecimento público provocado pelo acidente ambiental ocorrido na indústria servatis S.A.** Gov. do Estado do Rio de Janeiro. Versão de 22-12-2008, antes da criação do INEA.

FREITAS FILHO, Ricardo F. **Dieta e avaliação de contaminação mercurial no jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) em dois Parques naturais no Município do Rio de Janeiro, BR.** Dissertação. Instituto de Ciências Biológicas da Univesidade Federal de Juiz de Fora. 2008.

IAP. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná.** Instituto Ambiental do Paraná, <http://celepar7.pr.gov.br/livrovermelho>, consulta em maio 2009.

IBAMA. **Plano de Manejo da Reserva Biológica do Tinguá.** MMA/DIREC/IBAMA, Brasília, junho de 2006. Obtido em maio/09 no portal www.institutoterra.org.br.

INEA. **Estudo Técnico para Criação da APA do Ecossistema Marinho da Baía de Sepetiba**. Secretaria do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, 2009. Obtido em abril de 2009 no portal www.inea.rj.gov.br.

INPE/SOS MATA ATLÂNTICA. **Monitoramento da Mata Atlântica**. 2005. Consulta em www.sosmatatlantica.org.br.

KASPER, D. et alli. **Mercúrio em peixes. Fonte e contaminação**. *Oecol. Bras.* 11(2): 228-239. 2007.

LabHid/COPPE. **Estudo de alternativas para melhoria da qualidade da água a montante da ETA Guandu**. Laboratório de Hidrologia, COPPE, UFRJ, 2000.

LabHid/COPPE. **Estudo de viabilidade técnico-econômica para desvio dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga**. Laboratório de Hidrologia, COPPE, UFRJ, 2001.

LAMEGO, Alberto Ribeiro. **O Homem e a Guanabara**. IBGE, Série A, Livros, nº 5. 1948.

LIMA, S. M. Q. & COSTA, W. J. E. M. **Trichomycterus giganteus (Siluriformes: Loricarioidea: Trichomycteridae): A new catfish from the Rio Guandu basin, Southeastern Brazil**. *Zootaxa*, 761: 1-6. 2004.

MALM, O. **Estudo da poluição ambiental por metais pesados no sistema Rio Paraíba do Sul – Rio Guandu (RPS-RG) através da metodologia de abordagem pelos parâmetros críticos**. Rio de Janeiro, 1986. Tese de Mestrado, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ. 102p.

MALM, O ; PFEIFFER, W ; FISZMAN, M ; AZCUE, J . **Transport and availability of heavy metals in the paraiba do sul-guandu river system, Rio de Janeiro state, Brazil**, v. 75, p. 201-209, 1988.

MARQUES. E. D. **Hidrogeoquímica nas Cavas de Extração de Areia na Região do Bairro Piranema - Distrito Areeiro de Seropédica-Itaguaí - RJ**. Dissertação de Mestrado em Geociências - Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, 2006.

MARQUES, Fernanda. **Peixes atuam como sentinelas e indicam poluição em rio e lagoa**. Agência Fiocruz de Notícias. www.fiocruz.br. Acesso jan/2009.

MASCARENHAS, Artur F. S. et alli **Avaliação da concentração de mercúrio em sedimentos e material particulado no rio Acre, estado do Acre, Brasil**. *Acta Amazônia*, 34. 2003

MASSENA, Elisa P. **Estudo da contaminação por metais e micropoluentes orgânicos na bacia de drenagem e no reservatório de captação de água do rio Guandu**. Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca, Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2003.

MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coord.). **Brasil Visto do Espaço**. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, 2004. Imagens utilizadas no Estado RJ de 2001. www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br. Acesso em jun 2009.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. www.relevobr.cnpm.embrapa.br. Acesso em jun 2009.

MMA. **Resolução nº 344, de 25 de março de 2004**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Disponível em www.mma.gov.br/conama.

MMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Disponível em www.mma.gov.br/conama.

MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2008.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 421p. 1989.

NOWELL, Lisa H.; CAPEL, Paul D.; DILEANIS, Peter D. **Pesticides in Stream Sediment and Aquatic Biota. Distribution, Trends and Governing Factors**. Lewis Publisher. 1999.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Interamericana, México, 3ª ed, 1972. 639 p.

PADRONE, José Maurício de B. **O Comércio Ilegal de Animais Silvestres: Avaliação da Questão Ambiental no Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação. Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense - UFF. Niterói, 2004.

PEREIRA NETTO, Annibal D. et alli. **Avaliação da Contaminação Humana por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) e seus Derivados Nitrados (NHPAs): Uma Revisão Metodológica**. Química Nova, 23(6), 2000.

PIETROBELLI, Juliana Martins T. de A. et alli. **Utilização da Macrófita *Egeria densa* na biossorção do íon Cd (II)**. Simpósio de Inovação Tecnológica. NIT-Unioeste. 2008.

POMPEO, Marcelo. **Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. *Oecol. Bras.*, 12(3): 406-424, 2008.

PORCIÚNCULA, Rafael A.; QUINTELA, Fernando M.; COLARES, Elton P. **Dieta de *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora, Mustelidae) em lagos rasos antropogênicos da região sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande. Conhecimento sem Fronteiras, XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação, Rio Grande (RS), de 11 a 14 de novembro de 2008.

ROCHA, Odete. **Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica no Brasil - Águas Doces**. Versão Preliminar. UFSCar e MMA. 2003.

RENTAS. **Principais Rotas Terrestres da Região Sudeste Utilizadas para o Tráfego de Animais Silvestres.** Rede Nacional de Combate ao Tráfego de Animais Silvestres, 2001. No site www.rentas.org.br, acesso em maio 2009.

RIBEIRO, Andreza Portella. **Procedimento de fracionamento comparado a modelo de atenuação para a avaliação de mobilidade de metais pesados em sedimentos da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, USP, 2006.

SALAMENE, S. **Estratificação e caracterização ambiental da Área de reservação Permanente do rio Guandu, RJ.** 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SAMPAIO, G.F., GÔMARA, G. A., SOARES F. F. L., LIMA, E. C. R. **Ocorrência de Cianobactérias no Rio Guandu.** Seminário Guandu. Rio de Janeiro. 2002.

SAMPAIO, Sergio Arnould. **Quantificação de metais em águas e sedimentos do Reservatório Billings por fluorescência de raios x com reflexão total e radiação síncrotron (SR-TXRF).** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2007.

SANTOS, M. D.; LEMOS-PITA, S. R. L. C. & BRASIL-SATO, M. C. **Metazoan parasite fauna of *Pimelodus maculatus* La Cépède, 103 (Siluriformes, Pimelodidae) from the Guandu river, Rio de Janeiro State, Brazil.** Acta Sci. Biol. Sci. 29 (1): 101-107. 2007.

SERBER, Josélia Brito. **Diagnóstico ambiental das atividades do Pólo Industrial de Queimados como subsídio ao Termo de Ajustamento de Conduta na Gestão Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, RJ.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Ambiental, UERJ. Novembro 2005.

SILVA, Alexandre P. LOPES, Magnovaldo C. **Avaliação e tratamento do efluente da ETA Guandu, proveniente da lavagem dos filtros e decantadores, para fins de uso como água de abastecimento humano e reuso de lavagem.** XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10 a 14 março 2008 Belém.

SILVA, Claudio Eduardo de Azevedo; TORRES, João Machado; MALM, Olaf. **Toxicologia das Bifenilas Policloradas.** *Oecol. Bras.*, 11 (2): 179-187, 2007.

SOARES, Maria Carolina; CONSOLI, Marcos; BRANCO, Eliane; HUSZAR, Vera. **Deteção, Avaliação e Medidas de Prevenção da Ocorrência de Cianobactérias na ETA Guandu - CEDAE/RJ.** IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23º. Campo Grande, 18 a 23 de setembro de 2005.

SOARES, Célia Regina Araújo. **Concentração de metais pesados em sedimento, água e macrófitas aquáticas em duas represas do município de Viçosa, MG.** Tese de doutorado, Universidade de Viçosa, Viçosa, MG. 2006.

SOLBERG, T. et alli. **Consensus-Based Sediment Quality Guidelines. Recommendation for Use & Application. Interim Guidance.** Natural Resources Board. Wisconsin Department of Natural Resources. Wisconsin, December 2003.

SONDOTÉCNICA/ANA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.** Rio de Janeiro, 2006.

SOUTO, Camila da Silva. **Análise de Diretrizes para o Enquadramento de Corpos Hídricos em Classes de Uso Preponderantes. Estudo de Caso: A Bacia do Rio Guandu - RJ.** Dissertação, Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, dez/2008.

SZYMANSKI, N. et alli. **Remoção de íons de cromo pelas macrófitas aquáticas *Eichornia crassipes*, *Pistia Stratiotes* e *Salvinia Auriculata*.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. 2007.

TECNOSOLO S/A. **Projeto Executivo do Sistema do Desvio dos Rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, Município de Nova Iguaçu.** Relatório interno da CEDAE. Rio de Janeiro, 15 de março de 2004.

TORRES, João Paulo M.; MALM, Olaf; VIEIRA, Elisa D. R.; JAPENGA, J., KOOPMANS, Gerwin F. **Organic micropollutants on river sediments from Rio de Janeiro State, Southeast Brazil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 18(2):477-488, mar-abr, 2002

VALITUTTO, Rosanna S. **Acumulação de poluentes inorgânicos por macrófitas aquáticas nos reservatórios de Santana e Vigário, Barra do Pirai, RJ.** Dissertação, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

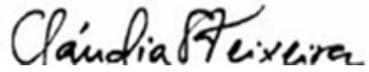
VALITUTTO, Rosanna S., SELLA, Silvia M., SILVA-FILHO, Emmanoel V., PEREIRA, Roberto G. e MIEKELEY, Norbert. **Accumulation of metals in macrophytes from water reservoirs of a power supply plant, Rio de Janeiro, Brazil.** Water Air Soil Pollut, 178: 89-102. 2006.

VEECK L., SILVA-FILHO, E. V. WASSERMAN J.C., SELLA S. M., SANTOS I.R., LACERDA L.D., **Mercury Distribution in Sediments of a Sub-Tropical Coastal Lagoon, Sepetiba Bay, SE Brazil.** *Geochimica Brasiliensis*, 21(1): 050-057, 2007.

URURAHY. J. C. C., COLLARES, J. E. R., SANTOS, M. M. e BARRETO, R. A. A. As Regiões Fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos; Estudo fitogeográfico. In: PROJETO RADAMBRASIL, Levantamento de Recursos Naturais, Folhas Rio de Janeiro/Vitória, SF.23/24, Rio de Janeiro, 1983.

VIDOTTI, Eliane Cristina and ROLLEMBERG, Maria do Carmo E.. **Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica.** *Quím. Nova* [online]. 2004, vol.27, n.1, pp. 139-145. ISSN 0100-4042.

9. EQUIPE TÉCNICA

Equipe Técnica	Registro do IBAMA / Registro Profissional	Função no Estudo de Impacto Ambiental	Assinatura
Marcos de Macedo Dertoni	200678 CREA 8510577889-D/RJ	Coordenação Geral	
Claudia Silva Teixeira	2552591 Crea/RJ nº 82-1-03631-0	Coordenação Adjunta, Subcoor- denação do Meio Biótico e responsá- vel pelos itens de Vegetação e Uso do Solo, Áreas Protegidas e Qualidade das Águas	
Luiz Felipe Brito de Araujo	297978 CORECON-1ª Reg. nº 10.139-7	Subcoordenação do Meio Socioeconômico	
Aline de Souza Heiderich	960677 CREA 2005107949	Subcoordenação do Meio Físico e responsável pelo item de Recursos Minerários	
Fernanda Augusta Pinto Teixeira	3441949 CREA-RJ 208129213	Geoprocessamento	
Euzébio José Gil	4414905 CREA-RJ 200136732-5	Geologia/Geomorfologia	
Amanda Levi Zindeluk	1657918 CREA 2002103185	Socioeconomia	
André Luis Moraes de Castro	595837 CREA 55812/02	Ictiofauna	
Luiz Abílio de Barros Gusmão	22449 CREA-RJ 91103452-9/D	Modelagem Hidrodinâmica	

EIA/RIMA DAS OBRAS DE PROTEÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA DA CEDAE NO RIO GUANDU



RELATÓRIO FINAL

ANEXOS

DEZEMBRO 2009

ANEXOS

ANEXO I

Análise do Comportamento Hidrológico e Hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica dos Rios dos Poços, Queimados e Ipiranga

Novembro de 2009

APRESENTAÇÃO

Este relatório consolida os estudos hidrológicos e hidráulicos nas bacias dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, voltados para um prognóstico sobre o incremento das inundações nessas bacias, decorrente da implantação de uma barragem a montante da tomada d'água do Guandu.

O estudo consistiu de duas partes distintas:

- a modelagem hidrológica das bacias dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga incluindo as sub-bacias dos rios Sarapó (afluente do rio Queimados) e Cabuçu (afluente do rio Ipiranga);
- a modelagem hidrodinâmica dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, no estirão compreendido entre a rodovia Presidente Dutra e a lagoa da Cedae

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO E HIDRODINÂMICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICA DOS RIOS DOS POÇOS, QUEIMADOS E IPIRANGA

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	2
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	4
2. METODOLOGIA.....	4
3. SISTEMA DE MODELAGEM.....	4
3.1. Modelo Hidrológico – Hidro-Flu.....	5
3.2. Modelo Hidrodinâmico – Modelo de Células de Escoamento.....	10
3.2.1. A Concepção do Modelo.....	10
3.2.2. Hipóteses do Modelo de Células para Cheias Urbanas.....	11
3.2.3. Modelação de uma Bacia Urbana através da Representação por Células de Escoamento.....	12
3.2.4. O Modelo Matemático.....	17
3.2.5. Exemplo de Modelação.....	21
3.3. Condições Iniciais e de Contorno.....	23
4. ÁREA DE ESTUDO.....	23
5. MODELAGEM DOS RIOS POÇOS, QUEIMADOS E IPIRANGA.....	25
5.1. Levantamento de Dados.....	25
5.2. Modelagem Hidrológica.....	25
5.3. Modelagem Hidrodinâmica da região.....	29
5.4. Cenários Simulados.....	32
5.5. Apresentação e Interpretação dos Resultados.....	32
Anexo A – Cenário 1.....	48
Anexo B - Cenário 2.....	52
Anexo C - Relatório de Saída do Modelo Hidro-Flu.....	57

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência da implantação de uma barragem para desvio de vazões de pequeno porte, dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, utilizando como ferramenta, uma modelagem hidrodinâmica através do Mod-Celas¹, desenvolvido por Miguez e Mascarenhas, que, por sua vez, se apóia em um modelo hidrológico desenvolvido por Magalhães, denominado Hidro-Flu², que se destina a gerar vazões a partir de chuvas de projeto.

2. METODOLOGIA

Basicamente, a metodologia empregada no desenvolvimento do estudo seguiu os seguintes passos:

- Utilização de bases cartográficas adequadas para a obtenção de informações necessárias ao desenvolvimento dos estudos hidrológicos;
- Utilização de uma base plani-altimétrica capaz de fornecer informações essenciais para a modelagem da área de estudo no que diz respeito às variações topográficas, aos níveis e formas de ocupação, enfim, à caracterização geral das bacia;
- Desenvolvimento de estudos hidrológicos voltados para a determinação dos hidrogramas de cheia nos locais a serem considerados como condições de contorno da análise hidrodinâmica;
- Avaliação do comportamento da bacia em estudo durante às cheias, através da modelagem hidrodinâmica, para as condições atuais e posteriores à implantação da barragem;
- Discussão dos resultados.

3. SISTEMA DE MODELAGEM

Em seguida serão apresentados os dois módulos que compõem a modelagem, sendo um, o modelo hidrológico utilizado para previsão das vazões afluentes à parcela da bacia em estudo, e o outro, um modelo hidrodinâmico utilizado para simular o comportamento de uma onda de cheia ao longo dos trechos finais dos cursos d'água envolvidos.

¹ Modelo de Células de Escoamento para cálculo de cheias em planícies de inundação, Laboratório de Hidráulica Computacional, COPPE/UFRJ, www.hidro.ufrj.br/arh/lhc

² Sistema HIDRO-FLU para Apoio a Projetos de Controle de Cheias, Laboratório de Hidráulica Computacional, COPPE/UFRJ, www.hidro.ufrj.br/arh/lhc

3.1. Modelo Hidrológico – Hidro-Flu

Para a modelagem hidrológica utilizou-se como ferramenta o Sistema Hidro-Flu, um programa computacional desenvolvido na COPPE que, entre múltiplas aplicações, pode servir exclusivamente como um modelo chuva-vazão do tipo concentrado.

No Hidro-Flu, o cálculo de um hidrograma a partir de um hietograma de projeto pode ser dividido em quatro etapas:

- Caracterização da Bacia Hidrográfica;
- Obtenção da Chuva de Projeto;
- Separação dos Escoamentos;
- Obtenção do Hidrograma de Projeto.

Caracterização da Bacia Hidrográfica

Para a determinação do tempo de concentração da bacia em estudo, é necessário o conhecimento e a estimativa dos seguintes elementos relativos às características das bacias hidrográficas em estudo:

- Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica (A);
- Extensão do Curso d'Água Principal (L);
- Declividade do Curso d'Água Principal (S);
- Velocidade Média do Escoamento no Curso d'Água Principal (v);
- Vazão de Base (Q_b);
- Coeficiente de Cobertura Vegetal (p);

Com base nessas características, o programa calcula o tempo de concentração da bacia hidrográfica segundo as equações apresentadas na Tabela 3.1.1. Os resultados servem de apoio para o modelador adotar um valor para o tempo de concentração da bacia hidrográfica.

Tabela 3.1.1
Equações para o Tempo de Concentração resolvidas pelo Hidro-Flu

Nome	Equação
Cinemática	$t_c = \sum \frac{L}{v}$
Dooge	$t_c = 21,88 \frac{A^{0,41}}{S^{0,385}}$
Kirpich	$t_c = 3,99 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$
George Ribeiro	$t_c = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100S)^{0,04}}$

Obtenção da Chuva de Projeto

A primeira etapa consiste no cálculo do tempo de concentração, que é feito a partir de características fisiográficas da bacia. O tempo de concentração será utilizado no cálculo do hidrograma unitário sintético e também como duração da chuva para a elaboração da chuva de projeto, que é uma prática usual em projetos de drenagem. O modelador entra com a duração da chuva de projeto, de acordo com o critério adotado. Por exemplo, igual à duração do tempo de concentração, para garantir a contribuição integral da bacia hidrográfica para o escoamento superficial.

Segundo, arbitra um número de intervalos para a divisão da duração da chuva de projeto. E, terceiro, para o eixo das ordenadas, pode entrar com uma altura de chuva para cada intervalo de tempo ou então entrar com os parâmetros de uma equação I-D-F ou P-D-F (Otto Pfafstetter).

Se o modelador optar pelos parâmetros de uma equação de chuvas intensas, o programa calcula uma altura de chuva constante no tempo para cada intervalo. Por esta opção, o modelador pode ainda decidir aplicar ou não métodos para a distribuição das alturas no tempo e para a redução das mesmas em função da área de drenagem da bacia hidrográfica.

Para a distribuição da chuva no tempo, o programa tem como opção o método dos Blocos Alternados e, para a redução da altura de chuva em Função da Área de Drenagem, a simples multiplicação de cada altura em cada intervalo por um coeficiente de redução expresso pela Equação (1), desenvolvida pela SERLA/SONDOTÉCNICA a partir do estudo de temporais ocorridos no Rio de Janeiro nos anos de 1966 e 1967.

$$c = -0,0915 \times \ln(A) + 1,1894 \quad (1)$$

Onde:

- c → coeficiente de redução
- A → área de drenagem (km²)

A aplicação da redução de volume é recomendada para bacias com área de drenagem superior a 10 km².

Separação dos Escoamentos

Uma vez calculada a chuva de projeto, o passo seguinte é a separação da parcela desta que esco superficialmente, considerando o padrão de uso e ocupação do solo na bacia. Sendo um modelo voltado para a simulação de pequenas e médias bacias, considera-se desprezível a influência dos escoamentos subsuperficiais e subterrâneos no hidrograma de cheia, sendo, portanto, desprezados estes últimos.

A chuva efetiva é a parcela da precipitação que esco superficialmente, dando origem às cheias em bacias de pequeno e médio porte. A partir da chuva efetiva torna-se

possível o cálculo do hidrograma superficial, o que é feito através da combinação do uso de um hidrograma unitário sintético e de um reservatório linear.

Os principais fenômenos que atuam na separação do escoamento superficial são: interceptação vegetal, retenção em depressões do terreno e infiltração. Dentre estes, a infiltração é quem desempenha papel mais relevante.

O sistema desenvolvido permite a separação da chuva efetiva segundo três métodos distintos, sendo a escolha do método condicionada à disponibilidade de dados e à experiência do modelador. Neste estudo, foi utilizado o método apresentado a seguir.

Método do SCS (*Soil Conservation Service*, EUA)

Este método desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (USDA, EUA) tem como vantagem, dispor de grande quantidade de trabalhos relativos ao ajuste do seu principal parâmetro denominado *Curve Number* (CN). Este parâmetro é ajustado em função de quatro tipos diferentes de solo e de diversos padrões de uso e ocupação, e também pode ser corrigido de acordo com as condições de umidade do solo anteriores à ocorrência da chuva.

Por fim, resta a transformação da chuva excedente em um hidrograma de projeto, no Hidro-Flu, executada através da aplicação de um método de Hidrograma Unitário Sintético (HUS) que pode ser interpretado como uma composição entre o Hidrograma Triangular do Método Racional adaptado para chuvas complexas e o Hidrograma Unitário Sintético do SCS.

Como o Hidrograma Triangular do Método Racional superestima da vazão de pico, o programa acrescenta a este uma equação que representa a passagem por um reservatório linear, promovendo assim um amortecimento segundo o coeficiente de depleção (k), calibrado pelo Hidro-Flu para ajustar a vazão de pico à vazão de pico do método do SCS.

A desvantagem do método é a falta de uma base física mais consistente para a representação da infiltração. As equações utilizadas pelo método são as seguintes:

$$Pe = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$I_a = K \cdot S$$

onde:

Pe – chuva efetiva acumulada (mm);

P – precipitação acumulada (mm);

I_a – lâmina de abstração inicial (mm);

S – armazenamento máximo de água na camada superficial do solo (mm);

K – percentual de S definido como abstração inicial (em geral assumido como igual a 0,2).

O coeficiente k expressa uma porcentagem do armazenamento e o CN , que pode variar de 0 a 100, representa as características do solo e do uso da terra. Abaixo segue tabelas com valores do CN para bacias rurais e urbanas, segundo os tipos de solo listados abaixo e diferentes padrões de uso do solo (Tabelas 3.1.2 e 3.1.3).

Tipos de Solo

SOLO A: solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com poço silte e argila.

SOLO B: solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.

SOLO C: solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo.

SOLO D: solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

Tabela 3.1.2
Valores do CN para Bacias Hidrográficas Rurais

<i>Uso do Solo</i>	<i>Superfície</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereias	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras / Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muita esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Tabela 3.1.3
Valores do CN para Bacias Hidrográficas Urbanas

<i>Uso do Solo</i>	<i>Superfície</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Zonas cultivadas	Sem conservação do solo		72	81	88	91
	Com conservação do solo		62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios	Em más condições		68	79	86	89
	Em boas condições		39	61	74	80
Prado em boas condições			30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim		45	66	77	83
	Cobertura boa		25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições	Com relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
	Com relva de 50% a 75% da área		49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios			89	92	94	95
Zonas industriais			81	88	91	93
Zonas residenciais	Área dos lotes	Percentual médio de área impermeável				
	< 500m ²	65%	77	85	90	92
	1000m ²	38%	61	75	83	87
	1300m ²	30%	57	72	81	86
	2000m ²	25%	54	70	80	85
Parques de estacionamentos, telhados, viadutos, etc.	4000m ²		51	68	79	84
			98	98	98	98
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
	Paralelepípedos		76	85	89	91
	Terra		72	82	87	89

3.2. Modelo Hidrodinâmico – Modelo de Células de Escoamento

A seguir segue uma exposição mais detalhada do Modelo de Células de Escoamento.

3.2.1. A Concepção do Modelo

As bacias de rios naturais, ou canalizados, em áreas urbanas, geralmente em áreas aproximadamente planas, têm potencial para formar grandes áreas alagáveis. Ao sair da rede de drenagem, o caminho da água pode ser qualquer, ditado pelos padrões de urbanização. Calçadas marginais tornam-se vertedouros para os rios, cujas águas extravasadas ao chegarem às ruas fazem destas verdadeiros canais, podendo alagar construções, parques ou praças, que então podem funcionar como reservatórios, indesejadamente, concentrando águas que não retornarão à rede de drenagem.

Nessa situação, pode-se perceber que águas extravasadas podem ter comportamento independente da rede de drenagem, gerando seus próprios padrões de escoamento, especialmente, quando a micro-drenagem não corresponde à função que dela se

espera. Em um caso extremo, onde a micro-drenagem não funcione, o que não é incomum, por falhas de manutenção e entupimentos, por exemplo, ou onde ela estiver sub-dimensionada, alagamentos em áreas urbanas podem-se iniciar mesmo sem extravasamento da rede de macro-drenagem, gerando também um padrão de escoamento particular e distinto daquele dos canais.

Nesse contexto, percebe-se que há indicações para o uso do modelo de células. A representação do espaço urbano através de compartimentos homogêneos, que cobrem toda a superfície da bacia e faz toda ela se integrar e interagir em função do escoamento que sobre ela ocorre caminha ao encontro dos objetivos da modelação das enchentes urbanas.

3.2.2. Hipóteses do Modelo de Células para Cheias Urbanas

- A natureza pode ser representada por compartimentos homogêneos, interligados, chamados células de escoamento. A cidade e sua rede de drenagem são subdivididas em células, formando uma rede de escoamento bi-dimensional, com possibilidade de escoamento em várias direções nas zonas de inundação, a partir de relações unidimensionais de troca;
- Na célula, o perfil da superfície livre é considerado horizontal, a área desta superfície depende da elevação do nível d'água no interior da mesma e o volume de água contido em cada célula é diretamente relacionado com o nível d'água no centro da célula, isto é, $V_i = V(Z_i)$, ou $V_i = A_{si} x (Z_i - Z_{oi})$, onde Z_{oi} é a cota do fundo da célula, e A_{si} é a área superficial da célula.
- Cada célula comunica-se com células vizinhas, que são arranjadas em um esquema topológico, constituído por grupos formais, onde uma célula de um dado grupo só pode se comunicar com células deste mesmo grupo, ou dos grupos imediatamente posterior ou anterior;
- O escoamento entre células pode ser calculado através de leis hidráulicas conhecidas, como, por exemplo, a Equação Dinâmica de Saint-Venant, completa ou simplificada, a equação de escoamento sobre vertedouros, livres ou afogados, a equação de escoamento através de orifícios, equações de escoamento através de bueiros, entre outras várias, sendo, neste estudo, considerados os efeitos de inércia no escoamento que ocorre nos cursos d'água principais;
- A vazão entre duas células adjacentes, em qualquer tempo, é apenas função dos níveis d'água no centro dessas células, ou seja, $Q_{i,k} = Q(Z_i, Z_k)$;
- As seções transversais de escoamento são tomadas como seções retangulares equivalentes, simples ou compostas;
- O escoamento pode ocorrer simultaneamente em duas camadas, uma superficial e outra subterrânea, em galeria, podendo haver comunicação entre as células de superfície e de galeria. Nas galerias, o escoamento é considerado inicialmente à superfície livre, mas pode vir a sofrer afogamento, passando a ser considerado sob pressão.

3.2.3. Modelação de uma Bacia Urbana através da Representação por Células de Escoamento

A seguir é apresentada uma descrição sintética do modelo de células de escoamento utilizado na presente análise.

As células podem representar a natureza isoladamente ou em conjuntos, formando estruturas mais complexas. Um conjunto resumido de tipos de células pode eventualmente já fornecer grande capacidade de representação, ao se pensar em suas possíveis associações. A definição do conjunto de tipos de ligação, que são representativas de leis hidráulicas que traduzem determinados escoamentos, pode fazer grande diferença na tentativa de reproduzir a multiplicidade dos padrões de escoamento de um cenário urbano.

A atividade de modelação topográfica e hidráulica deve então contar com um conjunto pré-definido de tipos de célula e de tipos possíveis de ligações entre células. A figura 3.2.1 mostra, esquematicamente, os tipos de células existentes em uma situação típica da paisagem urbana. São eles:

- de rio, ou canal, por onde se desenvolve o escoamento principal da drenagem à céu aberto, podendo ser a seção simples ou composta;
- de galeria, subterrânea, complementando a rede de drenagem;
- de planície, para a representação de escoamentos a superfície livre em planícies alagáveis, bem como áreas de armazenamento, ligadas umas às outras por ruas, englobando também áreas de encosta, para recepção e transporte da água precipitada nas encostas para dentro do modelo, áreas de vertimento de água de um rio para ruas vizinhas e vice-versa e áreas de transposição de margens, quando é preciso integrar as ruas marginais a um rio e que se comunicam através de uma ponte;
- de reservatório, simulando o armazenamento d'água em um reservatório temporário de armazenamento, dispondo de uma curva cota x área superficial, a partir da qual, conhecendo-se a variação de profundidades, pode-se também conhecer a variação de volume armazenado. A célula tipo-reservatório cumpre o papel de amortecimento de uma vazão afluente.

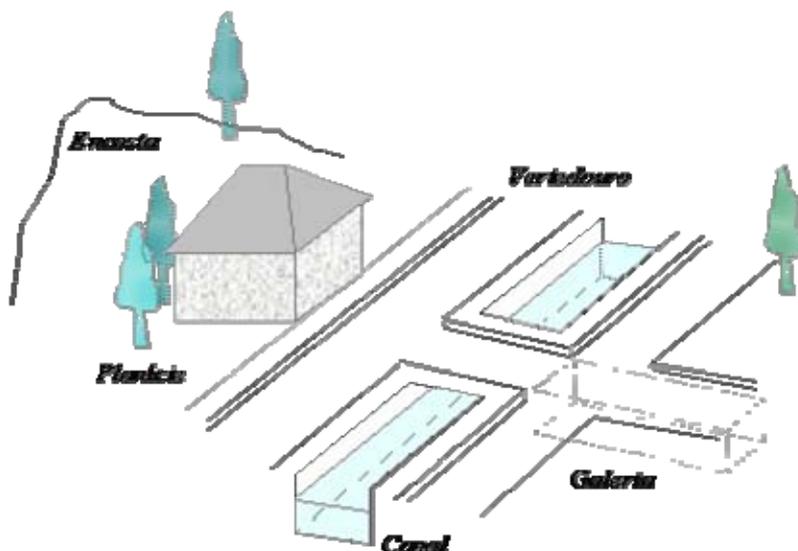


Figura 3.2.1 - Tipos de célula

A modelação hidráulica e topográfica de uma bacia hidrográfica, portanto, refere-se à forma como esta bacia é representada no modelo, ou seja, ao modo como se dá forma à realidade física dentro do modelo.

Faz parte desta modelação:

- a identificação de áreas alagáveis e das direções principais de escoamento, o que por sua vez definirá o mapa geral do padrão do escoamento;
- a definição das características hidráulicas e geométricas das seções de escoamento em trechos de rio;
- a definição geométrica de áreas homogêneas de armazenamento;
- e a definição das interações que ocorrem entre os diversos elementos topográficos ou estruturas hidráulicas identificados.

Para a montagem do mosaico de células que responderá pela interpretação da natureza em modelo, é necessário destacar um conjunto de procedimentos capazes de nortear a modelação. A transição entre rio (ou canal) e galeria, por exemplo, deve ser posicionada na seção de ligação entre células, dando origem a dois tipos distintos de ligação entre células, um para entrada em galerias, outro para saída destas (estreitamento e alargamento brusco do escoamento, respectivamente).

No caso da drenagem urbana, quando possível, em função da escala de observação, células de planície representando áreas homogêneas alagáveis podem se referir a quadras edificadas, ou parte delas em torno de um cruzamento de ruas, praças, parques, jardins, estacionamentos e outros. Entretanto, nos casos mais gerais, em que não se consegue chegar a este detalhamento de quadras, estas células referem-se a agrupamentos destas quadras, em áreas de características semelhantes, definindo pequenas sub-bacias. Esta situação, porém, é complexa em termos de escoamento, pois as ruas que dividem as quadras funcionam como canais, caminhos

preferenciais, que vão trilhar rumos diversos dentro de uma única célula, conforme mostrado na Figura 3.2.2

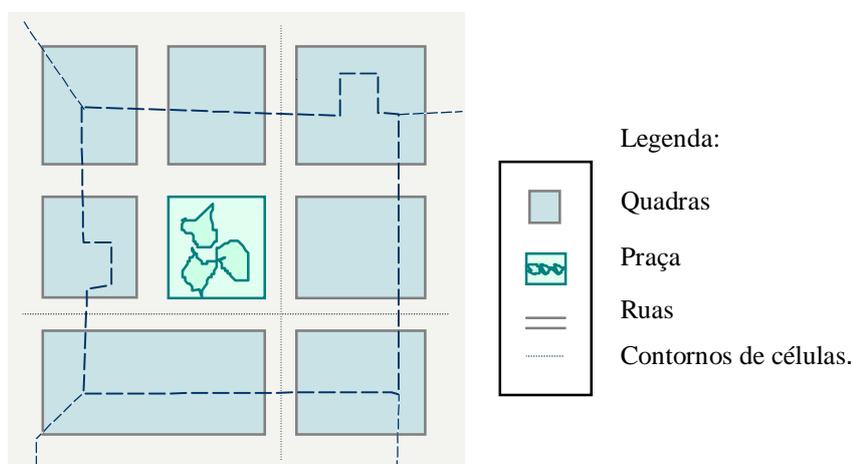


Figura 3.2.2 - Divisão de uma planície alagável comportando várias ruas e quadras

Para contornar este problema, gerado pela existência de caminhos preferenciais diversos de escoamento dentro das próprias células, quando, na verdade, o que se deseja reproduzir é o padrão geral do escoamento sobre a bacia alagada, define-se uma dada área, que por determinadas características, pode ser agrupada como uma única célula. Deve-se considerar, de forma geral, esta área como um reservatório de água que é alimentado pelas principais ruas, em termos de capacidade de escoamento, ou seja, aquelas ruas que têm cotas menores e para onde converge a maioria das demais ruas, condições estas ditadas pela topografia urbana local. Assim, ficam definidas as direções principais de escoamento, que geram o padrão, ou mais precisamente, o macro-padrão de escoamento. Desta forma, o centro da célula fica definido pela convergência dos escoamentos das células vizinhas, necessariamente estando sobre uma rua e muito provavelmente em um cruzamento. Passa-se a ter, então, as principais ruas funcionando como canais e as demais áreas da célula funcionando como planícies alagadas. A figura 3.2.3 mostra esta situação.

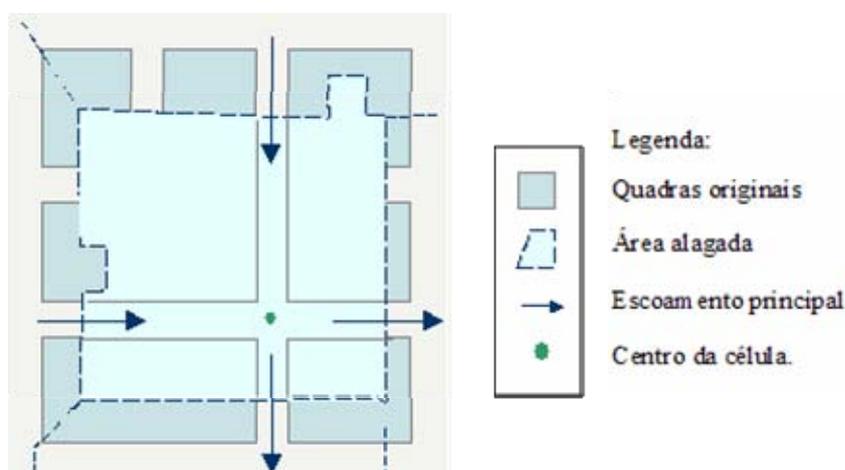


Figura 3.2.3 - Definição de caminhos preferenciais e áreas de reservação em uma célula com várias ruas e quadras.

A representação dos rios e canais principais pode ser feita pela composição da rede de macro-drenagem com as células de canal, margeadas por células de planície com função de vertedouro, que recebem o extravasamento do rio na cheia, sendo estas células, por sua vez, ladeadas por células de alagamento, para onde fluem as águas que saíram dos rios, podendo, a partir daí, seguir seu próprio caminho através destas células de planície.

Nas Figura 3.2.4 e 3.2.5, respectivamente, mostra-se esquematicamente, o funcionamento integrado calha-vertedouro-planície, em planta e em corte.

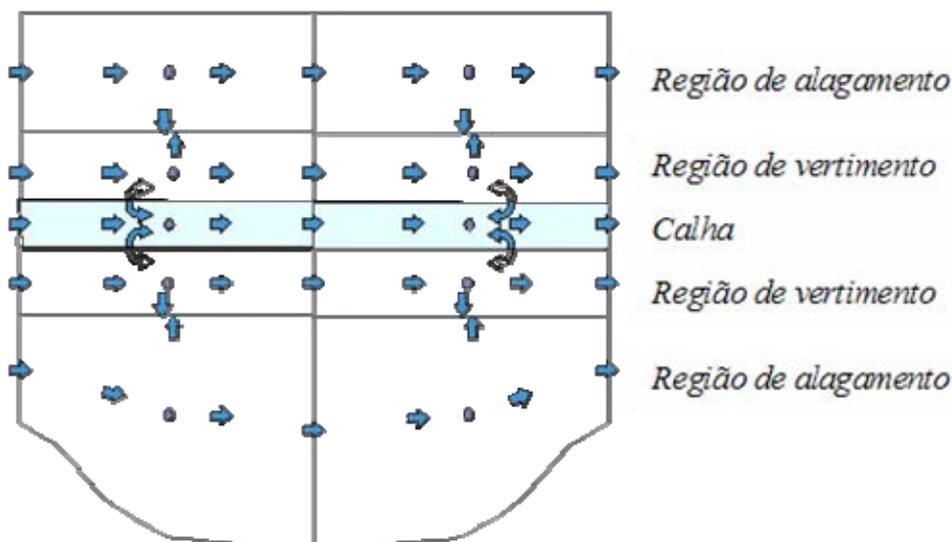


Figura 3.2.4 - Trecho da bacia em planta, considerando a calha do rio principal.

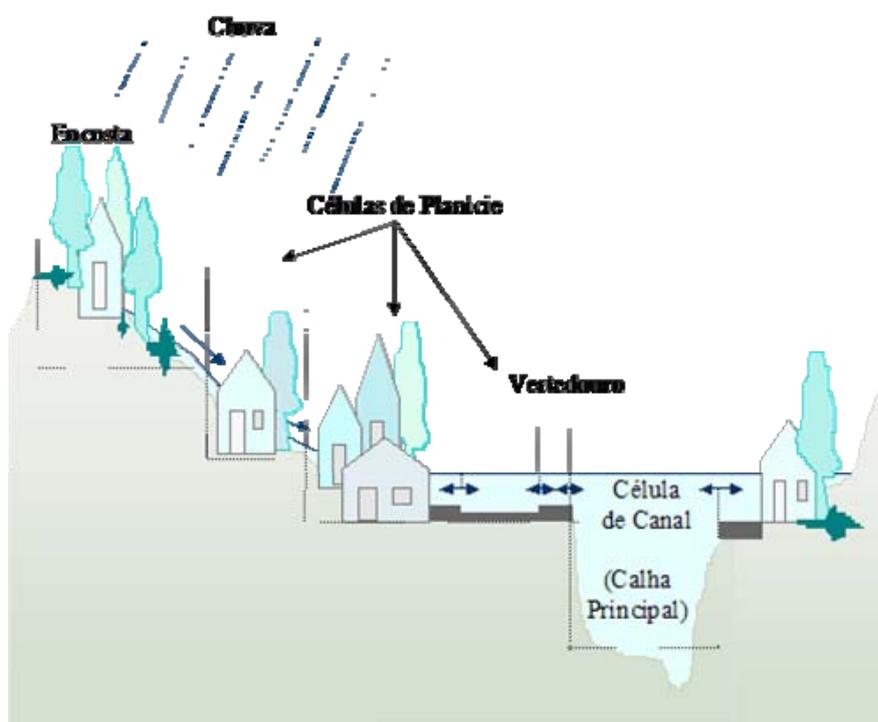


Figura 3.2.5 - Representação por células da região apresentada na figura 3.2.4, mostrando interfaces dos escoamentos superficiais.

A Figura 3.2.6, mostra o tratamento dado às confluências de rios é feito através de uma célula composta em forma de "y", à qual são anexadas células próprias para o seu adequado funcionamento. Pode-se observar que tal concepção leva a uma estrutura composta por um conjunto de 7 células por confluência.

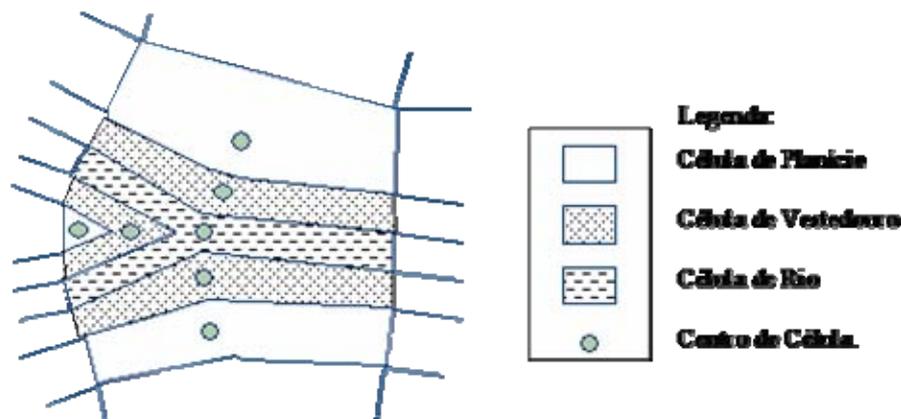


Figura 3.2.6 - Representação de uma confluência entre rios.

As mudanças de declividade do fundo são feitas nos centros de célula, conforme a Figura 3.2.7 Isto evita situações de transição não graduais ao longo do escoamento. De forma geral, as pontes, ou outras seções de controle, devem ser sempre tomadas como seções de ligação entre células, por serem capazes de definirem ou limitarem a capacidade de vazão de um determinado trecho que culmina nesta seção de controle, gerando, normalmente, alagamento a montante.

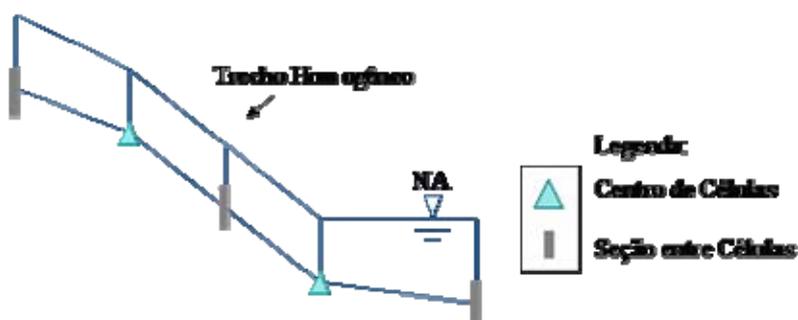


Figura 3.2.7 - Representação de mudança de declividade do leito.

No tratamento de galerias surge um novo conceito na modelação por células, que é o da modelação por camadas. Assim, num mesmo local, o escoamento pode estar ocorrendo em dois níveis: um superficial, sobre ruas ou quadras alagadas, e outro subterrâneo, em galerias, ligadas ao nível superficial através de bueiros. De forma esquemática, ter-se-ia uma representação como a que se segue, na Figura 3.2.8, ocorrendo uma superposição de células com uma ligação vertical entre elas e escoamentos superficial e subterrâneo seguindo em paralelo.

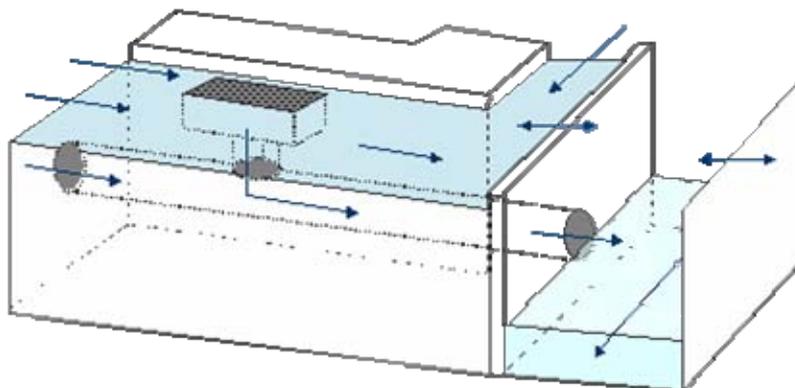


Figura 3.2.8 - Escoamento em dois níveis: superficial (ruas) e subterrâneo (galerias)

3.2.4. O Modelo Matemático

A variação do volume d'água em uma célula i , em um intervalo de tempo t , é dada pelo balanço de massa nesta célula. Assim, em termos diferenciais, tem-se a equação da continuidade representada a seguir:

$$A_{s_i} \frac{dZ_i}{dt} = P_i + \sum_k Q_{i,k} \quad (3)$$

Onde:

$Q_{i,k}$ - vazão entre as células i e k , vizinhas entre si;

Z_i - cota do nível d'água no centro da célula i ;

A_{s_i} - área superficial do espelho d'água na célula i ;

P_i - vazão relativa à parcela de chuva ocorrida sobre a célula i e disponível para escoamento;

t - variável independente relativa ao tempo.

Analisando as hipóteses possíveis para a consideração da variação da área superficial de uma célula ao longo do tempo, uma idéia simples seria a definição de uma célula prismática. Esta simplificação, porém, embora possa ser uma boa aproximação para o caso de grandes células em um ambiente rural, em que diferenças na topografia, nas grandes áreas que as células representam, podem ser homogeneizadas, pode vir a ser um fator de distorção em bacias urbanas. Nestas bacias urbanas, as áreas das células são bem menores, o que pode provocar erros relativos a diferenças em cotas de fundo.

Além disso, mesmo onde a topografia do solo urbano é plana, existe uma graduação na reservação possível em uma célula pela diferença de cotas provocadas pelas áreas construídas. Assim, da cota da rua, tomada como o fundo da célula, até a cota da calçada, tem-se um dado desnível até se vencer a altura do meio-fio. Da calçada até o interior das construções, usualmente encontram-se alguns degraus: casas e apartamentos geralmente não ficam ao nível do calçamento. Deste modo, não é adequado representar a curva cota x volume da célula de planície, de uma área

urbanizada, por uma relação direta da profundidade d'água sobre seu fundo multiplicada pela sua área superficial.

Entretanto, considerar este nível de detalhamento em cada célula, em modelos que usualmente chegam a muitas centenas de células, é algo muito pouco prático. Definir a altura de cada imóvel até o nível da calçada se mostra inviável, pois demandaria caminhar por todas as ruas modeladas para levantar esta informação "in loco". Como opção para modelar esta situação e manter o uso do modelo ainda prático, optou-se pela definição de um padrão de urbanização, que se considera como comportamento médio de áreas urbanizadas, que pode ser aplicado a qualquer célula de planície. Este padrão considera três níveis distintos, descritos a seguir:

- nível das ruas, tomado como o fundo das células, considerado ocupando um dado percentual da área de armazenagem da célula, abrangendo apenas a área das próprias ruas;
- nível das calçadas, considerado um dado valor, a ser definido como entrada do modelo, acima do nível das ruas, e englobando também áreas de praças, parques, jardins, quintais, estacionamentos, entre outras, que não correspondam a edificações, considerado ocupando outro percentual da área de armazenagem da célula;
- nível das edificações, tomado como um dado valor acima da cota das ruas, supondo a existência de degraus entre a calçada e a edificação, considerado ocupando o percentual restante da área de armazenagem da célula, que complementa os percentuais adotados nos dois primeiros níveis citados acima.

As ligações a serem consideradas na passagem do escoamento de uma célula para outra, podem ser as seguintes: Tipo-Planície, Tipo-Rio, Tipo-Transição Canal/Galeria (entrada e saída de galerias), Tipo-Galeria sob Pressão, Tipo-Vertedouro, Tipo-Descarga de Galeria em Rios ou Canais Principais, Tipo-Bombeamento, Tipo-Equação Cota x Descarga (para estruturas especiais calibradas em modelo reduzido), Tipo-Comporta FLAP.

São apresentadas aqui as ligações utilizadas na presente aplicação do modelo.

• Ligação Tipo-Rio

Este tipo de ligação corresponde ao escoamento em rios e canais. Pode também ser aplicado, eventualmente, ao escoamento em ruas, ou, mais especificamente, corresponde ao escoamento à superfície livre, representado pela Equação Dinâmica de Saint-Venant. Considera-se aqui que a variação da velocidade do escoamento no tempo é bem maior do que esta variação no espaço sendo, portanto, a aceleração local bem superior à aceleração advectiva, de forma que a derivada da velocidade em relação a distância longitudinal pode ser desprezada. Assim, considerando apenas o primeiro dos dois termos de inércia, tem-se, para seção retangular e fundo fixo (Cunge et al., 1980):

$$\frac{1}{A_{i,k}} \frac{\partial Q_{i,k}}{\partial t} - \frac{QB_{i,k}}{A_{i,k}^2} \frac{\partial Z}{\partial t} + g \frac{\partial Z}{\partial x} + gS_f = 0 \quad (4)$$

Onde:

$B_{i,k}$ - largura superficial do escoamento entre as células i e k ;

$A_{i,k}$ - área molhada da seção transversal de escoamento entre as células i e k ;

S_f - declividade da linha de energia, dada por:

$$S_f = \frac{Q_{i,k}^2 n^2}{A_{i,k}^2 R_{i,k}^{4/3}} \quad (5)$$

$R_{i,k}$ - raio hidráulico da seção transversal de escoamento entre as células i e k ;

n - coeficiente de rugosidade de Manning.

x, t - variáveis independentes relativas a espaço e tempo.

Os parâmetros n , $A_{i,k}$ e $R_{i,k}$, relativos à seção transversal de escoamento entre as células i e k , são calculados através de uma ponderação entre os níveis d'água das células i e k , aqui designado por Z_p .

Aproximando as derivadas por diferenças finitas, considerando-se a célula i a montante, passa-se a ter:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{A_{i,k}^t} \left[\frac{Q_{i,k}^t - Q_{i,k}^{t-1}}{\Delta t} \right] - \frac{Q_{i,k}^t \cdot B_{i,k}^t}{[A_{i,k}^t]^2} \left[\frac{Z_p^t - Z_p^{t-1}}{\Delta t} \right] + \\ & + g \frac{(Z_k^t - Z_i^t)}{\Delta i} + \frac{gn^2}{[A_{i,k}^t]^2 [R_{i,k}^t]^{4/3}} \cdot [Q_{i,k}^t]^2 = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Destaca-se, aqui, que a única incógnita na expressão (6) é a vazão $Q_{i,k}^t$, que, após calculada, será introduzida na equação de conservação de massa, escrita para Z_{it+1} . O valor de Z_{it} e os valores em $t-1$ são todos já conhecidos a partir das condições iniciais do problema. Multiplicando, então, a equação (6) pela área da seção transversal entre células e desenvolvendo para explicitar a vazão incógnita no tempo t , tem-se:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{gn^2}{A_{i,k}^t [R_{i,k}^t]^{4/3}} \right) \cdot Q_{i,k}^t{}^2 + \left(\frac{1}{\Delta t} - \frac{B_{i,k}^t}{A_{i,k}^t} \cdot \frac{\Delta Z_p^{t,t-1}}{\Delta t} \right) \cdot Q_{i,k}^t + \\ & + \left(g A_{i,k}^t \frac{(Z_k^t - Z_i^t)}{\Delta x} - \frac{Q_{i,k}^{t-1}}{\Delta t} \right) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Esta é então uma equação do 2º grau, que, portanto, pode fornecer até duas raízes reais, e precisa de análise complementar, para caracterização do resultado.

Fazendo:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{gn^2}{A_{i,k}^t [R_{i,k}^t]^{4/3}}; \\
 b &= \frac{1}{\Delta t} - \frac{B_{i,k}^t}{A_{i,k}^t} \cdot \frac{\Delta Z_p^{t,t-1}}{\Delta t}; \\
 c &= gA_{i,k}^t \frac{(Z_k^t - Z_i^t)}{\Delta x} - \frac{Q_{i,k}^{t-1}}{\Delta t}
 \end{aligned} \quad (8)$$

Tem-se: $a.Q_{i,k}^{t^2} + b.Q_{i,k}^t + c = 0$. Esta é uma típica equação de 2º grau, cuja solução é $Q_{i,k}^t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2.a}$. Esta equação demanda uma análise de seus termos para verificar a ocorrência de raízes reais. Tem-se sempre o termo "a" positivo, pois este depende apenas de elementos geométricos da seção, do coeficiente de Manning e da aceleração da gravidade. O termo "b" também é sempre positivo visto que:

$$b = \frac{1}{\Delta t} - \frac{B_{i,k}^t}{A_{i,k}^t} \cdot \frac{\Delta Z_p^{t,t-1}}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{A_{i,k}^t - B_{i,k}^t \Delta Z_p^{t,t-1}}{A_{i,k}^t} \right) > 0$$

pois: $A_{i,k}^t = B_{i,k}^t (Z_p^t - Z_{0p}^t) > B_{i,k}^t \Delta Z_p^{t,t-1}$.

O termo "c" pode ser positivo ou negativo, dependendo da situação. Um valor de "c" negativo, para "a" positivo, permite sempre a obtenção de raízes reais; "c" positivo, porém, pode ou não fornecer raízes reais. Deve-se ter então $c < 0$, o que garante que $\sqrt{b^2 - 4.a.c} > b$. A vazão, então, é dada por:

$$Q_{i,k}^t = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2.a} \quad (9)$$

De modo geral, para todas as ligações, deve-se considerar que, para fins de balanço de massa, a vazão que entra em uma célula tem sinal positivo e a vazão que sai é tomada com sinal negativo.

- Ligação Tipo-**Planície**

Corresponde ao escoamento à superfície livre sem termos de inércia, sendo usual na ligação entre quadras alagadas, podendo representar o escoamento através das ruas.

$$\frac{dZ}{dx} = -S_f \quad (10)$$

Discretizando a equação (10), desenvolvendo seus termos e rearrumando-a:

$$\frac{\Delta h + \Delta Z_f}{\Delta x} = - \frac{Q_{i,k}^2 n^2}{A_{i,k}^2 R_{i,k}^{4/3}} \quad (11)$$

Tomando $\Delta h + \Delta Z_f = Z_k - Z_i$, ou seja, igualando a variação do nível d'água à diferença entre os níveis d'água nos centros das células i e k e explicitando a vazão, tem-se, para a célula i a jusante:

$$Q_{i,k} = \left(\frac{A_{i,k} R_{i,k}^{2/3}}{n \Delta x^{1/2}} \right) (Z_k - Z_i)^{1/2} \quad (12)$$

- Ligação Tipo-Vertedouro

Esta ligação, que representa o vertimento por transbordamento do rio ou canal para a planície e entre células da planície em locais onde barreiras físicas formam fronteiras, que passam a funcionar como vertedouros, utiliza a fórmula clássica deste tipo de estrutura, livre ou afogada. A distinção entre estas duas situações é feita pelo critério: se $Z_k > Z_i$, o escoamento é livre se $(Z_i - Z_c) < (2/3)(Z_k - Z_c)$ onde Z_c é a cota da crista do vertedouro; caso contrário, o escoamento é afogado.

Para escoamento livre, tem-se, também para $Z_k > Z_i$:

$$Q_{i,k} = \phi_L (Z_k - Z_c)^{3/2} \quad (18)$$

Para escoamento afogado, se $Z_k > Z_i$:

$$Q_{i,k} = \phi_A (Z_i - Z_c) \sqrt{Z_k - Z_i} \quad (19)$$

Onde:

ϕ_L , ϕ_A - coeficientes de descarga sobre vertedouro, livre e afogado, respectivamente.

3.2.5. Exemplo de Modelação

A

Figura 3.3.1 mostra uma modelação hipotética de uma área, desde a topografia até a divisão por grupos. O esquema topológico indica como se relacionam as células, sendo que a divisão em grupos, embora resultante do esquema topológico, tem já uma conotação de modelação numérica, quando se procura manter o menor número possível de células internas por grupos, fato que reduz o tempo computacional ao reduzir a ordem das matrizes a serem resolvidas.

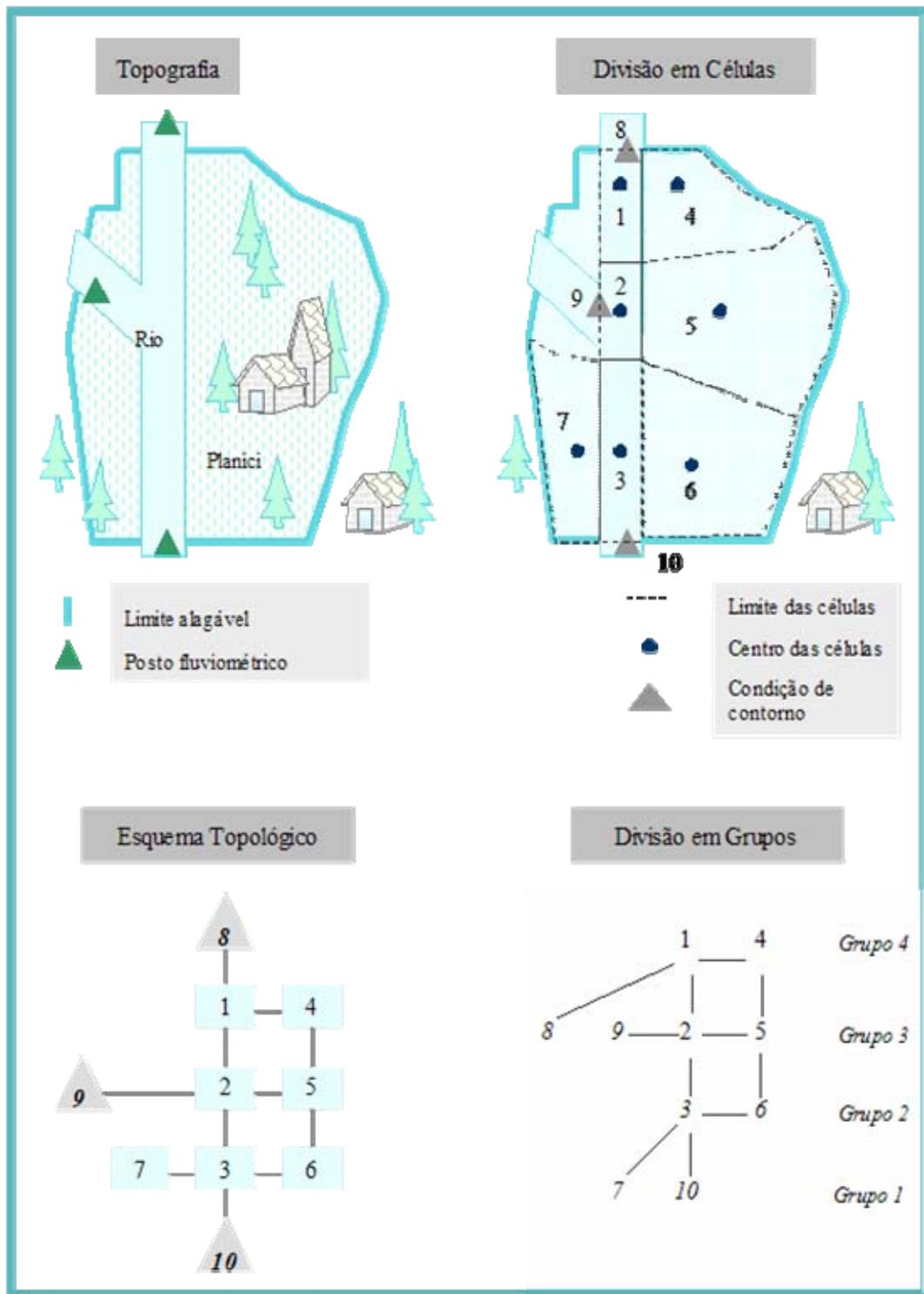


Figura 3.3.1 - Fases de uma modelação de uma região hipotética.

3.3. Condições Iniciais e de Contorno

As condições iniciais a serem prescritas, para o sistema de equações resultantes, correspondem à definição dos níveis d'água em todas as células, de rio e de planície, no instante de tempo inicial $t=0$. Uma célula de planície, que se encontre seca no instante de tempo inicial, deve receber, como condição inicial, o nível do terreno em seu centro.

Em relação às condições de contorno, já que o sistema de equações diferenciais é parabólico, devido à desconsideração dos termos de inércia, é necessário e suficiente impor níveis d'água $Z(t)$ nos contornos da bacia estudada. Como nem sempre é possível ou desejável a imposição desses níveis $Z(t)$ podem ocorrer três tipos distintos de condição de contorno:

- nível d'água dado em função do tempo - $Z(t)$;
- vazão dada em função do tempo - $Q(t)$;
- uma dada relação entre vazão e nível d'água - $Q(Z)$.

Estes três tipos de condição de contorno podem ser utilizados para diferentes pontos de uma mesma bacia em estudo, conforme a sua adequação à área modelada.

Em termos numéricos, a introdução de uma condição de contorno do tipo $Z(t)$ consiste em se considerar uma célula k imaginária, no contorno de uma célula i e a ela ligada por uma lei hidráulica, com níveis Z_k conhecidos ao longo do tempo. Desta forma, pode-se calcular as vazões e suas derivadas parciais, necessárias para resolver as equações, assim como se conhece o valor de ΔZ_k em qualquer tempo. A consideração de uma condição de contorno do tipo $Q(t)$ é meramente um problema de adição do acréscimo de escoamento imposto $\Delta Q = Q^{n+1} - Q^n$ ao termo livre L na Equação de Continuidade para a célula. Por fim, ao se considerar uma condição de contorno do tipo $Q(Z)$, novamente introduz-se uma célula k imaginária no contorno da célula i e conhece-se a relação $Q_{i,k} = f(Z_i)$, onde $Q_{i,k}$ não depende de Z_k . Esta condição de contorno só pode ser usada quando o sentido de escoamento é da célula i para a célula k . A relação $Q_{i,k} = f(Z_i)$ é usada na equação e as derivadas parciais são calculadas a partir dela, sendo nula a derivação em relação a Z_k , que não influi no escoamento.

4. ÁREA DE ESTUDO

A calha do rio Guandu, em toda a sua extensão, tem capacidade de suportar vazões elevadas, recebendo as defluências da usina de Pereira Passos chegam, nos horários de pico, a superar a casa dos 300 m³/s.

Pouco a montante da ponte da antiga estrada Rio-São Paulo, se situa a ilha que divide o Guandu em dois braços controlados por estruturas de comportas de propriedade da CEDAE. Tais comportas fazem parte do sistema de captação de 43,0 m³/s para a ETA-Guandu. Forma-se nesse local, a Lagoa do Guandu, onde desembocam os rios dos Poços/Queimados e Ipiranga, cursos d'água extremamente poluídos por esgotos domésticos, efluentes industriais e lixo urbano.

Os rios dos Poços, Queimados e Ipiranga e seus afluentes drenam uma bacia com área total de drenagem, da ordem de, 243 Km², e atravessam áreas urbanas populosas dos municípios de Eng. Pedreira, Queimados, Nova, Iguazu e Cabuçu. Além disso, o rio Queimados atravessa a área do Distrito Industrial de Queimados (CODIN), onde em diversas ocasiões foram comprovados lançamentos de efluentes industriais tóxicos.

A atividade de extração de areia em cava se fez presente durante um longo período na bacia do rio dos Poços, onde podem ser vistas diversas lagoas já exauridas e abandonadas sem qualquer medida de recuperação. A figura 4.1 mostra uma dessas lagoas junto à confluência dos rios Poços e Queimados, onde é possível também constatar a diferença a entre as águas barrentas do rio dos Poços e as águas escuras e mais poluídas do rio Queimados.

A jusante da ilha da CEDAE, o Rio Guandu atravessa um pequeno trecho com leito de pedra, formando uma pequena corredeira e segue cerca de 9 km até o início do estirão passa a ser chamado de canal de São Francisco.



Figura 4.1 - Lagoa de extração abandonada após o esgotamento da jazida, na região da confluência dos rios Poços e Queimados.

5. MODELAGEM DOS RIOS POÇOS, QUEIMADOS E IPIRANGA

A área a ser modelada compreende os estirões finais dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, limitados a montante pela rodovia Pres. Dutra e a jusante pela lagoa do Guandu. A modelagem teve por objetivo avaliar o comportamento desses estirões quando submetidos à cheias de pequeno, médio e grande portes após a implantação de um barramento à saída da lagoa do Guandu. Segundo informação da CEDAE, o nível operacional atual da lagoa é a cota 11,70m mesmo nas ocasiões de cheias, quando a empresa procura mantê-lo inalterado através do controle das comportas localizadas nos braços do rio Guandu.

5.1. Levantamento de Dados

Para a confecção dos arquivos de entrada de dados no modelo, são necessários dados topográficos, fisiográficos, hidrológicos e hidráulicos da bacia em estudo.

Os dados topográficos foram retirados restituição topográfica realizada por Prospec/Cedae no 1º semestre de 2009, abrangendo a parcela da bacia dos rios Poços, Queimados e Ipiranga compreendida entre a lagoa do Guandu e a rodovia Pres. Dutra.

Foram atualizados e complementados todos os estudos hidrológicos anteriormente desenvolvidos para as sub-bacias contempladas pela modelagem hidrodinâmica.

5.2. Modelagem Hidrológica

Conforme mencionado no item 3.1, com o auxílio do modelo denominado "Sistema HIDRO-FLU para Apoio a Projetos de Controle de Cheias", foram obtidos os hidrogramas de cheia dos rios Poços, Queimados, Sarapó, Cabuçu e Ipiranga, nos locais definidos como condições de contorno para a modelagem hidrodinâmica.

As chuvas de projeto correspondentes aos diversos tempos de recorrência considerados na análise (5, 20, 50 e 100 anos) foram definidas considerando-se a chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia total dos rios Poços, Queimados e Ipiranga, contribuinte à lagoa do Guandu.

As chuvas intensas foram obtidas através da equação de Otto Pfafstetter que se apresenta na forma de precipitação x duração x frequência (PDF). Foram considerados os parâmetros relativos ao posto pluviométrico Rod. Pres. Dutra – Km 47, localizado no interior da bacia. As tabelas 5.2.1 e 5.2.2 apresentam os parâmetros da equação, referentes ao posto pluviométrico supracitado.

Tabela - 5.2.1

Parâmetros		
A	B	C
0,3	28	20

Tabela - 5.2.2

Valores de β			
5 min	15 min	30 min	1h – 6 d
0,00	0,08	0,16	0,20

Os hietogramas de projeto calculados, correspondentes aos tempos de recorrência de 5, 20, 50 e 100 anos são apresentados na tabela 5.2.3.

Tabela - 5.2.3
Chuva de Projeto

Tempo (min)	CHUVA (mm)			
	TR5	TR20	TR50	TR100
48	1,8	2,5	3	3,4
96	2,1	3	3,6	4
144	2,8	3,8	4,6	5,2
192	4,4	6,3	7,7	8,8
240	10,6	15,4	18,8	21,5
288	36,9	48,3	55,9	61,8
336	6,1	8,7	10,6	12,2
384	3,6	5,2	6,5	7,5
432	2,4	3,3	4	4,5
480	1,9	2,7	3,2	3,7

O próximo passo foi a definição do Curva Número (CN) para cada porção das bacias envolvidas. Os valores de CN considerados foram relacionados na Tabela - 5.2.4 juntamente com as características físicas das bacias.

Tabela - 5.2.4
Valores de CN

Seção do Exutório	Área de Drenagem (Km ²)	Tempo de Concentração (min)	CN
Poços - Dutra	128,9	360	70
Rio Poços - Foz	2433	480	75
Queimados -Dutra	23,43	130	73
Sarapó – E 645.000	10,85	130	73
Ipiranga – E 645.500	9,95	110	73
Cabuçu - E 645.500	23,31	160	73

A partir dos valores apresentados nas tabelas 5.2.3 e 5.2.4 foram calculados, através do sistema Hidro-Flu, os hidrogramas de cheia para os tempos de recorrência de 5,

20, 50 e 100 anos, que se encontram representados nas figuras numeradas de 5.2.1 a 5.2.5.

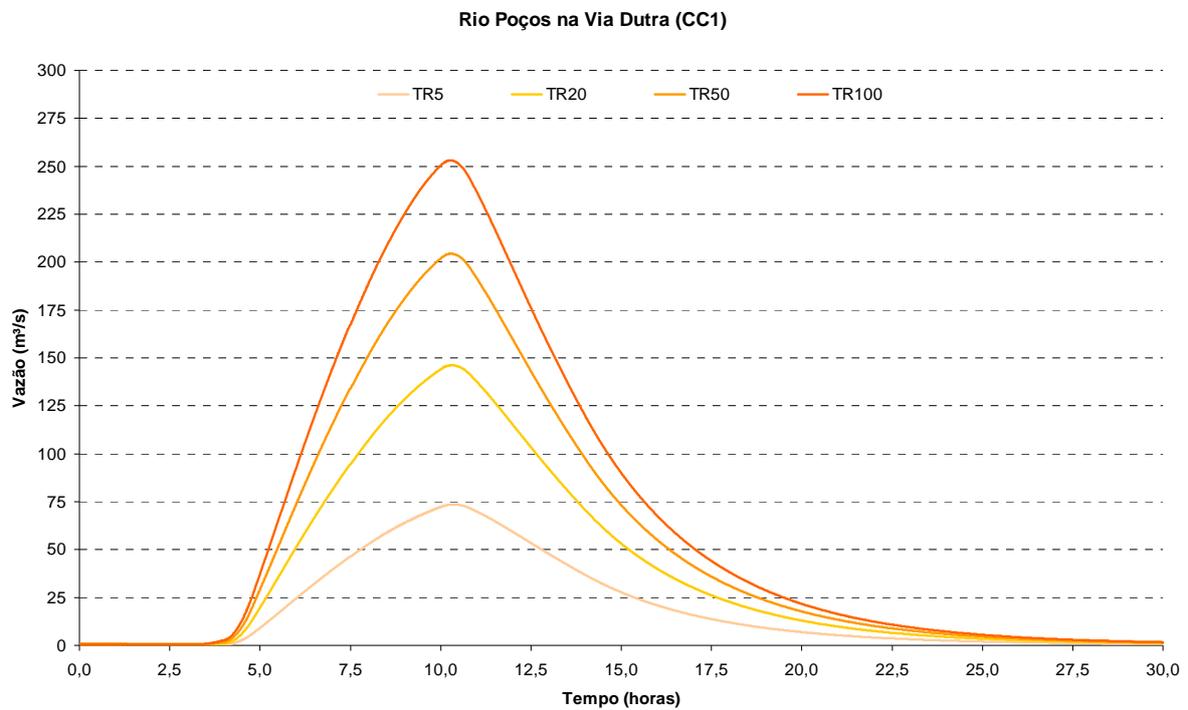


Figura 5.2.1

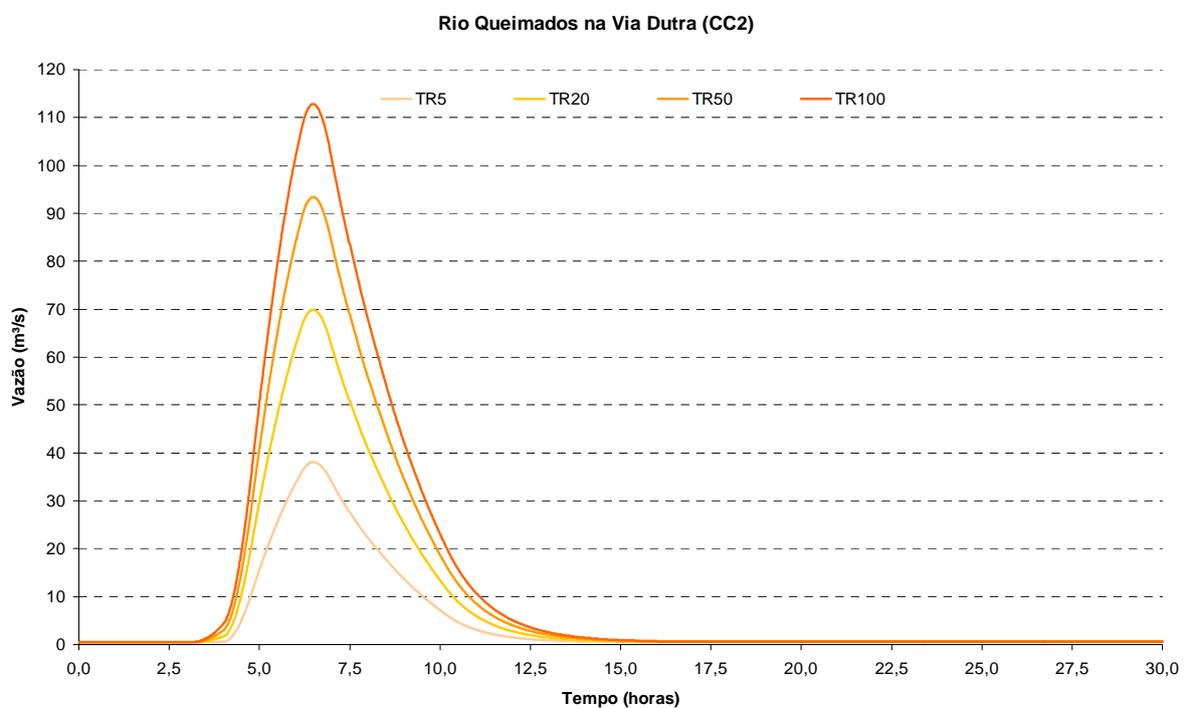


Figura 5.2.2

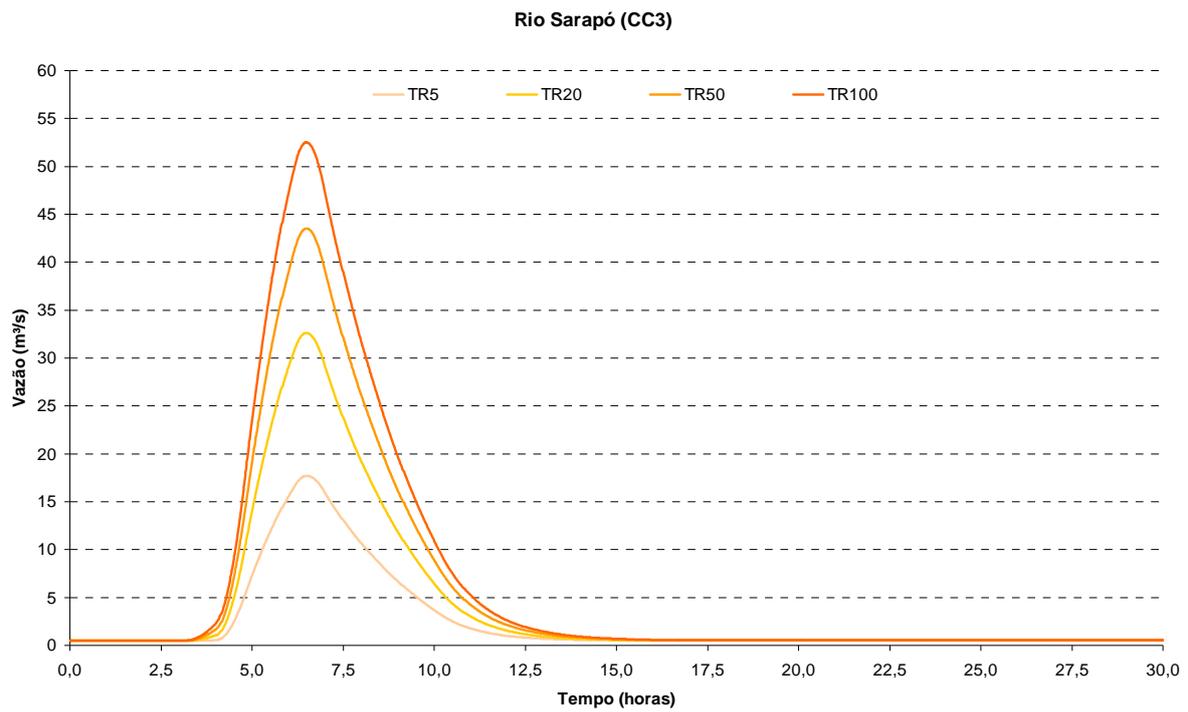


Figura 5.2.3

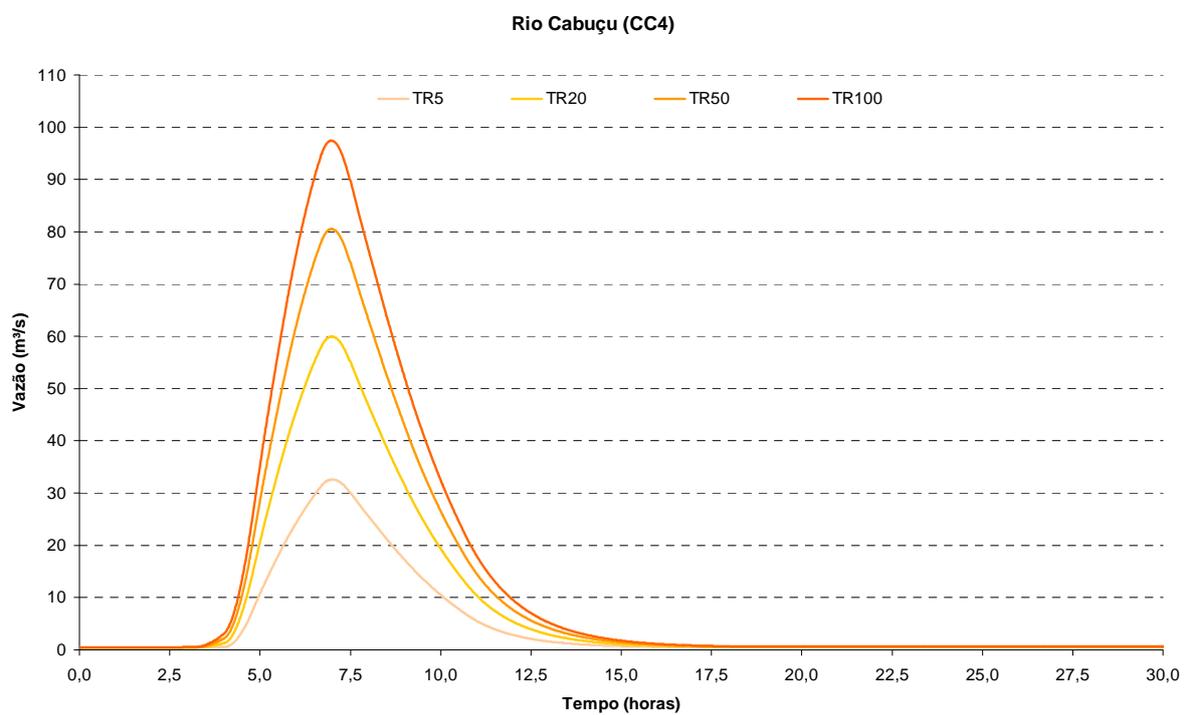


Figura 5.2.4

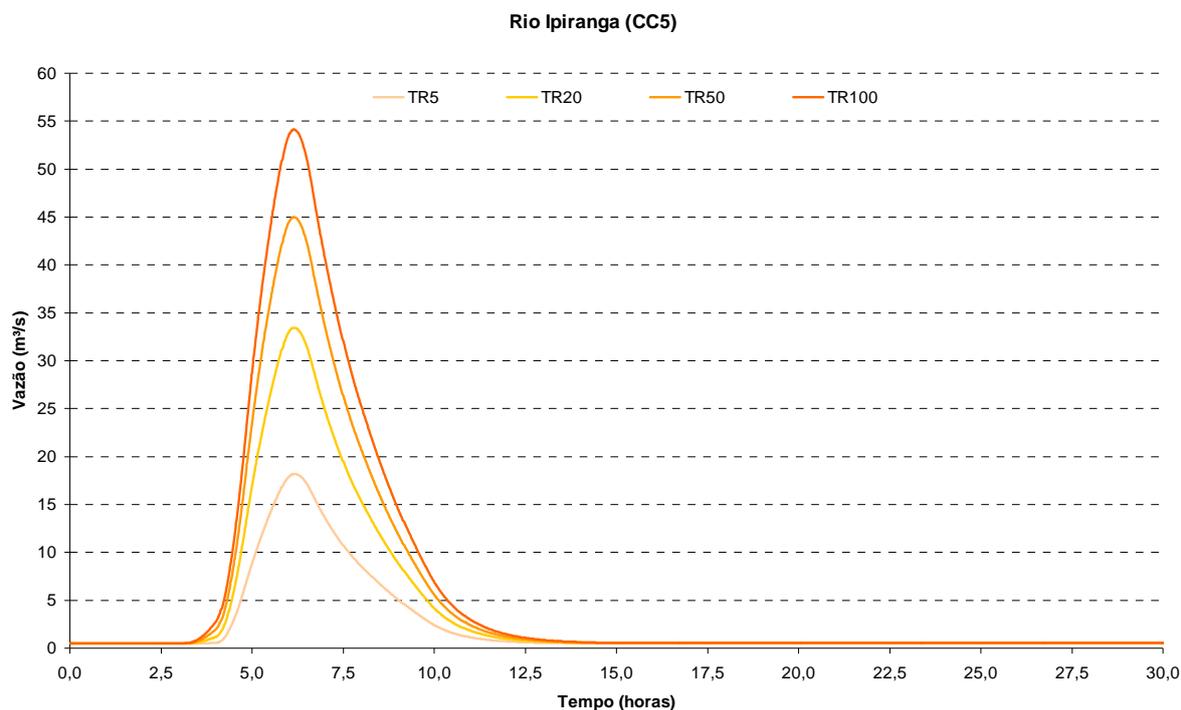


Figura 5.2.5

5.3. Modelagem Hidrodinâmica da região

O processo de modelagem hidrodinâmica com células de escoamento inicia-se com a modelagem topológica da bacia, a fim de se discretizar a região de interesse em compartimentos interligados entre si de acordo com o padrão topográfico da bacia. Para esta etapa foi utilizado como base uma restituição aerofotogramétrica disponibilizada pela CEDAE/PROSPEC, além de levantamentos topobatimétricos dos corpos d'água aqui contemplados, realizados pela COHIDRO no ano de 2002.

Após a subdivisão da bacia em células de escoamento, como pode ser observado na Figura 5.3.1 foi elaborado um esquema conhecido como modelo topológico que, no caso, resultou em 111 células de escoamento, sendo 43 delas, responsáveis por representar o escoamento nos rios dos Poços (19 células), Queimados (10 células), Ipiranga (9 células) e Cabuçu (5 células), uma célula para representar a lagoa da Cedae e as restante 67 células, representativas das planícies.

As Figuras 5.3.1 e .5.3.2 dizem respeito, respectivamente, aos esquemas topológicos, dos rios considerados na análise e das células e suas ligações. A Tabela 5.3.1 apresenta as vazões de pico dos cursos d'água considerados como condições de contorno no modelo.

Para a discretização hidráulica, a planície é dividida em células formando uma rede de escoamento bidimensional, permitindo o escoamento em várias direções pela planície de inundação. O escoamento entre células pode ser calculado através de equações

hidráulicas, como equações de vertedouro, livre ou afogado, equações através de orifícios ou mesmo as equações de Saint Venant, completas ou simplificadas.

Esse método permite considerar as precipitações em cada célula, aplicando-se então processos de chuva-vazão, somando-se essa vazão com a vazão trocada com outras células, calculando assim o volume de água na célula em cada passo de tempo.

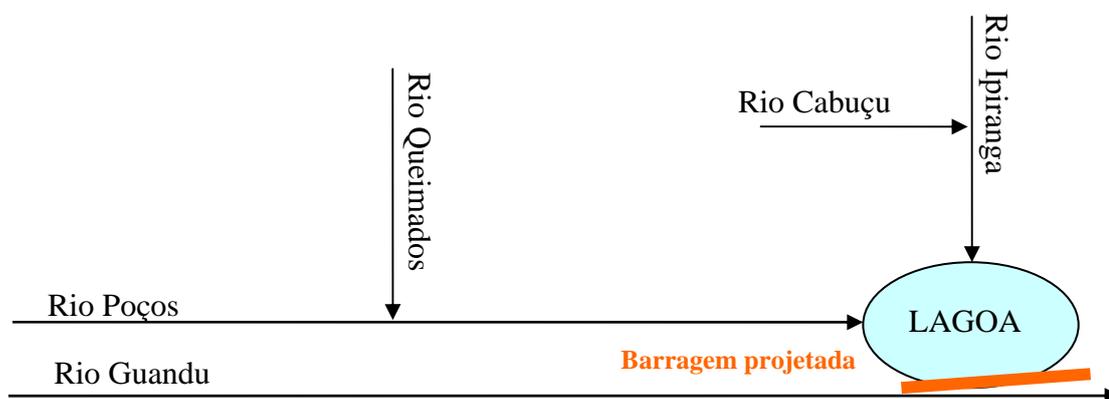


Figura 5.3.1 - Esquema Topológico dos cursos d'água

Tabela 5.3.1
Condições de Contorno do modelo e vazões de pico

Seção do Exutório	Condição de Contorno	Vazão de Pico (m ³ /s)			
		Tr = 5	Tr = 20	Tr = 50	Tr = 100
Poços - Dutra	CC1	73,5	146,1	204,3	253,0
Queimados -Dutra	CC3	38,1	69,9	93,4	112,8
Sarapó – E 645.000	CC4	17,7	32,6	43,5	52,5
Ipiranga – E 645.500	CC5	18,1	33,4	45,0	54,1
Cabuçu - E 645.500	CC6	32,5	60,0	80,5	97,4

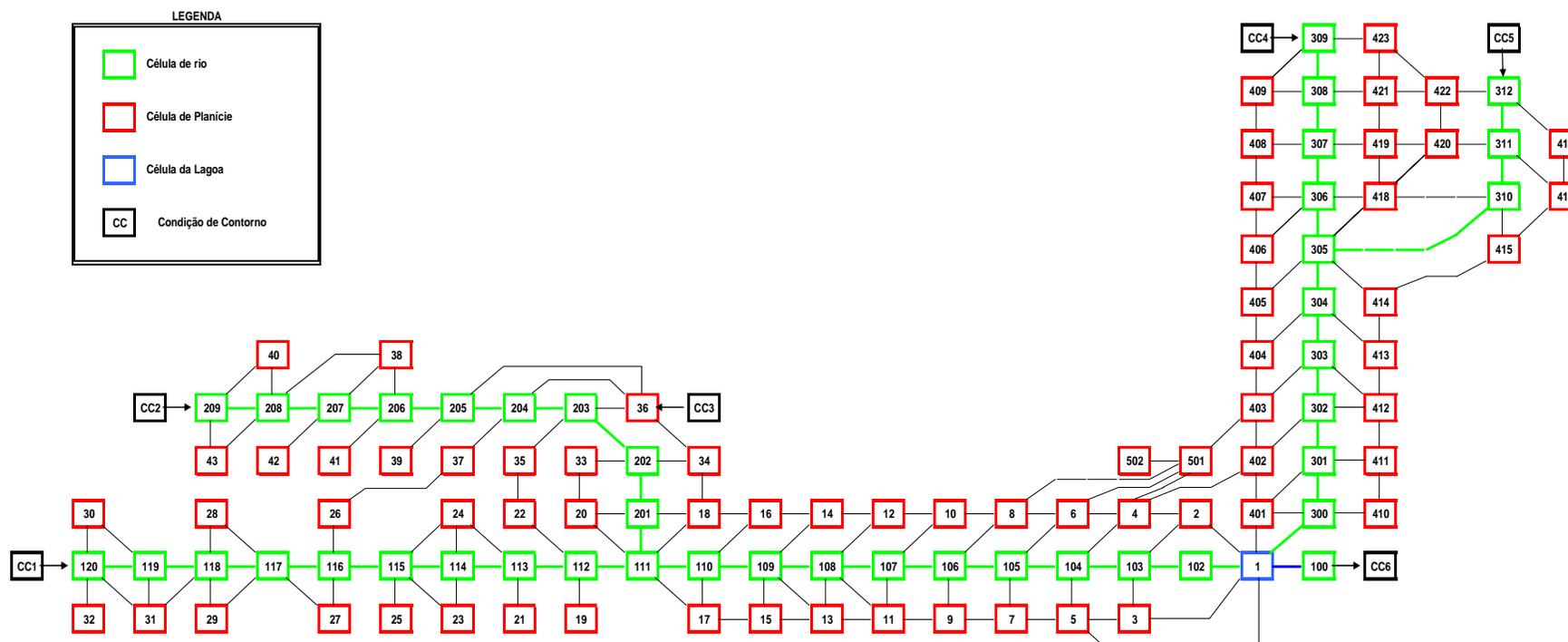


Figura 5.3.2 – Esquema topológico resultante da discretização da região em células de escoamento

5.4. Cenários Simulados

Foram considerados dois cenários nas simulações, envolvendo os tempos de recorrência dos eventos com 5, 20, 50 e 100 anos. Tais cenários foram:

- Cenário 1 – Considerou a presença de uma barragem separando o rio Guandu da lagoa, dotada de vertedouro com crista na cota 12,30 m. Foram esboçadas manchas de inundação para os tempos de recorrência de 5, 20, 50 e 100 anos (Anexo A);
- Cenário 2 – Considera a situação atual com o nível operacional da lagoa igual a 11,80 m. Foram esboçadas manchas de inundação para os tempos de recorrência de 5, 20 e 100 anos (Anexo B).

5.5. Apresentação e Interpretação dos Resultados

Em relação aos estudos hidrológicos que deram apoio à modelagem hidrodinâmica, no Anexo 1 são apresentados, de forma condensada, os relatórios de saída do modelo Hidroflu.

Os resultados das simulações hidrodinâmicas realizadas com o modelo de células de escoamento – Mod-Cel, referentes aos Cenários 1 e 2, são apresentados a seguir.

As figuras 5.5.1 e 5.5.2 apresentam as manchas das inundações na área modelada, correspondentes, respectivamente, aos tempos de recorrência de 5 e 100 anos, situações extremas simuladas. Em cada uma das figuras, foram superpostas as manchas relativas aos cenários 1 e 2.

Na figura 5.5.3, foram superpostas as manchas referentes aos tempos de recorrência de 5 e 100 anos, apenas para a condição do cenário 1, ou seja, a que representa a situação de níveis mais elevados.

Os perfis longitudinais dos cursos d'água com representação das respectivas linhas d'água obtidas para os tempos de recorrência de 5, 20, 50 e 100 anos para o cenário 1 são apresentados logo a seguir das manchas de inundação (Figura 5.5.4 a 5.5.7).

Por sua vez, as figuras numeradas de 5.5.8 a 5.5.11 correspondem a comparações entre perfis de linha d'água obtidos para os cenários 1 e 2. Esses perfis comparativos foram realizados apenas para os tempo de recorrência de 5 e 20 anos.

A análise dos resultados dos estudos hidrodinâmicos permitiu as seguintes considerações:

- Os níveis d'água máximos atingidos na lagoa da CEDAE, junto ao local do barramento, foram os seguintes:

TR (anos)	NA (m)
5	12,45
20	12,60
50	12,67
100	12,74

- Considerando-se que a cota adotada no projeto do barramento para a crista do vertedouro é 12,30m, a altura de vertimento máximo obtida nas simulações foi de 0,44 m, para a condição do cenário 1 com TR igual a 100 anos, quando o nível d'água atingiu a cota 12,74 m, como mostra a tabela anterior;
- O N.A igual a 12,74 m, correspondente à vazão de pico do hidrograma de 100 anos afluente à barragem é inferior em, aproximadamente, 1,0 m, ao N.A considerado no projeto, no dimensionamento do vertedouro. Isto se deve aos extravasamentos de calha que ocorrem nos estirões dos cursos d'água a montante e à grande capacidade da baixada e da lagoa da CEDAE de absorção e amortecimento das cheias;
- As manchas apresentadas nas figuras 5.5.1 a 5.5.3 devem ser entendidas como uma representação aproximada das inundações que poderão vir a ocorrer na parcela da bacia dos rios Poços, Queimados e Ipiranga nos processos de cheia. As limitações para a modelagem da bacia, bem como, a inexistência de medições na área de abrangência do estudo, implicaram na necessidade de se adotar hipóteses simplificadoras. As possíveis diferenças observadas entre os resultados aqui apresentados e um mapeamento das cheias em eventos futuros, no que diz respeito às áreas inundáveis e alturas de inundação, permitirão a calibração da modelagem e a correção das manchas;
- Observando-se as manchas representadas nas figuras 5.5.1 e 5.5.2, constata-se que o aumento da área inundada quando se compara os cenários 1 e 2, no que diz respeito à bacia dos rios Poços e Queimados, fica restrito ao estirão entre a barragem e a confluência desses dois rios. As referidas figuras mostram que as inundações do trecho superior modelado, compreendido entre a confluência Poços-Queimados e a rodovia Pres. Dutra não se alteram com a mudança de cenário. A seção de escoamento desses rios é insuficiente para conduzir as vazões de cheia, dando origem aos extravasamentos para as planícies marginais.
- É importante observar que as manchas representadas referem-se apenas à parcela da bacia limitada a montante pelos locais das condições de contorno do modelo, descritos na tabela 5.3.1, e a jusante, pela saída da lagoa da CEDAE. Seguramente, as inundações têm repercussão para os estirões de montante, influenciando áreas marginais dos cursos d'água, entretanto, o seu mapeamento não foi objeto desse trabalho;

Um fato desejável na bacia dos rios Poços, Queimados, Ipiranga e Cabuçu, é que o processo de expansão urbana nessas bacias possa sofrer grandes transformações a partir de iniciativas das administrações municipais que venham orientar o crescimento de forma disciplinada. Ações a serem implementadas em sintonia com concepções modernas dos projetos de drenagem urbana, passam pela limitação de área construída dos lotes e a criação de áreas de armazenamento e infiltração nos mesmos, a fixação da densidade de ocupação da bacia, a criação de bacias de retenção em áreas propícias da bacia, dentre outras. Essas são medidas essenciais para o não agravamento dos processos de inundação que hoje já ocorrem.

Por outro lado, a tentativa de redução das enchentes nos núcleos urbanos das bacias, pela simples transferência dos volumes precipitados para os trechos de jusante constitui-se, no presente caso, em uma decisão perigosa. Em outras palavras, os investimentos em grandes dragagens e ampliações das seções dos cursos d'água, transferirão as cheias, de forma acelerada, para a parcela inferior dessas bacias, produzindo incrementos substanciais nos picos dos hidrogramas junto à saída da lagoa da CEDAE. Como consequência, no caso de implantação da barragem, os níveis de vertimento nas cheias serão bem superiores aos verificados no estudo, dando origem a remansos e manchas de inundação mais extensas, cujas repercussões são desconhecidas e não foram avaliadas pelo presente trabalho.

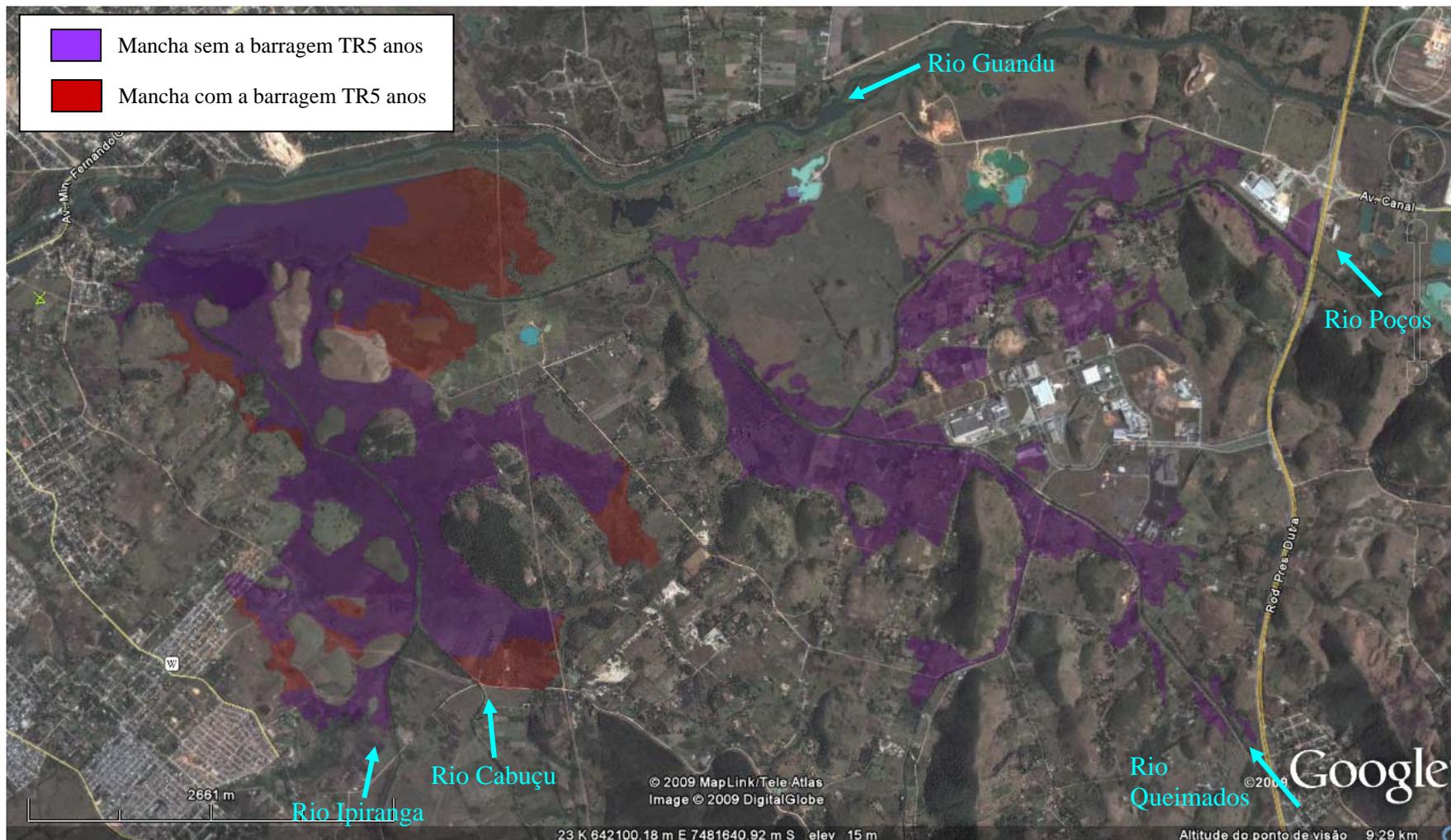


Figura 5.5.1 - Manchas de inundação para tempo de recorrência de 5 anos para os cenários 1 e 2

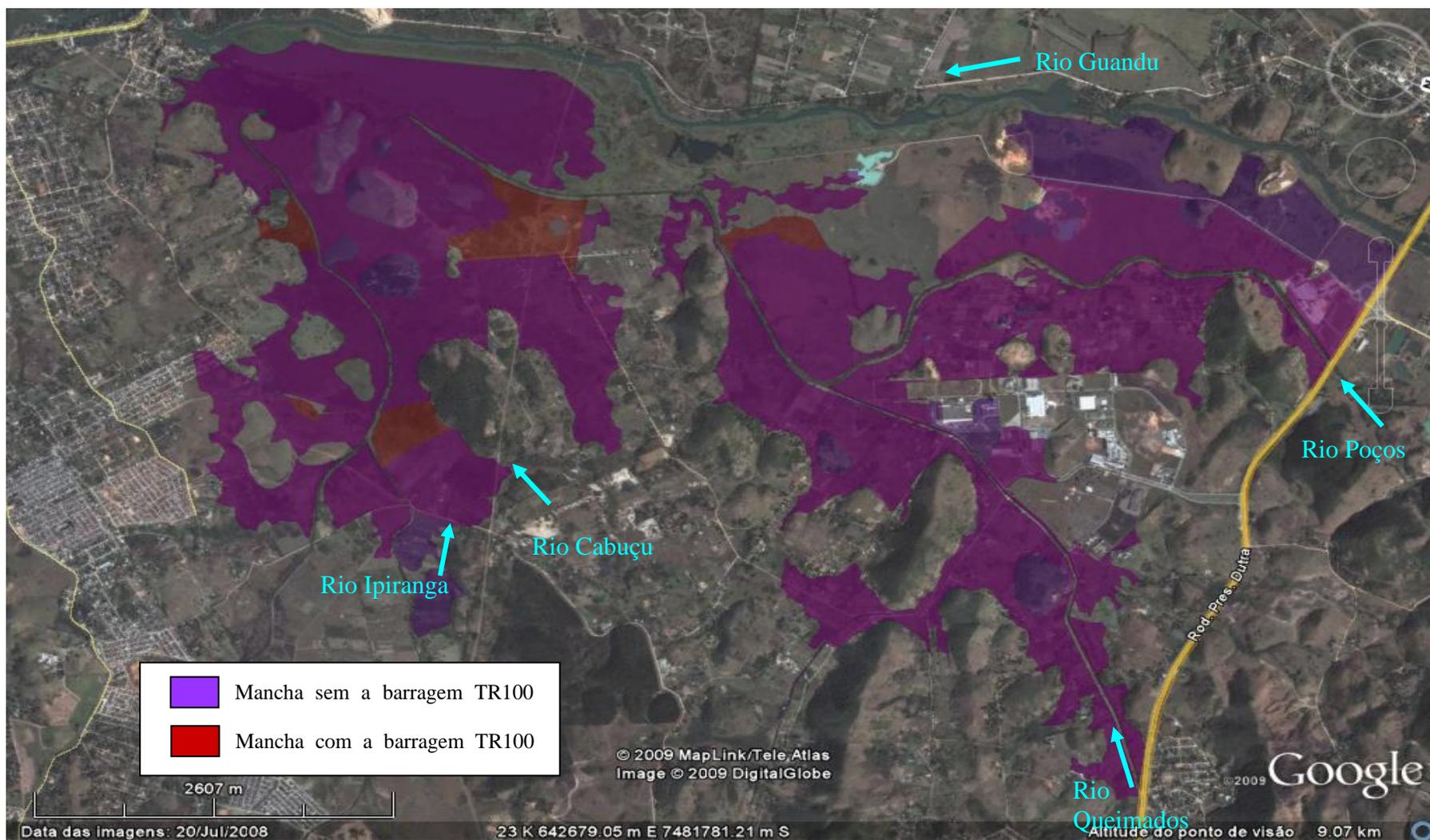


Figura 5.5.2 - Manchas de inundação para tempo de recorrência de 100 anos para os cenários 1 e 2

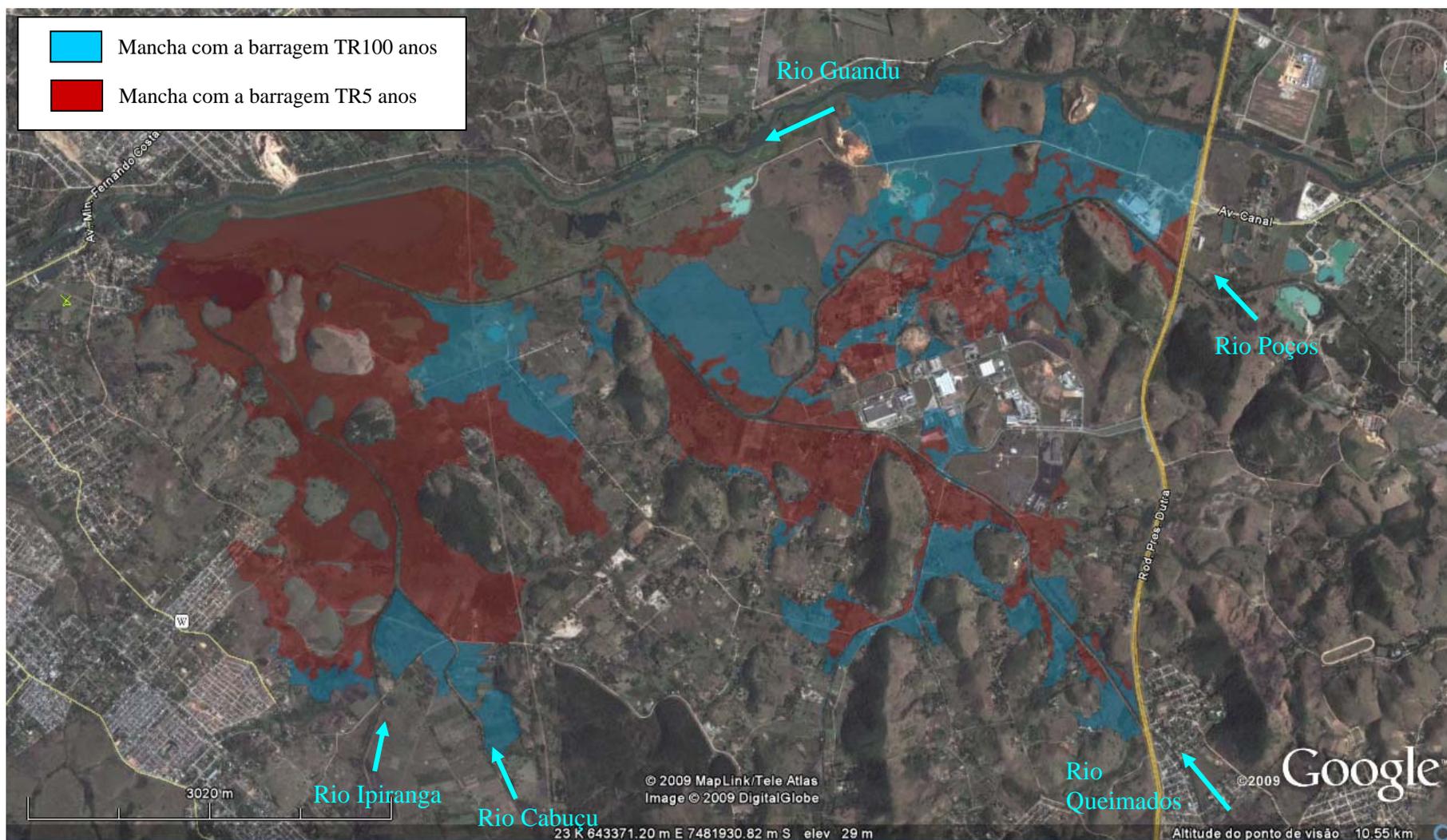


Figura 5.5.3 - Manchas de inundação para tempo de recorrência de 5 e 100 anos para o cenário 1

PERFIS DE LINHA D'ÁGUA
RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DO CENÁRIO 1

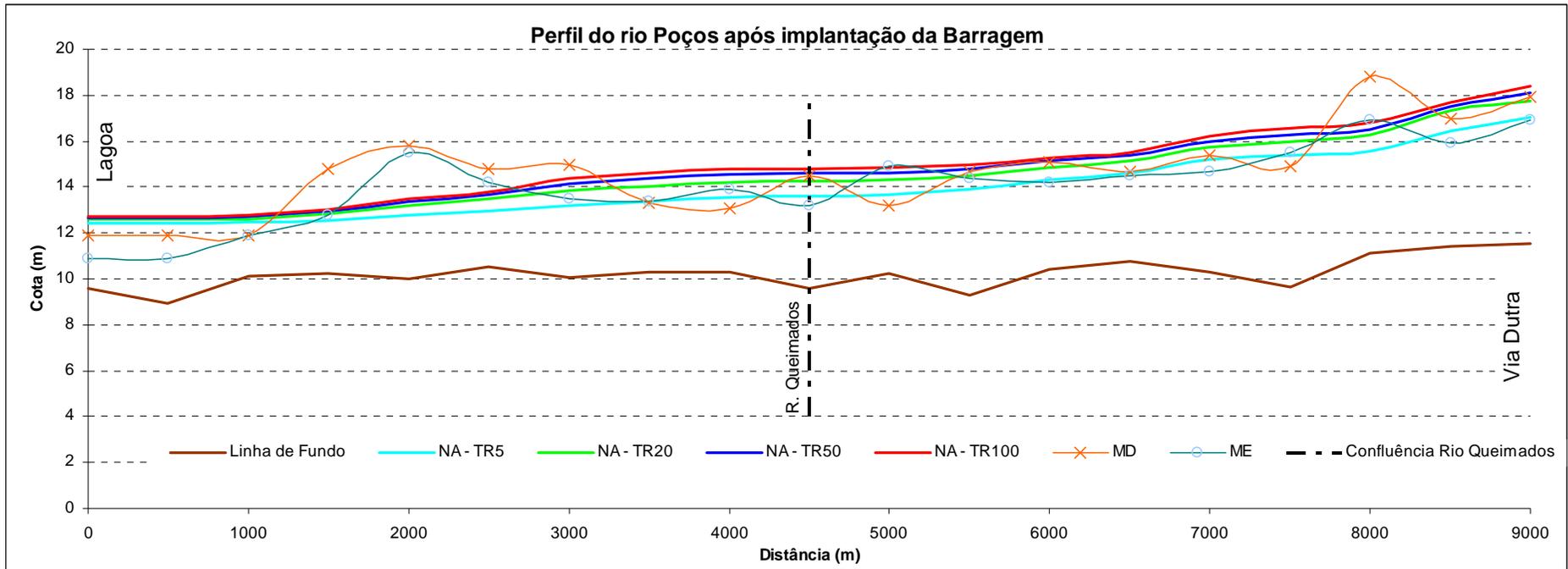


Figura 5.5.4

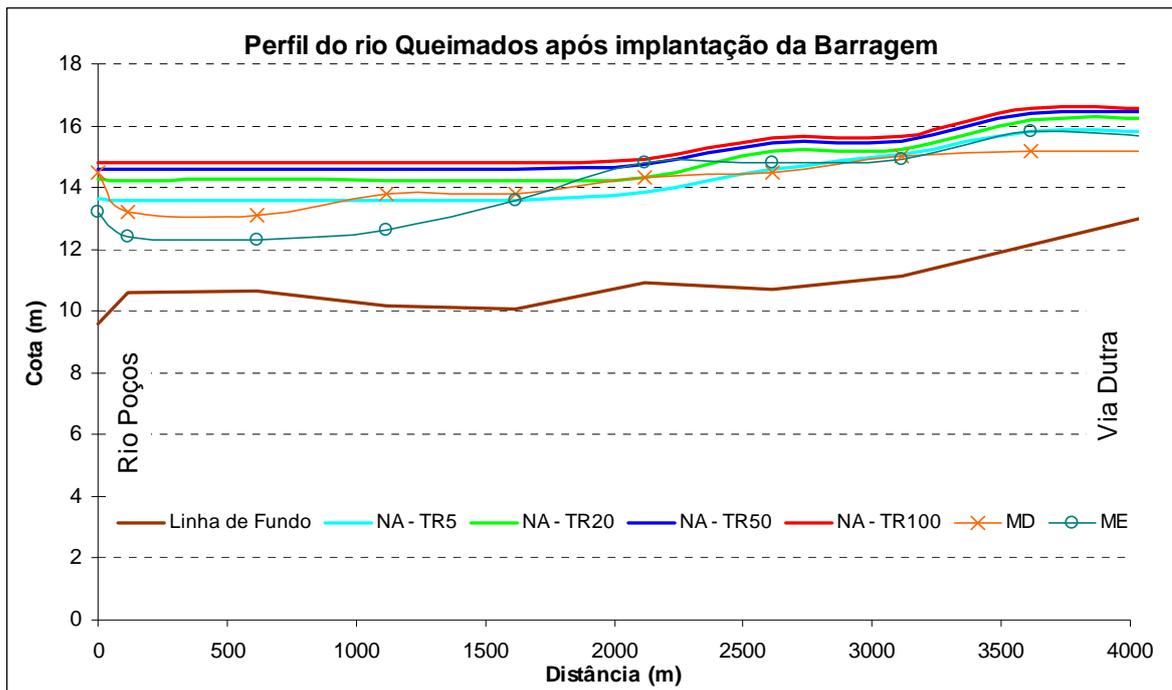


Figura 5.5.5

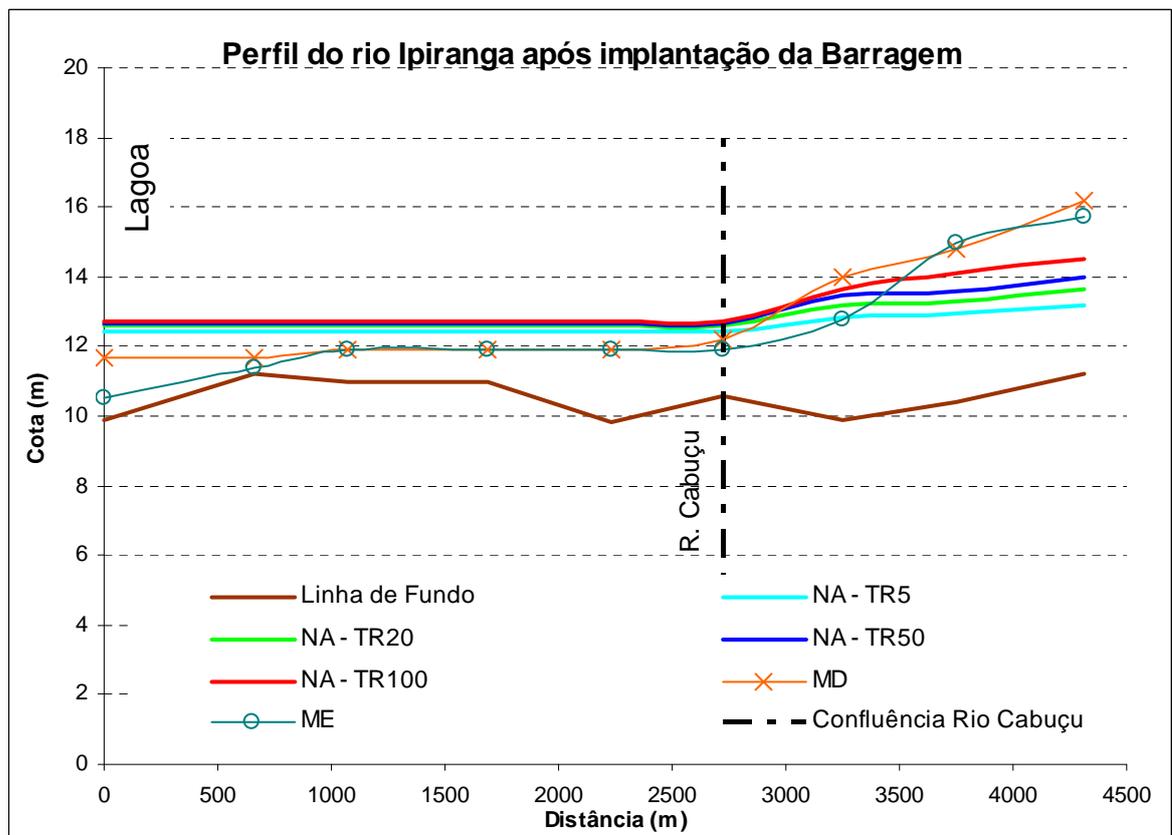


Figura 5.5.6

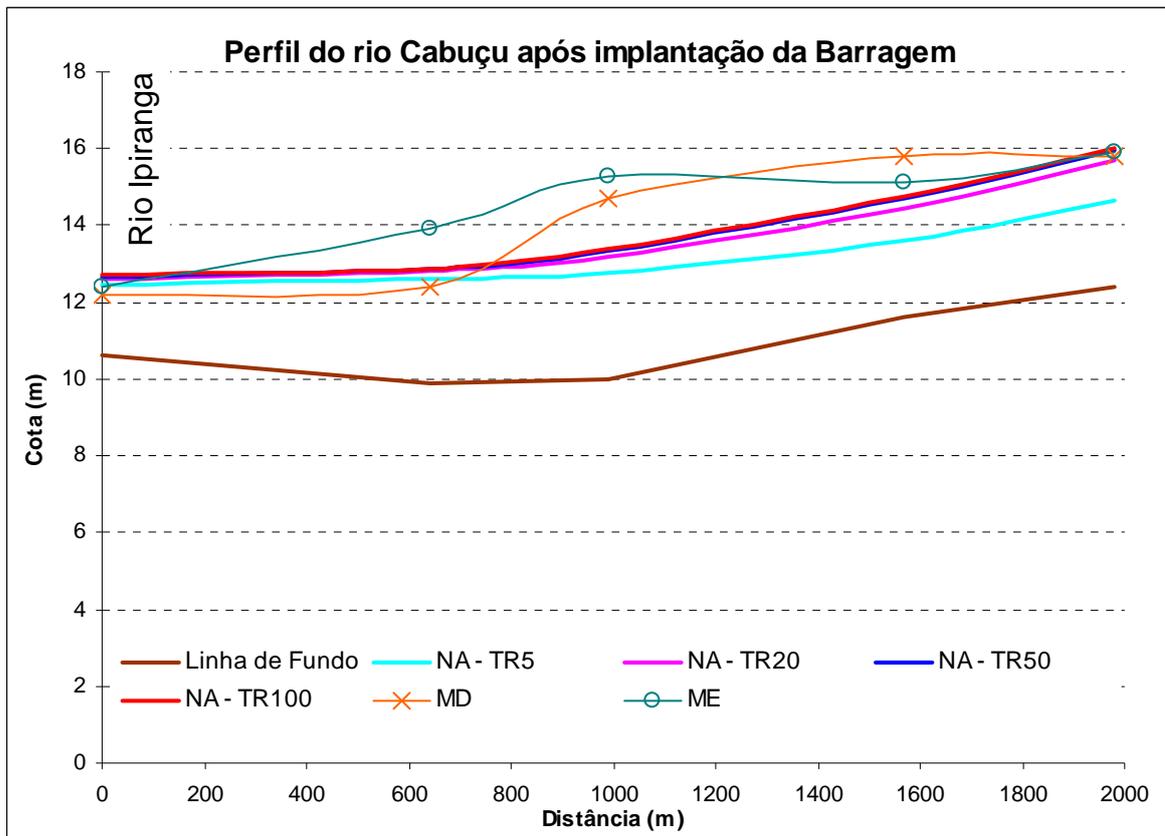


Figura 5.5.7

COMPARAÇÃO ENTRE OS PERFIS DE LINHA D'ÁGUA DO CENÁRIO 1
(COM BARRAGEM) E CENÁRIO 2 (SEM BARRAGEM)
PARA OS TEMPOS DE RECORRÊNCIA DE 5 E 20 ANOS

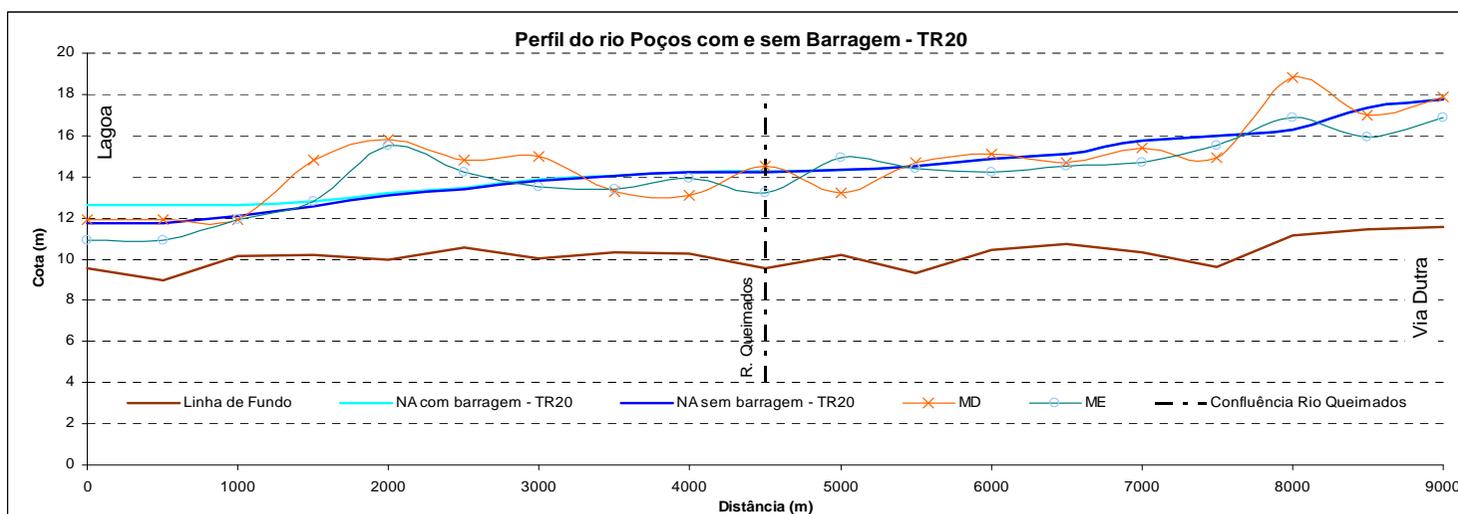
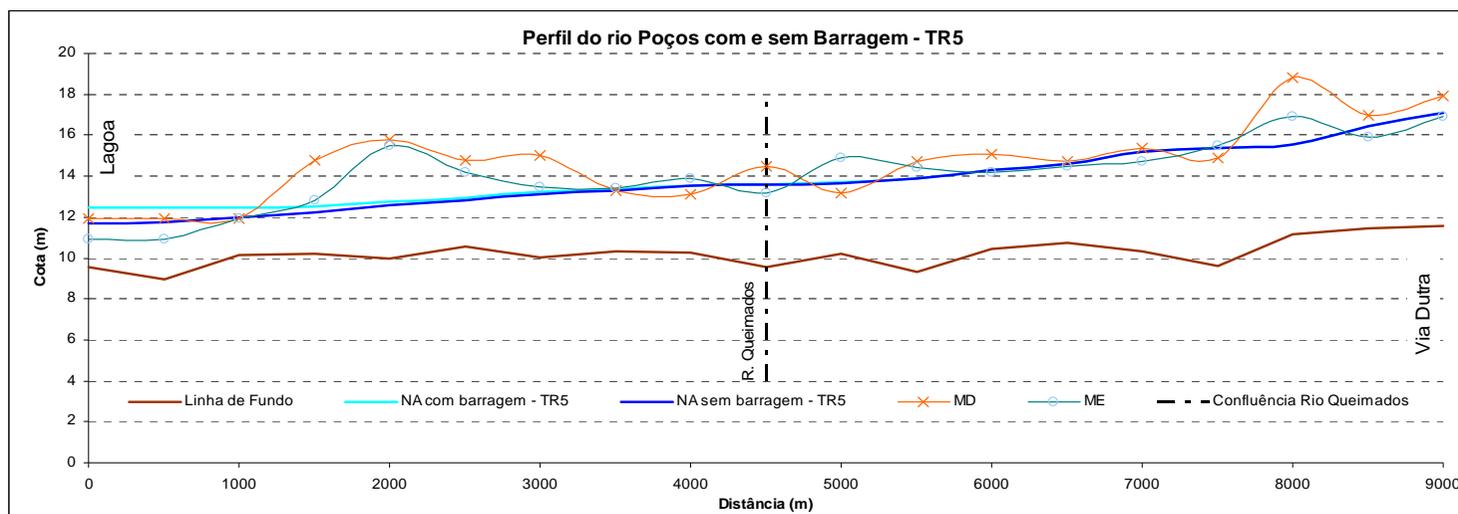


Figura 5.5.8

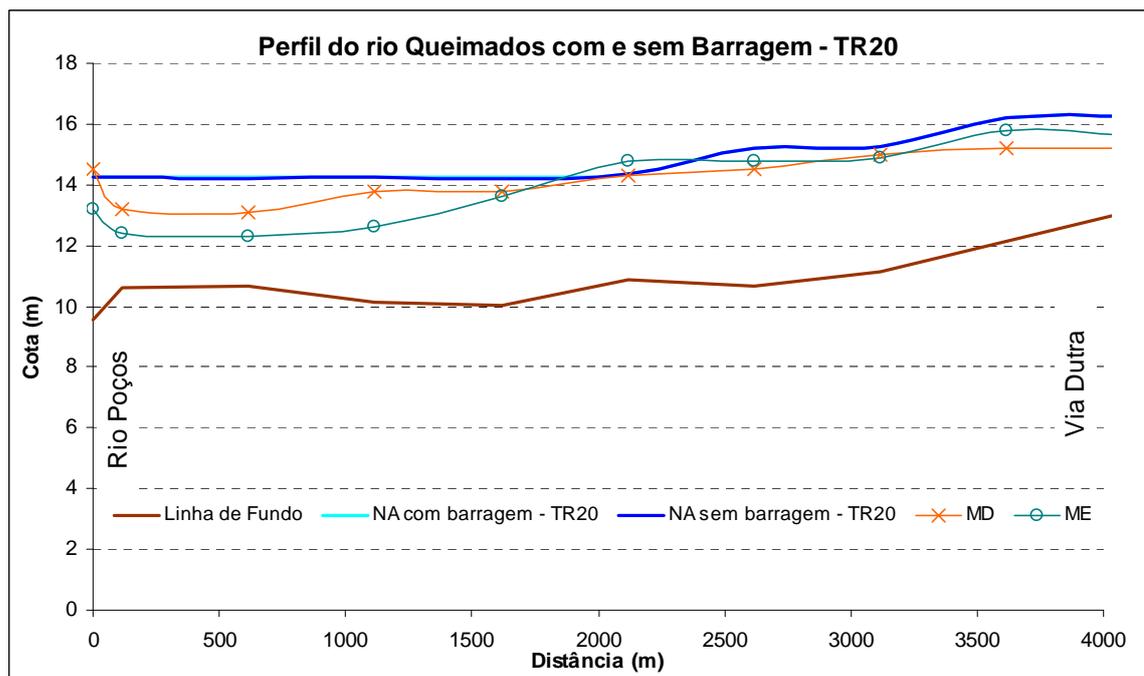
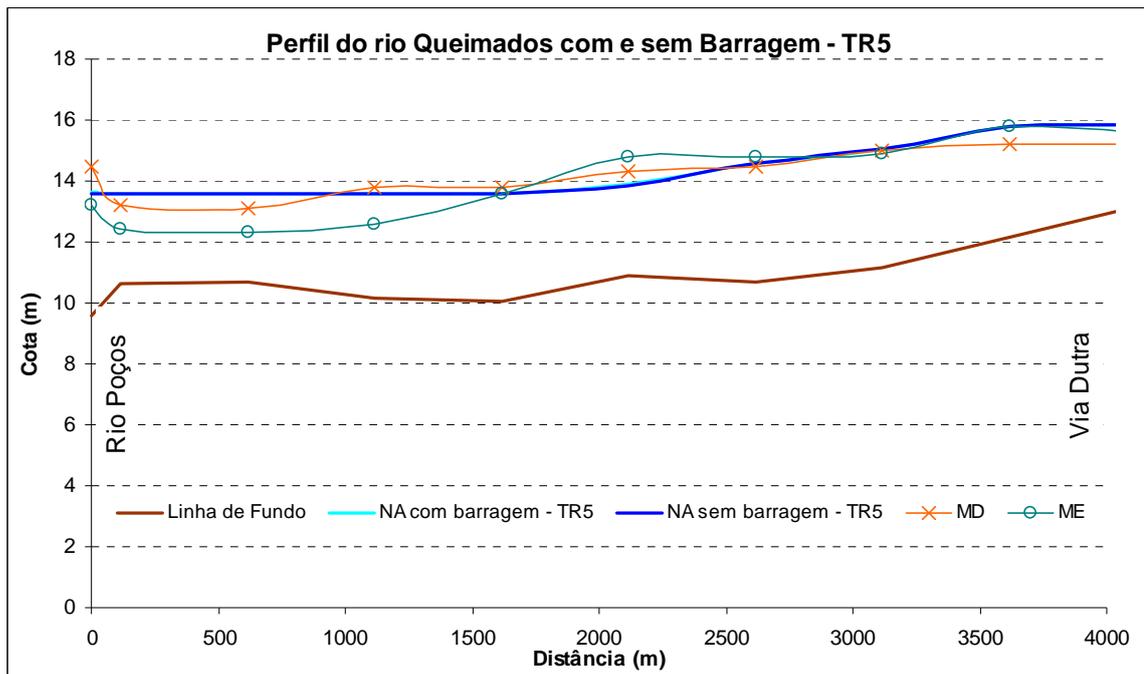
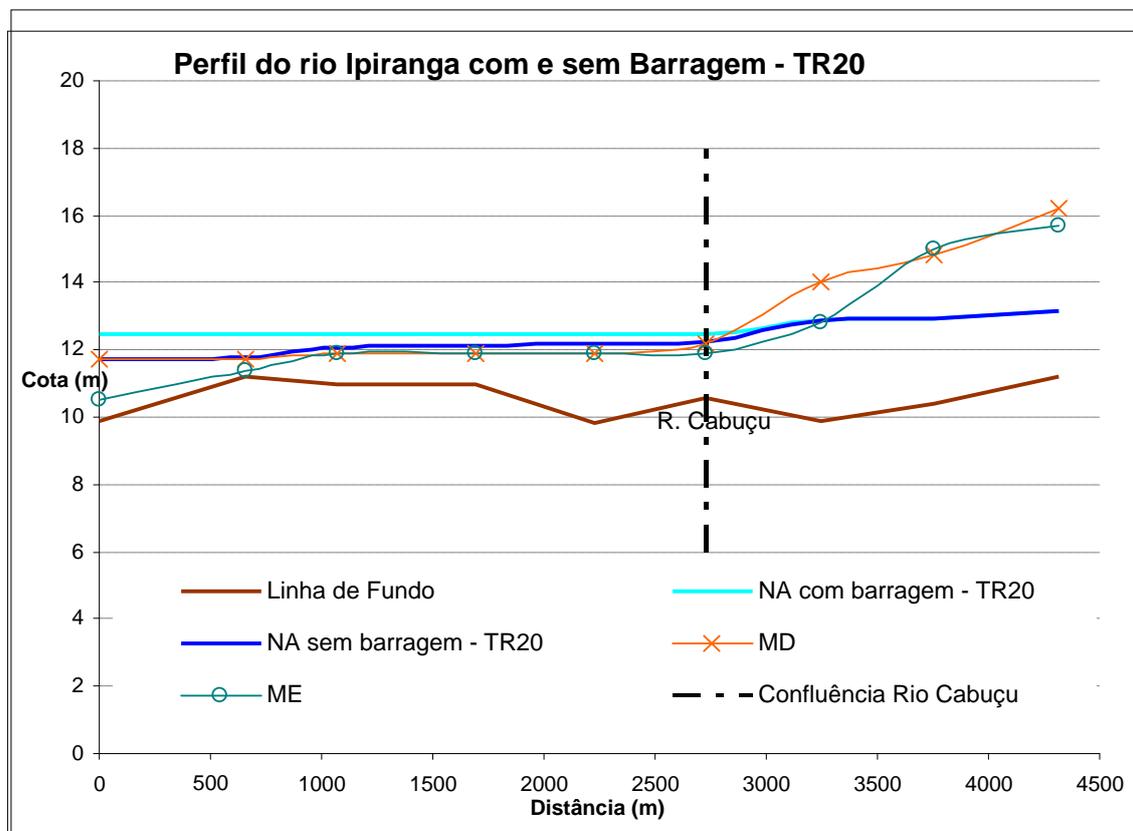
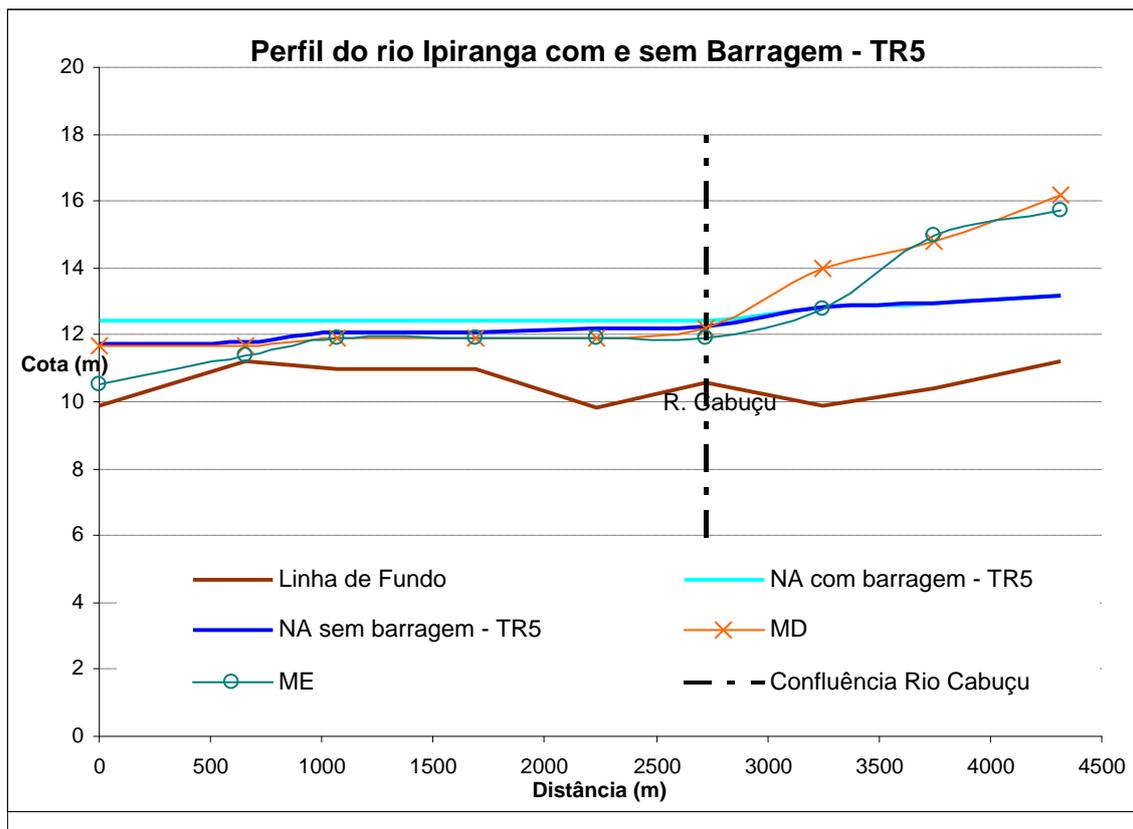


Figura 5.5.9



Figuras 5.5.10

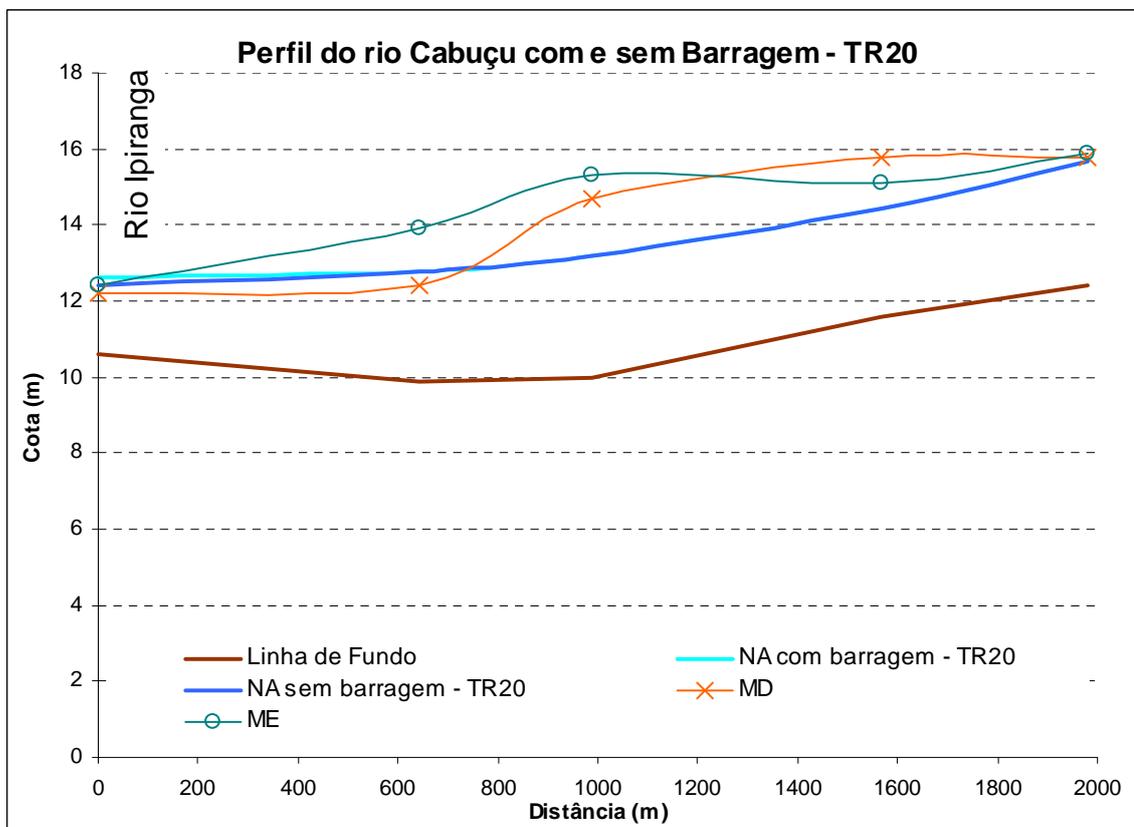
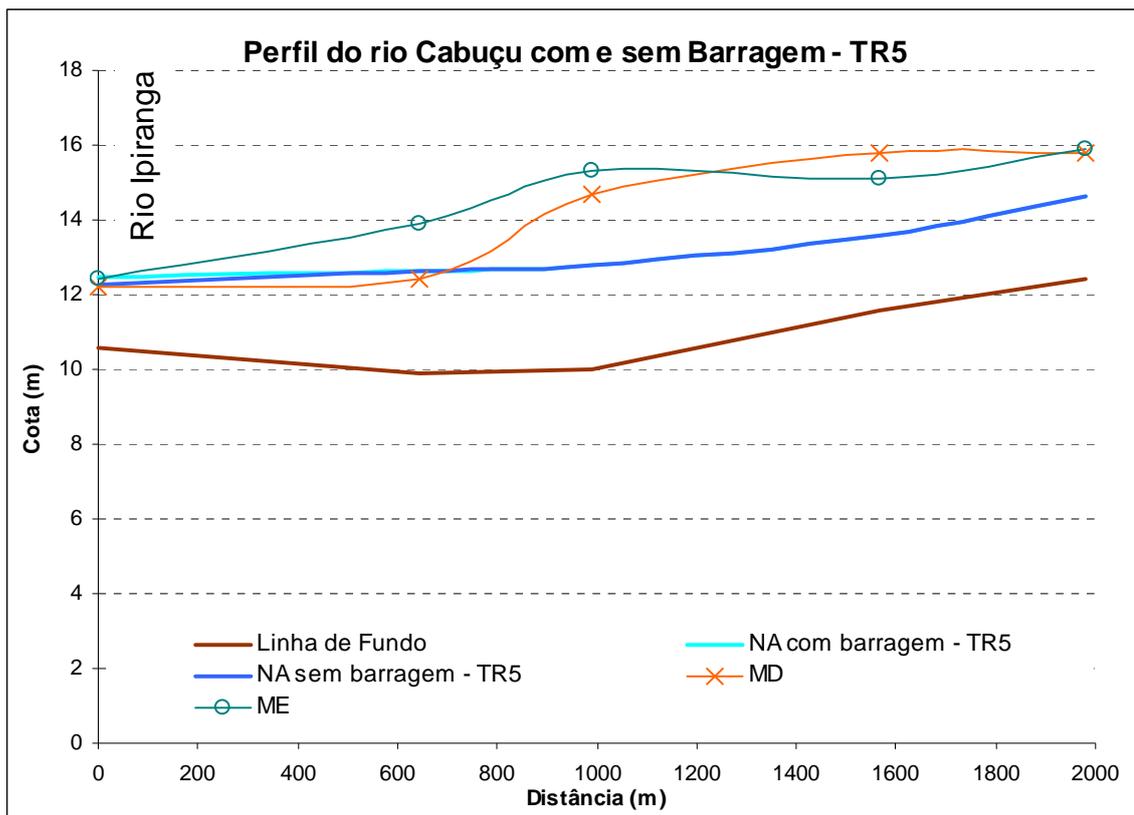


Figura 5.5.11

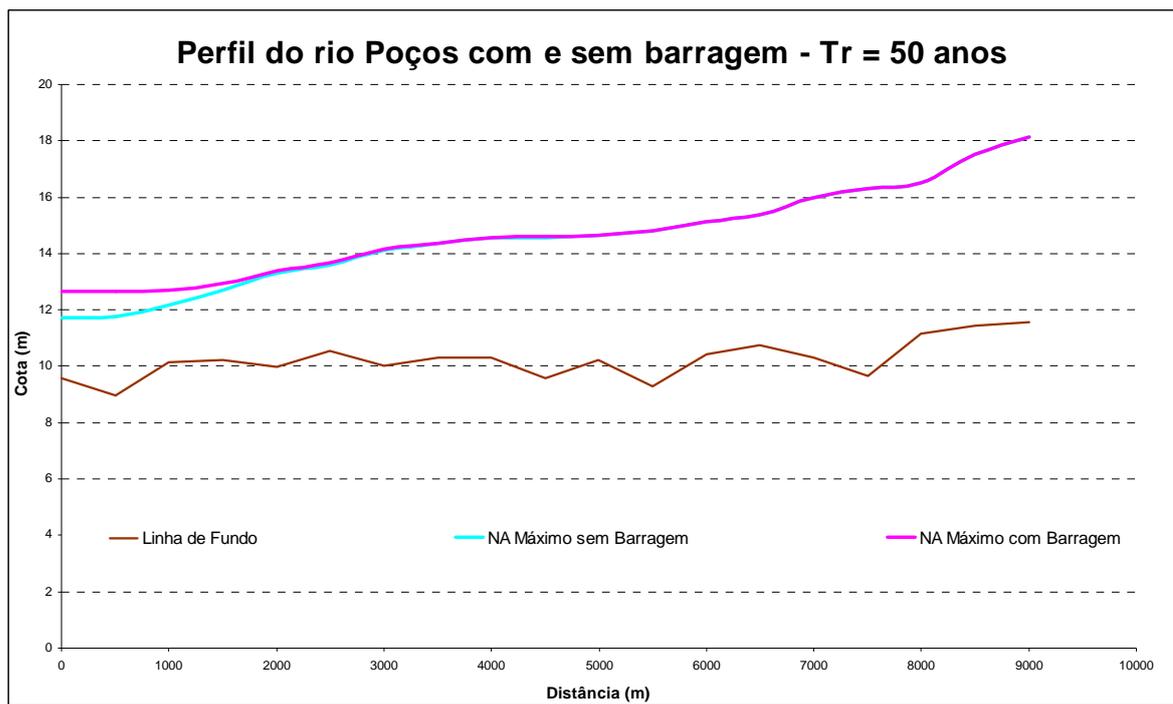
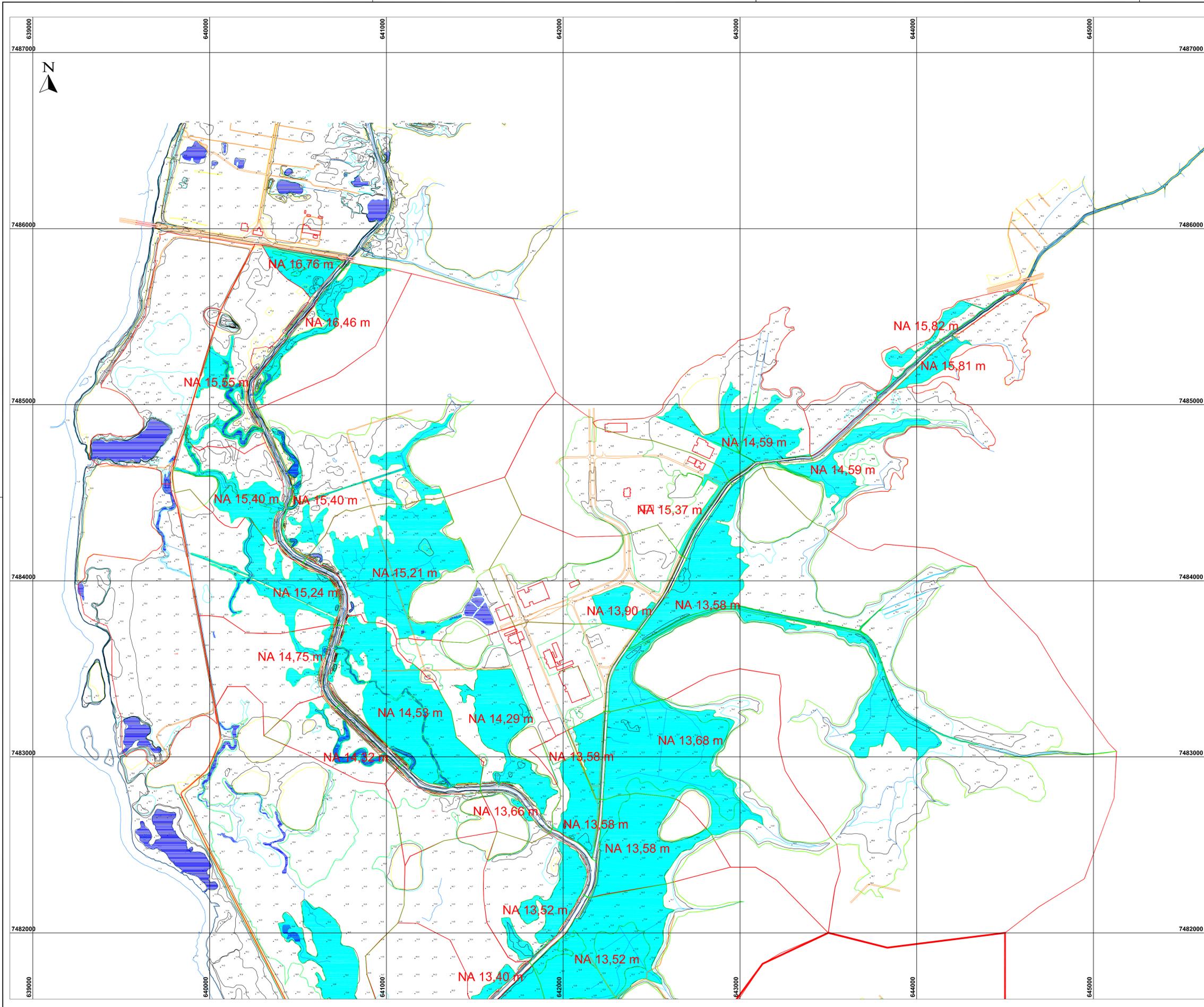


Figura 5.5.12

Anexo A – Cenário 1



Escala Gráfica

 PROJECÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Datum Horizontal : SAD1989



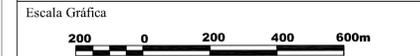
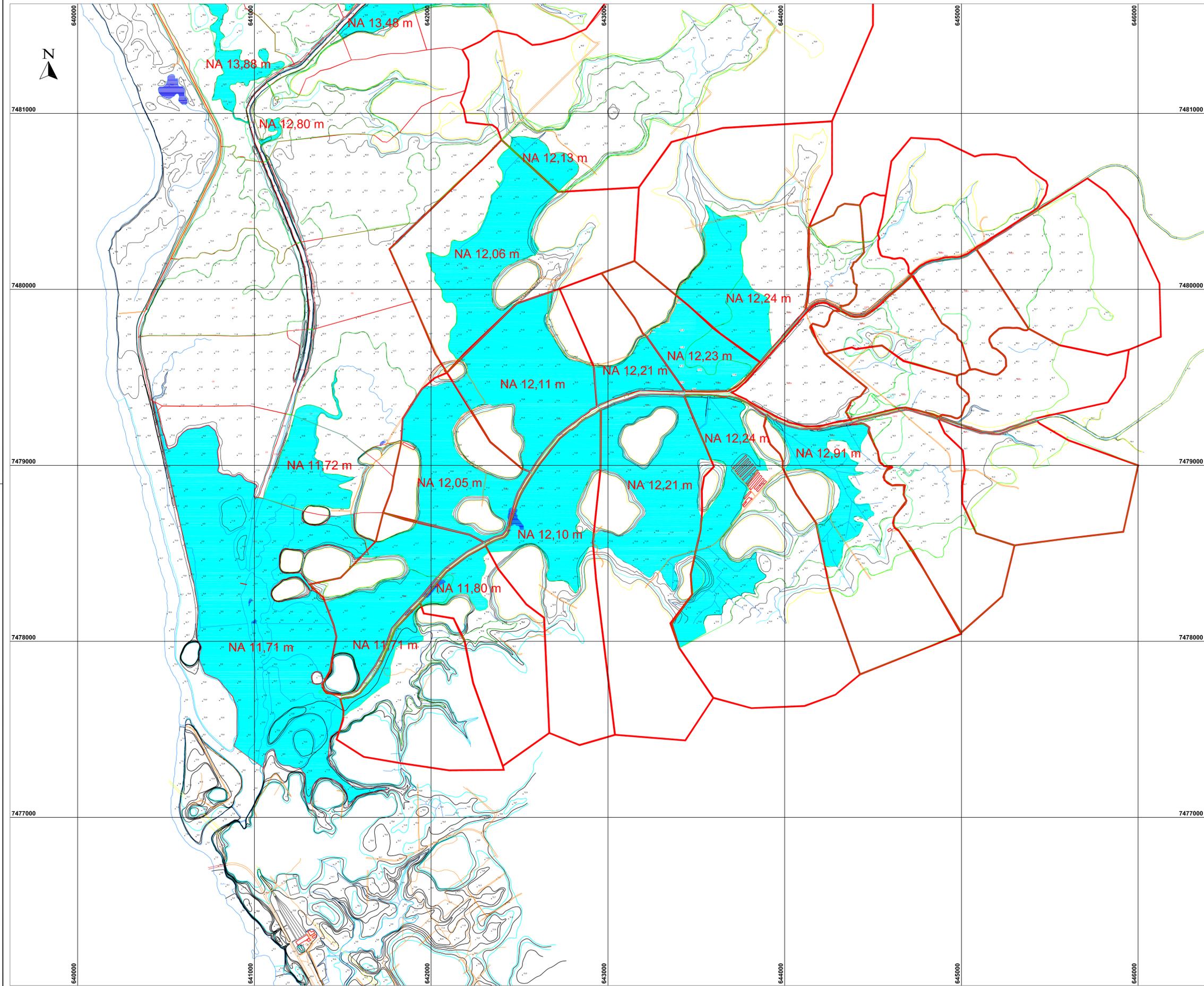
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 5 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	01	Folha	01/02



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal : SAD69



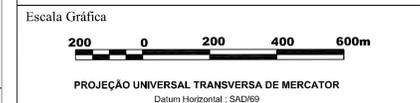
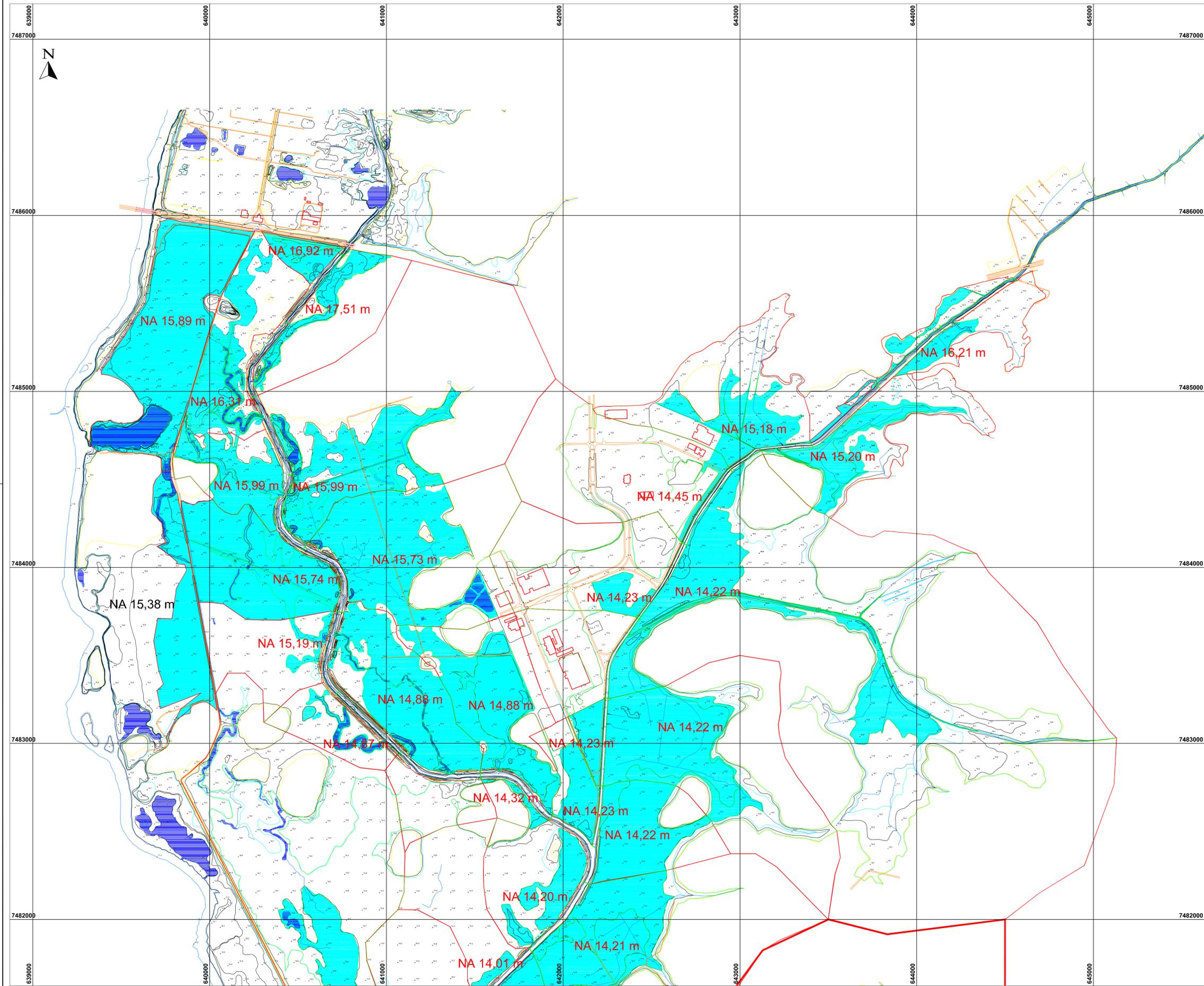
Cartografia Digital	BMP INEO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 5 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	01	Folha	02/02



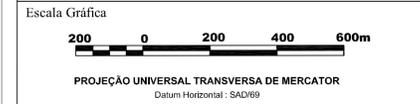
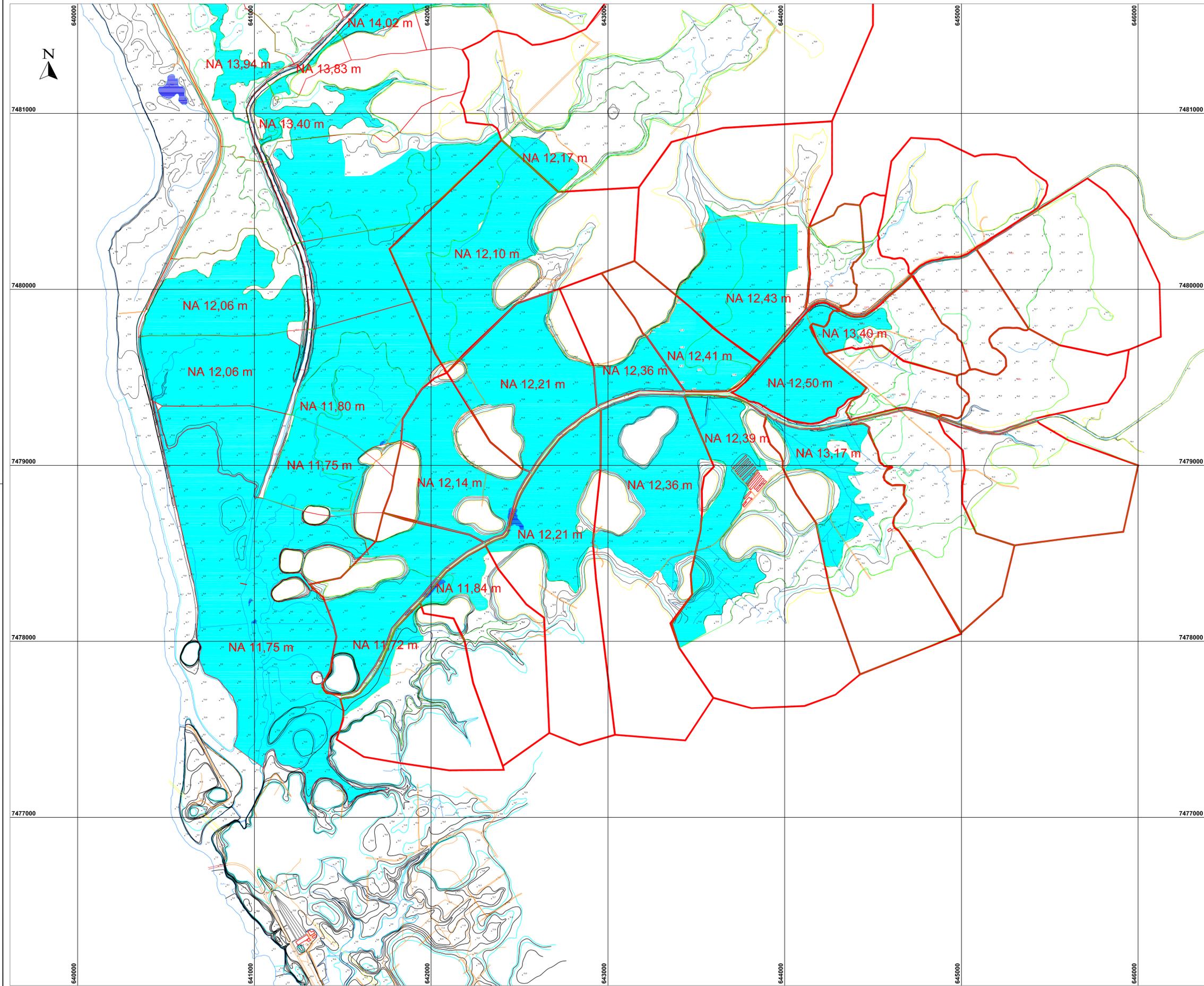
Cartografia Digital	BMP INFO
Projeto	AGRAR
Aprovado	AGRAR



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 20 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	02	Folha	01/02



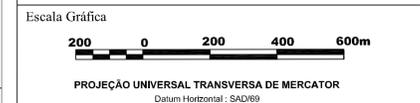
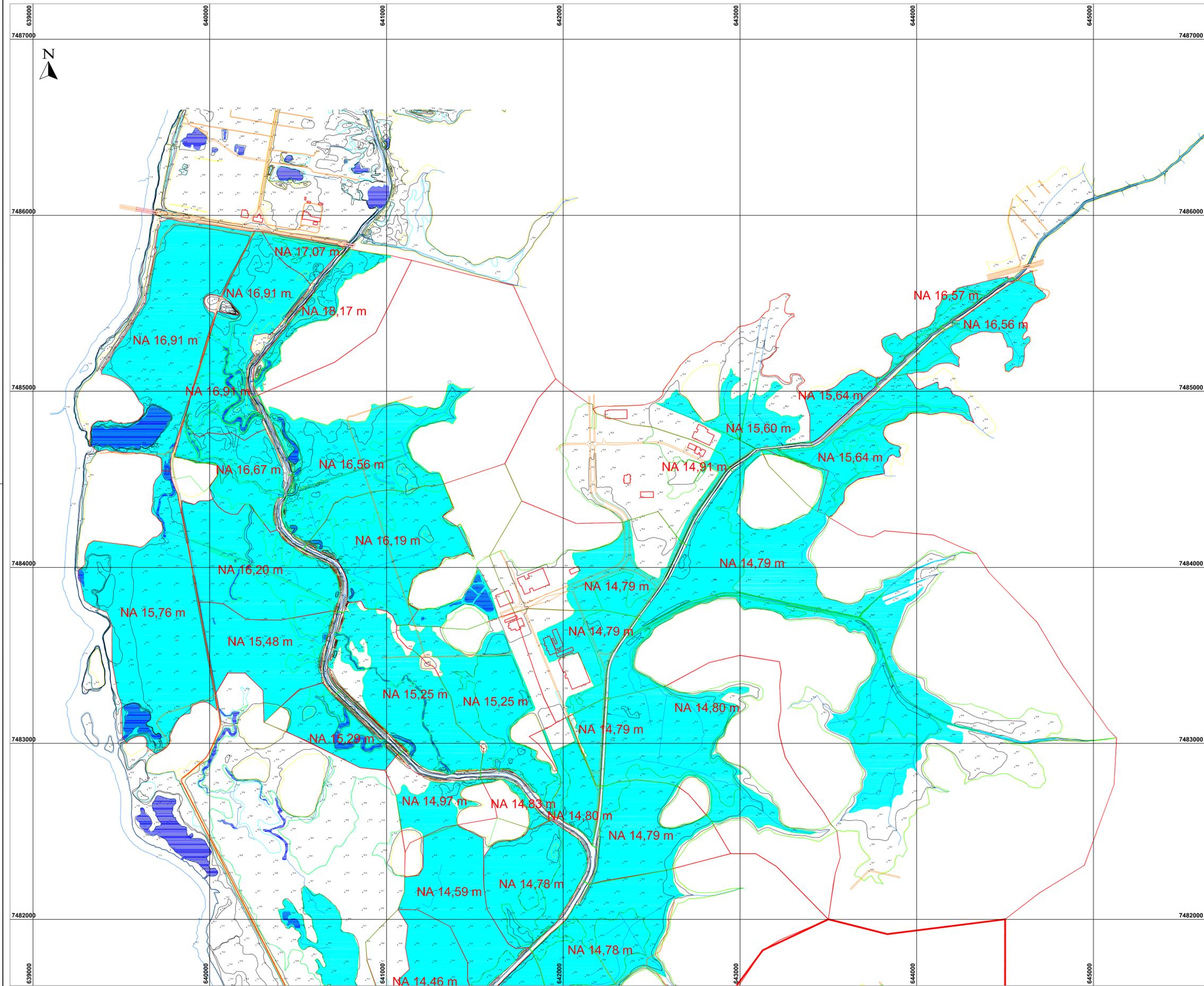
Cartografia Digital	BMP INEO
Projeto	AGRAR
Aprovado	AGRAR
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009

Agrar

EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 20 ANOS

Escaia	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	02	Folha	02/02



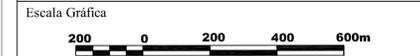
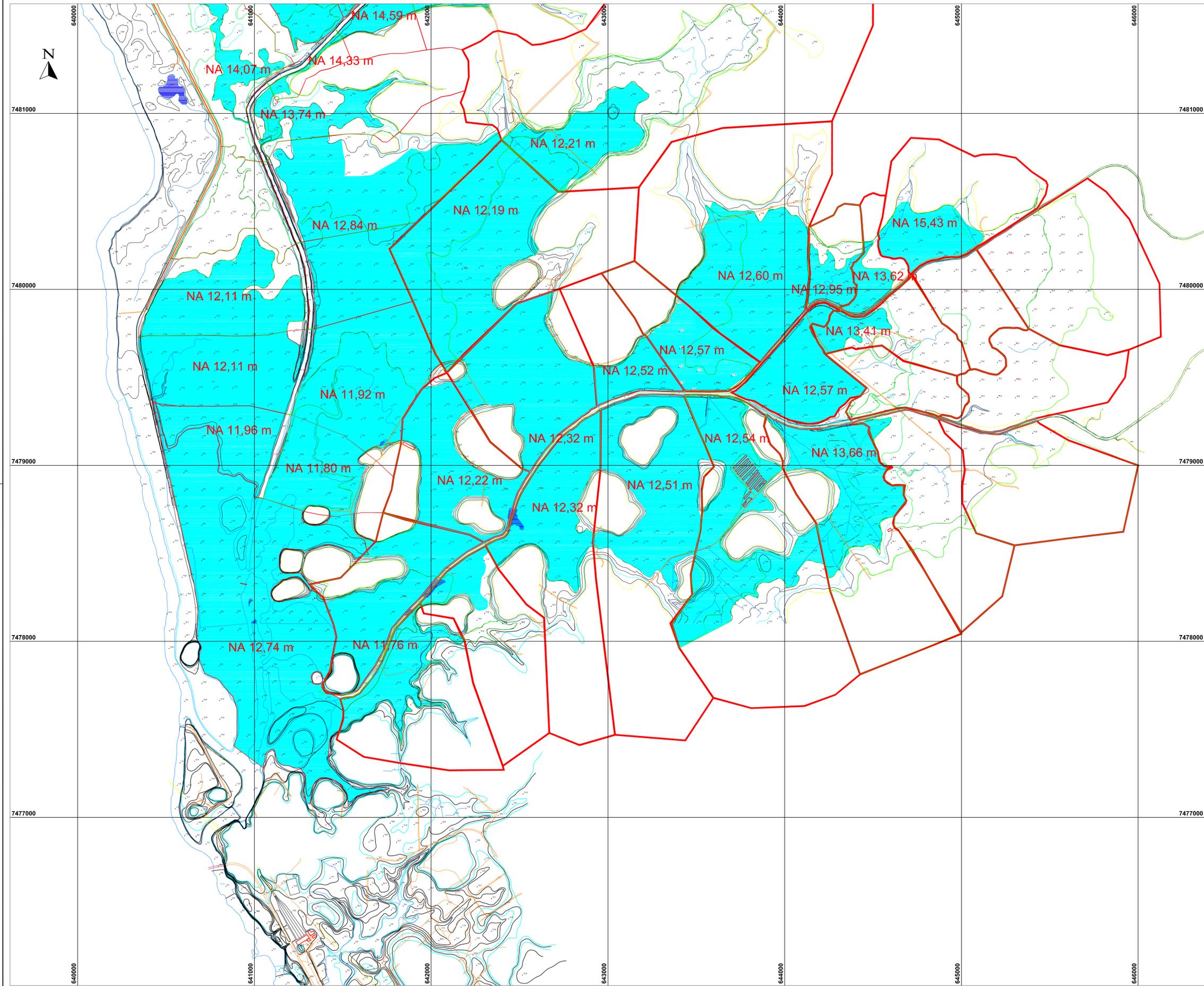
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	03	Folha	01/02



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal : SAD69



Cartografia Digital	BMP INEO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009

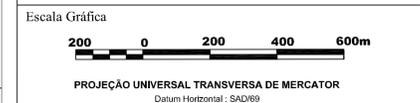
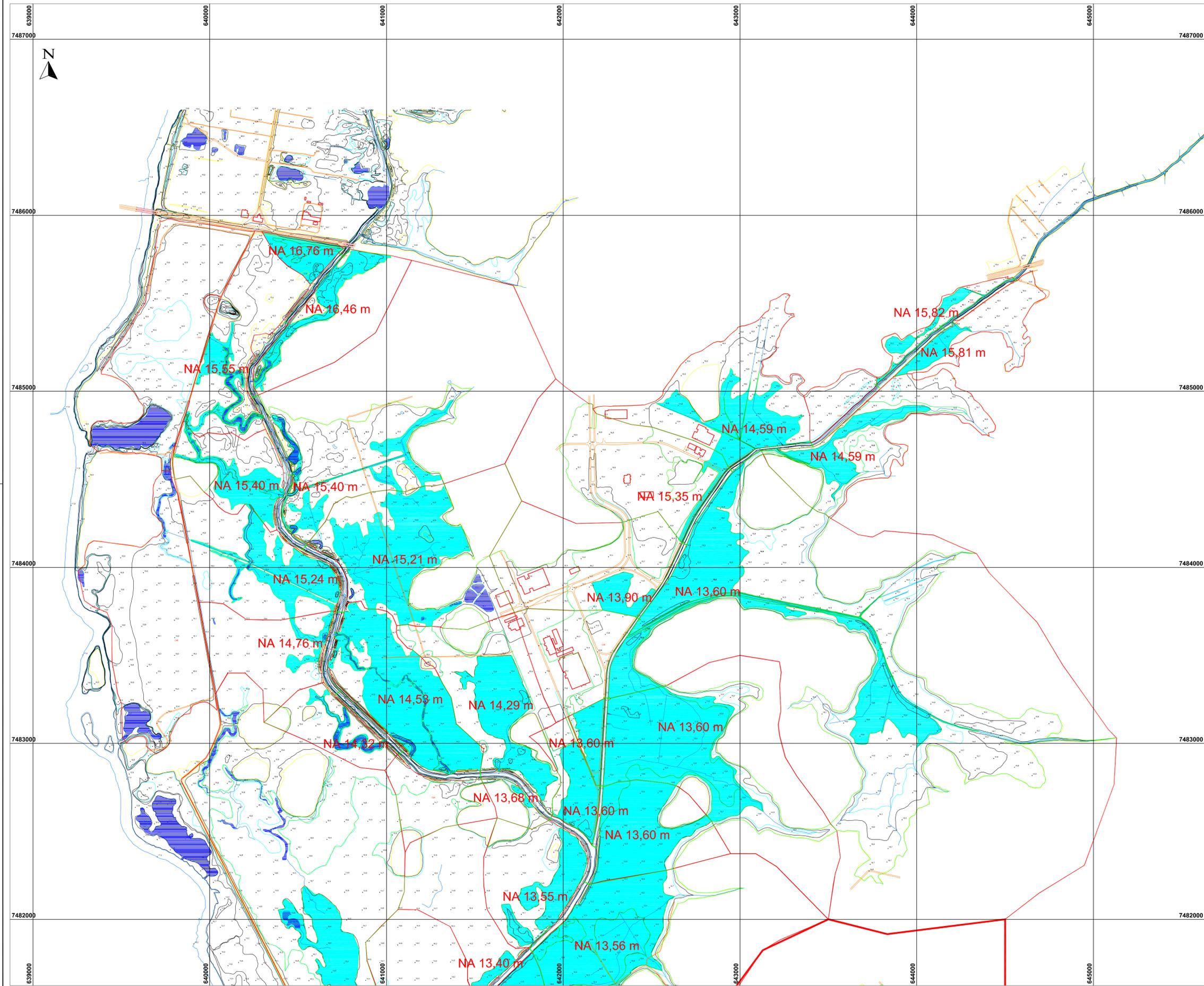


EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO ATUAL PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS

Escaia	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	03	Folha	02/02

Anexo B - Cenário 2

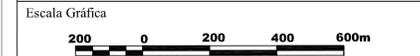
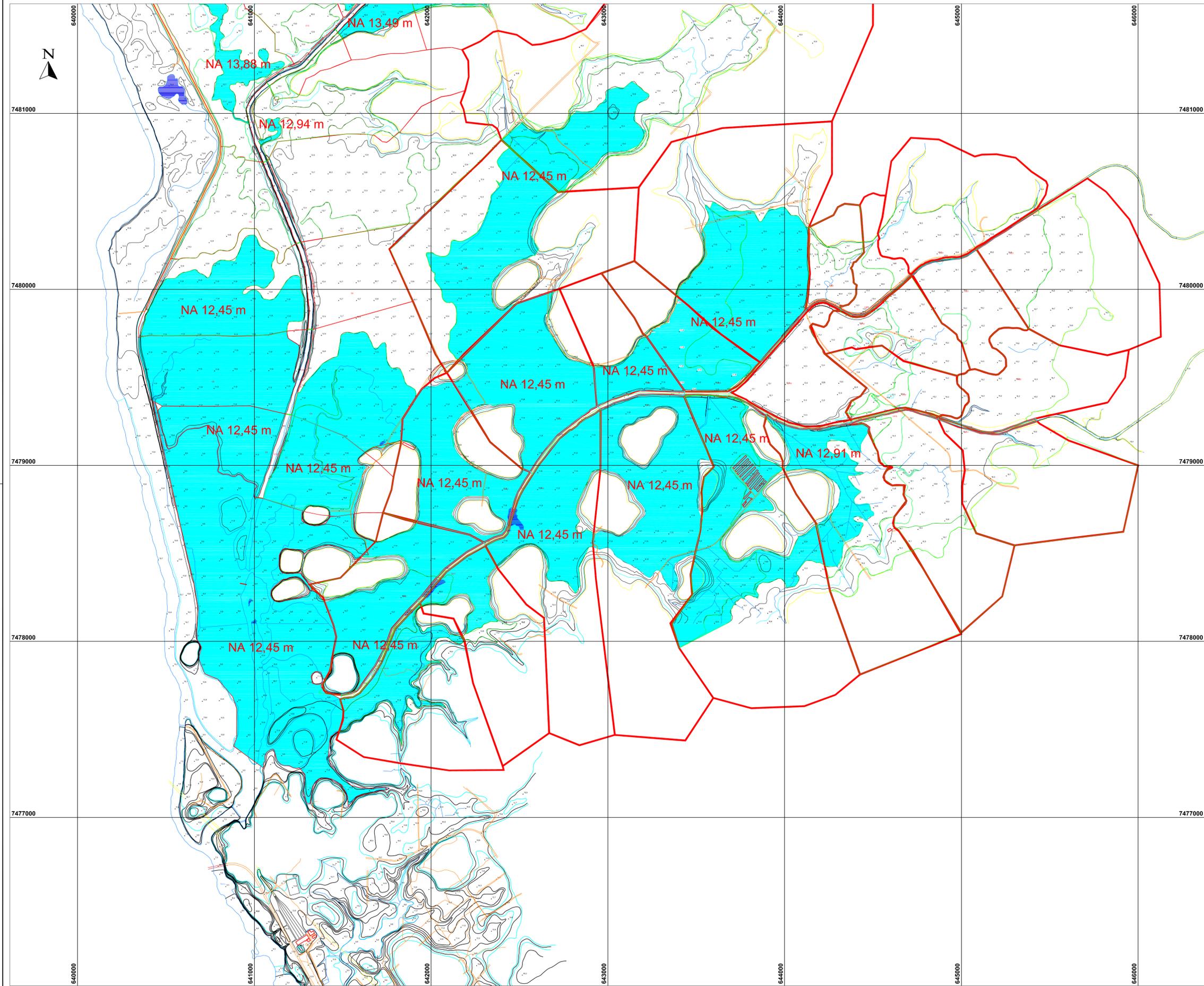


Cartografia Digital	BMP INFO
Projeto	AGRAR
Aprovado	AGRAR
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu
 ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 5 ANOS

Escala 1:10.000	Data de Emissão 23/12/2009
Figura 04	Folha 01/02



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Datum Horizontal : SAD69



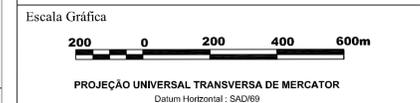
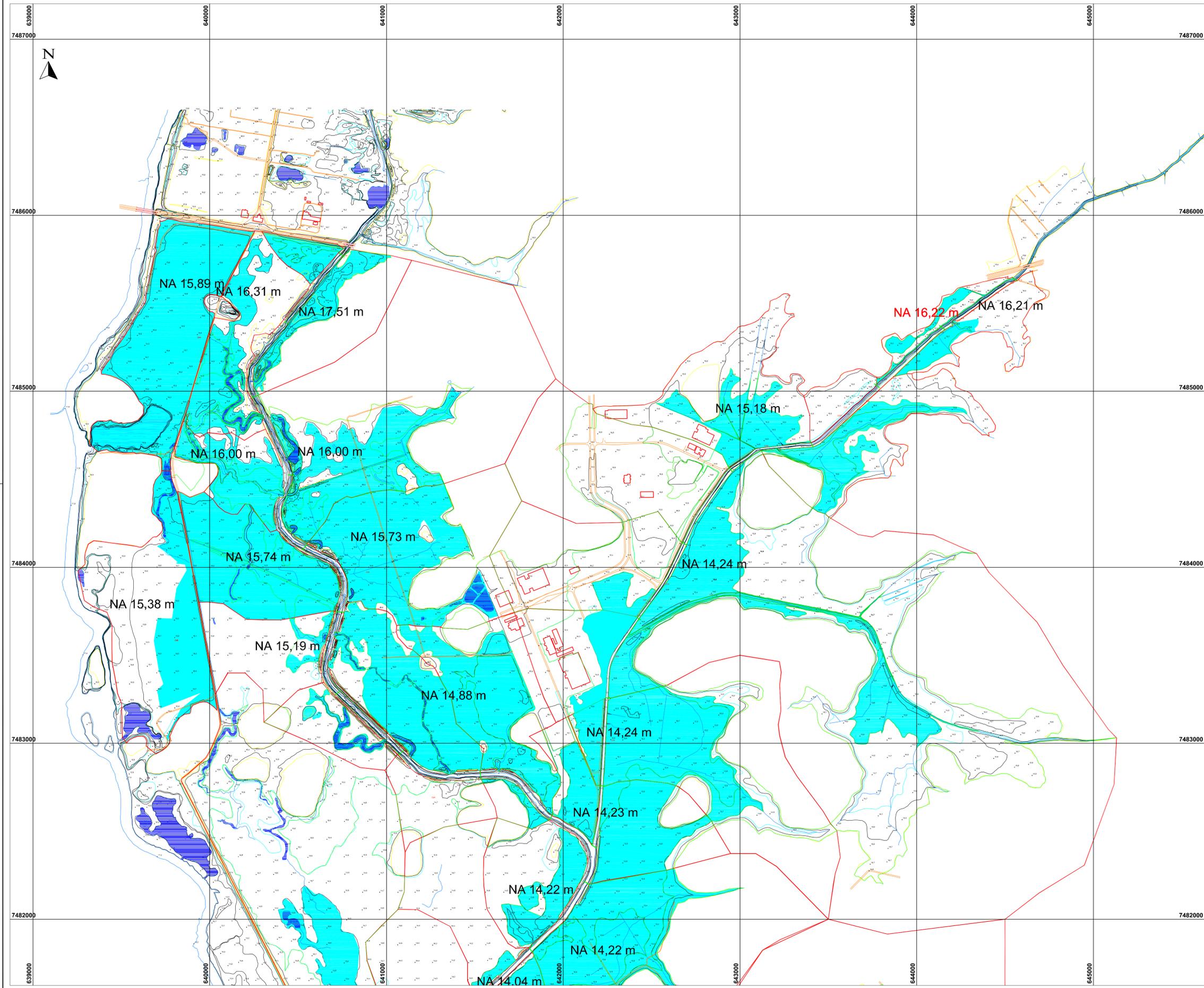
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 5 ANOS

Escaia	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	04	Folha	02/02



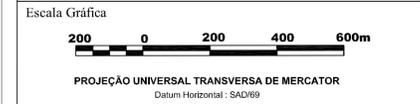
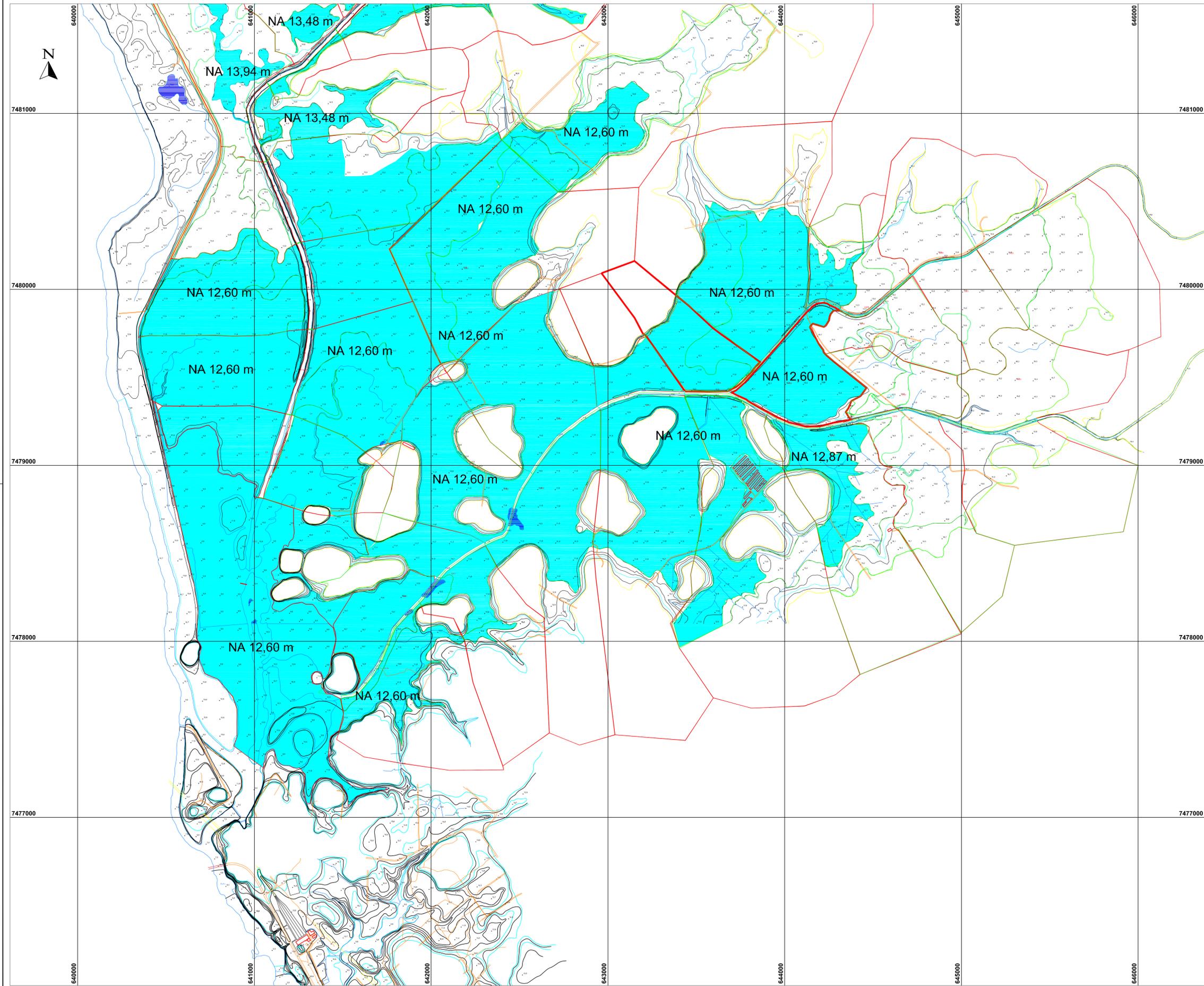
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 20 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	05	Folha	01/02

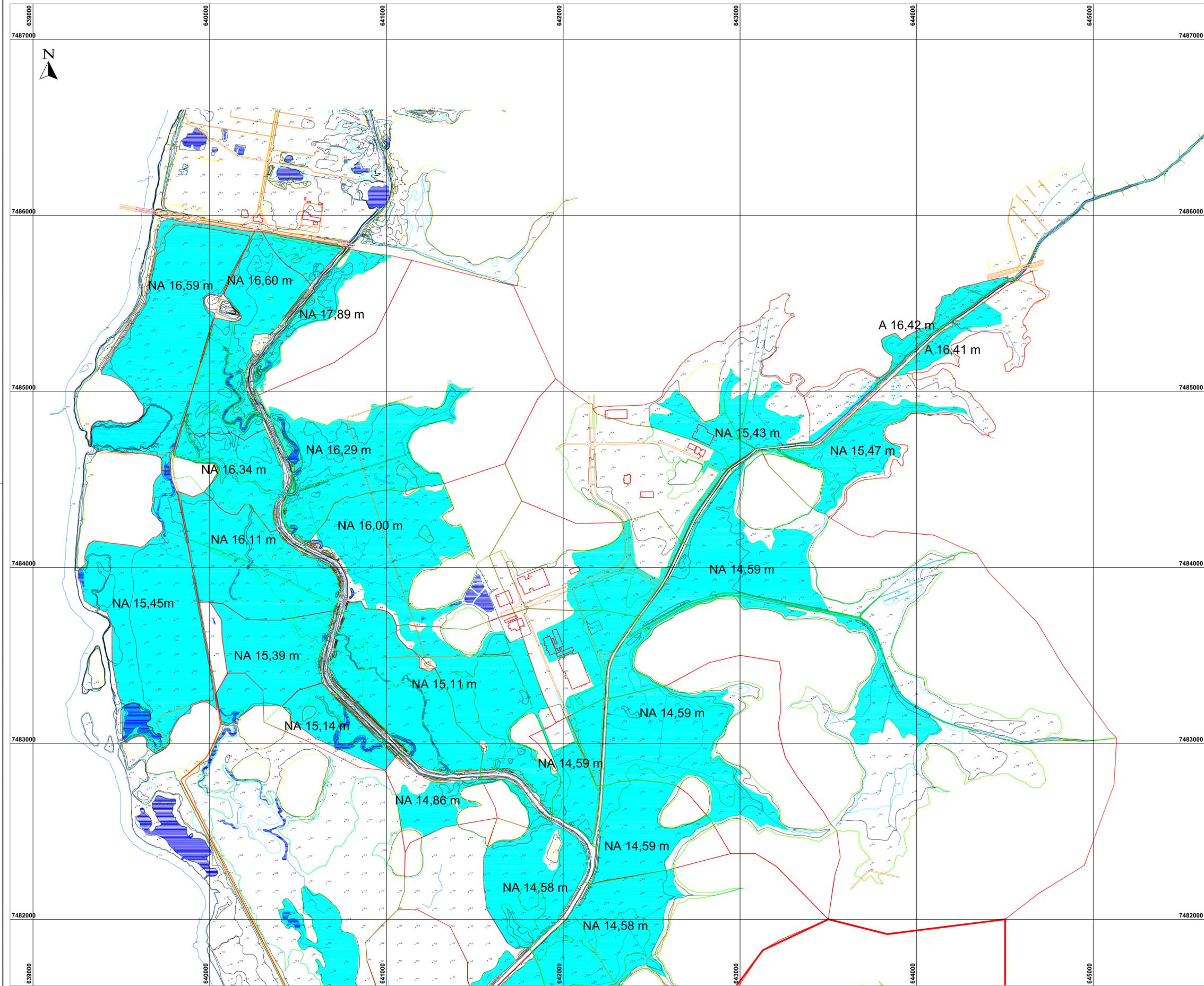


Cartografia Digital	BMP INEO
Projeto	AGRAR
Aprovado	AGRAR
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009

EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 20 ANOS

Escala 1:10.000	Data de Emissão 23/12/2009
Figura 05	Folha 02/02



Escala Gráfica

 PROJECÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Datum Horizontal: SAD'69



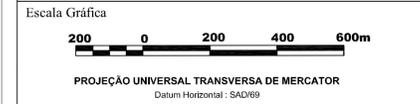
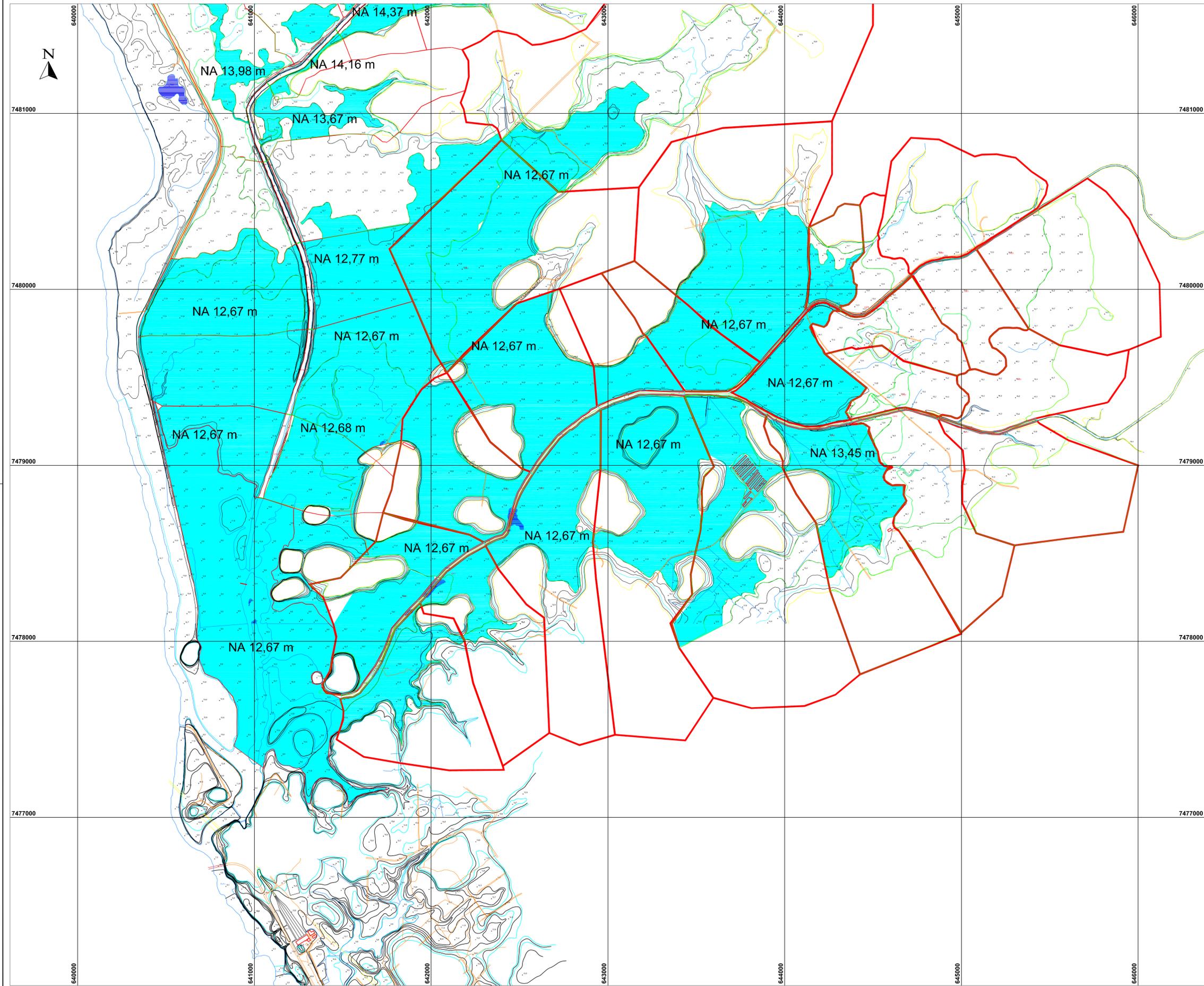
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 50 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	06	Folha	01/02



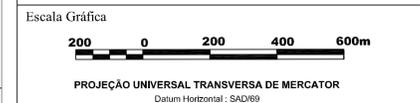
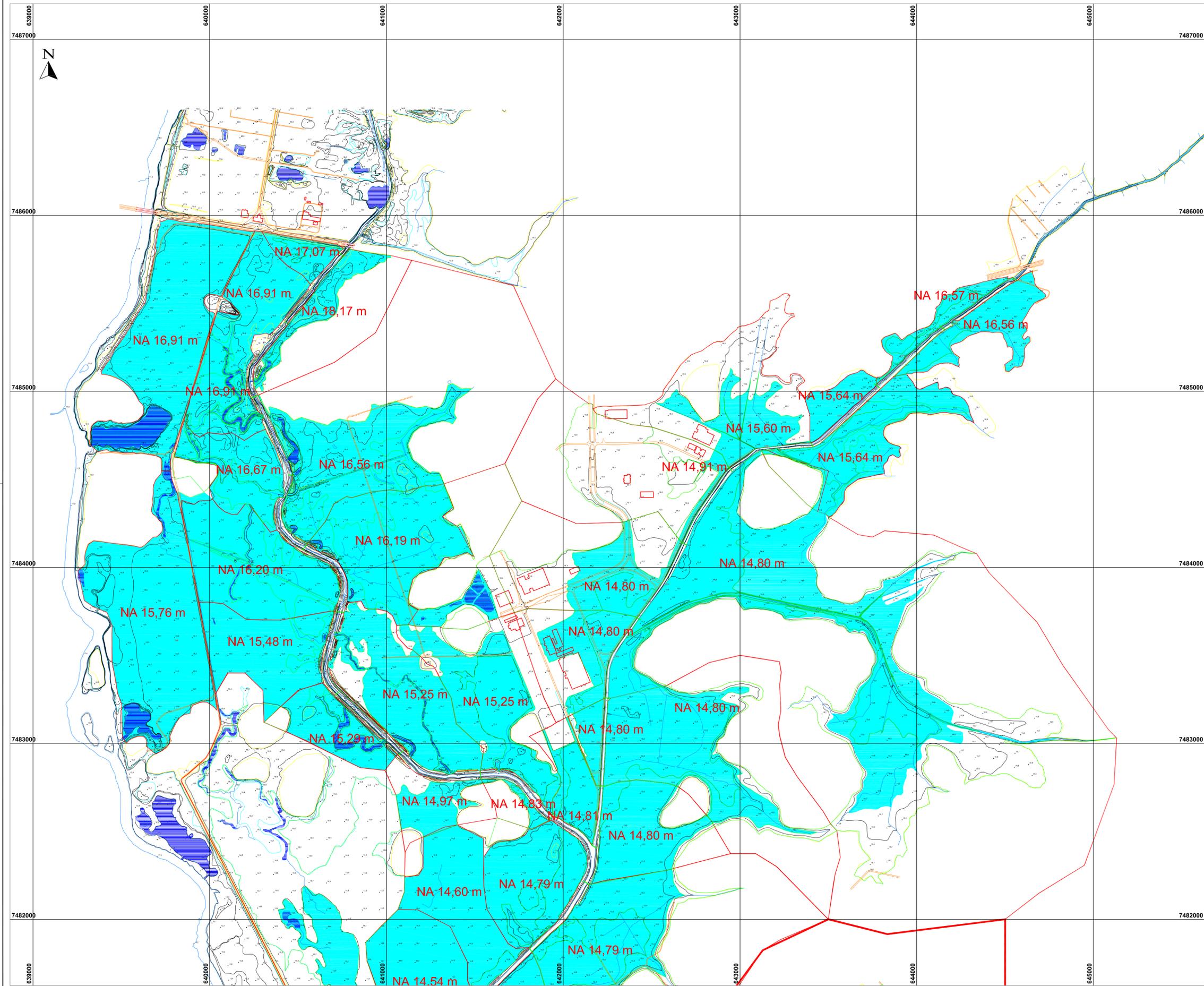
Cartografia Digital	BMP INEO
Projeto	AGRAR
Aprovado	AGRAR
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009
Data	Dezembro.2009

Agrar

EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 50 ANOS

Escaia	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	06	Folha	02/02



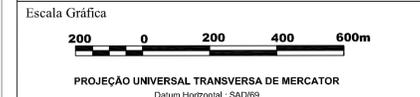
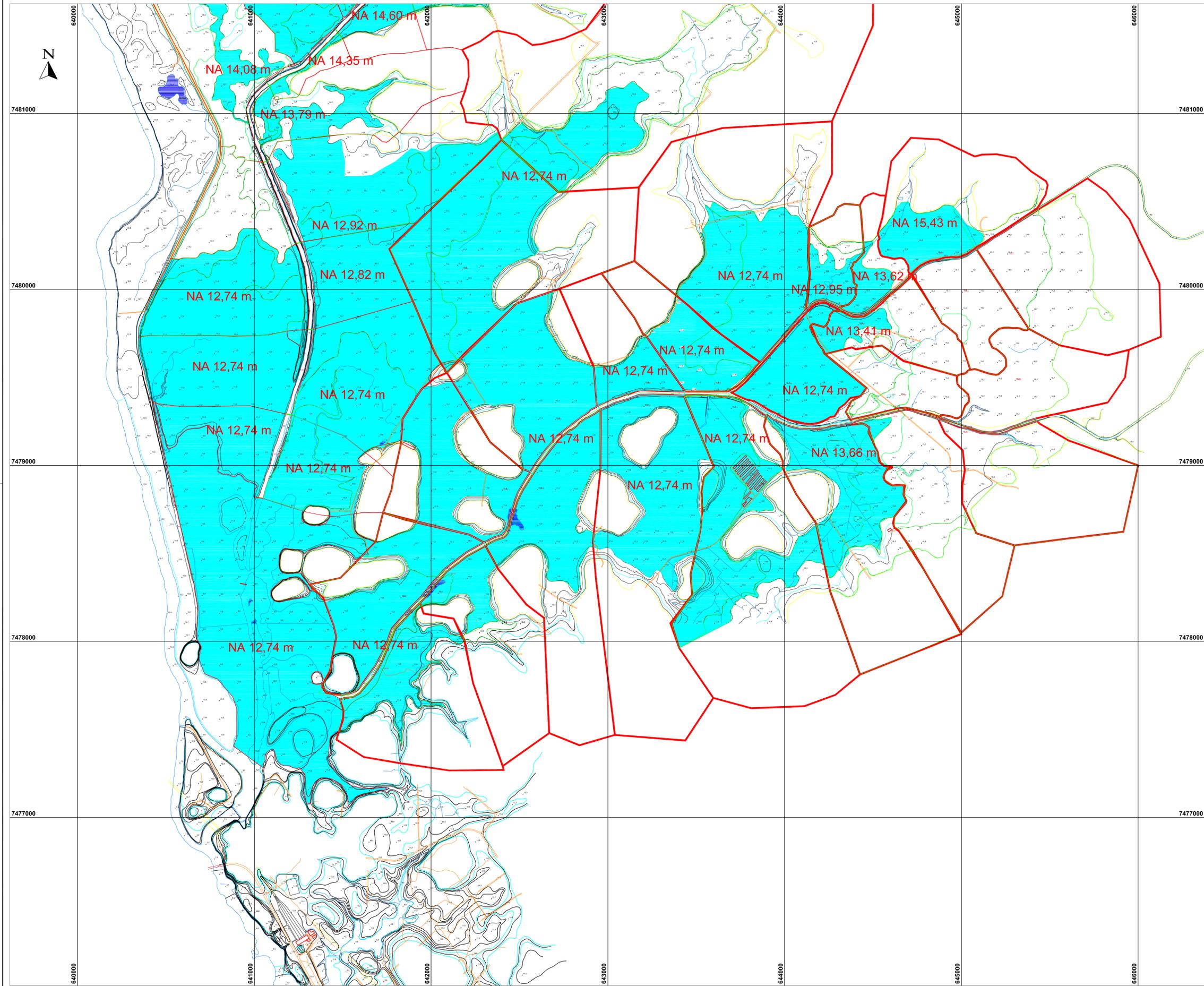
Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009



EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS

Escala	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	07	Folha	01/02



		Cartografia Digital	BMP INFO	Data	Dezembro.2009
		Projeto	AGRAR	Data	Dezembro.2009
		Aprovado	AGRAR	Data	Dezembro.2009

Agrar

EIA - Obras de Proteção da Tomada d'Água da CEDAE no Rio Guandu

ÁREA ALAGÁVEL NA SITUAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO PARA TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS

Escaia	1:10.000	Data de Emissão	23/12/2009
Figura	07	Folha	02/02

Anexo C - Relatório de Saída do Modelo Hidro-Flu

Resultados do Modelo Hidro-Flu

1 - Tempo de Recorrência de 5 anos

- Nome da Bacia: Poços-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	128,9km ²
Nome do Rio Principal:	Poços
Comprimento do Rio Principal:	21,6km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0224m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	484m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	6h
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Definir Chuva Qualquer Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	70
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	12500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h
Tempo de Base do Hidrograma:	34h 34min
Vazão de Pico do Hidrograma:	73,5335m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	10h 20min

- Nome da Bacia: Queimados-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,43km ²
Nome do Rio Principal:	Queimados
Comprimento do Rio Principal:	5,9km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00407m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	24m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3750s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	15h 6min
Vazão de Pico do Hidrograma:	38,0802m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 29min

- Nome da Bacia: Sarapó_E645.000

Dados de entrada

Área da Bacia:	10,85km ²
Nome do Rio Principal:	Sarapó
Comprimento do Rio Principal:	5,86km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00392m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	23m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3875s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	15h 18min
Vazão de Pico do Hidrograma:	17,7053m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 30min

- Nome da Bacia: Cabuçu_E_645.500

Hidrologia

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,31km ²
Nome do Rio Principal:	Cabuçu
Comprimento do Rio Principal:	8,54km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00515m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	44m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 40min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4750s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva: 8h
Tempo de Duração do Escoamento: 4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma: 17h 17min
Vazão de Pico do Hidrograma: 32,5964m³/s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico: 7h

- Nome da Bacia: Ipiranga_E645.500

Hidrologia

Dados de entrada

Área da Bacia:	9,95km ²
Nome do Rio Principal:	Sarapó
Comprimento do Rio Principal:	5,87km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00579m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	34m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	1h 50min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3250s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	13h 57min
Vazão de Pico do Hidrograma:	18,1806m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 9min

- Nome da Bacia: Poços_barragem

Hidrologia

Dados de entrada

Área da Bacia:	243,3km ²
Nome do Rio Principal:	Poços/Queimados
Comprimento do Rio Principal:	31,92km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0122m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	390m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,6
Tempo de Concentração:	8h
Descarga de Base:	1m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Eq. de Otto Pfafstetter
Tempo de Recorrência:	5 ano(s)
Local:	Rodovia Presidente Dutra - Km 47 (RJ)
Coeficiente A:	0,3
Coeficiente B:	28
Coeficiente C:	20
Valores de Beta:	(0; 0,08; 0,16; 0,2)
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem	
Distribuição Temporal:	Método do Bureau of Reclamation

Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	75
Coeficiente K:	0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	18000s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	46h 31min
Vazão de Pico do Hidrograma:	141,6643m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	12h 18min

2- Tempo de Recorrência de 20anos

- Nome da Bacia: Poços-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	128,9km ²
Nome do Rio Principal:	Poços
Comprimento do Rio Principal:	21,6km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0224m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	484m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	6h
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Definir Chuva Qualquer Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	70
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	12500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	34h 28min
Vazão de Pico do Hidrograma:	146,1777m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	10h 18min

- Nome da Bacia: Queimados-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,43km ²
Nome do Rio Principal:	Queimados
Comprimento do Rio Principal:	5,9km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00407m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	24m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4125s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	15h 40min
Vazão de Pico do Hidrograma:	69,86m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 29min

- Nome da Bacia: Sarapó_E645.000

Dados de entrada

Área da Bacia:	10,85km ²
Nome do Rio Principal:	Sarapó
Comprimento do Rio Principal:	5,86km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00392m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	23m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4125s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	15h 39min
Vazão de Pico do Hidrograma:	32,6198m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 29min

- Nome da Bacia: Ipiranga E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	9,95km ²
Nome do Rio Principal:	Ipiranga
Comprimento do Rio Principal:	5,87km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00579m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	34m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	1h 50min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3500s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	14h 17min
Vazão de Pico do Hidrograma:	33,4301m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 8min

- Nome da Bacia: Cabuçu E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,31km ²
Nome do Rio Principal:	Cabuçu
Comprimento do Rio Principal:	8,54km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00515m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	44m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 40min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 5125s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	17h 52min
Vazão de Pico do Hidrograma:	59,9638m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 59min

- Nome da Bacia: Poços - Foz

Dados de entrada

Área da Bacia:	243,3km ²
Nome do Rio Principal:	Poços Foz (barragem)
Comprimento do Rio Principal:	31,92km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0122m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	390m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,6
Tempo de Concentração:	8h
Descarga de Base:	1m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Eq. de Otto Pfafstetter
Tempo de Recorrência:	20 ano(s)
Local:	Rodovia Presidente Dutra - Km 47 (RJ)
Coeficiente A:	0,3
Coeficiente B:	28
Coeficiente C:	20
Valores de Beta:	(0; 0,08; 0,16; 0,2)
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem	
Distribuição Temporal:	Método do Bureau of Reclamation
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	75
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	17500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	45h 34min
Vazão de Pico do Hidrograma:	262,1262m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	12h 15min

3- Tempo de Recorrência de 50 anos

- Nome da Bacia: Poços-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	128,9km ²
Nome do Rio Principal:	Poços
Comprimento do Rio Principal:	21,6km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0224m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	484m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	6h
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Definir Chuva Qualquer Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	70
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	12500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	34h 26min
Vazão de Pico do Hidrograma:	204,3535m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	10h 16min

- Nome da Bacia: Queimados-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,43km ²
Nome do Rio Principal:	Queimados
Comprimento do Rio Principal:	5,9km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00407m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	24m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4375s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	16h 4min
Vazão de Pico do Hidrograma:	93,4179m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 29min

- Nome da Bacia: Sarapó_E645.000

Dados de entrada

Área da Bacia:	10,85km ²
Nome do Rio Principal:	Sarapó
Comprimento do Rio Principal:	5,86km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00392m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	23m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4375s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	16h 4min
Vazão de Pico do Hidrograma:	43,5286m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 29min

- Nome da Bacia: Ipiranga E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	9,95km ²
Nome do Rio Principal:	Ipiranga
Comprimento do Rio Principal:	5,87km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00579m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	34m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	1h 50min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3625s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	14h 29min
Vazão de Pico do Hidrograma:	44,9737m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 8min

- Nome da Bacia: Cabuçu E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,31km ²
Nome do Rio Principal:	Cabuçu
Comprimento do Rio Principal:	8,54km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00515m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	44m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 40min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 5375s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	18h 17min
Vazão de Pico do Hidrograma:	80,5144m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 58min

- Nome da Bacia: Poços Foz

Dados de entrada

Área da Bacia:	243,3km ²
Nome do Rio Principal:	Poços Foz (barragem)
Comprimento do Rio Principal:	31,92km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0122m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	390m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,6
Tempo de Concentração:	8h
Descarga de Base:	1m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Eq. de Otto Pfafstetter
Tempo de Recorrência:	50 ano(s)
Local:	Rodovia Presidente Dutra - Km 47 (RJ)
Coeficiente A:	0,3
Coeficiente B:	28
Coeficiente C:	20
Valores de Beta:	(0; 0,08; 0,16; 0,2)
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem	
Distribuição Temporal:	Método do Bureau of Reclamation
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	75
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	17500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	45h 32min
Vazão de Pico do Hidrograma:	354,1825m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	12h 13min

4 - Tempo de Recorrência de 100 anos

- Nome da Bacia: Poços-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	128,9km ²
Nome do Rio Principal:	Poços
Comprimento do Rio Principal:	21,6km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	2m/s
Declividade Média:	0,0224m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	484m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	6h
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48
Método de Criação da Chuva de Projeto:	Definir Chuva Qualquer Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem
Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	70
Coeficiente K:	0,2
Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	12500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	4h 48min
Tempo de Base do Hidrograma:	34h 24min
Vazão de Pico do Hidrograma:	253,0111m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	10h 15min

- Nome da Bacia: Queimados-Dutra

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,43km ²
Nome do Rio Principal:	Queimados
Comprimento do Rio Principal:	5,9km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00407m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	24m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4500s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	16h 17min
Vazão de Pico do Hidrograma:	112,8020m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 28min

- Nome da Bacia: Sarapó_E645.000

Dados de entrada

Área da Bacia:	10,85km ²
Nome do Rio Principal:	Sarapó
Comprimento do Rio Principal:	5,86km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00392m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	23m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 10min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 4500s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	16h 16min
Vazão de Pico do Hidrograma:	52,5050m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 28min

- Nome da Bacia: Ipiranga_E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	9,95km ²
Nome do Rio Principal:	Ipiranga
Comprimento do Rio Principal:	5,87km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00579m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	34m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	1h 50min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 3750s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	14h 41min
Vazão de Pico do Hidrograma:	54,1186m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 8min

- Nome da Bacia: Cabuçu E645.500

Dados de entrada

Área da Bacia:	23,31km ²
Nome do Rio Principal:	Cabuçu
Comprimento do Rio Principal:	8,54km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1m/s
Declividade Média:	0,00515m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	44m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,7
Tempo de Concentração:	2h 40min
Descarga de Base:	0,5m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto: Definir Chuva Qualquer
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem

Método de Separação da Chuva Efetiva: Método SCS (CN)
Curve Number (CN): 73
Coeficiente K: 0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente
Coeficiente de Depleção: 5500s
Coeficiente Beta: 2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	18h 30min
Vazão de Pico do Hidrograma:	97,4254m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	6h 58min

- Nome da Bacia: Poços Foz _E645.000

Dados de entrada

Área da Bacia:	243,3km ²
Nome do Rio Principal:	Poços Foz (barragem)
Comprimento do Rio Principal:	31,92km
Velocidade Média do Rio Principal no Estirão:	1,5m/s
Declividade Média:	0,0122m/m
Desnível entre o ponto mais elevado e o exutório:	390m
Coef. de Cobertura Vegetal da Bacia:	0,6
Tempo de Concentração:	8h
Descarga de Base:	1m ³ /s
Intervalo de Tempo:	48min
Número de Intervalos de Tempo:	10
Número de Subdivisões do Intervalo:	48

Método de Criação da Chuva de Projeto:	Eq. de Otto Pfafstetter
Tempo de Recorrência:	100 ano(s)
Local:	Rodovia Presidente Dutra - Km 47 (RJ)
Coeficiente A:	0,3
Coeficiente B:	28
Coeficiente C:	20
Valores de Beta:	(0; 0,08; 0,16; 0,2)
Chuva Reduzida em Função da Área de Drenagem	
Distribuição Temporal:	Método do Bureau of Reclamation

Método de Separação da Chuva Efetiva:	Método SCS (CN)
Curve Number (CN):	75
Coeficiente K:	0,2

Vazão de Pico do Hidrograma Amortecida Superficialmente	
Coeficiente de Depleção:	17500s
Coeficiente Beta:	2,25

Dados de Saída

Tempo de Duração da Chuva:	8h
Tempo de Duração do Escoamento:	5h 36min
Tempo de Base do Hidrograma:	45h 30min
Vazão de Pico do Hidrograma:	429,8597m ³ /s
Tempo onde ocorre a Vazão de Pico:	12h 12min

ANEXO II

Simulações da Autodepuração do rio Guandu

Introdução

Para a determinação da qualidade da água no trecho a jusante da ETA do Guandu, utilizou-se o modelo Qual2K (Chapra, S.C. e Pelletier G.J., 2003), que permite a simulação de parâmetros de qualidade de água, considerando o escoamento unidimensional, em regime permanente, não uniforme, admitindo ser o rio verticalmente e lateralmente bem misturado.

O modelo representa um aprimoramento do conhecido modelo Qual2E, destacando-se dentre outras, sua interface gráfica em planilha Excel, a possibilidade de discretização do rio em segmentos não uniformemente espaçados, e o estado de anoxia, quando são reduzidas a zero as reações de consumo de oxigênio dissolvido quando este se apresenta em baixas concentrações na água.

As simulações consideraram os parâmetros clássicos tais como: oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); nitrogênio; fósforo; e coliformes fecais.

As principais constantes de reação utilizadas nas simulações são apresentadas no Quadro 1, enquanto que taxa de reaeração é calculada internamente pelo próprio modelo em função das condições de escoamento.

Para fins de modelagem do rio Guandu, foram utilizadas as seções retangulares equivalentes espaçadas a cada 500 m (Vinzon e Cassar, 1998), calculadas através de interpolações de valores de largura e cota de fundo, obtidos por levantamento topobatimétrico. Foram fornecidas as declividades de cada trecho, assim como o coeficiente de Manning, que foi de 0,070 e 0,045, no trecho inicial onde se observam corredeiras e estrangulamentos, e de 0,025 em trecho de escoamento mais bem acomodado.

Quadro 1
Constantes de reação

Constantes de reação utilizadas no modelo	Unidades
Decaimento da matéria orgânica (K1)	0,25 dia ⁻¹
Coefficiente de reaeração	interno
Decaimento de coliformes fecais	0,50 dia ⁻¹

Cenários para as simulações

Os cenários de simulação combinam as situações de vazões mínima (120m³/s) e média (180m³/s) do rio Guandu, sendo deduzidas, ainda, as vazões de captação da CEDAE de 43 m³/s e 67 m³/s, para as situações atual e futura, respectivamente. Resultam então, as vazões de simulação de 53; 77; 113 e 133 m³/s.

Como aporte de água às lagoas foram utilizadas as vazões médias dos rios Poços/Queimados (3117 l/s) e Ipiranga/Cabuçu (753 l/s), que constam no capítulo 3 de relatório (parte de simulação de qualidade de água) do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim (capítulo 3 – simulações quali-quantitativas), fornecido pela CEDAE.

Realizou-se ainda um grupo de simulações adicionais comparando os resultados obtidos no primeiro grupo de simulações com a hipótese de supressão quase que total das águas oriundas da lagoa, que será apresentado no final deste trabalho.

As condições da qualidade da água do rio Guandu foram representadas pelas concentrações médias dos parâmetros obtidos para ponto RGN-16, referentes ao monitoramento da CEDAE, medidos entre 2005 e 2007. No mesmo monitoramento constam os parâmetros medidos no ponto LGA-15, situado na parte de jusante das lagoas, logo à montante da CEDAE. Ressalta-se que foram descartados no cálculo das concentrações médias de cada parâmetro de qualidade de água, valores muito destoantes do conjunto das medições. Os parâmetros de qualidade de água são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2
Parâmetros de qualidade de água utilizados nas simulações

Parâmetros	Rio Guandu	lagoas
Temperatura Ar (°C)	25	25
Temperatura Água (°C)	25,3	25,3
OD (mg/l O ₂)	7,1	5,7
DBO (mg/l O ₂)	5,1	5,6
Nitrogênio NH ₄ (mg/l N)	0,58	1,46
Nitrato NO ₃ (mg/l N)	0,236	0,357
Fósforo Total (mg/l P)	0,28	0,67
coliformes fecais (NMP/100ml)	1863	4582
pH	6,9	7,0

Entre os parâmetros analisados está a temperatura da água. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam a solubilidade com a elevação da temperatura.

O potencial hidrogeniônico (pH), por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, também deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em conseqüência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

Já os níveis de oxigênio dissolvidos têm papel determinante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção dos processos naturais de auto-depuração em sistemas aquáticos e estações de tratamento de esgotos. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, podem ser avaliados os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras e sobre a eficiência do tratamento dos esgotos, durante o processo de oxidação bioquímica.

A demanda bioquímica de oxigênio é o parâmetro utilizado para a medida do consumo de oxigênio na água, configurando o indicador mais empregado para medir a poluição hídrica, sendo que quanto maior o grau de poluição, maior a DBO. A DBO determina, portanto, a quantidade de oxigênio dissolvida na água e utilizada pelos microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica.

Quanto ao nitrogênio total (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico), este parâmetro é constituinte essencial da proteína em todos os organismos vivos e está presente em muitos depósitos minerais na forma de nitrato. O nitrogênio na matéria orgânica sofre trocas do complexo protéico de aminoácidos para amônia, nitrito e nitrato. A concentração total de nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos tróficos do corpo d'água.

Além dos níveis de nitrogênio, os níveis de fósforo total também indicam o estado trófico do corpo hídrico. Estes elementos são considerados nutrientes que proporcionam o desenvolvimento dos produtores primários em ecossistemas aquáticos.

Com relação à contaminação bacteriológica da água, foi realizada a avaliação de coliformes fecais. Os coliformes fecais não são considerados patogênicos, porém a sua detecção na amostra é um indicador da existência potencial de agentes verdadeiramente patogênicos nas águas, tais como o vibrião colérico, o vírus da hepatite e bactérias patogênicas como a Salmonella e outros.

Resultado das Simulações

Selecionadas as condições iniciais de qualidade de água no rio Guandu e das lagoas, assim como as suas respectivas vazões efluentes, procedeu-se a simulação de cada cenário, cujos resultados, plotados ao longo do rio Guandu, seguem na seqüência das Figuras 1 a 5. Os parâmetros analisados foram: Oxigênio Dissolvido, DBO, Nitrogênio Amoniacal Total, Fósforo Total e Coliformes Fecais.

No presente estudo, os corpos hídricos foram analisados sob os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2.

A observação dos resultados de OD (Figura 1) indica que, em todas os cenários de vazões do Guandú após a captação atual e futura da CEDAE, este parâmetro esteve acima do limite mínimo estabelecido de 5 mg/l pela resolução CONAMA 357/2005. Verifica-se da Figura 1 que o rio Guandu, inicialmente em concentração de OD de 7 mg/l, já dilui as águas oriundas das lagoas (que aportam em 5,7mg/l) e recebe uma reaeração na primeira corredeira, logo a jusante de CEDAE, resultando em concentrações de OD um pouco superiores a 8 mg/l. Esta concentração é mantida ao longo dos primeiros 5 km, quando então passa a decair paulatinamente até atingir o valor de 7,5 mg/l, ao final do trecho estudado. Percebe-se ainda que a magnitude das concentrações obtidas e o desenvolvimento do decaimento de OD é basicamente o mesmo, independentemente do cenário simulado.

Ainda demonstrados na Figura 1 estão os resultados obtidos para o parâmetro DBO. Nesta figura, observa-se que este parâmetro decai paulatinamente ao longo de todo o trecho do rio. Mesmo com o desvio das águas da lagoa, que se encontram em maior concentração de DBO (5,6 mg/l) que a concentração inicial do rio Guandu, de 5,1 mg/l, a concentração logo a jusante da CEDAE não se altera, devido ao grande volume de água daquele rio frente ao oriundo das lagoas. Nota-se que a concentrações decaem e alcançam o limite máximo estabelecido pela resolução Conama – de 5 mg/l- antes da distância de 4 km. Na altura do km 10 as concentrações obtidas foram de 4,8 mg/l, sendo de cerca de 4,5 mg/l ao final do trecho simulado. Neste conjunto de simulações, assim

como ocorrido para o OD, é verificado a grande similaridade do comportamento da DBO independentemente dos diferentes cenários de vazões aplicadas a jusante da CEDAE. Percebe-se ainda que apesar de menor volume disponível para diluição, a menor vazão considerada (53 m³/s) resultou num maior decaimento da concentração de DBO, finalizando em 4,4 mg/l. Isto pode ser explicado pelo maior tempo de percurso ao longo do rio associado à menor vazão, que resulta em menores velocidades de escoamento. As diferenças encontradas, porém, foram muito pequenas.

As concentrações de nitrogênio amoniacal também se apresentaram muito abaixo das concentrações máximas estabelecidas para este parâmetro -de 3,7 mg/l- em todas as simulações (vide Figura 2). Os valores obtidos para todos os cenários de vazões efluentes do sistema Guandu são no entorno de 0,55 mg/l. Nem mesmo o desvio das águas da lagoa, contendo concentrações em 1,46 mg/l, muito superiores a média do rio Guandu, faz alterar de modo evidente as concentrações, havendo somente um pequeno acréscimo de 0,58 para 0,60 mg/l, logo a jusante da ETA.

O comportamento do fósforo total (Figura 3) é menos discreto, pois se percebe que as concentrações do rio -de 0,28 mg/l- aumentam com a chegada das águas das lagoas desviadas pelo túnel, que transportam 0,67 mg/l de P. As concentrações logo após a mistura passam a ser de cerca de 0,3 mg/l. Considerando os diferentes cenários de vazões após a captação da CEDAE, as concentrações não variaram muito, sendo de 0,31 mg/l, no caso da menor vazão (53 m³/s) e de 0,29 mg/l para o caso de maior vazão (133 m³/s), pois estas influenciam no menor ou maior volume para diluição. Ressalta-se que as concentrações deste parâmetro nos dois corpos d'água já se encontram muito elevadas, principalmente na lagoa, sendo bem superior ao valor máximo para classe 2 de ambiente lótico (0,1 mg/l).

Quanto ao parâmetro biológico - coliformes fecais - observa-se, um decaimento das concentrações ao longo do curso simulado, apresentando, para os diversos cenários de vazões simuladas, valores inferiores ao limite estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005 (1000 NMP/100 ml) a partir do km 4 a 5. Observa-se da Figura 4, que o aporte das águas da lagoa não altera o decaimento dos coliformes, ainda que sua concentração seja de cerca da ordem de 4500 NPM/100 ml, ao passo que as águas do rio Guandu tenham concentração média inferior a 2000 NMP/100 ml. Assim como descrito anteriormente, este comportamento é associado ao grande volume de diluição do rio frente ao volume que vem das lagoas. Nota-se, pela diferença das curvas obtidas, que quanto menor a vazão, maior o decaimento das bactérias, o que é justificado pelo maior tempo de percurso, que está associado à menor descarga. Assim, quanto maior é a vazão, mais rápido torna-se o escoamento e menos tempo se tem para o decaimento das bactérias (vide Figura 4). Na parte central do trecho simulado, por exemplo, têm-se uma concentração de coliformes de 630 NMP/100 ml para a menor vazão e de 740 NMP/100 ml para a maior vazão simulada. Ao final do trecho as concentrações variam entre 160 a 350 NMP/100 ml, conforme se aumenta a vazão no rio Guandu.

Figura 1
Variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado – todas as vazões

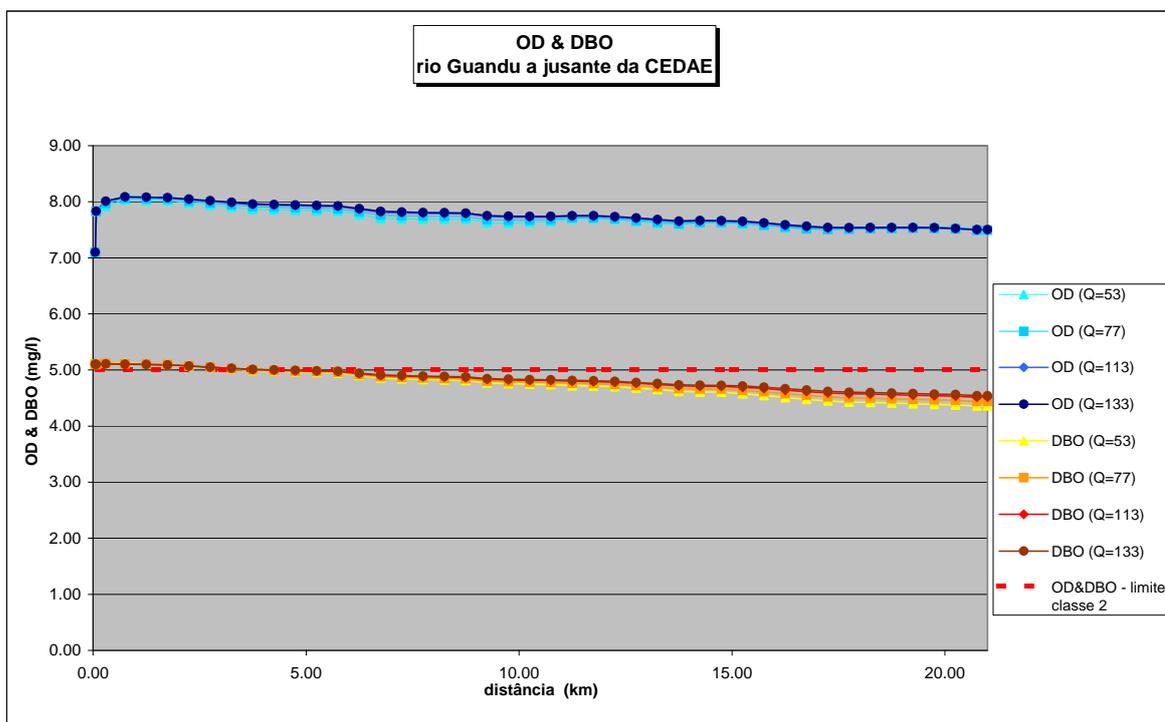


Figura 2
Variação do parâmetro nitrogênio amoniacal ao longo do trecho simulado – todas as vazões

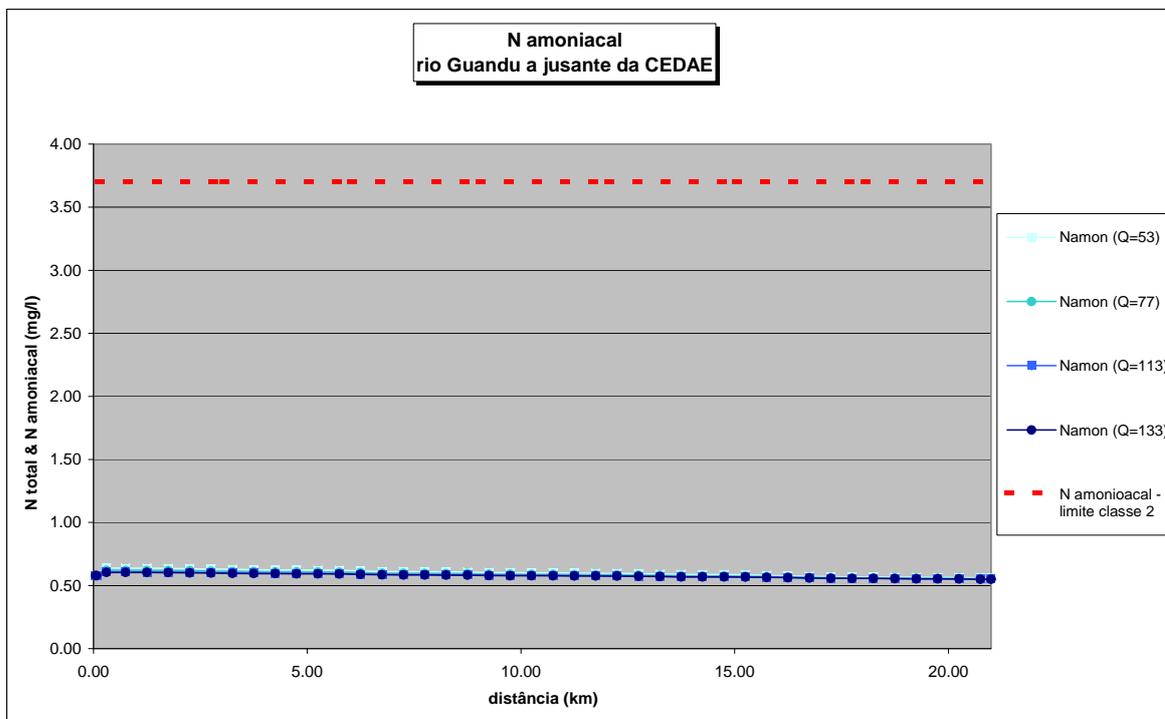


Figura 3
Variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado – todas as vazões

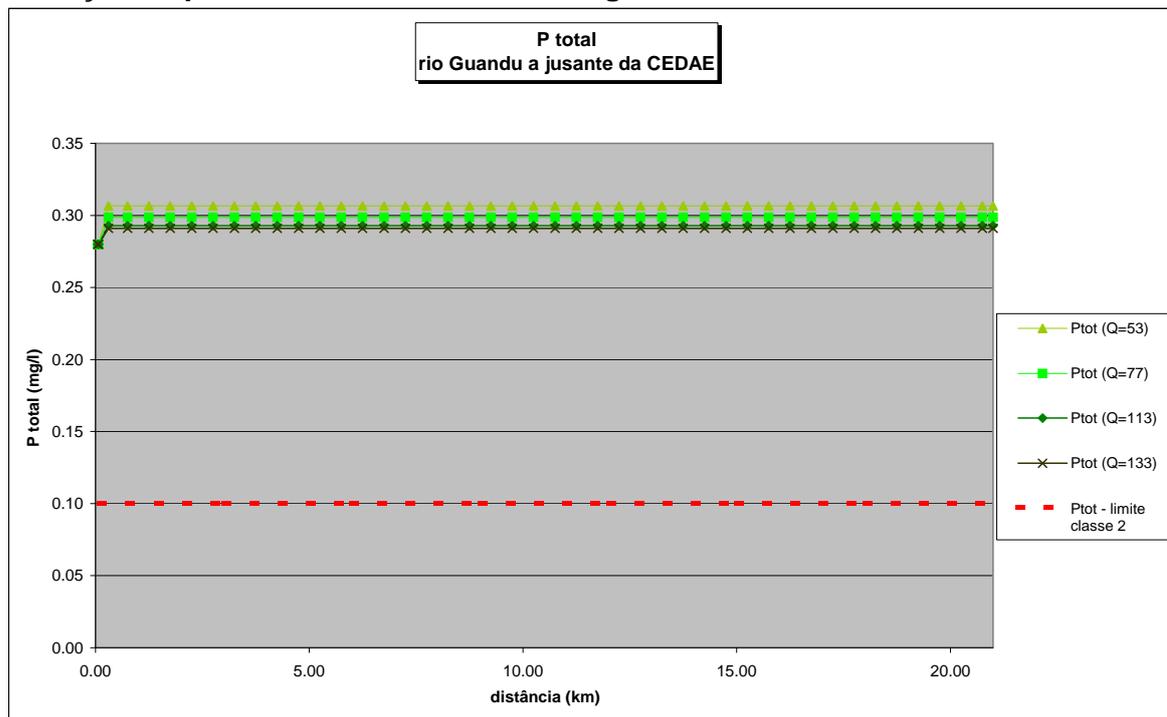
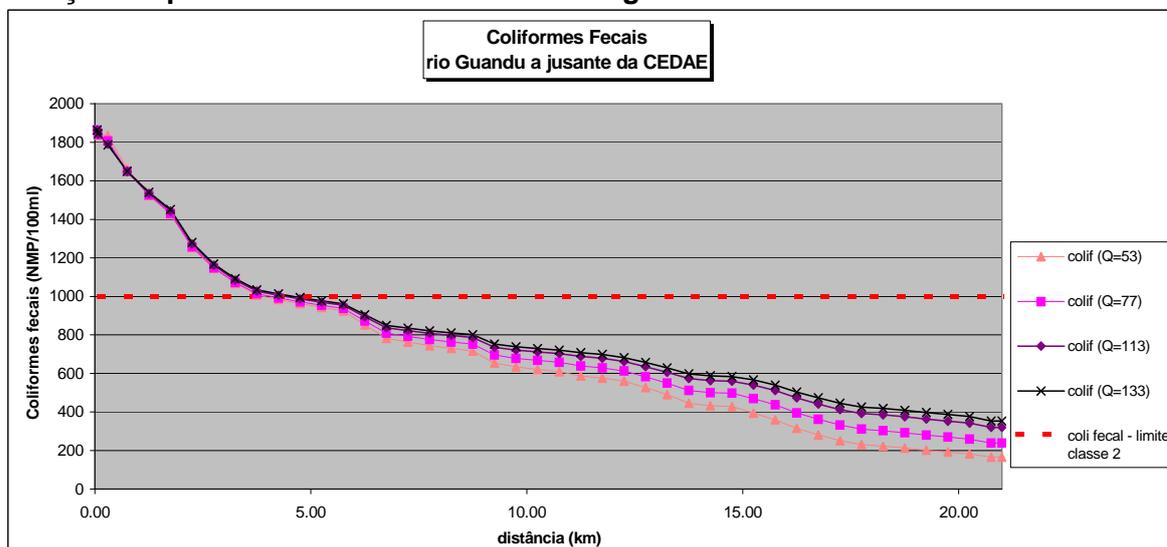


Figura 4
Variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado – todas as vazões



Simulações adicionais

Este grupo de simulações busca comparar o efeito da supressão da carga oriunda das lagoas em cada vazão simulada anteriormente, nas quais as cargas foram de 100%. Tendo em vista que

esta medida pode ser difícil na prática, aplicou-se uma redução de 90% na carga de poluentes das lagoas, ou seja, seriam despejados no Guandu somente 10% das cargas de cada parâmetro.

O oxigênio dissolvido e a DBO apresentaram comportamento praticamente idêntico com a inclusão ou com a supressão quase que total das cargas de DBO oriundas das lagoas. É observado que as curvas apresentadas estão praticamente superpostas, para todas as vazões consideradas (vide figuras 5 a 8).

Também muito parecido foi o comportamento do parâmetro nitrogênio amoniacal (figuras 9 a 12). A supressão de 90% das cargas provenientes das lagoas basicamente manteve inalterada a variação da concentração deste parâmetro ao longo do rio. Interessante notar que as diferenças só se tornam mais evidentes para as menores vazões, devido ao menor volume para diluição; mas ainda assim são praticamente desprezíveis. Além disso, os valores resultantes estão muito abaixo do limite de concentração máxima estabelecido pela Conama 357.

Como esperado, a redução na carga de fósforo não resulta na adequação à classe 2 da resolução Conama, pois as concentrações no próprio rio Guandu já são muito elevadas. As concentrações continuam girando no entorno de 0,3 mg/l, com ou sem a medida de supressão das cargas das lagoas, conforme mostram as figuras 13 a 16. As pequenas reduções nas concentrações resultantes da mistura ao longo o rio, foram de: 10% para a vazão de 53 m³/s; 7% para 77 m³/s e de 3% no caso das vazões de 113 e 133 m³/s.

Quanto à redução nas concentrações de coliformes, as simulações também indicam pequena variação, sendo esta mais evidente para o caso da vazão de 53 m³/s -no trecho inicial simulado- pois todos os casos as concentrações finais são basicamente as mesmas, com ou sem a medida de supressão das cargas das lagoas. Nas vazões simuladas, a redução nas cargas oriundas da lagoa conduz a um adiantamento de apenas 500 metros de curso de rio, na adequação do referido parâmetro à classe 2 (vide figura 17 a 20).

Figura 5
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 53 m³/s

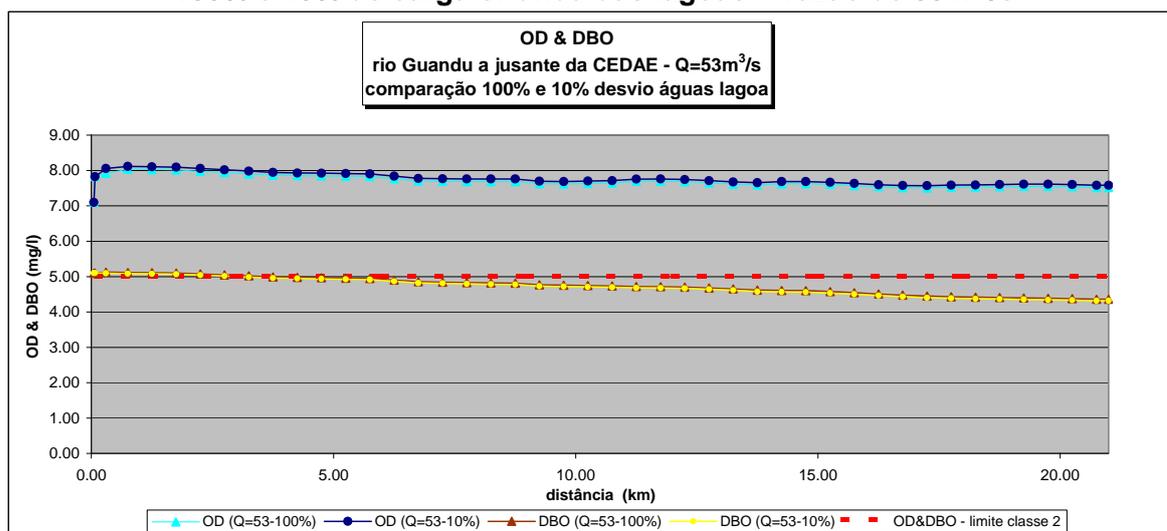


Figura 6
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 77 m³/s

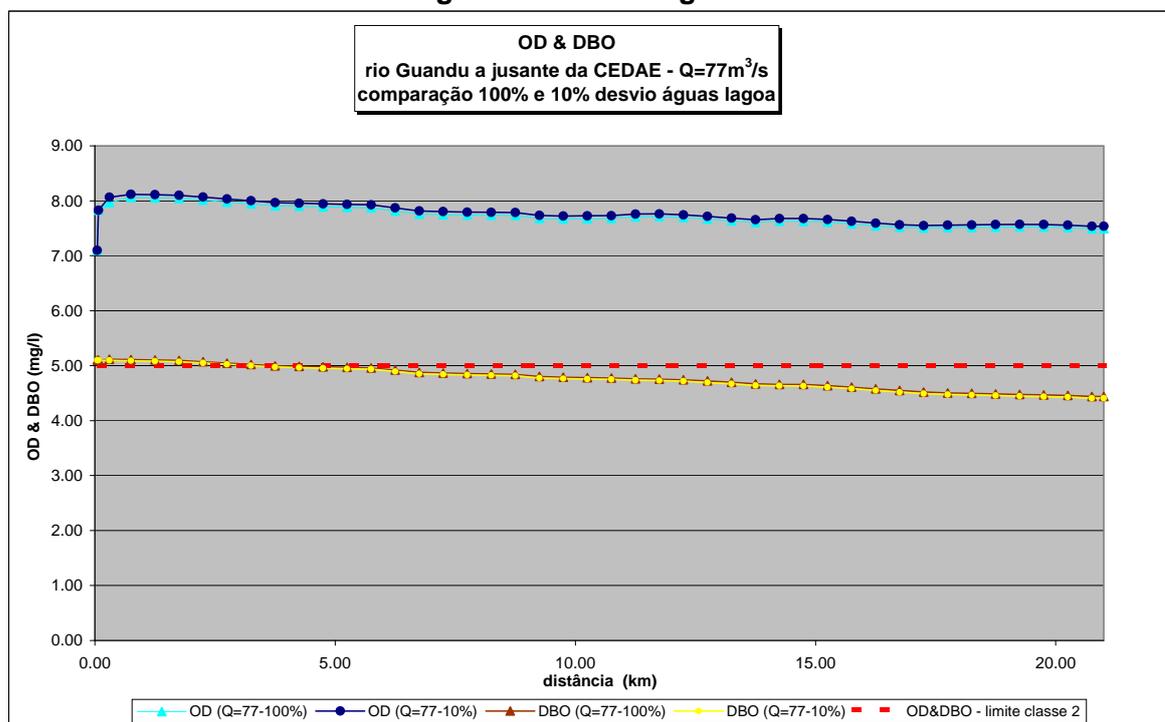


Figura 7
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 113 m³/s

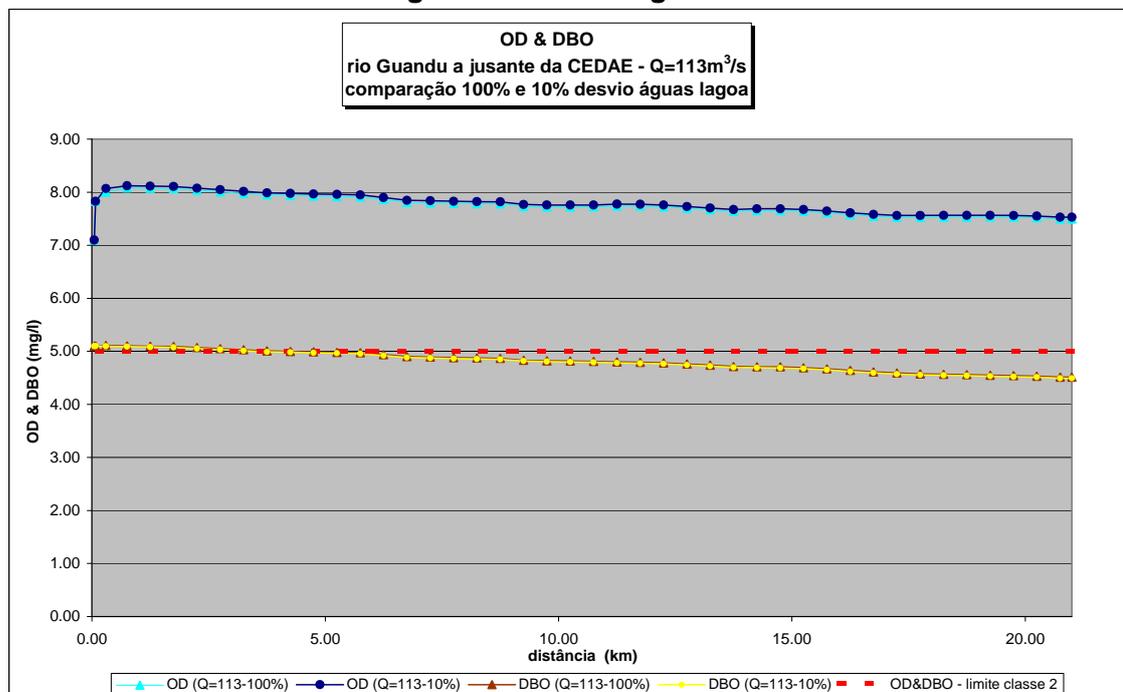


Figura 8
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 133 m³/s

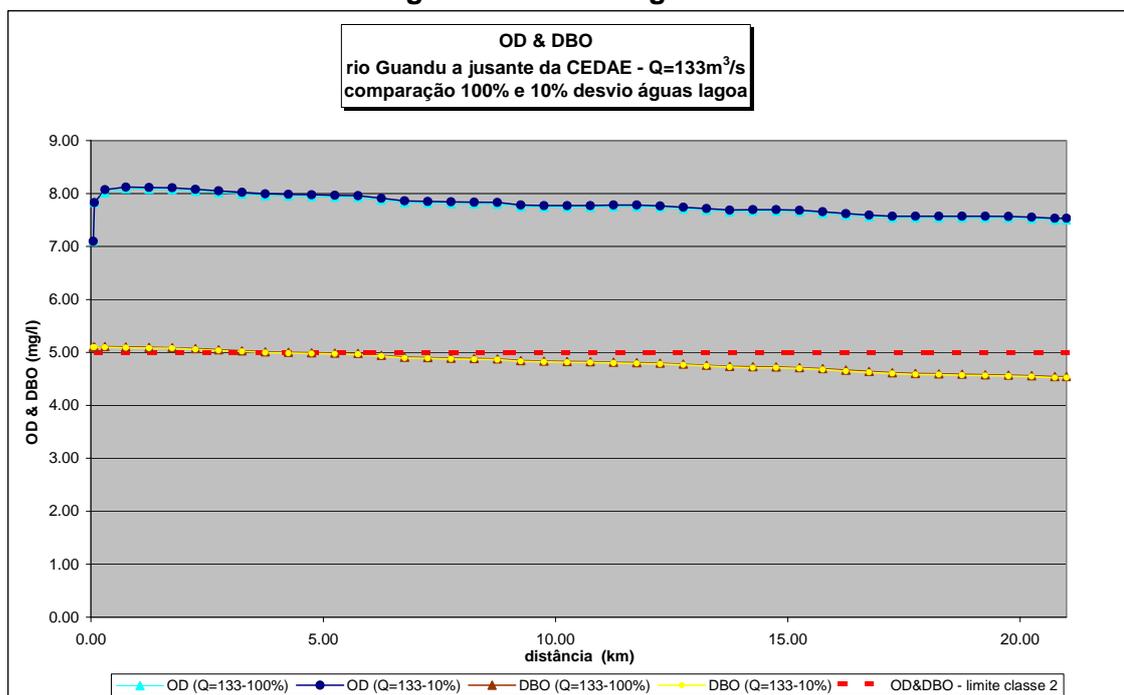


Figura 9
Comparação da variação do parâmetro nitrogênio amoniacal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 53 m³/s

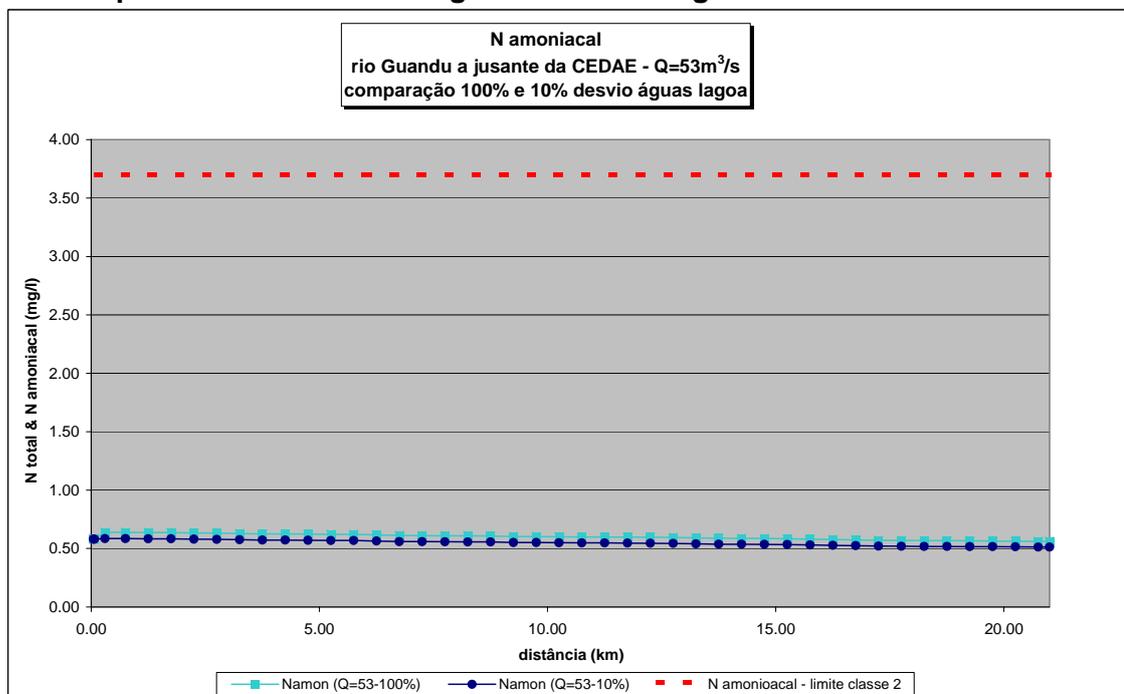


Figura 10
Comparação da variação do parâmetro nitrogênio amoniacoal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 77 m³/s

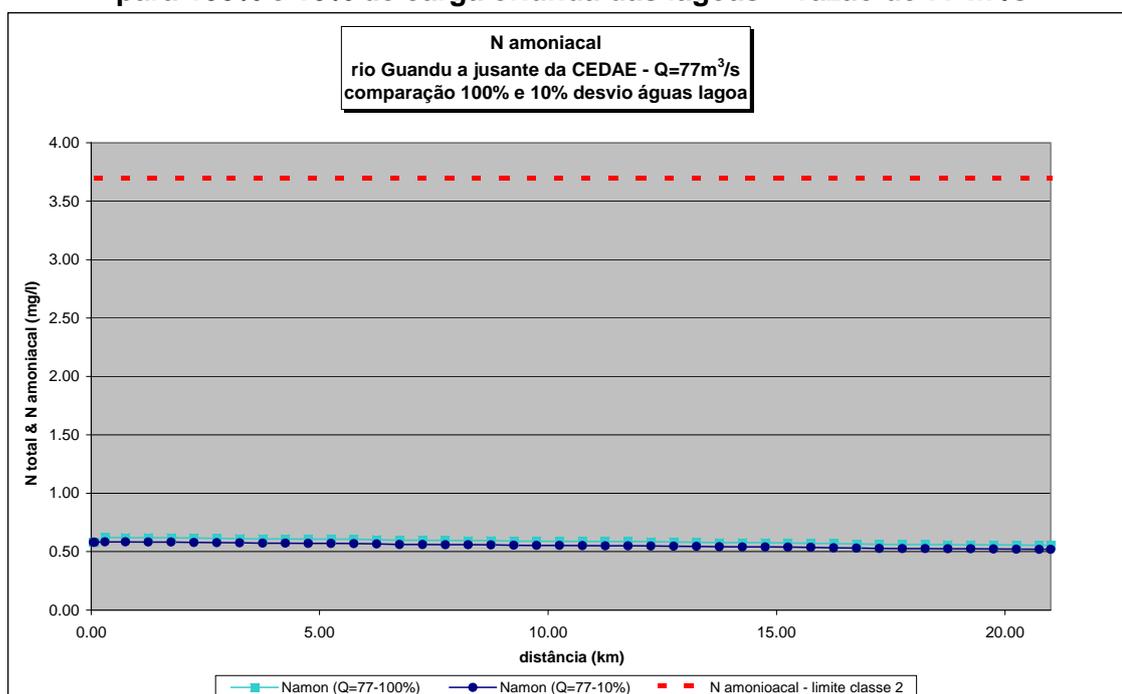


Figura 11
Comparação da variação do parâmetro nitrogênio amoniacoal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 113 m³/s

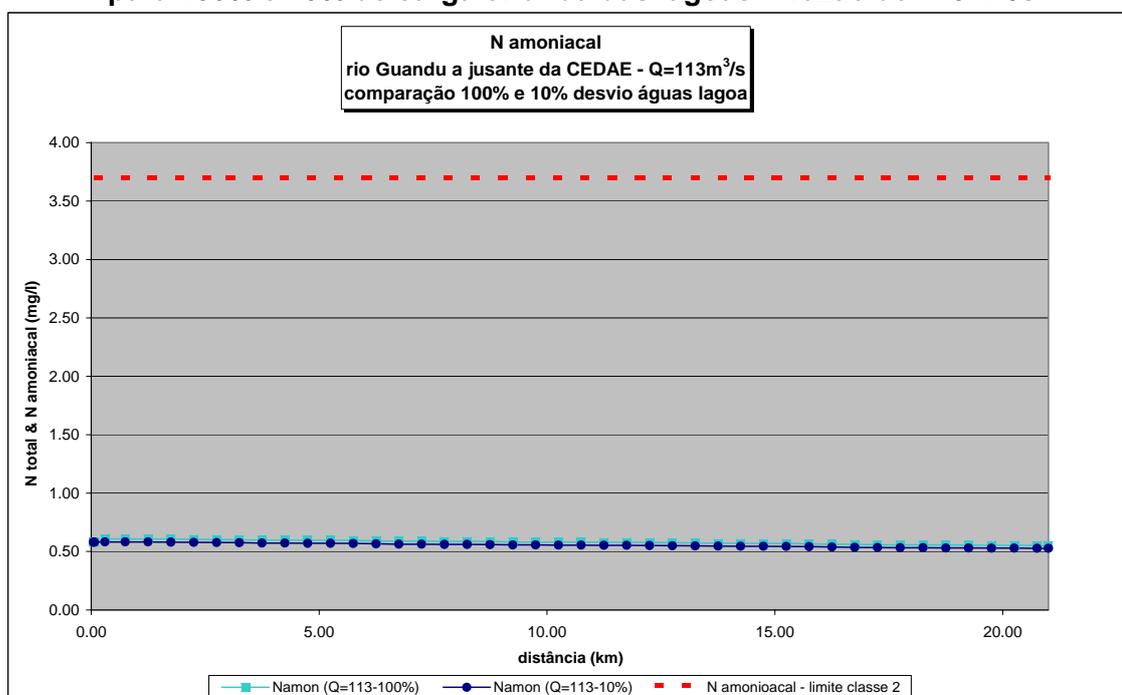


Figura 12
Comparação da variação do parâmetro nitrogênio amoniacal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 133 m³/s

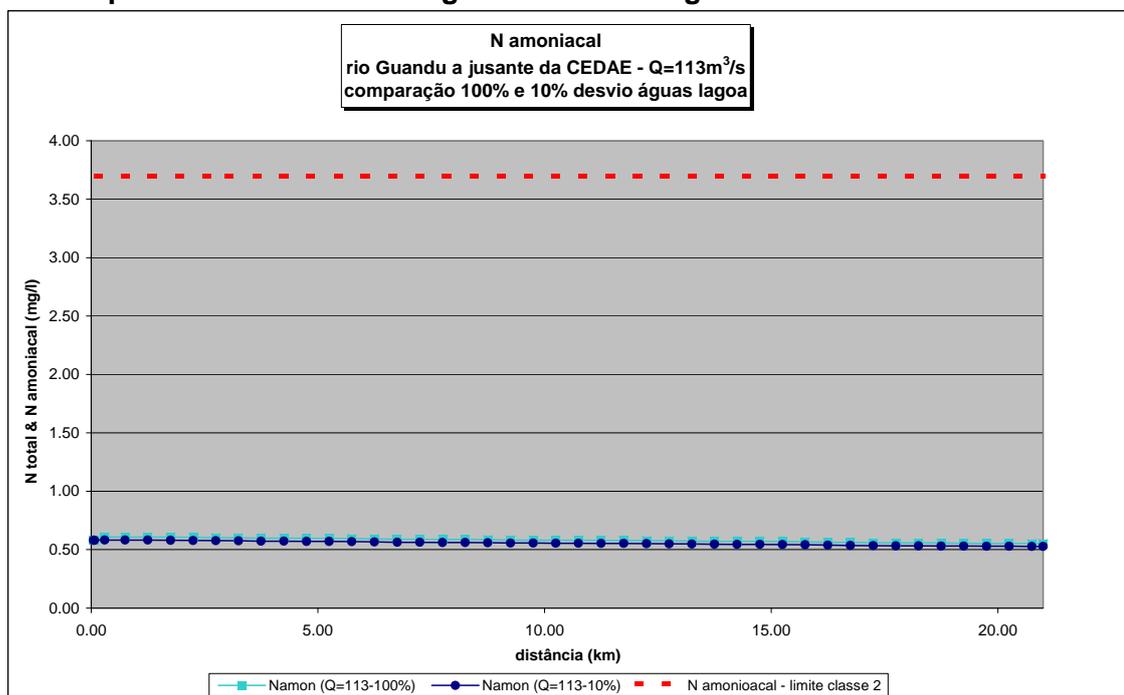


Figura 13
Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 53 m³/s

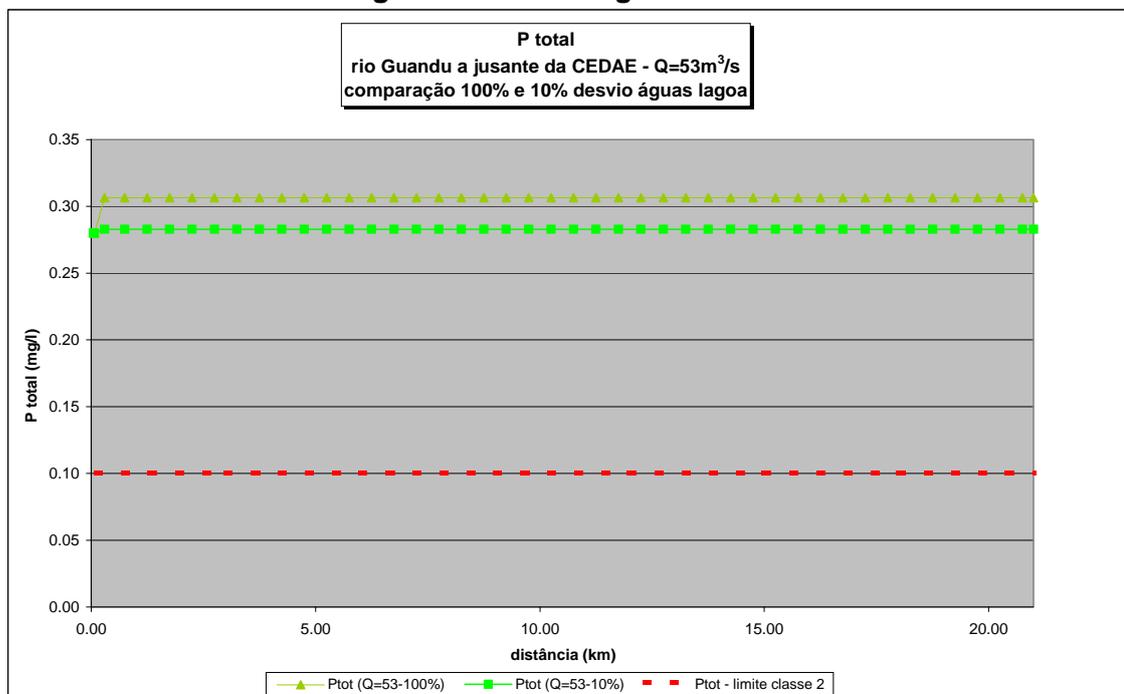


Figura 14
Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 77 m³/s

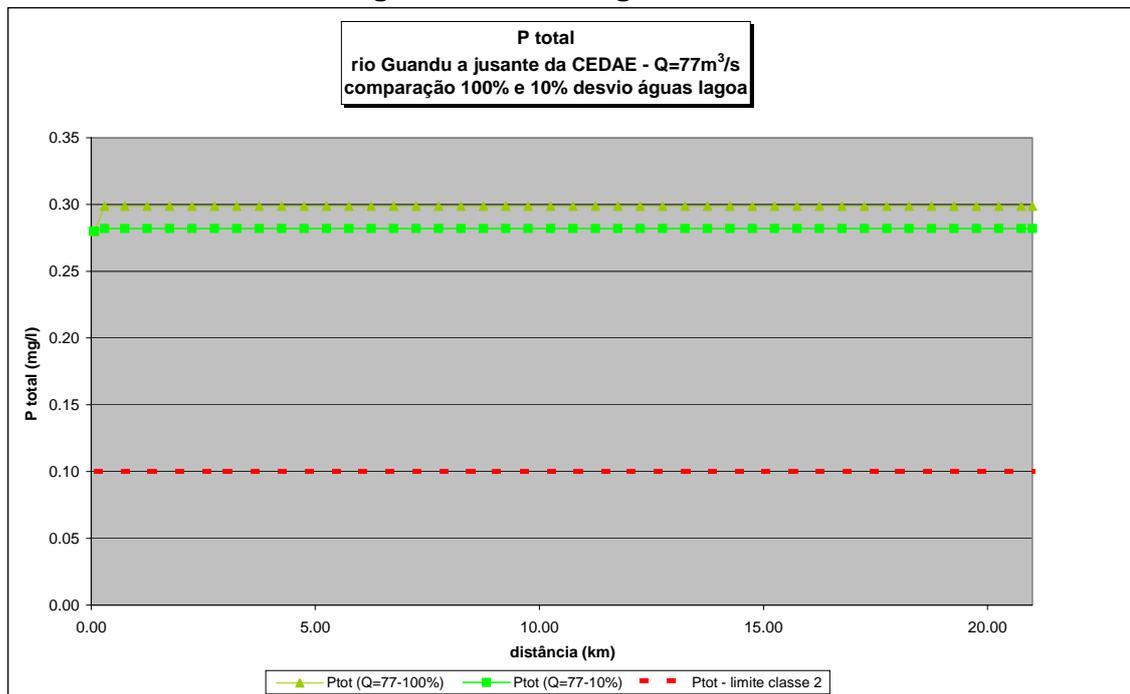


Figura 15
Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 113 m³/s

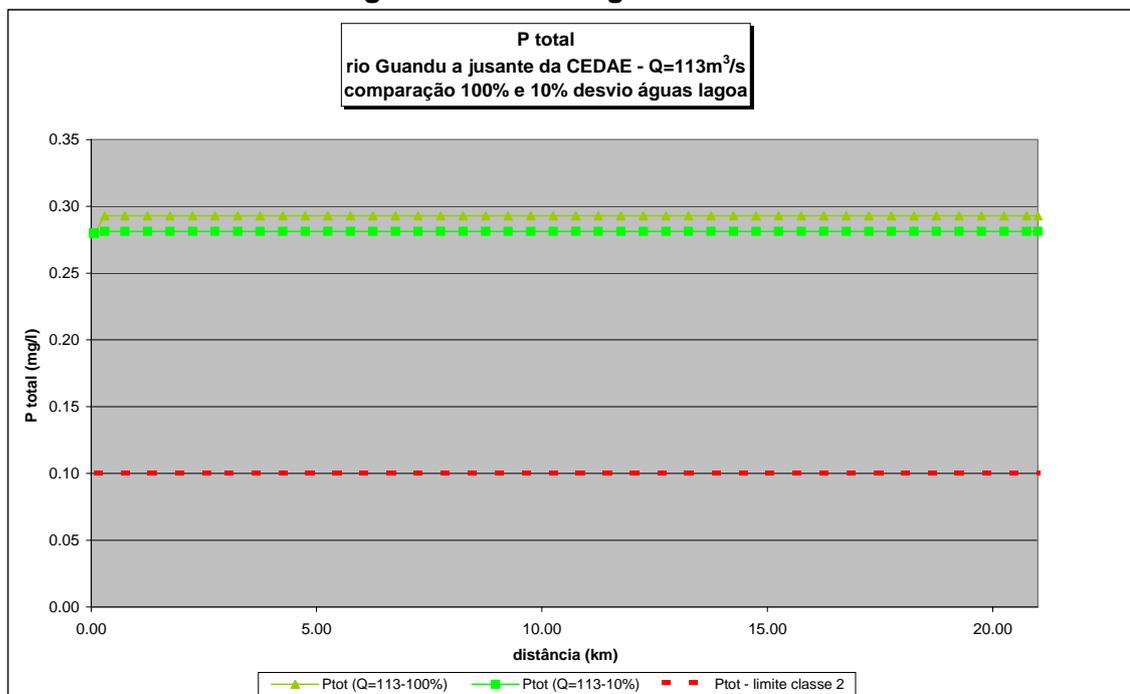


Figura 16

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 133 m³/s

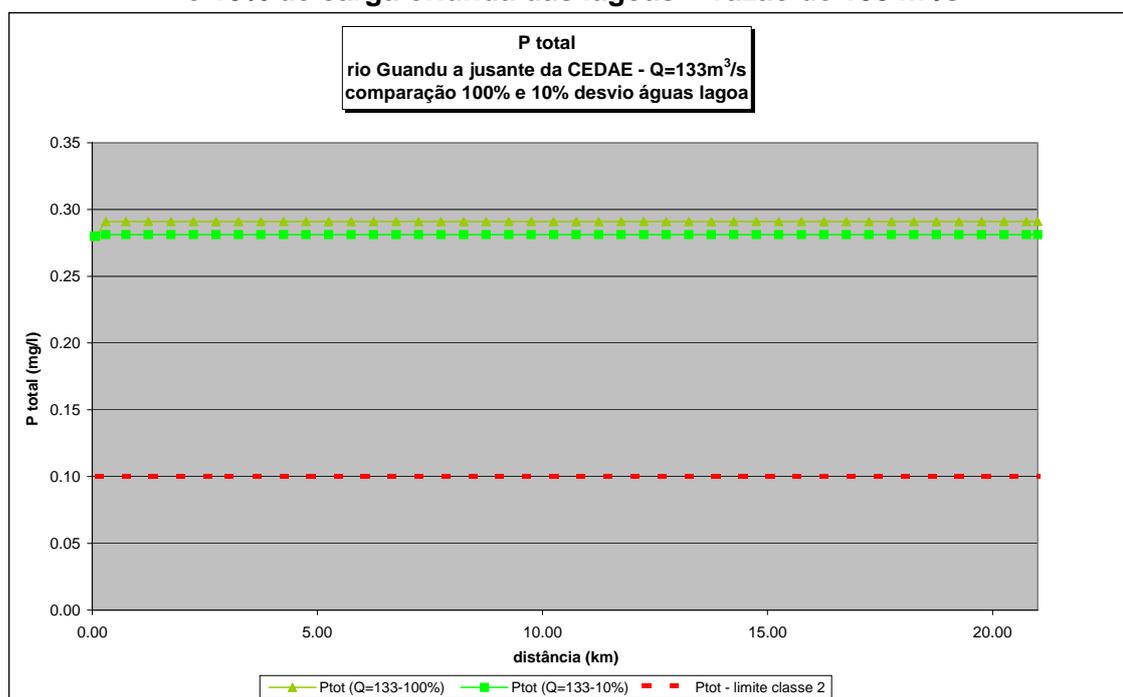


Figura 17

Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 53 m³/s

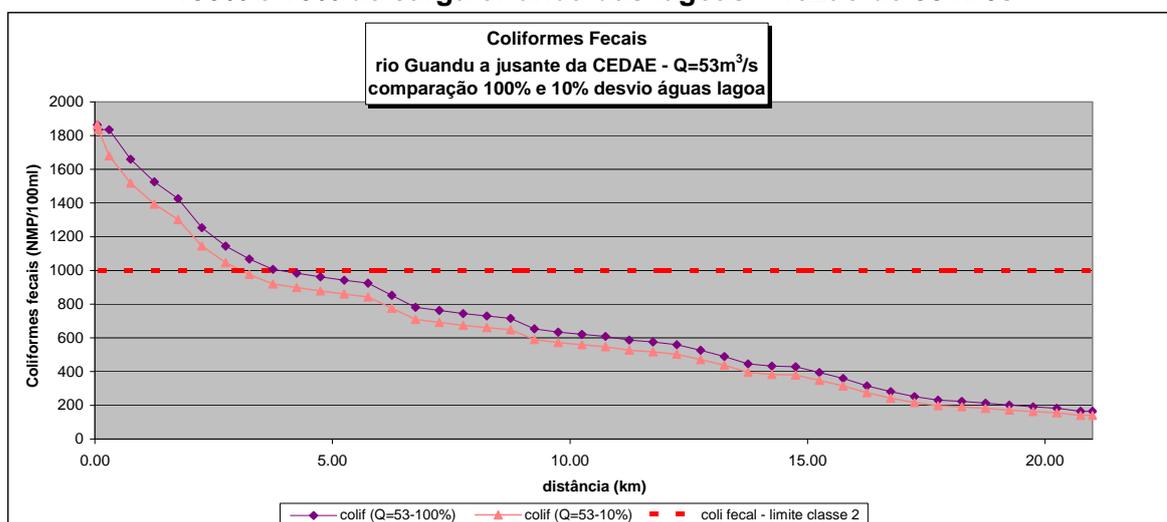


Figura 18
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 77 m³/s

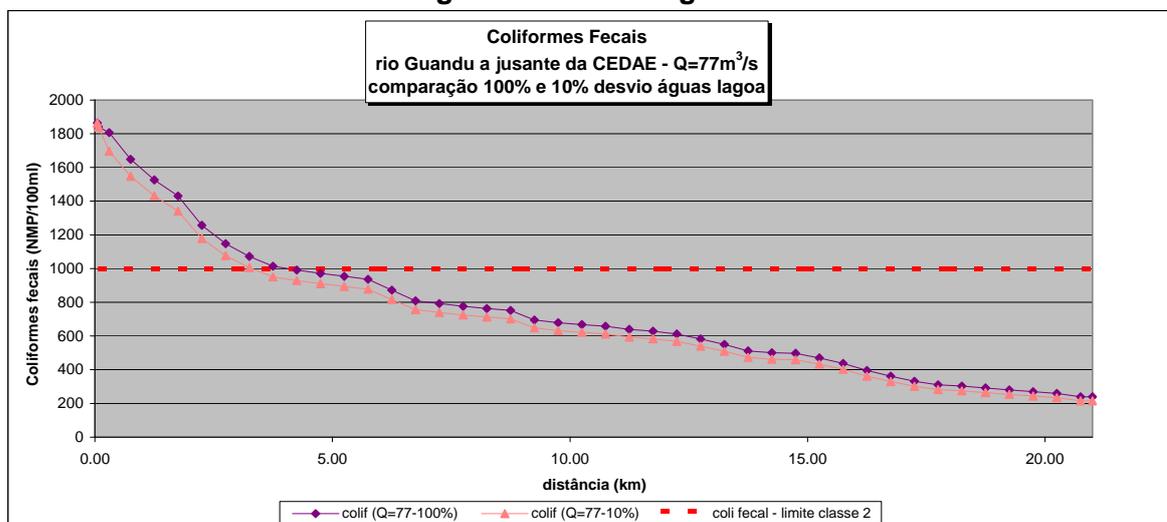


Figura 19
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 113 m³/s

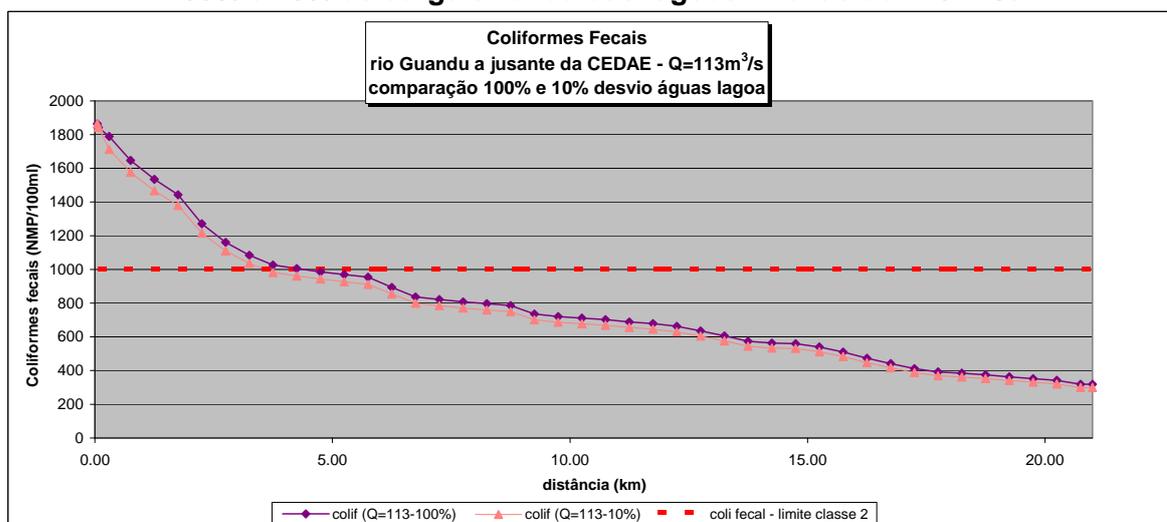
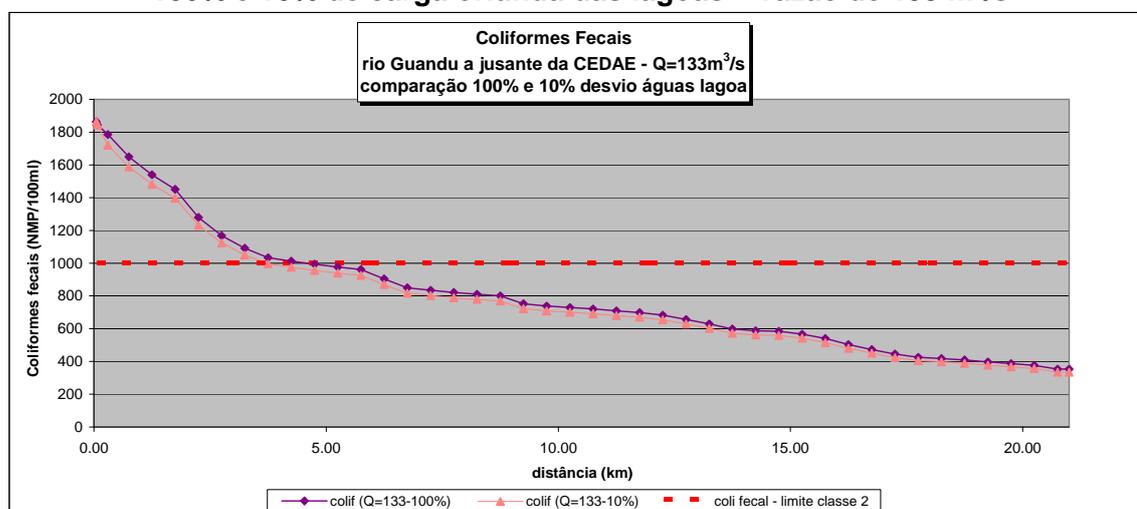


Figura 20
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas – vazão de 133 m³/s



Conclusões do primeiro grupo de simulações

Foram simulados os parâmetros de qualidade da água para quatro situações de vazões no rio Guandu (53; 77; 113 e 133 m³/s) combinadas com a situação de vazão média oriunda das lagoas (Poços/Queimados e Ipiranga/Cabuçu). Os resultados obtidos foram muito semelhantes para todas as vazões consideradas, havendo sempre o atendimento aos padrões da classe 2 da Resolução Conama 357/2005, no tocante a OD e nitrogênio amoniacal. Quanto a DBO e coliformes fecais observou-se uma recuperação do rio logo em seu trecho inicial para adequação aos padrões da referida resolução. O fósforo total esteve acima da concentração limite, tendo devido ao fato de que, tanto as águas do rio Guandu e principalmente as das lagoas, já se encontram em concentrações bem elevadas.

Foi simulada a hipótese de supressão quase que total das cargas de poluentes oriundas das lagoas, sendo observados resultados praticamente iguais ou muito parecidos aos obtidos nas simulações com a carga total de poluentes.

Simulações considerando a qualidade de água nos rios afluentes às lagoas

Este grupo de simulações considera a qualidade de água na foz dos rios afluentes às lagoas, em lugar às concentrações de poluentes medidas nas lagoas propriamente ditas. As concentrações de entrada resultaram de modelagem específica, apresentada no capítulo 3 do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim (capítulo 3 – simulações quali-quantitativas), fornecido pela CEDAE. Naquele relatório foram consideradas duas vazões afluentes: a média (Q_{med}) e a mínima – esta última representada por $Q_{7,10}$. O Quadro 3 resume os resultados das simulações anteriores e os valores das vazões aplicadas.

Assim como realizado no grupo de simulações anterior, também foi investigado o efeito da remoção da carga oriunda dos afluentes das lagoas, aplicando-se, na prática, somente 10% das cargas de cada parâmetro.

Os resultados das simulações ora realizadas se encontram nas figuras seguintes.

Quadro 3
Parâmetros de qualidade de água utilizados nas simulações resultantes de simulação do Plano da bacia do Guandu

	Q _{7,10}					Q _{med}				
	DBO(mg/l)	OD	Colif.	Fósforo	Q(m ³ /s)	DBO	OD	Colif.	Fósforo(mg)	Q(m ³ /s)
Ipiranga/Cabuçu	9	0.1	3.00E+04	2.1	47	6.5	4.7	4.50E+04	0.51	753
Poços/Queimados	30	0	1.80E+06	1.9	193	10.3	4.6	1.00E+06	0.44	3117

Repetindo o ocorrido em todas as simulações anteriores, verifica-se que o parâmetro OD (Figuras 21 e 22) esteve acima do limite mínimo estabelecido de 5 mg/l pela resolução CONAMA 357/2005, em todos os cenários de vazões do Guandú após a captação atual e futura da CEDAE, e vazões dos afluentes da lagoa (média e mínima). Observa-se que mesmo que as concentrações sejam baixas ou até nulas (no caso de Q_{7,10}) o rio Guandu, inicialmente em concentração de OD de 7 mg/l, já dilui as águas oriundas dos afluentes das lagoas. A reaeração ocorrida na primeira corredeira, logo a jusante de CEDAE, eleva as concentrações de OD a valores um pouco superiores a 8 mg/l, valor este mantido ao longo dos primeiros 5 km, quando então passa a decair paulatinamente até atingir o valor de 7,5 mg/l, ao final do trecho estudado.

As mesmas figuras mostram ainda os resultados obtidos para o parâmetro DBO. Nestas figuras, observa-se uma pequena elevação da concentração já no descarte das águas dos rios, que se encontram em maior concentração de DBO (de 9 a 30 mg/l) que a concentração inicial do rio Guandu, de 5,1 mg/l. O valor máximo atingido de 5,4 mg/l (no caso da vazão de 53 m³/s e afluentes em Q_{med}) decai paulatinamente ao longo do trecho estudado, alcançando o limite máximo estabelecido pela resolução Conama –de 5 mg/l- na distância de cerca de 7,5 km; sendo ainda de cerca de 4,6 mg/l ao final do trecho simulado. No caso dos afluentes em vazão mínima (Q_{7,10}) o rio Guandu praticamente não sente a descarga dos mesmos, pois a concentração resultante continua em 5,1 mg/l, decaindo a 4,3 mg/l ao final do trecho simulado. Ao contrário do verificado nas simulações anteriores, a menor vazão no Guandu resultou –inicialmente- em maior concentração de poluente, devido ao menor volume disponível para diluição. Ainda que o decaimento em menores vazões seja maior, devido ao maior tempo de percurso associado às menores vazões, tal fato não foi muito evidente neste grupo de simulações, exceto para o caso dos afluentes em Q_{7,10}, pois as concentrações de DBO nos afluentes às lagoas foram muito maiores que as encontradas no Guandu. Ressalta-se ainda que diferenças encontradas, nos resultados das simulações das diversas vazões testadas foram muito pequenas.

O comportamento do fósforo total obtido (Figuras 23 e 24) é muito parecido em todas as simulações. As concentrações iniciais do rio –de 0,28 mg/l- pouco aumentam com a chegada das águas dos afluentes das lagoas desviadas pelo túnel, que transportam em média 0,5 mg/l de P em situação de vazão média e cerca de 2 mg/l, em vazão mínima. As concentrações logo após a mistura passam a ser de 0,29 mg/l, para o caso das menores vazões no Guandu (53 e 77 m³/s), mas não se alteram para o caso das maiores vazões no Guandu –de 11e 133 m³/s). Tal comportamento é verificado tanto no caso dos afluentes em vazão média, quanto em vazão mínima. Ressalta-se que as concentrações deste parâmetro nos dois corpos d'água já se encontram muito elevadas, principalmente nos afluentes das lagoas, sendo bem superior ao valor máximo para classe 2 de ambiente lótico (0,1 mg/l).

Quanto ao parâmetro biológico – coliformes fecais – observa-se, uma abrupta elevação das concentrações com a descarga das águas dos afluentes das lagoas, sendo seguida pelo decaimento relativamente acentuado ao longo do curso simulado. No entanto, as concentrações iniciais dos afluentes, simuladas em relatório anterior, foram bastante elevadas, em muitas ordens

de grandezas superiores a média do rio Guandu, o que resultou em concentrações superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005 (1000 NMP/100 ml) ao longo de todo o rio, para o caso do aporte dos afluentes em vazão média (Figura 25). No caso de vazão mínima (Figura 26) o rio se enquadraria na classe 2, a partir do km 17,5 e percebe-se ainda o retorno às concentrações originais antes do ponto de lançamento (de cerca 2000 NMP/100 ml), verificado a partir do km 7,5 - no caso de afluentes em vazão mínima e Guandu com vazões de 113 e 133 m³/s.

Quanto à remoção das cargas dos afluentes verifica-se que o oxigênio dissolvido e a DBO apresentaram comportamento praticamente idêntico com a inclusão ou com a supressão quase que total das cargas de DBO oriundas das lagoas, principalmente no caso dos afluentes em vazão Q_{7,10}. No caso dos afluentes em vazão média a diferença nas concentrações de DBO são mais evidentes para o Guandu em vazões menores, de 53 e 77 m³/s. Nestes casos o rio se enquadraria na classe 2 a partir do Km 3,5 contra o enquadramento verificado a partir dos Km 7 a 9, na situação de remoção de cargas poluentes.

Como esperado, a redução na carga de fósforo não resulta na adequação à classe 2 da resolução Conama, pois as concentrações no próprio rio Guandu já são muito elevadas. As concentrações continuam girando no entorno de 0,3 mg/l, com ou sem a medida de supressão das cargas das lagoas, conforme mostram as figuras 31 a 34 (para Q_{med}) e de 43 a 46 (para Q_{7,10}). As pequenas reduções nas concentrações resultantes da mistura ao longo o rio, foram muito pequenas.

Neste grupo de simulações a redução nas concentrações de coliformes, é bem mais evidente, tanto para os afluentes em vazão média (Figuras 35 a 38) quanto em vazão mínima (Figuras 47 a 50). Tal fato deve ser atribuído aos valores iniciais adotados neste grupo de simulações, muito superiores ao verificado no Guandu. Nota-se que as concentrações obtidas para o caso de remoção das cargas se enquadrariam na classe 2 somente para os 5 km finais do rio, no caso de afluentes em vazão média; sendo por outro lado adequadas a partir do km 6 no caso de afluentes em vazão mínima.

Figura 21
Varição dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado
(Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – todas as vazões

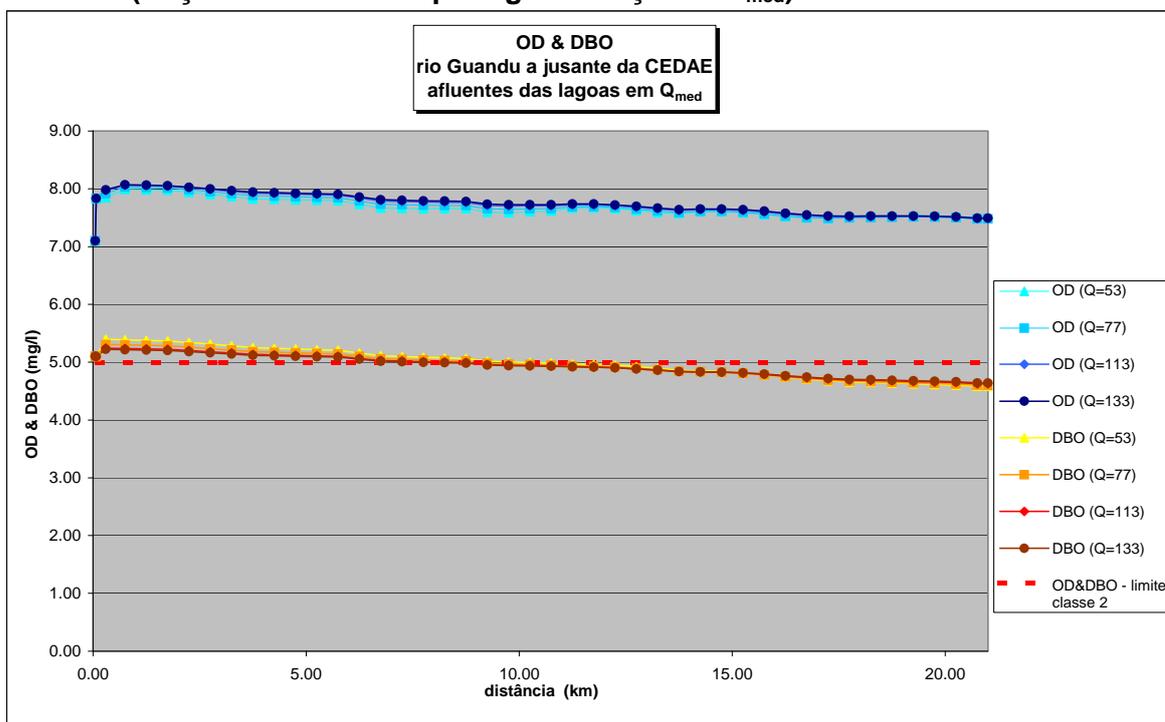


Figura 22
Varição dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado
(Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – todas as vazões

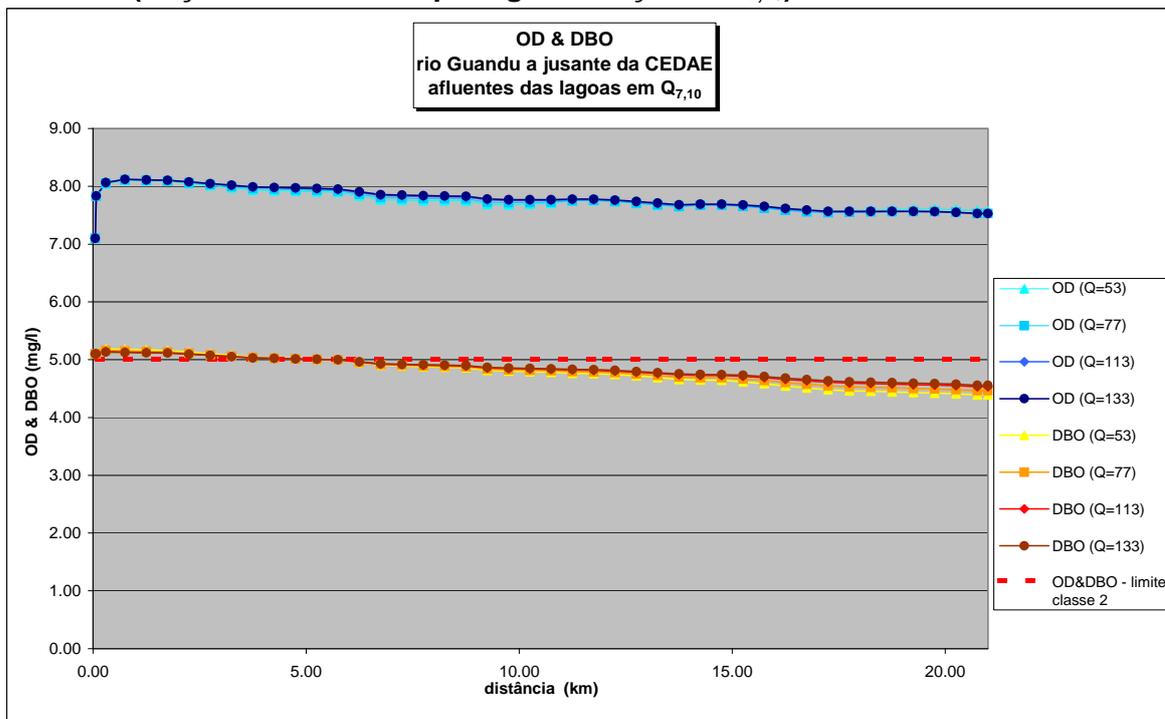


Figura 23
Varição do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – todas as vazões

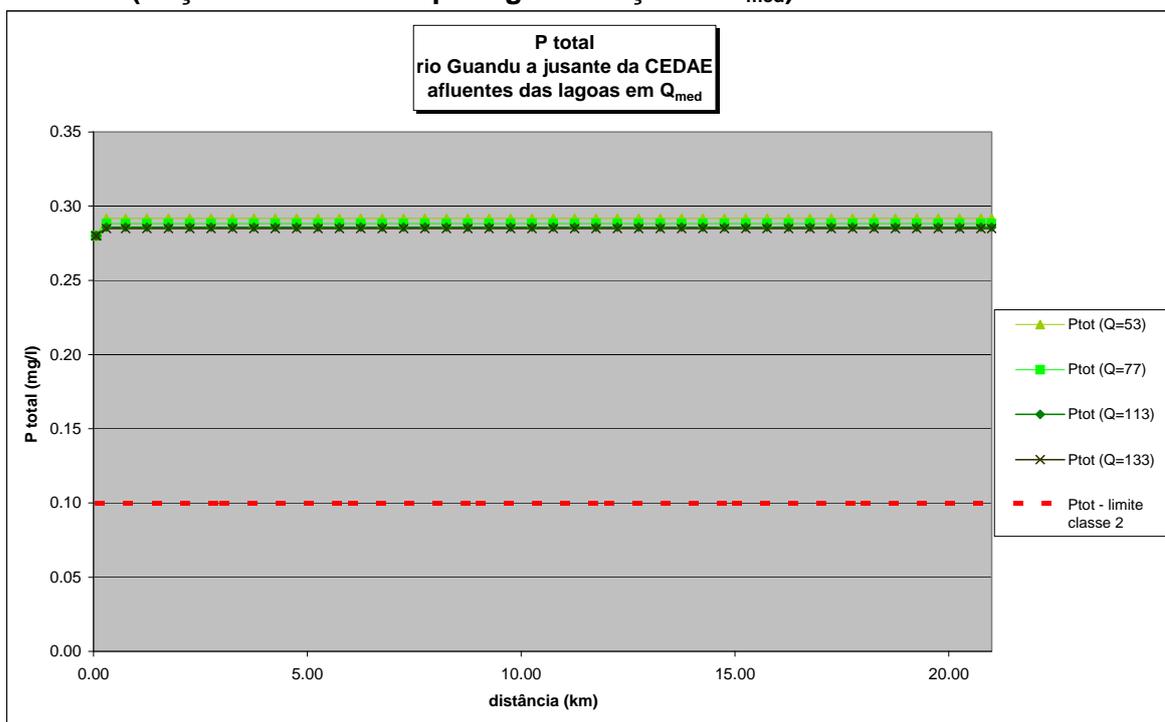


Figura 24
Varição do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – todas as vazões

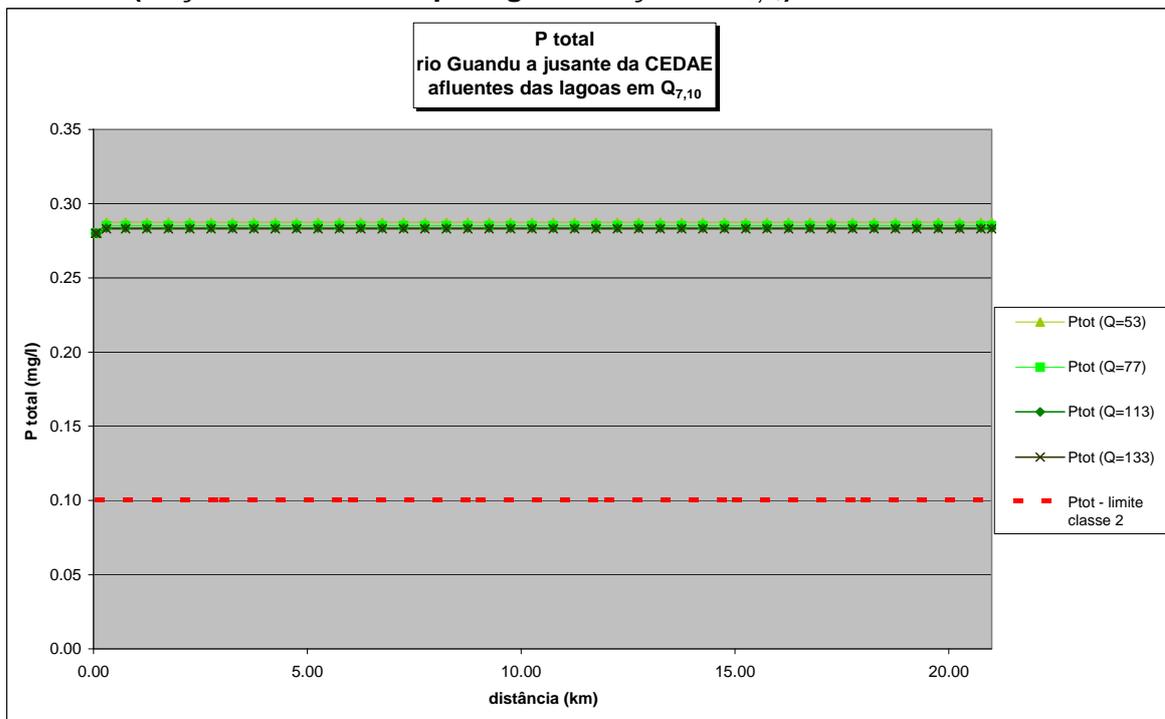


Figura 25
Variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado
(Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – todas as vazões

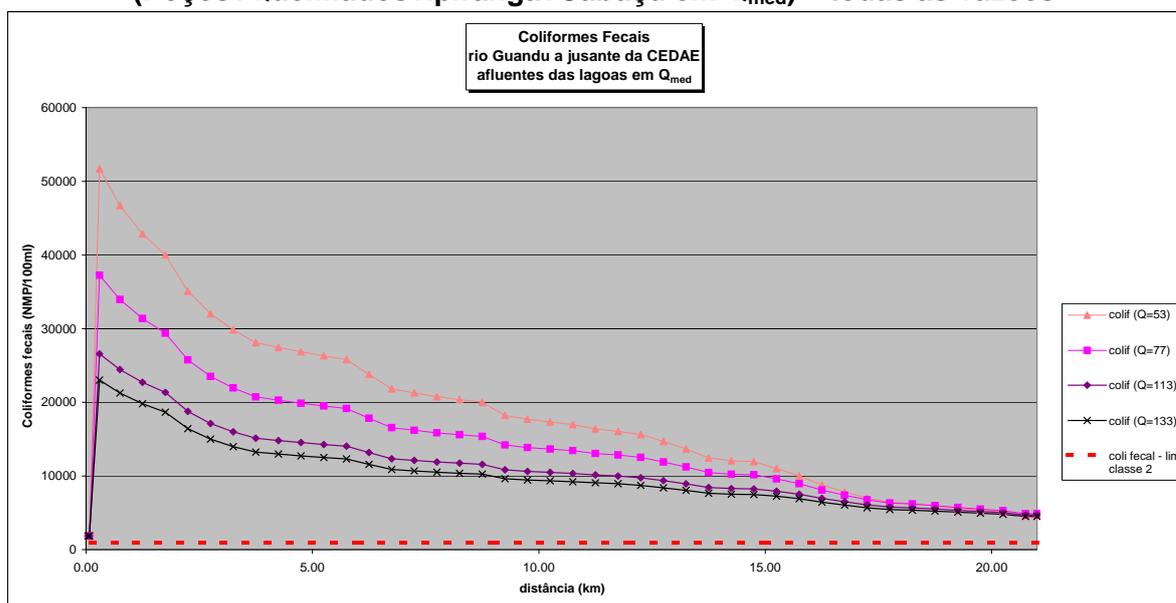
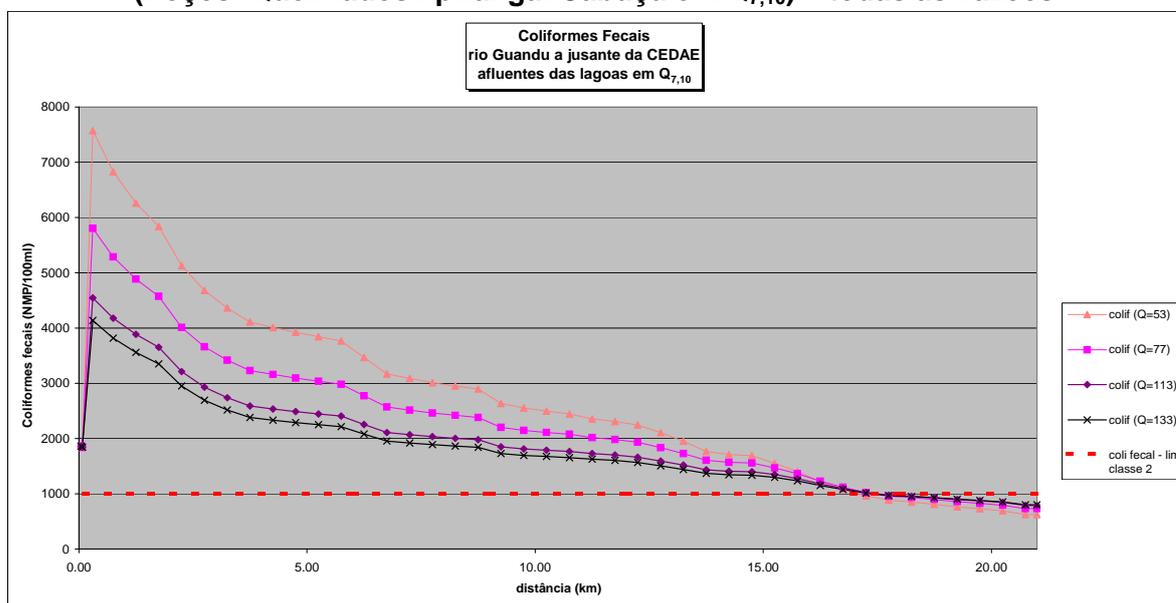


Figura 26
Variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado
(Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – todas as vazões



**COMPARAÇÃO COM A REMOÇÃO DAS CARGAS DAS LAGOAS
AFLUENTES EM Q_{med}**

Figura 27

Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

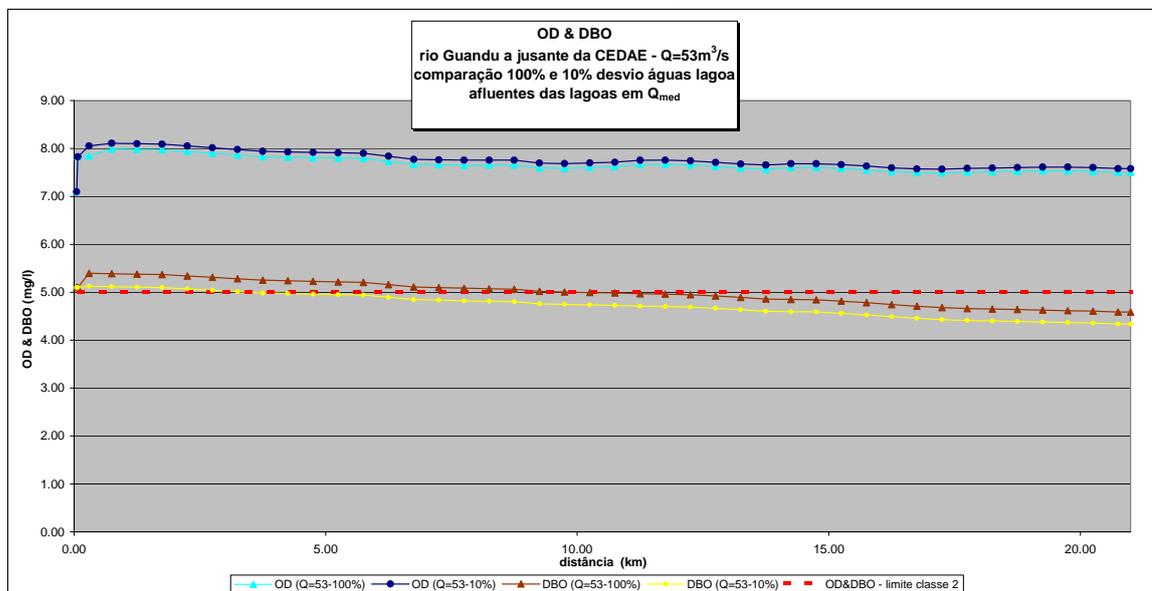


Figura 28

Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

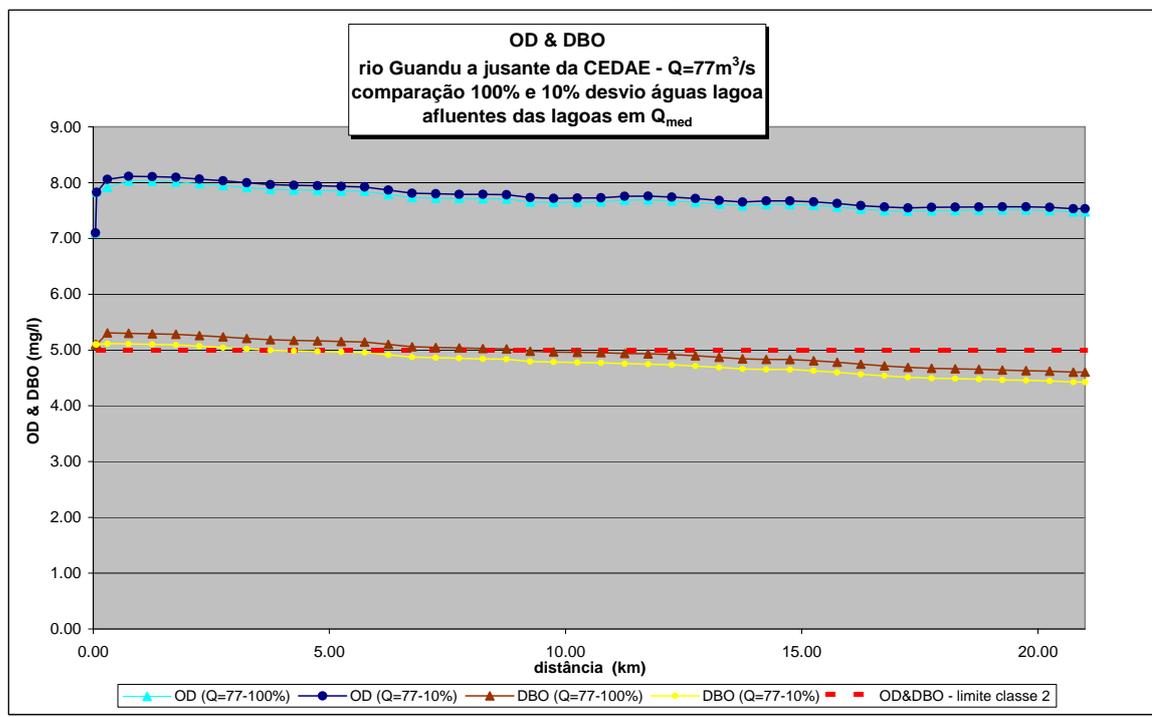


Figura 29
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

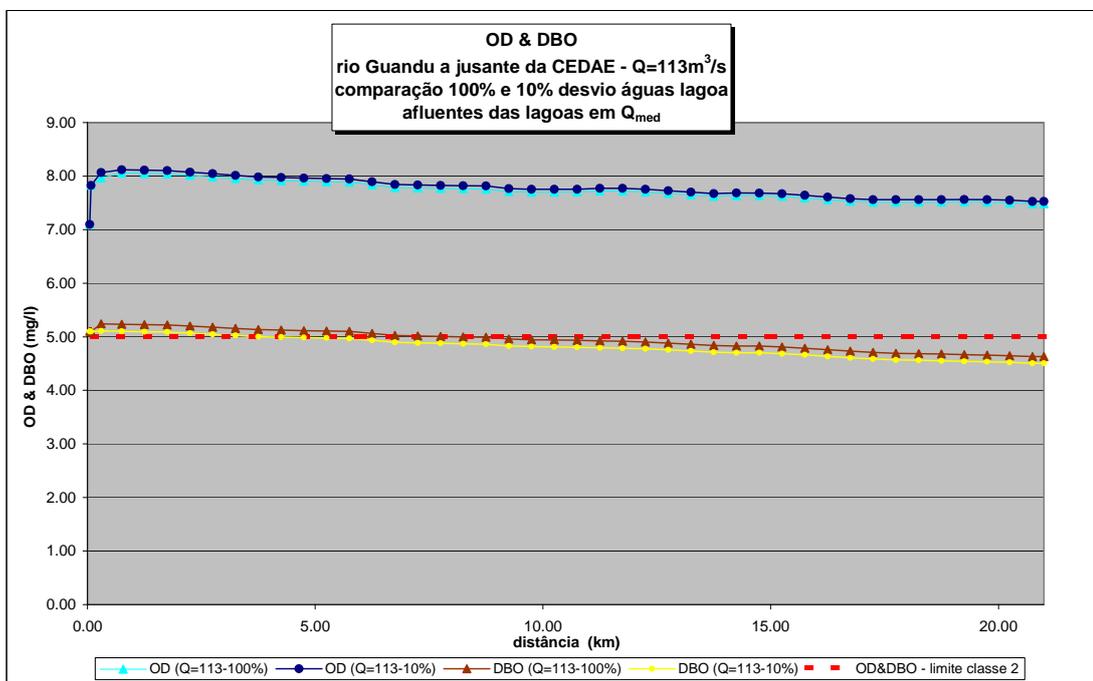


Figura 30
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$

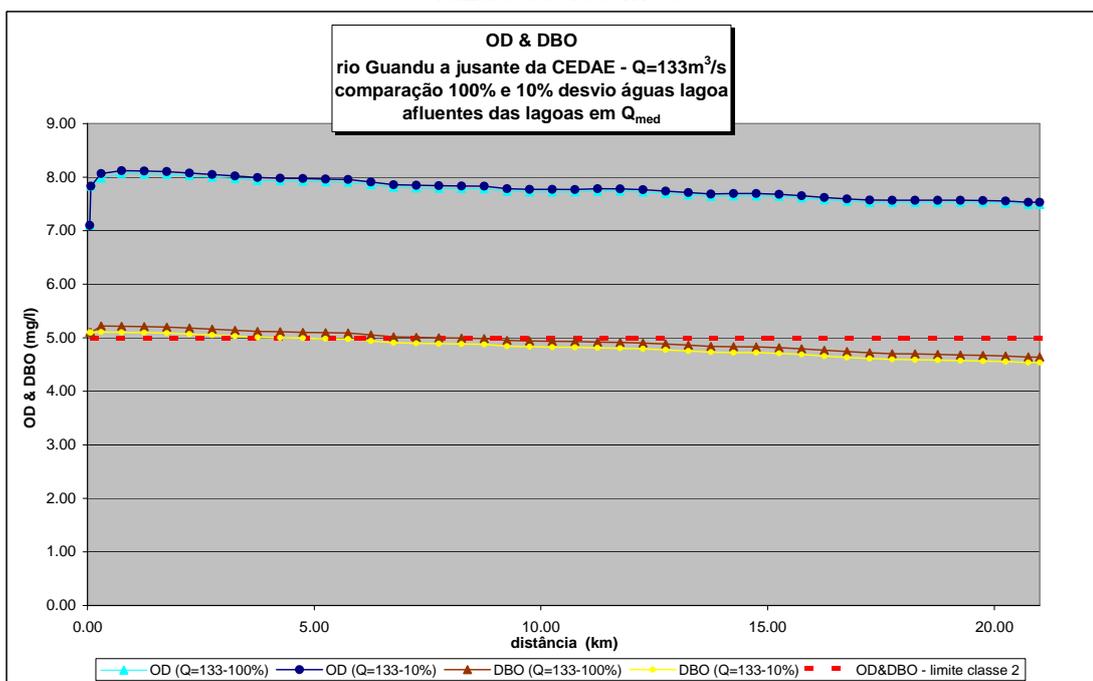


Figura 31

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

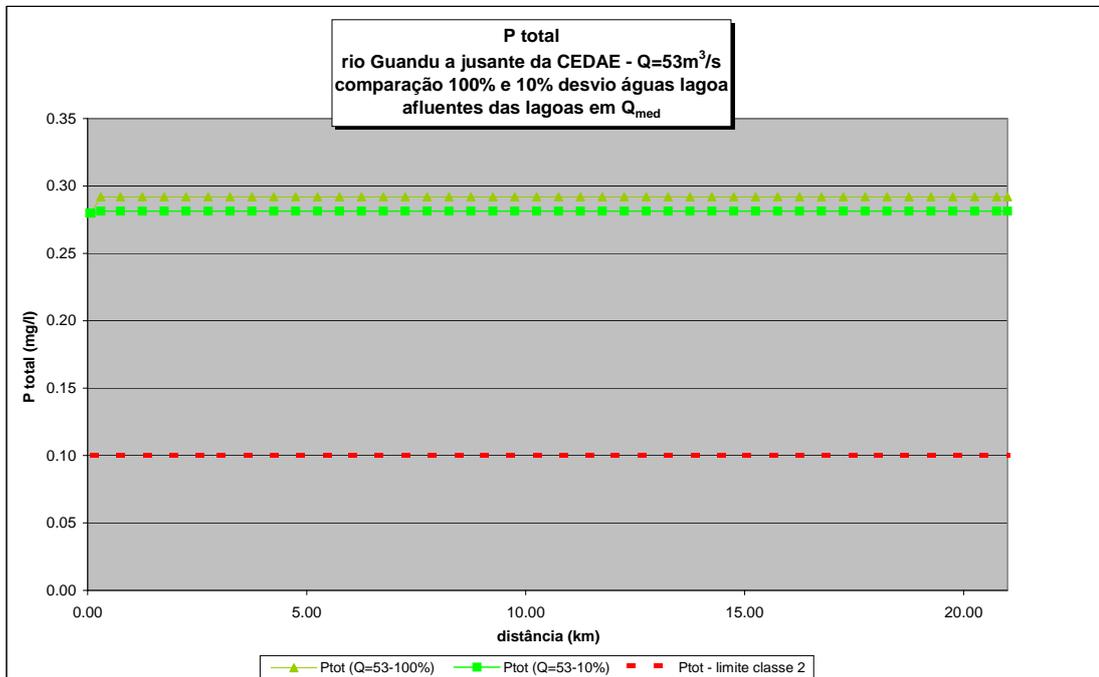


Figura 32

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

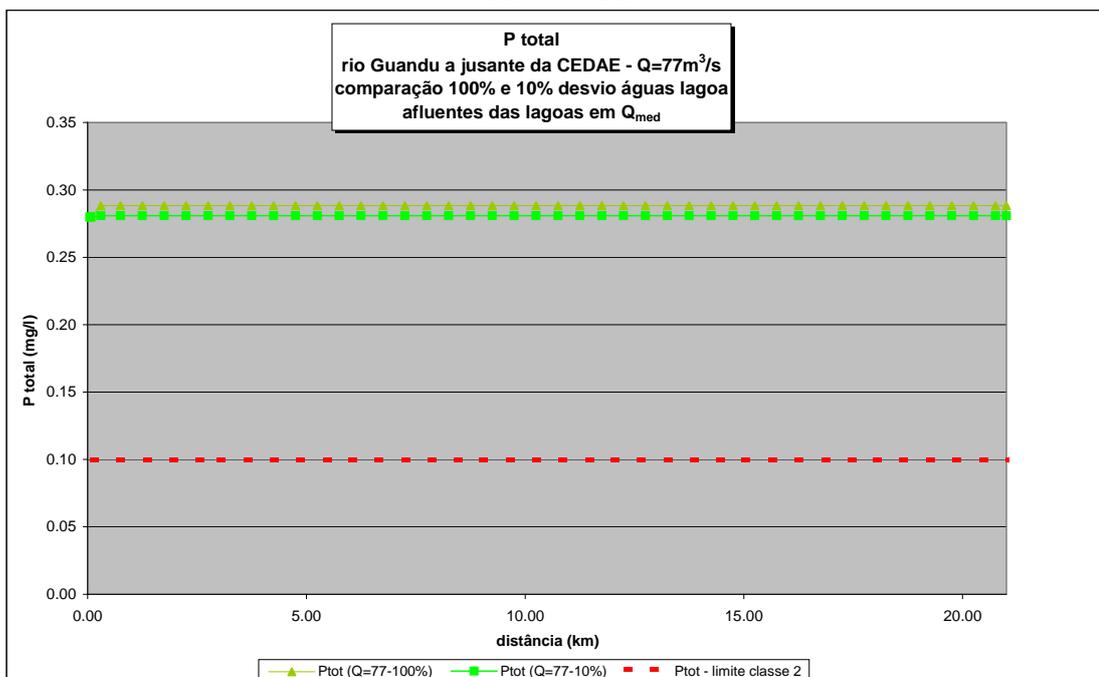


Figura 33

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

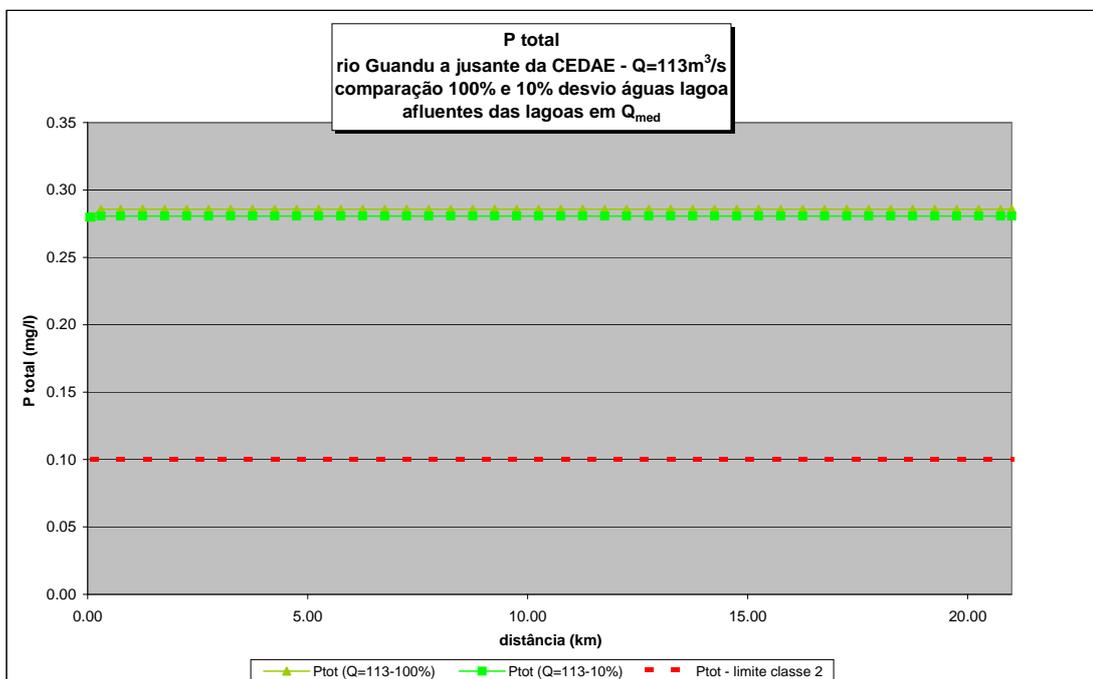


Figura 34

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$

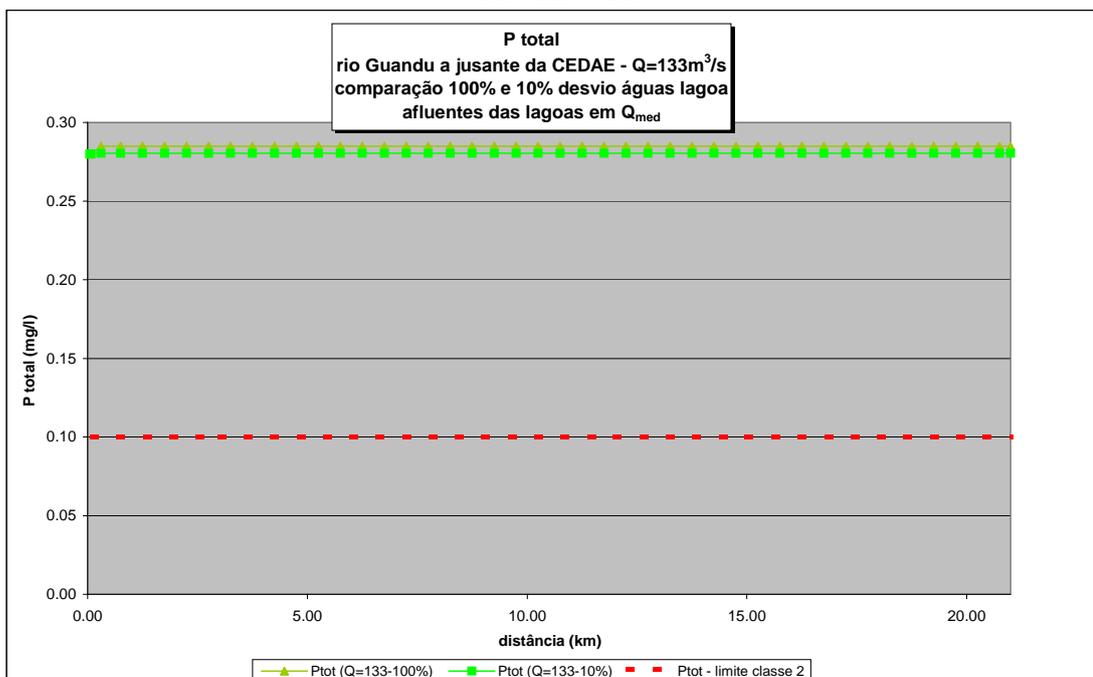


Figura 35
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

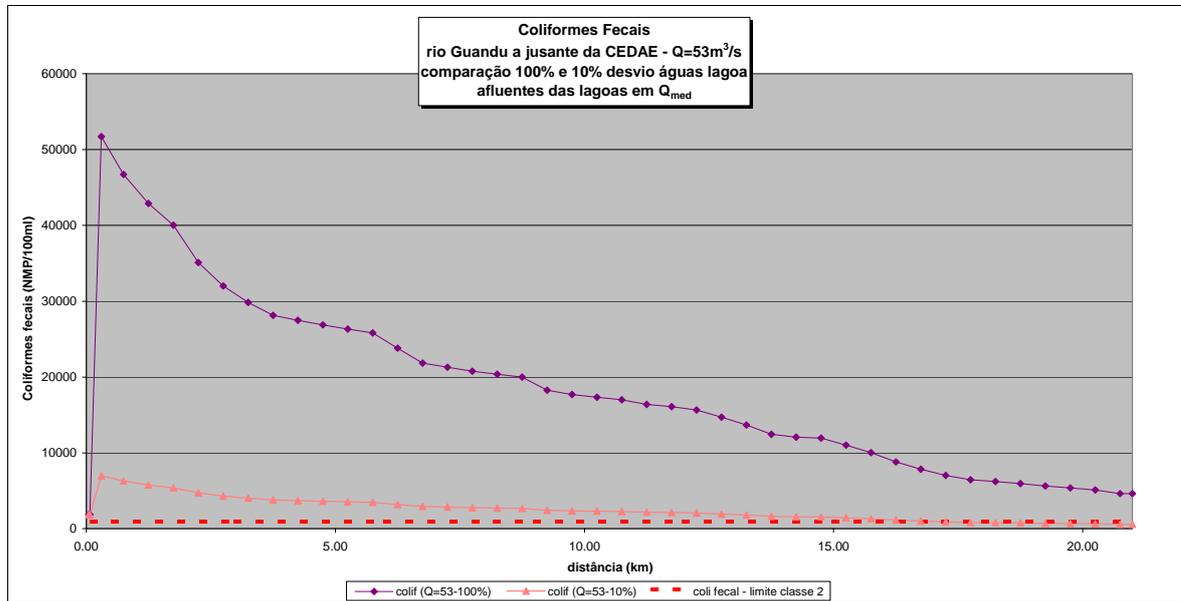


Figura 36
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

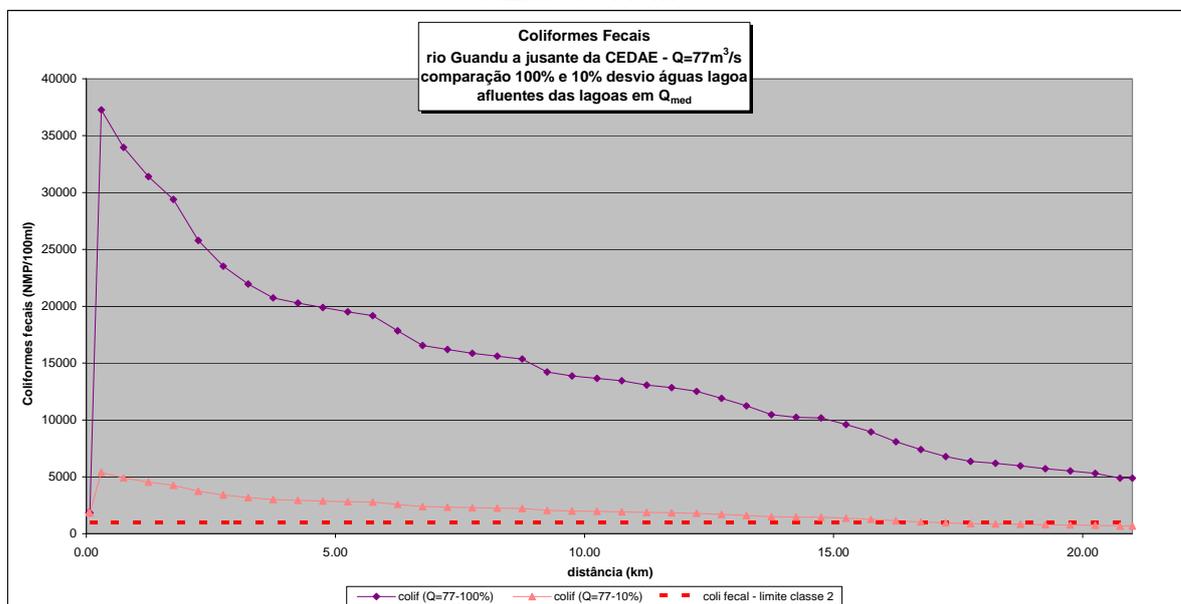


Figura 17
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

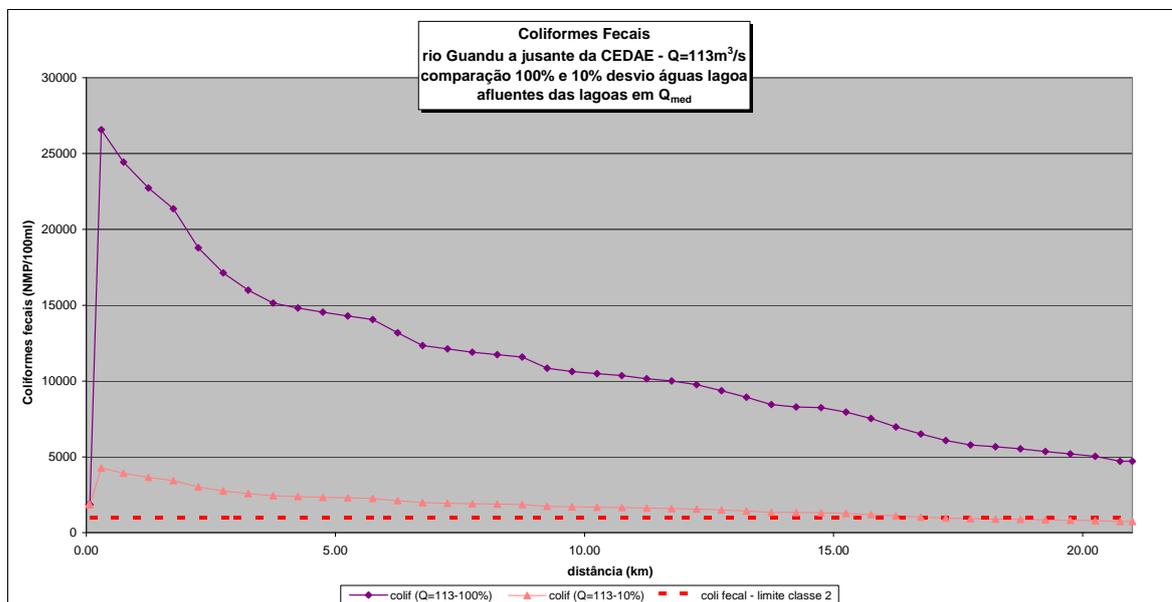
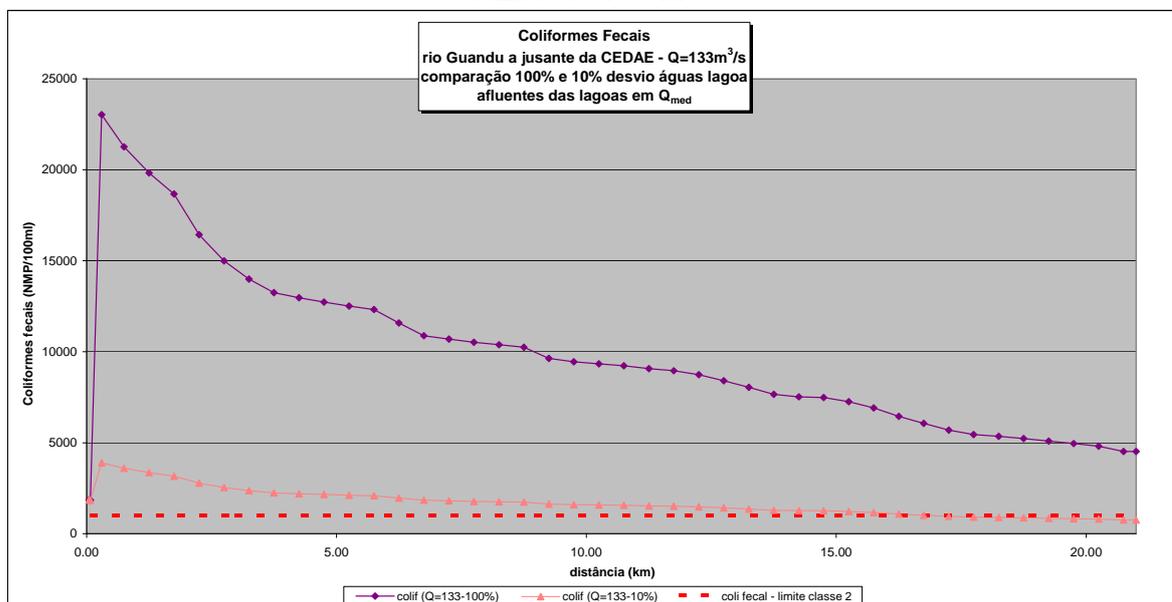


Figura 38
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em Q_{med}) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$



COMPARAÇÃO COM A REMOÇÃO DAS CARGAS DAS LAGOAS AFLUENTES EM $Q_{7,10}$

Figura 39

Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

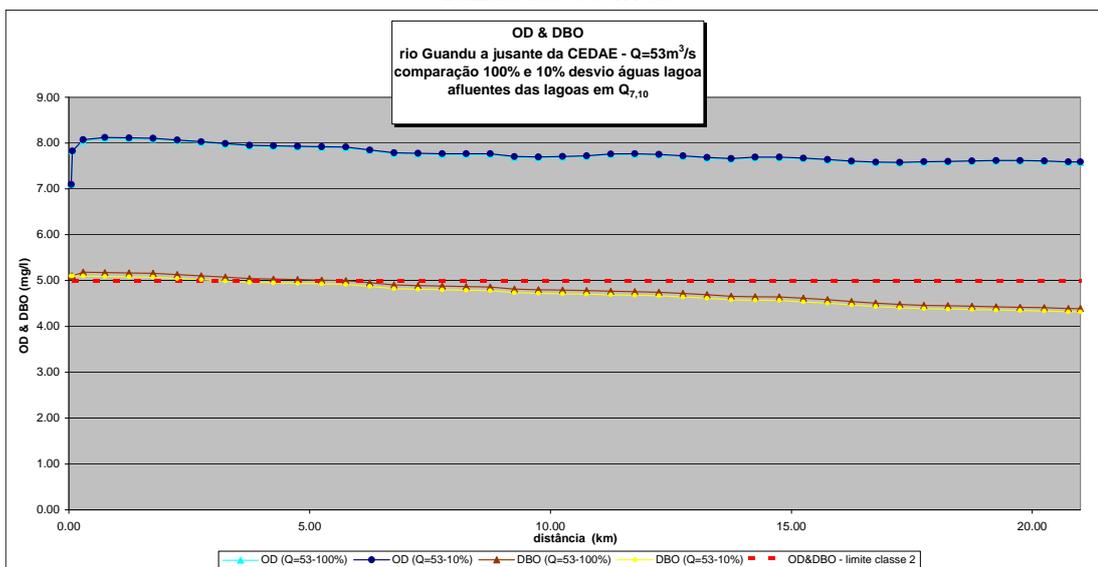


Figura 40

Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

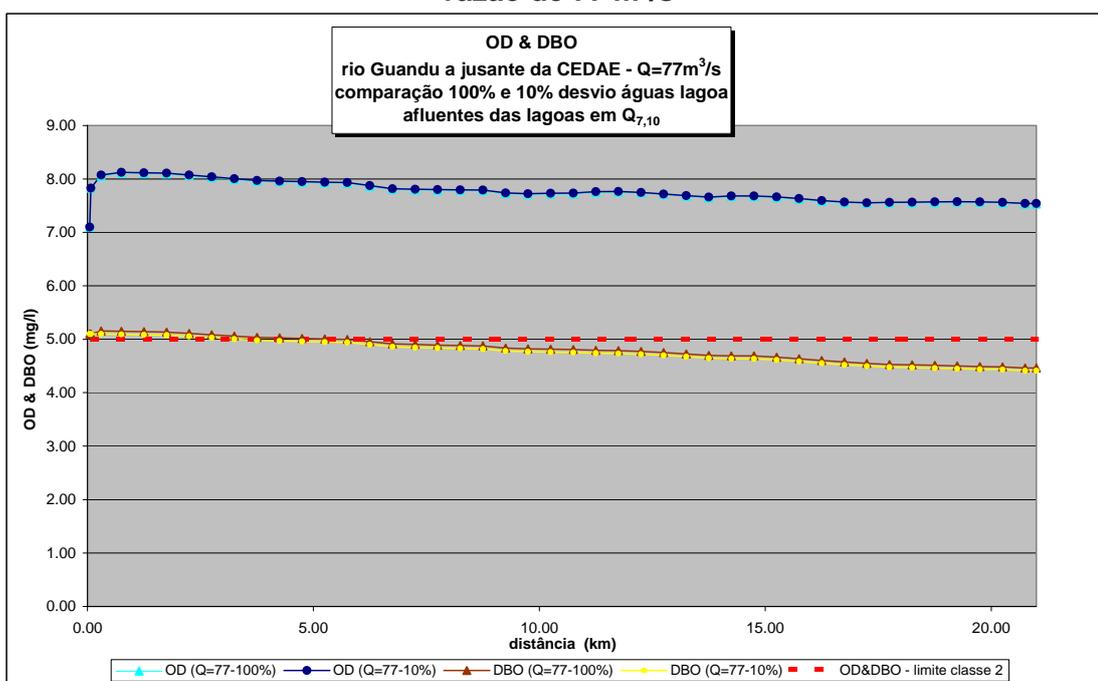


Figura 41
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

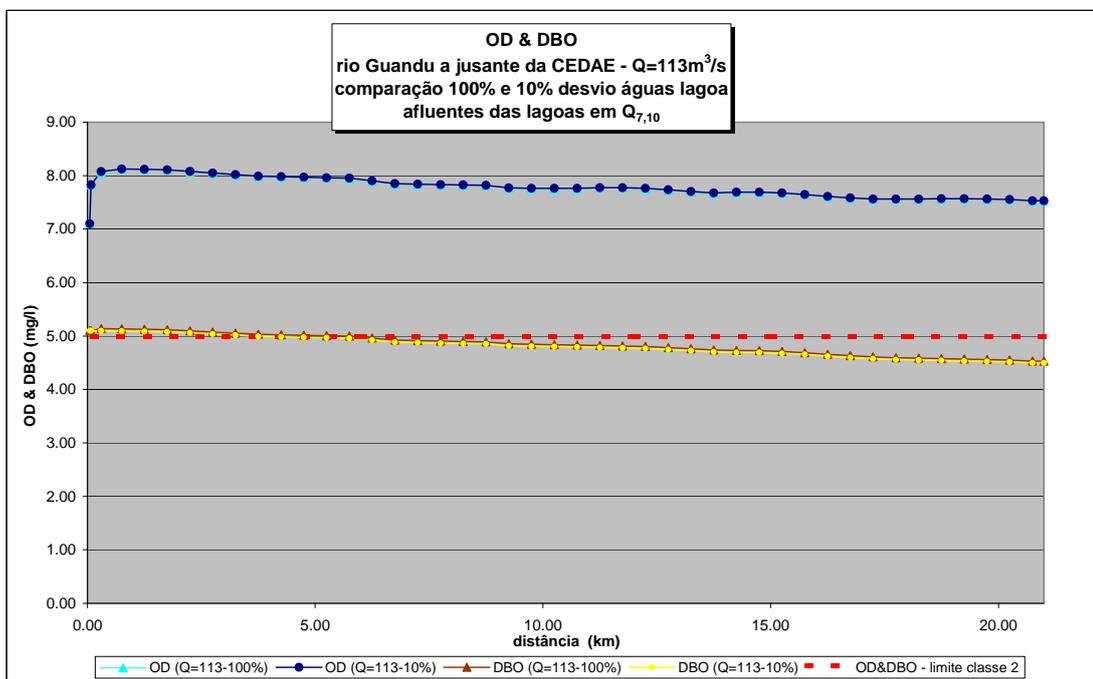


Figura 42
Comparação da variação dos parâmetros OD e DBO ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$

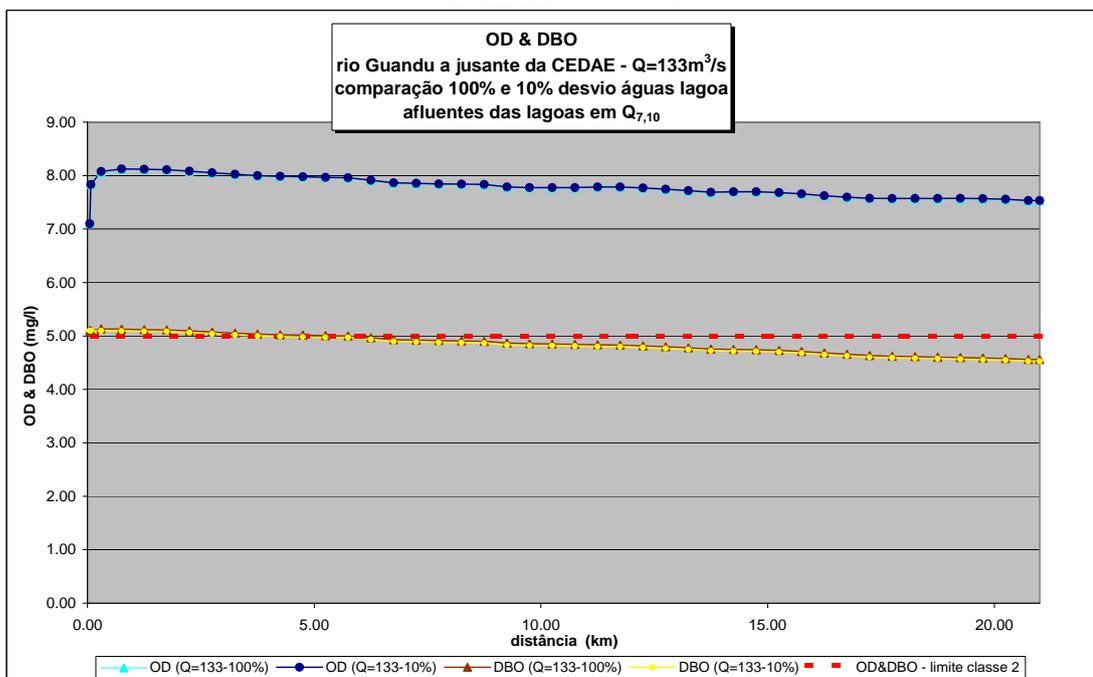


Figura 43

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

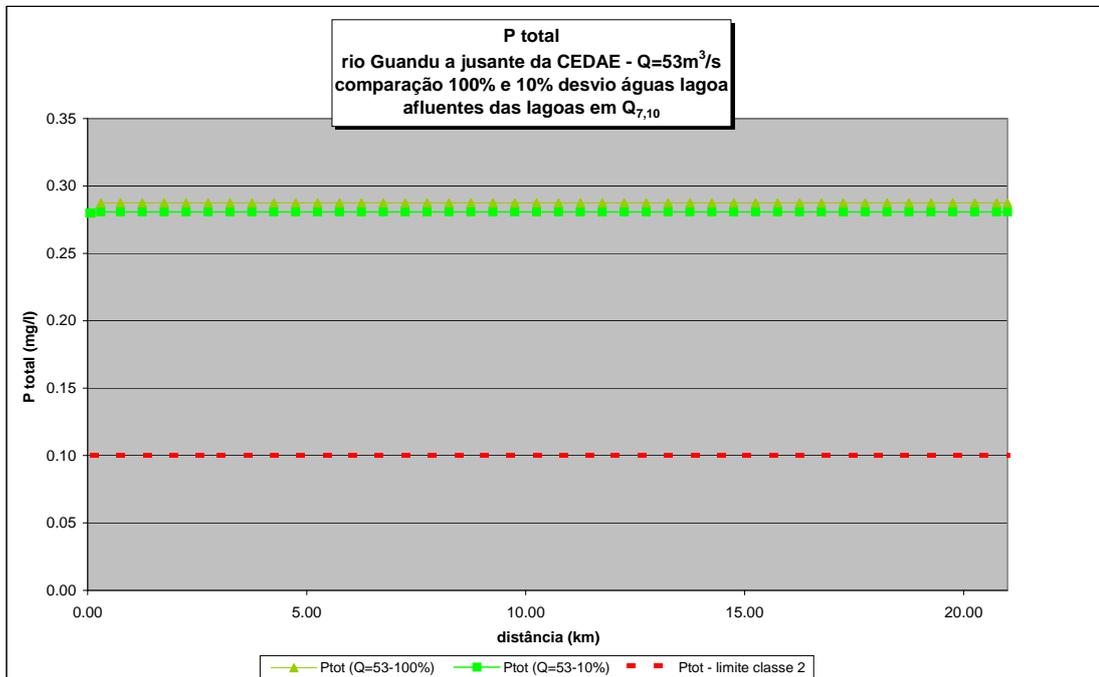


Figura 44

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

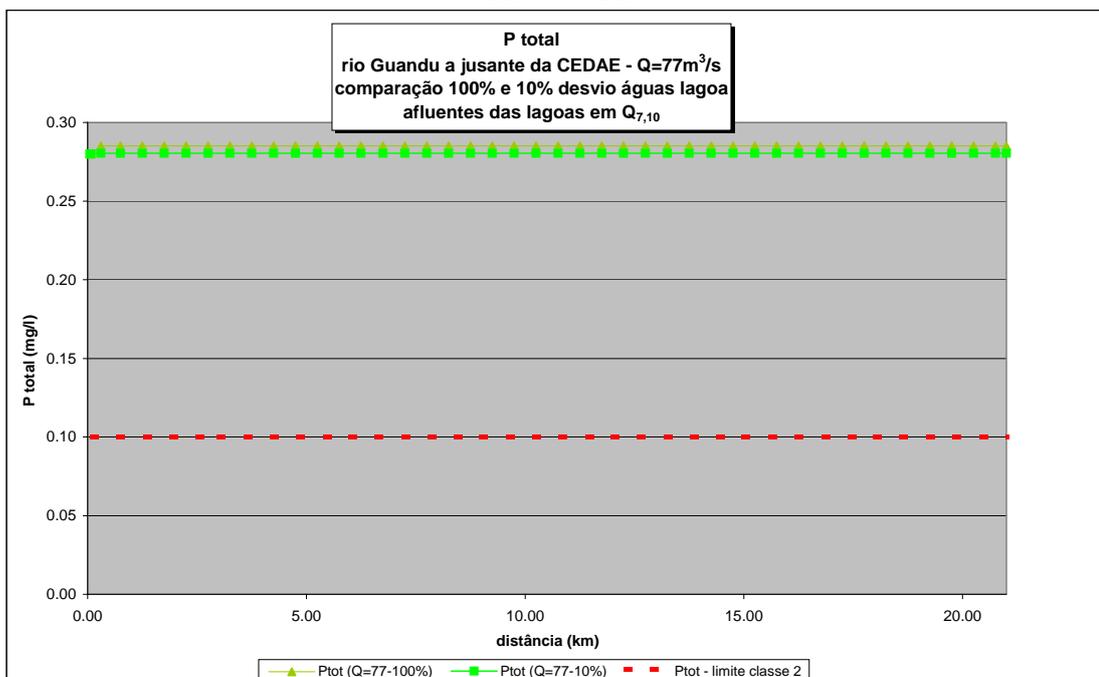


Figura 45

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

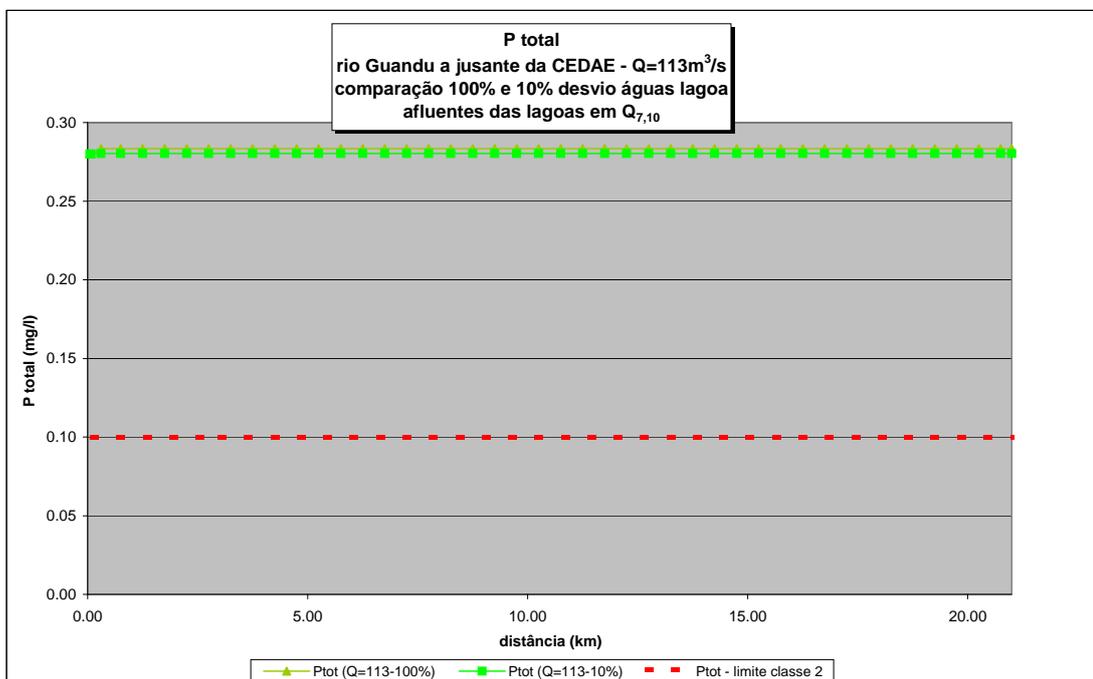


Figura 46

Comparação da variação do parâmetro fósforo total ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$

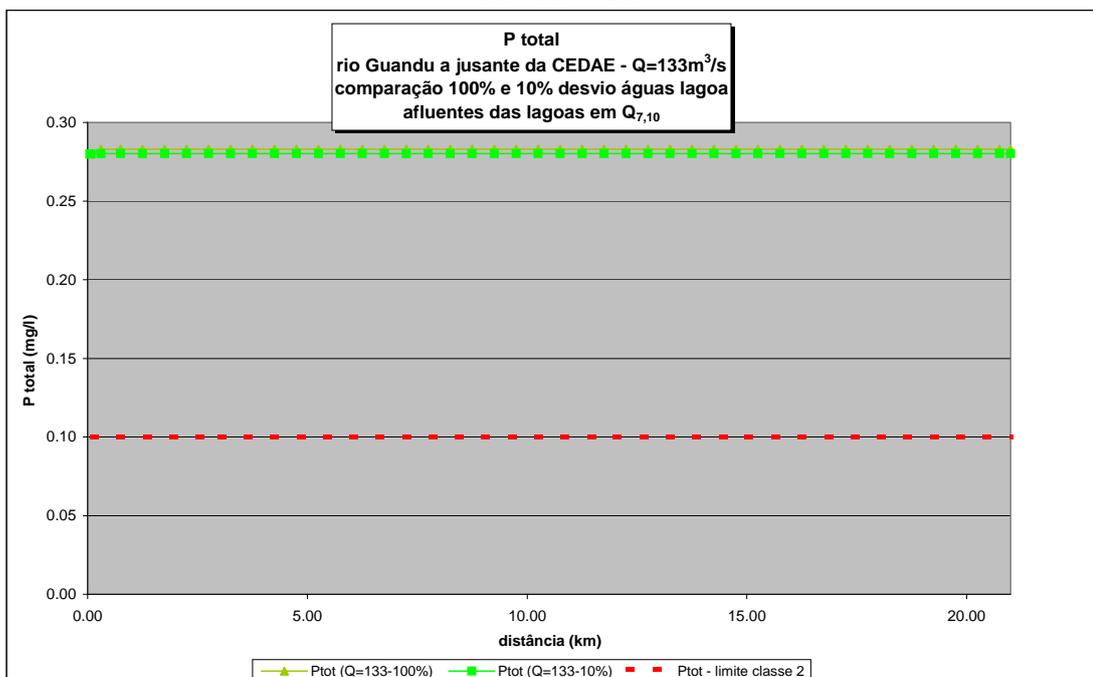


Figura 47
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $53 \text{ m}^3/\text{s}$

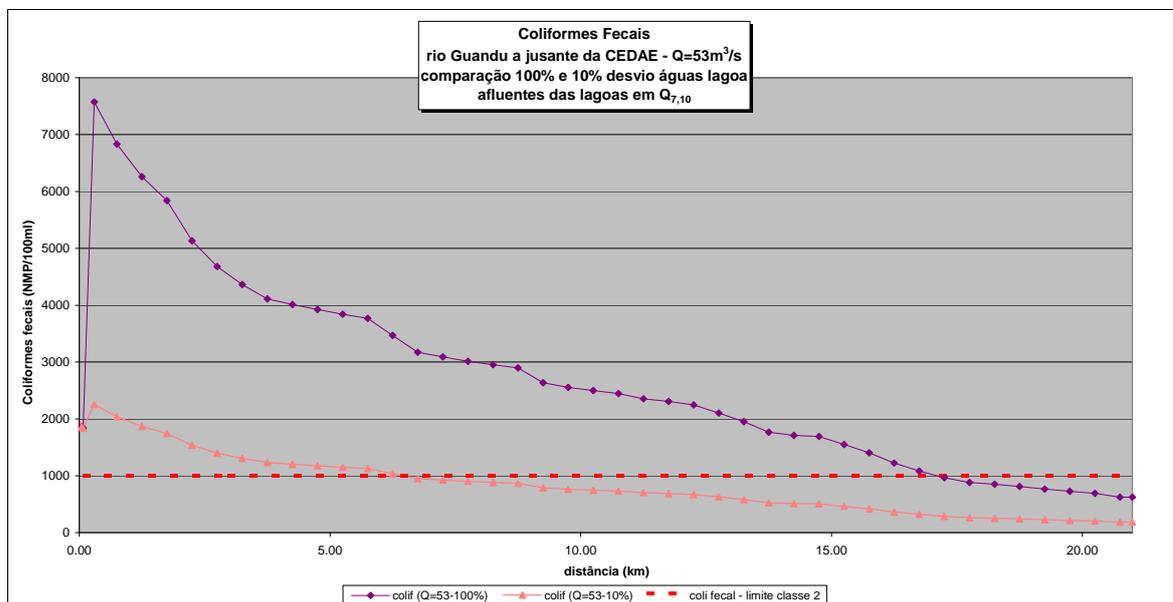


Figura 48
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $77 \text{ m}^3/\text{s}$

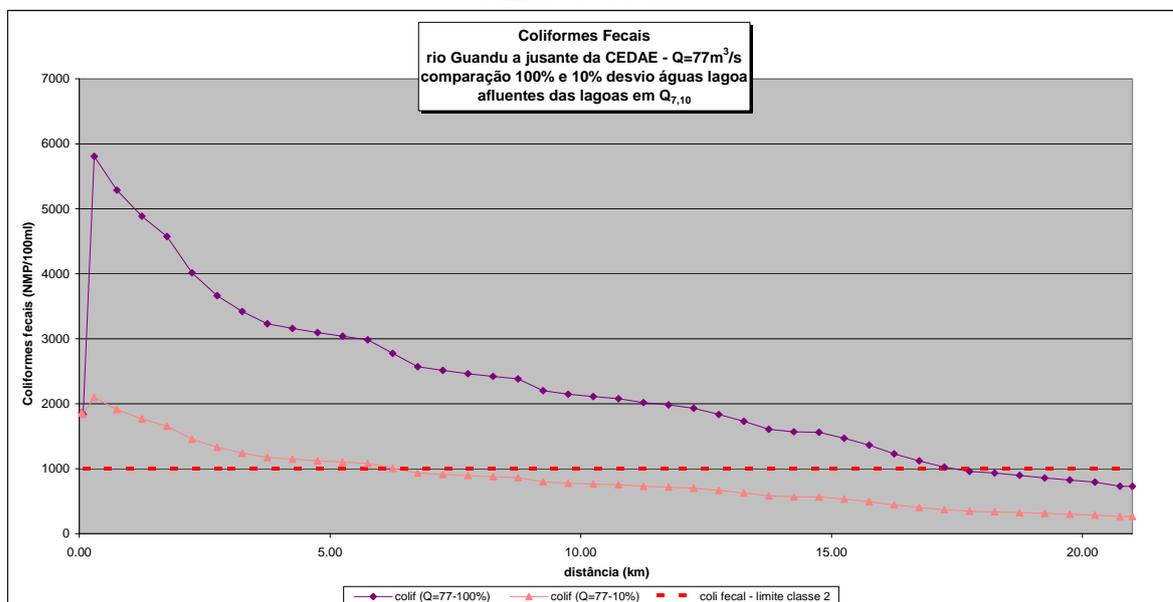


Figura 49
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $113 \text{ m}^3/\text{s}$

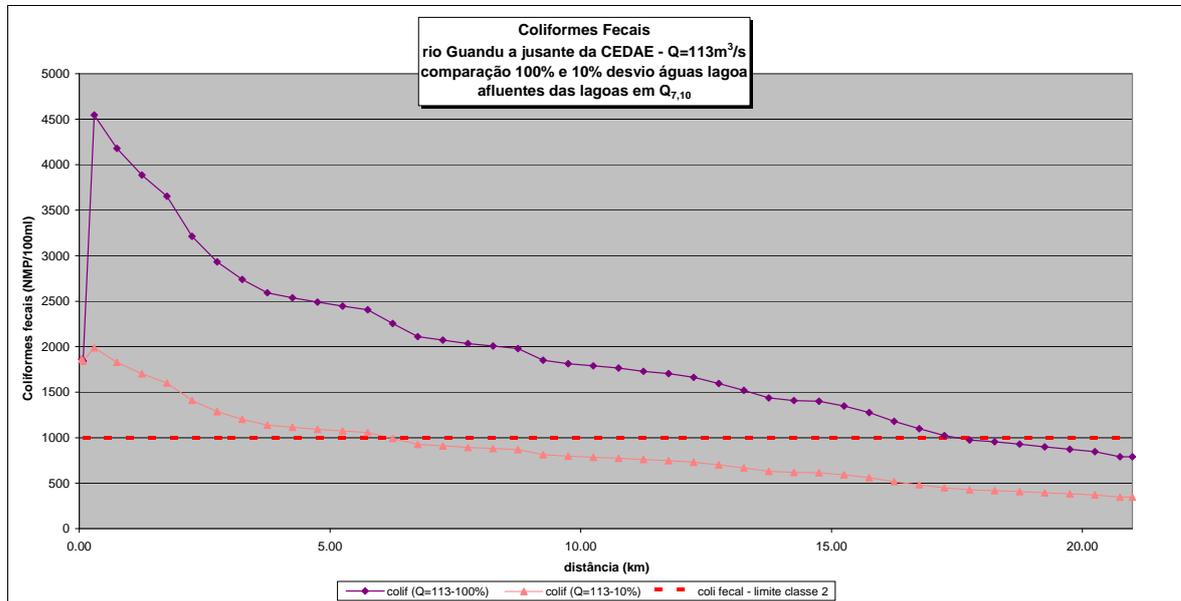
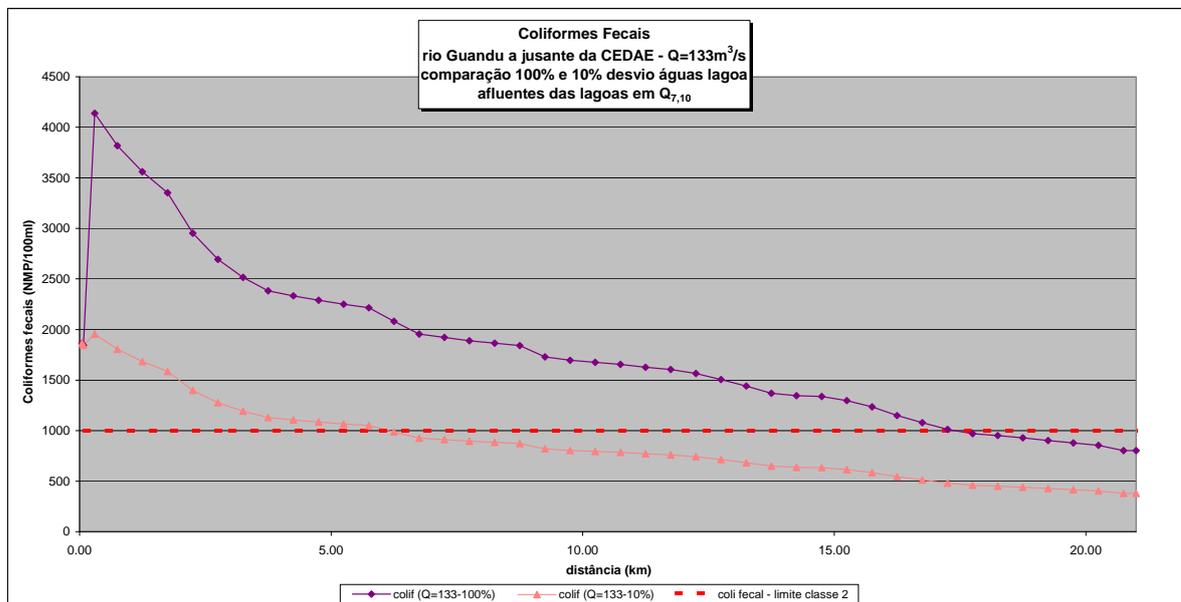


Figura 50
Comparação da variação do parâmetro coliforme fecal ao longo do trecho simulado para 100% e 10% de carga oriunda das lagoas (Poços+Queimados+Ipiranga+Cabuçu em $Q_{7,10}$) – vazão de $133 \text{ m}^3/\text{s}$



Conclusões do segundo grupo de simulações

Considerando as cargas simuladas na foz do rios que aportam às lagoas, obtém-se, de maneira geral resultados mais conservativos, principalmente quanto ao grupo coliforme fecal. O fósforo praticamente se manteve inalterado em todas as simulações, estando sempre acima dos limites da resolução Conama, dado que as águas do rio Guandu e principalmente dos afluentes das lagoas, já se encontram em concentrações bem elevadas. Praticamente inalterada também foram as concentrações de oxigênio dissolvido em todas as simulações, evidenciando uma boa condição de reaeração que ocorre no corpo do rio.

Na hipótese de supressão quase que total das cargas de poluentes oriundas dos afluentes das lagoas, os resultados foram muito parecidos aos obtidos nas simulações com a carga total de poluentes. A remoção seria mais evidente para o parâmetro coliforme fecal, enquanto que a DBO também é sensivelmente diminuída no curso d'água, para o caso de vazões menores no Guandu associadas a vazões médias nos afluentes.

Vale ressaltar que este seria um cenário hipotético, pois não considera a atenuação das concentrações de coliformes e DBO devido ao tempo de detenção nas lagoas nem a melhoria da qualidade devido à estrutura de aporte de água do guandu para as lagoas, ou seja, as condições simuladas estariam muito majoradas.

Outro importante aspecto remete à análise da DBO: o Art. 10, inciso 1º, da Resolução Conama 357/05 indica que os limites de DBO, estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura. Tal fato configura exatamente o caso em questão, pois mesmo nos cenários em que ocorre pequena variação da DBO, devido ao lançamento, ainda assim em nenhum caso ocorre redução significativa de OD, que sempre se mantém em condições ótimas e em valores muito acima dos limites de classe 2.