



**PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS – PIRH
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL
E PLANOS DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – PARH
DAS BACIAS AFLUENTES**

PROGNÓSTICO

RELATÓRIO SÍNTESE

- PRODUTO C -

dezembro 2016

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	1
2	CENÁRIOS INSTITUCIONAIS.....	4
3	CENÁRIOS ECONÔMICOS.....	7
3.1	CENÁRIO ECONÔMICO MUNDIAL	7
3.2	CENÁRIO ECONÔMICO BRASILEIRO	9
3.3	CENÁRIO ECONÔMICO DA BACIA.....	10
3.3.1	Cenário Tendencial	11
3.3.2	Cenário Otimista	15
3.3.3	Cenário Pessimista.....	19
4	PROJEÇÕES POPULACIONAIS	24
5	ESTUDOS DE DEMANDAS DE ÁGUA.....	27
5.1	ABASTECIMENTO HUMANO.....	27
5.2	PECUÁRIA	28
5.3	USOS INDUSTRIAIS.....	28
5.4	IRRIGAÇÃO.....	31
5.5	AVALIAÇÃO DE DEMANDAS.....	31
5.6	RESOLUÇÕES – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS	36
6	AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS.....	38
7	BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	46
8	ANÁLISES DE RISCOS.....	68
8.1	UNIDADES DE BALANÇO	68
8.2	NÍVEIS DE RISCO.....	70
8.3	AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO	70
8.4	ANÁLISES COMPLEMENTARES.....	73
8.5	COMBINANDO CENÁRIOS: O “WORST CASE SCENARIO” E AS TRANSPOSIÇÕES.....	74
8.6	BALANÇOS CUMULATIVOS	75
8.7	A “PEGADA HÍDRICA” DO BAIXO PARAÍBA DO SUL	78
9	IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	88
10	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL	93

10.1	PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA MACROMETRÓPOLE PAULISTA.	93
10.1.1	Transposição para o Sistema Cantareira	94
10.1.2	Transposição para o Sistema Alto Tietê	96
10.1.3	Estudo para Implantação de Reservatórios de Regularização de Vazões na Bacia do Paraíba do Sul	98
10.2	ESTUDO DE IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES DE VAZÕES NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.	102
10.3	RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/DAEE/IGAM/INEA Nº 1382, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2015	104
10.4	SEGUNDA ATUALIZAÇÃO DO PDAA–PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.....	106
10.5	ESTUDOS E PROJETO BÁSICO DE UM SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DAS CHEIAS DO RIO MURIAÉ NA CIDADE DE LAJE DO MURIAÉ-RJ	107
10.6	ESTUDOS PARA CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO DE EVENTOS CRÍTICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E DE UM SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE CHEIAS NAS BACIAS DOS RIOS MURIAÉ E POMBA E INVESTIGAÇÕES DE CAMPO CORRELATAS.	108
10.7	BASE DE APOIO	109
11	RECOMENDAÇÕES.....	110
12	EQUIPE TÉCNICA PRINCIPAL.....	115
13	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
	LISTA DE FIGURAS	
	LISTA DE QUADROS.....	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	– Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	3
Figura 3.1	– Taxa de crescimento do PIB e do PIB <i>per capita</i> mundial (% a.a.). Fonte: FMI (dados históricos) e EPE (projeções)	8
Figura 6.1	– Mapa de Apoio com as Sub-bacias Estudadas para Determinação de Descargas Específicas	39
Figura 7.1	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₁₀₀	48
Figura 7.2	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q _{7,10}	49
Figura 7.3	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₉₅	50
Figura 7.4	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₉₀	51
Figura 7.5	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₈₀	52
Figura 7.6	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₇₀	53
Figura 7.7	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₆₀	54
Figura 7.8	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q ₅₀	55
Figura 7.9	– Balanço Hídrico Quantitativo – Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – VR Q _{média}	56
Figura 8.1	– Identificação das Unidades do Balanço Hídrico Quantitativo	69
Figura 8.2	– Disponibilidade Hídrica por Comitê de Bacia em várias Ordens de Acumulação Considerando Todas as UBs a Montante da UB127(m ³ /s)	84
Figura 8.3	– Participação dos Comitês na Disponibilidade Hídrica do Baixo Paraíba do Sul para o Caso com Nível de Risco igual a Zero com todas as UBs de Montante	85
Figura 8.4	– Participação dos Comitês na Disponibilidade Hídrica do Baixo Paraíba do Sul para o Caso com Nível de Risco igual a Zero e Excluindo o Comitê Piabanha	85
Figura 9.1	– Probabilidades (%) de aumento da precipitação anual média	92
Figura 10.1	– Arranjo Esquemático da Solução Jaguari – Atibainha (SABESP/PDAA)	95
Figura 10.2	– Esquema Geral dos Barramentos Estudados	100
Figura 10.3	– Localização dos Barramentos Estudados	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	– Cenários Institucionais – Resumo	5
Quadro 2.2	– Cenários Institucionais – Resumo (conclusão)	6
Quadro 3.1	– Evolução do PIB Total (em mil R\$) – Cenário Tendencial	11
Quadro 3.2	– Evolução do PIB Industrial (em mil R\$) – Cenário Tendencial	12
Quadro 3.3	– Evolução do Número de Empregados na Indústria de Transformação– Cenário Tendencial	12
Quadro 3.4	– Evolução do PIB do Setor de Serviços (em mil R\$) – Cenário Tendencial	13
Quadro 3.5	– Evolução do PIB Agropecuário (em mil R\$) – Cenário Tendencial	14
Quadro 3.6	– Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 – Cenário Tendencial	14
Quadro 3.7	– Projeções da Área Irrigada (ha) por CBH – Cenário Tendencial	15
Quadro 3.8	– Evolução do PIB Total (em mil R\$) - Cenário Otimista	15
Quadro 3.9	– Evolução do PIB do Setor Industrial (em mil R\$) - Cenário Otimista	16
Quadro 3.10	– Evolução do número de trabalhadores na Indústria de Transformação – Cenário Otimista.....	16
Quadro 3.11	– Taxas por período de evolução do PIB do Setor Serviços no Cenário Otimista.	17
Quadro 3.12	– Evolução do PIB do Setor Agropecuário (em mil R\$) - Cenário Otimista.	17
Quadro 3.13	– Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 – Cenário Otimista	18
Quadro 3.14	– Projeções para as Taxas de Crescimento para o plantel de aves (em cabeças) no Cenário Otimista por período (2014–2023, 2014–2033).....	18
Quadro 3.15	– Projeções de Área Irrigada (ha) por Comitê de Bacia Hidrográfica – Cenário Otimista.	19
Quadro 3.16	– Evolução do PIB Total (em mil R\$) - Cenário Pessimista	19
Quadro 3.17	– Taxas de Crescimento por período (2013 – 2023 e 2013 – 2023) e PIB do Setor Industrial no Cenário Pessimista.	20
Quadro 3.18	– Número de Trabalhadores na Indústria de Transformação – Cenário Pessimista	20
Quadro 3.19	– Evolução do PIB do Setor de Serviços (em mil R\$) – Cenário Pessimista.....	21
Quadro 3.20	– Evolução do PIB do Setor Agropecuário (em mil R\$) – Cenário Pessimista	22
Quadro 3.21	– Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 - Cenário Pessimista.	22
Quadro 3.22	– Taxas de Crescimento para o plantel de aves, por período – Cenário Pessimista	23
Quadro 3.23	– Projeções da Área Irrigada (ha) por Comitê de Bacia Hidrográfica - Cenário Pessimista.	23
Quadro 4.1	– Taxas anuais médias (% a.a.) observadas e projetadas de crescimento das populações nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo de 2000-2033.	24
Quadro 4.2	– Resumo de Projeção de População inserida na Área de Abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – por Comitê	25
Quadro 5.1	– Diretrizes para Cálculo das Demandas de Abastecimento Humano	27
Quadro 5.2	– Coeficientes de demanda de água para abastecimento dos rebanhos	28
Quadro 5.3	– Indicadores de demanda de água por trabalhador, nas diversas tipologias de indústria	29
Quadro 5.4	– Estimativas (%) de formas de uso da água na indústria, buscando redução/economia no uso.	29
Quadro 5.5	– Coeficientes de Demanda e de Retorno para as Atividades da Indústria Extrativa ...	30
Quadro 5.6	– Variação Anual da Evolução das Demandas da Indústria Extrativa	30
Quadro 5.7	– Parâmetros de Captação e Retorno de Água das Usinas Termelétricas (UTE).....	31
Quadro 5.8	– Estimativas (%) de formas de uso da água na irrigação, buscando a sua redução/economia.	31
Quadro 5.9	– Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m ³ /s) – Cenário Pessimista (sem considerar demandas adicionais da CSN, LLX e HAZTEC).....	32
Quadro 5.10	– Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m ³ /s) - Cenário Tendencial (considerando LLX e HAZTEC a partir de 2028).....	33

Quadro 5.11	– Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m/s) - Cenário Otimista (considerando demandas adicionais da LLX e HAZTEC a partir de 2023 e CSN a partir de 2033).....	33
Quadro 5.12	– Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso - Cenário Pessimista - Horizonte de 2033 (m ³ /s).....	34
Quadro 5.13	– Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso - Cenário Tendencial - Horizonte de 2033 (m ³ /s).....	34
Quadro 5.14	– Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso - Cenário Otimista - Horizonte de 2033 (m ³ /s).....	35
Quadro 6.1	– Vazões de Referência (m ³ /s), obtidas com base nas Séries de Vazões Médias Diárias (HIDROWEB). Comprimento do Talvegue (km) desde a Nascente e Área de Drenagem (km ²).....	40
Quadro 7.1	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial - Horizonte 2033 - Q₁₀₀).....	59
Quadro 7.2	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q_{7,10}).....	60
Quadro 7.3	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₉₅).....	61
Quadro 7.4	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₉₀).....	62
Quadro 7.5	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₈₀).....	63
Quadro 7.6	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₇₀).....	64
Quadro 7.7	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₆₀).....	65
Quadro 7.8	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₅₀).....	66
Quadro 7.9	– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q_{média}).....	67
Quadro 8.1	– Níveis de Risco da Compatibilização de Demandas e Disponibilidade.....	70
Quadro 8.2	– Casos Analisados de Simulação das Demandas de Transposição.....	75
Quadro 8.3	– Níveis de Risco em Unidades de Balanço Seleccionadas (NR>=1).....	77
Quadro 8.4	– Balanço Cumulativo, por Ordem de Agregação, para o Caso 0 e Todas as UBs a montante da UB127.....	79
Quadro 8.5	– Balanço Cumulativo, por Ordem de Agregação, para o Caso 0 e as UBs a montante da UB127 excluindo as do Comitê Piabanha.....	81
Quadro 10.1	– Características Gerais dos Barramentos Estudados em Afluentes do Rio Paraíba do Sul em São Paulo.....	99

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta as atividades desenvolvidas na etapa de Prognóstico do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – PIRH. Conforme estabelecido pela AGEVAP em sua Carta nº 1479/2015/DI-AGEVAP, de 07/12/2015, tais atividades tiveram seus escopos pautados no Artigo 12º da Resolução CNRH nº 145/2012, como resumidos adiante:

Produto A

Neste documento, que reúne os resultados das atividades da primeira fase do Prognóstico, foram apresentadas as bases metodológicas e as premissas utilizadas para a formulação dos cenários alternativos (institucionais e econômicos) para a bacia do rio Paraíba do Sul.

A aprovação da base metodológica e das premissas para a formulação dos cenários alternativos, subsidiou o desenvolvimento das duas outras fases do Prognóstico.

Produto B

Na segunda fase do Prognóstico, a partir da análise dos padrões de crescimento demográfico e econômico e das políticas, planos, programas e projetos setoriais relacionados aos recursos hídricos, foram formulados cenários alternativos: **tendencial**, com a premissa da permanência das condições demográficas, econômicas e políticas prevalecentes; **otimista** com permanência das condições demográficas, porém com um maior desenvolvimento econômico e uma melhor gestão do uso da água; e **pessimista**, com menor desenvolvimento econômico e condições atuais de gestão da água.

A partir desses cenários foi feita a quantificação das demandas futuras e o seu confronto com as disponibilidades hídricas atuais, mantidas inalteradas, o balanço hídrico quantitativo com identificação de conflitos potenciais e do risco em cada cenário, para os horizontes temporais de 2018, 2023, 2028 e 2033, sendo os seus resultados reunidos no Produto B.

Produto C

O escopo original deste Produto era o de reunir as necessidades e alternativas de prevenção, ou mitigação, das situações críticas identificadas nos cenários formulados na etapa anterior.



No entanto, além de atender a tal objetivo, a COHIDRO decidiu por promover a consolidação dos Produtos A e B e incorporá-la ao Produto C, de modo a conferir a leitura e o entendimento completo e integrado do Prognóstico em um único documento.

Sob esta mesma ótica, de propiciar ao leitor a visão integrada da área de estudo através da delimitação da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, dos seus principais mananciais e as áreas de abrangência dos Comitês de Bacias Hidrográficas, decidiu-se por apresentar a **Figura 1.1**, que reúne tais informações, intencionalmente no início deste Relatório para facilitar o seu entendimento.

2 CENÁRIOS INSTITUCIONAIS

Tendo por objetivo levantar as tendências futuras do uso e gestão dos recursos hídricos na Bacia do rio Paraíba do Sul, que dessem subsídios para a formulação dos cenários alternativos, foram realizadas entrevistas com representantes dos órgãos Gestores de Recursos Hídricos da Bacia, CEIVAP e AGEVAP tendo como foco identificar a visão de cada um deles sobre o comportamento dos atores institucionais e sobre o avanço na implementação dos instrumentos de gestão.

Ainda, com o objetivo de identificar as perspectivas institucionais para o futuro do uso e da gestão estadual e nacional dos recursos hídricos foram considerados e avaliados os cenários propostos no Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e o seu reflexo na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Dessa análise, do resultado das entrevistas com os órgãos gestores e da avaliação da atual conjuntura, estabeleceram-se as visões de futuro para cada um dos cenários propostos no presente Prognóstico.

Nos **Quadros 2.1** e **2.2**, a seguir, são apresentados os resumos dos pressupostos e das diferenças de cada um dos cenários institucionais futuros que servirão de suporte à gestão dos recursos hídricos da Bacia.

Quadro 2.1 – Cenários Institucionais – Resumo

INSTITUIÇÕES / INSTRUMENTOS	CENÁRIOS		
	TENDENCIAL	OTIMISTA	PESSIMISTA
Perspectiva Institucional – Grupos de atores			
ANA, SRHU, Órgãos Gestores Estaduais de Recursos Hídricos.	Não se vislumbram grandes alterações nos <i>modi operandi</i> destes atores. Atuação focada no enfrentamento da atual crise hídrica e em suas responsabilidades institucionais.	Atuação mais intensa destes atores devido, principalmente, à disponibilidade de recursos e de pessoal. Acordos e pactos de gestão estabelecidos.	A ANA intensificará a sua atuação na Bacia devido à ampliação dos conflitos. Ampliação da judicialização de conflitos na Bacia. Os órgãos gestores enfrentarão restrição orçamentária.
CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.	Atuação burocrática e discreta destes atores.	Atuação mais forte e mais representativa. Pautas mais técnicas.	Os Conselhos Estaduais perderão expressão política e suas pautas serão burocráticas e administrativas.
CEIVAP/AGEVAP e demais Comitês	Manutenção do atual modelo de atuação. Enfrentamento de dificuldades operacionais.	Comitês fortalecidos e com maior participação social. Pautas mais técnicas com melhoria nos mecanismos de governança e sustentabilidade.	Os Comitês perderão força política e a participação social estará restrita a poucos usuários. A Agência perderá a sua capacidade técnica.
Fundos de Recursos Hídricos	Continuarão aportando recursos, mas em situação cada vez mais restritiva.	Fundos serão incrementados com maior aporte de recursos financeiros para atender às demandas.	Os fundos exercerão papel burocrático, pois estarão vivenciando grave restrição orçamentária.
Instrumentos de Gestão			
Planos de Recursos Hídricos	Planos atualizados na Bacia. Baixa capacidade de interação entre os demais planos. Dificuldades para a sua implementação.	Integração do planejamento na Bacia, principalmente entre os Planos Estaduais e os Planos de sub-bacias. Maior interação e convergência com os demais planos setoriais.	Os planos terão baixa eficácia e enfrentarão limitações para a sua implementação. Avanços nas diretrizes de implementação dos instrumentos de comando e controle (inclusive aqueles da área ambiental).
Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos	Perspectiva de aprimoramento dos critérios para se adequar à atual crise hídrica. Poderão ocorrer algumas revisões de outorga para evitar reservas hídricas.	Avanço na adoção de critérios diferenciados para cada unidade de gestão na Bacia, além do estabelecimento de mecanismos de alocação negociada de água.	Agravamento do cenário de conflitos com baixo controle e regulamentação. Outorga na modalidade “quem chegar primeiro leva”. Retrocessos no cadastro de usuários.
Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos	Continuará a ser um mecanismo de financiamento de custeio do Comitê e da Agência. Pouca capacidade de intervenção e no atendimento das demandas do Plano.	Avançará, como instrumento de indução de comportamento, tornando-o mais eficiente do ponto de vista econômico. Ampliará a sua participação no financiamento da implementação do Plano da Bacia.	Cobrança com pouca expressão, tornando-se um instrumento inerte. Valores defasados, destinados à manutenção dos Comitês, da Agência e para custeio de algumas ações.

Quadro 2.2 – Cenários Institucionais – Resumo (conclusão)

INSTITUIÇÕES / INSTRUMENTOS	CENÁRIOS		
	TENDENCIAL	OTIMISTA	PESSIMISTA
Instrumentos de Gestão (continuação)			
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Início do processo de integração entre os três estados e a ANA.	Sistemas interligados entre os órgãos gestores com amplo compartilhamento e disponibilização de informações.	Sistemas sem integração, pouca informação disponível para acesso público.
Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.	Pouco avanço no curto prazo. Perspectiva de celebração de acordos entre os três entes estaduais e o Comitê no longo prazo.	Metas de enquadramento estabelecidas, principalmente nos 22 pontos de monitoramento estabelecidos na Bacia. Parâmetros de qualidade e quantidade estabelecidos nestes pontos.	Pouco avançará na Bacia.
Compensação a municípios	Sem avanços.	Instrumento regulamentado. Pressupõe-se que haverá maior envolvimento dos municípios na gestão dos recursos hídricos na Bacia.	Sem avanços.
Monitoramento qualitativo e fiscalização ¹	Devido ao “Programa Qualiágua” poderão ocorrer avanços e acordos de monitoramento quantitativo e qualitativo na Bacia.	Acompanhamento “on-line” em toda a Bacia.	Pouco avanço. Somente ocorrerá nos pontos de maior conflito.

¹ Apesar de não serem instrumentos previstos na legislação federal, por afinidade, foram incorporados neste item.

3 CENÁRIOS ECONÔMICOS

As principais premissas consideradas para a caracterização dos cenários econômicos futuros da bacia do rio Paraíba do Sul se baseiam na identificação das tendências macroeconômicas (mundial e nacional) estabelecidas por um nível de certezas e/ou de incertezas que demanda limites específicos para a construção desses cenários.

Desta forma, o Cenário Econômico Mundial apresentará a condição de contorno internacional que poderá influenciar no Cenário Econômico Brasileiro e este, no Cenário Econômico da Bacia.

3.1 CENÁRIO ECONÔMICO MUNDIAL

O cenário internacional apresenta um ambiente de incertezas gerado pelas mudanças econômicas e comerciais, tecnológicas, sociais e político-institucionais, que por sua interface com processos em desenvolvimento, imprimem indefinições de futuro para as economias dos países emergentes.

O atual cenário econômico internacional sinaliza para a redução no ritmo de crescimento da economia global. Tal situação impacta diretamente o consumo das famílias e o investimento público e privado. A consequência imediata deste quadro é o adiamento de investimentos em novas plantas produtivas, em infraestrutura e na modernização dos atuais processos produtivos.

Por outro lado, é importante destacar que o crescimento da economia mundial é uma variável de difícil previsão. É comum verificar divergências entre os dados reais e as projeções estabelecidas nos principais organismos internacionais. A revisão destas projeções ocorre naturalmente a cada boletim e/ou relatório emitido.

A projeção de crescimento para a economia mundial para os próximos 40 anos, segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE² apresenta a configuração mostrada na **Figura 3.1**.

²Nota Técnica DEA, 12/14 – CENÁRIO ECONOMICO 2050 (EPE, 2014)

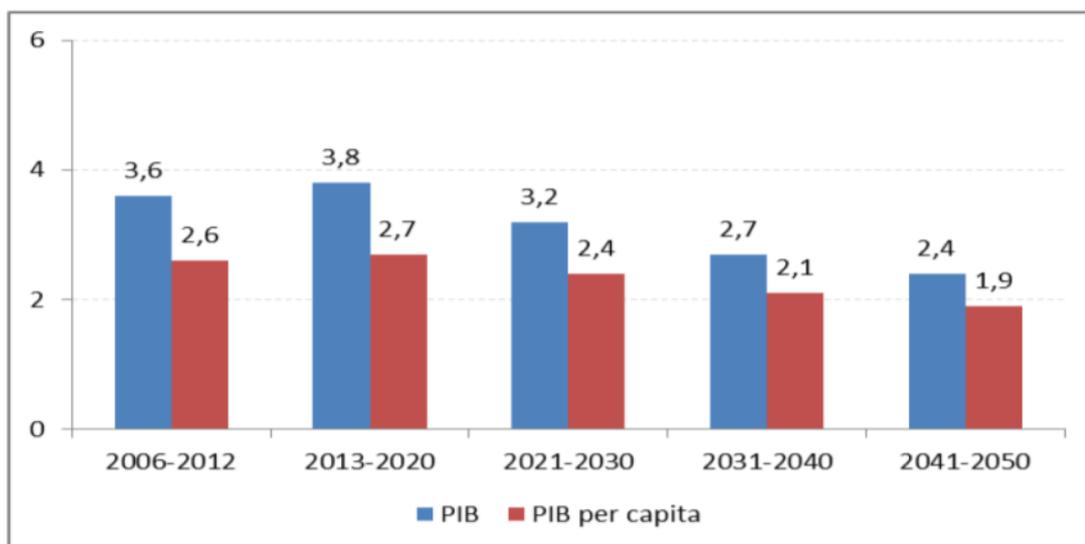


Figura 3.1– Taxa de crescimento do PIB e do PIB *per capita* mundial (% a.a.). Fonte: FMI (dados históricos) e EPE (projeções)

Verifica-se uma tendência de redução nas taxas de crescimento econômico no longo prazo, com redução no PIB *per capita* e consequente redução na capacidade média de compra das pessoas. Esta tendência é mais explícita a partir de 2020.

O Fundo Monetário Internacional – FMI emitiu, em janeiro de 2016, seu boletim econômico, no qual revê as projeções, para 2016, da economia mundial e, também, da americana. Segundo o FMI, o PIB mundial avançará 3,5% em 2015 e 3,4% em 2016. Tal situação implicará em ajustes nas projeções de longo prazo para a economia mundial (FMI, 2016).

Ao analisar comportamento da economia mundial, o FMI estima que as economias avançadas irão se recuperar moderadamente e de forma desigual a partir de 2016. O mesmo ocorrerá com as economias emergentes.

A maior incerteza refere-se ao comportamento das economias emergentes, principalmente, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, os chamados “BRICS”. Ainda não é claro o impacto do valor das commodities (petróleo, minerais e agropecuárias) e, principalmente, da elevação da taxa de juros americana sobre a economia destes países.

A tendência de redução das taxas de crescimento da economia chinesa impactará diretamente aos países emergentes, principalmente aqueles produtores de commodities. A

expectativa dos analistas é que os preços dos produtos minerais permanecem em baixa, pois estão vinculados ao desempenho do mercado chinês.

Já as expectativas para as commodities agrícolas, a curto prazo, é de queda, em função do aumento da oferta dos principais componentes desse mercado (trigo, milho, arroz, soja e açúcar). Por outro lado, a expectativas dos analistas é de que o preço das commodities agrícolas volte a crescer no médio e longo prazos, como consequência, principalmente, do aumento da demanda decorrente da expansão da economia americana e de outros mercados ao redor do mundo.

Assim pode-se concluir que: o Cenário Econômico Mundial é de recuperação, mas com instabilidades. O pior da crise internacional já passou, podendo-se esperar uma retomada gradual do crescimento em nível mundial, com a recuperação das principais economias desenvolvidas e os consequentes reflexos positivos sobre as atividades produtivas dos países emergentes. A demanda por commodities pelo mercado internacional tende a manter-se estável ou crescer.

3.2 CENÁRIO ECONÔMICO BRASILEIRO

A economia brasileira passa por um período caracterizado pelo fim de um ciclo econômico. Em 2015, ocorreu uma retração estimada³ de 3,8% em relação ao ano anterior, impulsionada, dentre outros fatores, pelo baixo crescimento do PIB global - China e BRICS e pela retração do consumo interno e do gasto público. Segundo dados do IBGE, em 2015 ocorreu um recuo de 6,2% da indústria, de 2,7% do setor de serviços e um crescimento de 1,8% do setor agropecuário. Para o ano de 2016, a previsão foi a de manutenção da retração econômica, com um PIB retraindo 3,1% em relação ao ano anterior, conforme Boletim Focus do Banco Central.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL (CEPAL, 2015) defende que o quadro recessivo da economia brasileira se acentuou em 2015, quando ocorreu uma retração no PIB⁴ devido à queda acentuada do investimento e ao menor consumo das famílias, o que contribuiu para a elevação da taxa de desemprego nas principais regiões

³ Para os anos de 2014 e 2015, utilizou-se dos dados preliminares de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE. Ver mais detalhes em: Indicadores IBGE. Contas Nacionais Trimestrais. Indicadores de Volume e Valores Correntes. IBGE, Outubro/Dezembro, 2015.

⁴ Para projeções da CEPAL (2015) a retração do PIB seria de 3,5%. Contudo, de acordo com dados do IBGE (2016), apresentados anteriormente, essa retração foi de 3,8% em relação a 2014.

metropolitanas do país. Ao mesmo tempo, o índice de preços ao consumidor subiu 10% a.a. por causa da desvalorização do Real e do aumento dos preços da energia e dos combustíveis. O setor público registrou um déficit primário de 2% do PIB em 2015 e um crescente déficit global superior a 10% do PIB.

Apesar deste cenário, algumas projeções sinalizam para uma recuperação gradativa da economia brasileira. Diversos analistas indicam que a partir de 2017 a economia brasileira volte a avançar. As projeções indicam um crescimento de 2,5% para 2019. Já a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (EPE, 2014), propôs uma estimativa de crescimento do PIB brasileiro de 1,8% a.a. para o período de 2015-2019. Na sequência, um crescimento de 4,5% a.a. no período de 2020 a 2024. Por outro lado, o mercado trabalha com perspectiva de crescimento um pouco mais baixa, ou seja, de 1,0% a 1,5% a.a. até 2020 e taxas entre 2,0% a 3,0% a.a. entre 2021 a 2030.

Há que se considerar que o pior da crise internacional já passou e, conforme verificado, a demanda por commodities pelo mercado internacional tende a manter-se estável ou crescer em volume, apesar da queda dos preços a curto prazo, o que retrairia a perspectiva de queda do PIB, levando-se em conta, ainda, a desvalorização do câmbio.

3.3 CENÁRIO ECONÔMICO DA BACIA

Nesse estudo são analisados três cenários econômicos futuros para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Cenário Tendencial e os Cenários Alternativos (Otimista e Pessimista) - e sua influência na prospecção dos principais processos e variáveis que condicionam os usos dos recursos hídricos em horizonte temporal de curto, médio e longo prazo, ou seja, 2013, 2018, 2023, 2028 e 2033.

As estimativas para os usos produtivos (agricultura (pecuária e irrigação) e indústria (extrativa e de transformação) da água na Bacia Hidrográfica aqui apresentados têm a finalidade de servirem como base para o Balanço Hídrico entre as Demandas e Disponibilidades Hídricas e revelar as tendências de desenvolvimento econômico tanto na região hidrográfica, como em cada um dos oito Comitês de Bacia Hidrográfica que a compõem.

Este estudo de cenarização inclui o tratamento e projeções de variáveis, tais como, o Produto Interno Bruto pelos setores industrial, de serviço e agropecuário; o desenvolvimento

da indústria extrativa e de transformação, o crescimento dos rebanhos e a expansão da agricultura irrigada, para os diversos horizontes de planejamento, partindo do Diagnóstico da situação de referência expressa pelos dados dos anos-base 2013 e 2014.

3.3.1 Cenário Tendencial

Considerando-se inalteradas as tendências identificadas no Diagnóstico, o PIB da Bacia passa de R\$ 222.704.958 mil em 2013, para R\$ 335.760.424 mil em 2033, equivalente a um acréscimo de 50,8%, ou 2,1% a.a. Nesse período, ocorrerá um maior crescimento do PIB na região fluminense da Bacia, impulsionado pelo CBH Baixo Paraíba do Sul, respondendo por 48% do PIB total em 2033. Trata-se da inversão da situação existente em 2000 onde o predomínio era do CBH Paraíba do Sul (SP), respondendo por 44% do PIB total da Bacia. O **Quadro 3.1**, a seguir, apresenta a evolução do PIB total, da Bacia e dos CBHs, no período de 2013 a 2033 para o Cenário Tendencial.

Quadro 3.1 –Evolução do PIB Total (em mil R\$) – Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	TOTAL		CENÁRIO TENDENCIAL			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	47.412.036	67.457.169	64.028.450	65.675.062	67.759.202	70.300.179
CBH - Médio Paraíba do Sul	17.609.399	31.770.455	30.155.624	32.853.619	35.880.492	39.277.526
Comitê Guandu(sub-bacia do rio Pirai)	1.954.537	2.869.804	2.723.938	2.882.710	3.058.217	3.251.983
CBH Preto e Paraibuna	6.407.740	12.921.397	12.264.628	13.813.457	15.602.822	17.670.180
Comitê Piabanha	7.139.330	13.760.233	13.060.826	14.974.892	17.237.844	19.926.449
Compê (MG)	5.708.488	11.987.288	11.377.997	13.183.818	15.295.389	17.765.487
CBH - Rio Dois Rios	4.163.774	6.357.747	6.034.595	6.188.053	6.358.440	6.546.046
CBH - Baixo Paraíba do Sul	17.237.172	75.580.865	71.739.235	93.863.130	122.903.151	161.022.574
Bacia Hidrográfica	107.632.474	222.704.958	211.385.292	243.434.741	284.095.558	335.760.424

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

No Setor Industrial houve um recuo na área paulista e crescimento da área fluminense, especialmente nos Comitês CBH Paraíba do Sul (SP) e CBH - Baixo Paraíba do Sul, chegando o segundo a responder por 69% do PIB industrial da Bacia enquanto o primeiro responderá por 12%. O Comitê Piabanha dobra o seu PIB industrial e os CBHs mineiros e Médio Paraíba tem crescimento pouco significativo enquanto os CBHs Dois Rios e Guandu (sub-bacia do rio Pirai) tiveram decréscimo. O **Quadro 3.2**, a seguir, apresenta a evolução do PIB do setor industrial da Bacia e dos CBHs, no período de 2013 a 2033.

Quadro 3.2 – Evolução do PIB Industrial (em mil R\$) – Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	INDÚSTRIA	CENÁRIO TENDENCIAL			
	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	24.488.324	23.243.629	21.463.005	19.818.789	18.300.531
CBH - Médio Paraíba do Sul	12.124.059	11.507.816	11.823.211	12.147.249	12.480.169
Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai)	850.261	807.044	792.528	778.273	764.274
CBH - Preto e Paraibuna	3.089.074	2.932.063	3.036.541	3.144.743	3.256.800
Comitê Piabanha	3.478.344	3.301.547	4.195.675	5.331.953	6.775.958
COMPÉ (MG)	3.215.753	3.052.302	3.452.819	3.905.890	4.418.413
CBH - Rio Dois Rios	1.400.190	1.329.021	1.247.075	1.170.181	1.098.029
CBH - Baixo Paraíba do Sul	47.253.857	44.852.034	59.373.775	78.597.220	104.044.639
Bacia Hidrográfica	95.899.861	91.025.455	105.384.628	124.894.298	151.138.813

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

No intuito de agregar informações capazes de contribuir para as projeções de demanda hídrica no setor industrial, estimou-se também a evolução do número de trabalhadores na indústria de transformação ao longo do período de 2018 a 2033, conforme **Quadro 3.3**.

Quadro 3.3 – Evolução do Número de Empregados na Indústria de Transformação– Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	94.238	87.020	80.354	74.209
CBH - Médio Paraíba do Sul	29.690	30.498	31.325	32.173
Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai)	1.447	1.422	1.398	1.375
CBH – Preto e Paraibuna	9.867	10.205	10.555	10.923
Comitê Piabanha	6.751	8.577	10.903	13.860
COMPÉ (MG)	14.779	16.716	18.901	21.368
CBH - Rio Dois Rios	3.703	3.478	3.270	3.077
CBH - Baixo Paraíba do Sul	12.511	16.565	21.934	29.040
Bacia Hidrográfica	172.986	174.481	178.640	186.025

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

Coerentemente com a evolução do PIB industrial o número de trabalhadores na indústria de transformação nos CBHs Paraíba do Sul (SP), Rio Dois Rios e Guandu (sub-bacia do rio Pirai) reduz-se ao longo do período 2018 – 2033, enquanto nos demais CBHs esse contingente de trabalhadores aumenta, destacando-se o CBH Baixo Paraíba do Sul com um aumento de mais de 100%.

No Setor de Serviços ocorre, no período de 2013 a 2033, um aumento de 46,4% no PIB setorial da Bacia, com o CBH Paraíba do Sul (SP) aumentando somente 20,3% e perdendo a liderança na Bacia para o CBH Baixo Paraíba do Sul que cresce 103,7%. À exceção do CBH Rio Dois Rios, onde o setor cresce somente 10,2%, todos os demais Comitês crescem a taxas superiores às do CBH Paraíba do Sul (SP), como se observa no **Quadro 3.4**.

Quadro 3.4 – Evolução do PIB do Setor de Serviços (em mil R\$) – Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	SETOR SERVIÇOS		CENÁRIO TENDENCIAL			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	22.957.934	42.513.259	40.352.392	43.668.363	47.256.826	51.140.172
CBH - Médio Paraíba do Sul	10.445.458	19.384.965	18.399.664	20.812.783	23.542.383	26.629.970
Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai)	1.182.883	1.973.958	1.873.625	2.048.848	2.240.457	2.449.986
CBH - Preto e Paraibuna	4.326.423	9.635.661	9.145.899	10.610.644	12.309.974	14.281.457
Comitê Piabanha	5.748.839	9.804.376	9.306.038	10.270.725	11.335.415	12.510.472
Compé (MG)	3.675.103	8.110.754	7.698.500	9.094.244	10.743.037	12.690.758
CBH - Rio Dois Rios	3.158.133	4.699.048	4.460.204	4.688.152	4.927.749	5.179.591
CBH - Baixo Paraíba do Sul	6.593.855	27.757.898	26.347.017	33.981.887	43.829.198	56.530.076
Bacia Hidrográfica	58.088.628	123.879.918	117.583.339	135.175.646	156.185.039	181.412.482

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

No Setor Agropecuário o PIB da maioria dos CBHs apresenta taxa negativa de crescimento, no período 2013-2033. Somente os CBHs Paraíba do Sul (SP), Piabanha e Dois Rios apresentam taxas positivas, destacando-se os dois primeiros com 88,7% e 34% respectivamente. Esses elevados crescimentos fizeram com que o PIB do Setor na Bacia crescesse 9,7%. O **Quadro 3.5**, a seguir, apresenta a evolução do PIB do setor agropecuário da Bacia e dos CBHs, no período de 2013 a 2033.

Quadro 3.5 – Evolução do PIB Agropecuário (em mil R\$) – Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	AGROPECUÁRIA		CENÁRIO TENDENCIAL			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	210.325	455.586	432.429	543.694	683.588	859.477
CBH - Médio Paraíba do Sul	213.555	261.432	248.144	217.625	190.860	167.386
Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai)	25.746	45.585	43.268	41.335	39.487	37.722
CBH – Preto e Paraibuna	211.868	196.662	186.666	166.272	148.105	131.923
Comitê Piabanha	260.982	477.513	453.242	508.492	570.477	640.018
Compé (MG)	624.955	660.781	627.195	636.755	646.462	656.316
CBH - Rio Dois Rios	156.963	258.509	245.369	252.826	260.510	268.427
CBH - Baixo Paraíba do Sul	424.053	569.111	540.184	507.467	476.733	447.859
Bacia Hidrográfica	2.128.447	2.925.179	2.776.497	2.874.466	3.016.221	3.209.129

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

O crescimento dos rebanhos na Bacia será de cerca de 28% para o período 2018-2033. Destacam-se os CBHs COMPÉ e Paraíba do Sul (SP) com cerca de 23% do rebanho total da Bacia, cada um, como se observa no **Quadro 3.6**, a seguir.

Quadro 3.6– Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 – Cenário Tendencial

COMITÊ	ANO DE 2018	ANO DE 2023	ANO DE 2028	ANO DE 2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	773.280	857.434	951.955	1.058.918
CBH - Médio Paraíba do Sul	406.426	451.354	502.848	561.773
Comitê Guandu (Sub-bacia do Rio Pirai)	57.888	66.010	75.514	86.573
CBH – Preto e Paraibuna	334.541	362.362	392.602	425.606
Comitê Piabanha	153.792	174.528	202.694	241.402
COMPÉ (MG)	897.869	943.488	992.563	1.045.094
CBH - Rio Dois Rios	307.411	331.949	358.733	387.763
CBH - Baixo Paraíba do Sul	581.990	615.341	650.938	688.781
Bacia Hidrográfica	3.513.370	3.802.464	4.127.846	4.495.910

Fonte: IBGE (2014). Projeções Próprias (2016)

A criação de aves é muito expressiva na Bacia. Estima-se um crescimento do plantel de 108,8% na Bacia, com previsão de redução nas áreas mineira (-24,7%) e paulista (-64%) e crescimento (158,3%) na área fluminense.

A área irrigada na Bacia cresce de 93.363ha para 114.367ha no período de 2013 a 2033, ou seja 22,5%, como se observa no **Quadro 3.7**, a seguir. O Comitê com maior área irrigada

durante todo o período é o CBH Baixo Paraíba do Sul, com 41,7% do total da Bacia em 2033, seguido do CBH Paraíba do Sul (SP) com 17% e Comitê Piabanha, com 16,3%.

Quadro 3.7 – Projeções da Área Irrigada (ha) por CBH – Cenário Tendencial

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA IRRIGADA TOTAL (ha)					VARIÇÃO	
	2013	2018	2023	2028	2033	ÁREA (ha)	%
CBH Paraíba do Sul (SP)	14.507	18.095	18.552	19.020	19.500	4.993	34,42
CBH Médio Paraíba do Sul	2.145	2.393	2.453	2.515	2.579	433	20,19
Comitê Guandu (sub-bacia rio Piraí)	73	117	120	123	126	53	71,77
CBH Preto e Paraibuna	1.483	1.663	1.705	1.748	1.792	309	20,85
Comitê Piabanha	16.782	17.289	17.726	18.173	18.632	1.850	11,02
COMPÉ (MG)	9.585	10.251	10.510	10.776	11.048	1.463	15,26
CBH Rio Dois Rios	10.460	12.109	12.415	12.728	13.049	2.590	24,76
CBH Baixo Paraíba do Sul	38.327	44.206	45.323	46.467	47.641	9.314	24,30
Bacia Hidrográfica	93.362	106.123	108.803	111.550	114.367	21.005	22,5

Fonte: Dados Próprios (2016)

3.3.2 Cenário Otimista

O PIB da Bacia passa de R\$ 222.704.958 mil em 2013, para R\$ 372.156.335 mil em 2033, equivalente ao acréscimo de 67,1%, ou 2,6% a.a. como se observa no **Quadro 3.8**, a seguir.

Quadro 3.8 – Evolução do PIB Total (em mil R\$) - Cenário Otimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	TOTAL		CENÁRIO OTIMISTA			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	47.412.036	67.457.169	63.992.278	67.604.919	72.524.909	79.205.450
CBH - Médio Paraíba do Sul	17.609.399	31.770.455	30.138.588	34.137.300	39.145.059	45.574.149
Comitê Guandu (sub-bacia rio Piraí)	1.954.537	2.869.804	2.722.399	2.959.170	3.248.860	3.610.741
CBH - Preto e Paraibuna	6.407.740	12.921.397	12.257.699	14.093.830	16.341.473	19.136.035
Comitê Piabanha	7.139.330	13.760.233	13.053.448	15.490.240	18.633.951	22.790.263
Compé (MG)	5.708.488	11.987.288	11.371.569	13.466.216	16.058.371	19.318.060
CBH - Rio Dois Rios	4.163.774	6.357.747	6.031.186	6.381.521	6.830.074	7.414.291
CBH - Baixo Paraíba do Sul	17.237.172	75.580.865	71.698.706	95.757.748	128.858.192	175.107.346
Bacia Hidrográfica	107.632.474	222.704.958	211.265.870	249.890.944	301.640.889	372.156.335

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

O PIB do Setor Industrial da Bacia passa de R\$ 95.899.861 mil em 2013, para R\$ 173.370.599 mil em 2033, equivalente a um acréscimo de 80,8%, ou 3% a.a., com um crescimento na área fluminense de 122% ou 4,1%a.a., como se observa no **Quadro 3.9**, a seguir.

Quadro 3.9 – Evolução do PIB do Setor Industrial (em mil R\$) - Cenário Otimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	INDÚSTRIA		CENÁRIO OTIMISTA			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	24.243.776	24.488.324	23.230.498	21.934.620	20.847.321	19.982.818
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.950.386	12.124.059	11.501.315	12.600.260	14.067.416	16.094.019
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	745.908	850.261	806.588	814.616	829.542	853.809
CBH – Preto e Paraibuna	1.869.449	3.089.074	2.930.406	3.095.888	3.289.933	3.522.751
Comitê Piabanha	1.129.509	3.478.344	3.299.681	4.316.729	5.695.646	7.598.475
Compé (MG)	1.408.430	3.215.753	3.050.578	3.623.187	4.365.397	5.358.109
CBH - Rio Dois Rios	848.677	1.400.190	1.328.270	1.283.588	1.251.190	1.233.345
CBH - Baixo Paraíba do Sul	10.219.264	47.253.857	44.826.695	61.355.887	84.809.112	118.727.272
Bacia Hidrográfica	47.415.399	95.899.861	90.974.031	109.024.775	135.155.557	173.370.599

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

No que diz respeito às projeções do número de trabalhadores⁵ na Indústria de Transformação, em um cenário otimista, estima-se que a Bacia Hidrográfica Rio Paraíba do Sul cresça de forma pouco significativa (1,2% a.a.), partindo de um contingente de 175.157 trabalhadores em 2018 para o total de 216.788 em 2033. Observa-se a tendência à mudança na dinâmica industrial da Bacia, com recuo na área paulista (-1% a.a.) e crescimento da área fluminense (+2,5% a.a.), especialmente nos Comitês CBH - Baixo Paraíba do Sul e Piabanha.

Quadro 3.10 – Evolução do número de trabalhadores na Indústria de Transformação – Cenário Otimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	95.424	90.088	85.653	82.125
CBH - Médio Paraíba do Sul	30.066	32.932	36.763	42.058
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	1.466	1.478	1.503	1.543
CBH - Preto e Paraibuna	9.984	10.539	11.187	11.967
Comitê Piabanha	6.834	8.944	11.801	15.738
Compé (MG)	14.966	17.798	21.418	26.292
CBH - Rio Dois Rios	3.746	3.624	3.537	3.496
CBH - Baixo Paraíba do Sul	12.671	17.343	23.978	33.569
Bacia Hidrográfica	175.157	182.74.6	195.840	216.788

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

⁵ Taxas estimadas com base no crescimento do Valor Adicionado Bruto da Indústria.

O Setor Serviços possui dinamismo inferior ao do Setor Industrial, com taxas de crescimento para a Bacia que variam de -0,71% no período 2014 a 2018 a 3,63% no período de 2029 a 2033, com predomínio do CBH Baixo Paraíba do Sul que apresenta taxas variando de -1,05% a 5,10% como se observa no **Quadro 3.11**, a seguir.

Quadro 3.11 – Taxas por período de evolução do PIB do Setor Serviços no Cenário Otimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	CENÁRIO OTIMISTA			
	2014-2018	2019-2023	2024-2028	2029-2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	-1,05%	2,27%	2,47%	2,73%
CBH - Médio Paraíba do Sul	-1,05%	2,99%	3,13%	3,32%
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	-1,05%	2,29%	2,44%	2,62%
CBH – Preto e Paraibuna	-1,05%	3,40%	3,52%	3,67%
Comitê Piabanha	-1,05%	2,73%	2,95%	3,24%
Compé (MG)	-1,05%	3,58%	3,64%	3,71%
CBH - Rio Dois Rios	-1,05%	1,68%	1,88%	2,13%
CBH - Baixo Paraíba do Sul	-1,05%	5,15%	5,13%	5,10%
Bacia Hidrográfica	-0,71%	3,24%	3,42%	3,63%

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

Como se observa no **Quadro 3.12**, a seguir, o PIB do Setor Agropecuário da Bacia passa de R\$ 2.925.179 mil em 2013, para R\$ 3.858.237 mil em 2033, equivalente ao acréscimo de 31,9% ou 1,4%a.a.

Quadro 3.12 – Evolução do PIB do Setor Agropecuário (em mil R\$) - Cenário Otimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	AGROPECUÁRIA		CENÁRIO OTIMISTA			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	210.325	455.586	432.185	545.787	690.143	874.146
CBH - Médio Paraíba do Sul	213.555	261.432	248.003	234.305	226.262	224.772
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	25.746	45.585	43.244	47.311	53.866	64.579
CBH - Preto e Paraibuna	211.868	196.662	186.561	191.967	206.092	233.745
Comitê Piabanha	260.982	477.513	452.986	529.430	626.267	752.444
Compé (MG)	624.955	660.781	626.840	669.371	725.486	801.571
CBH - Rio Dois Rios	156.963	258.509	245.231	253.880	263.200	273.354
CBH - Baixo Paraíba do Sul	424.053	569.111	539.879	553.596	582.473	633.626
Bacia Hidrográfica	2.128.447	2.925.179	2.774.929	3.025.647	3.373.790	3.858.237

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016).

Nesse setor predominam os CBHs COMPÉ e Paraíba do Sul (SP) respondendo por 20,8% e 22,7% do PIB total da Bacia em 2033. O PIB do CBH Médio Paraíba do Sul teve uma

redução de -14%, no período de 2013 a 2033, enquanto o do CBH Paraíba do Sul (SP) apresentou um acréscimo de +91,9% e o do Comitê Piabanha de +57,6%.

Quanto ao crescimento dos rebanhos na Bacia, estima-se que será de cerca de 41,1% para o período 2018-2033, destacando-se os CBHs COMPÉ e Paraíba do Sul (SP), com cerca de 24% do total da Bacia, cada um, como mostrado a seguir.

Quadro 3.13 – Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 – Cenário Otimista

COMITÊ	ANO DE 2018	ANO DE 2023	ANO DE 2028	ANO DE 2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	792.115	905.299	1.044.922	1.213.574
CBH - Médio Paraíba do Sul	416.621	477.792	554.170	647.827
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	58.752	68.083	79.488	93.139
CBH – Preto e Paraibuna	342.490	382.234	430.272	486.950
Comitê Piabanha	157.248	183.859	222.912	280.454
COMPÉ (MG)	919.123	994.982	1.086.739	1.193.357
CBH - Rio Dois Rios	311.904	343.354	379.987	421.805
CBH - Baixo Paraíba do Sul	587.002	627.264	672.710	722.995
Bacia Hidrográfica	3.585.427	3.982.694	4.471.200	5.060.275

Fonte: IBGE (2014). Projeções Próprias (2016).

A criação de aves apresenta um crescimento do plantel de 160,6% na Bacia, no período de 2014 a 2033. Prevê-se uma redução da criação de aves na área paulista (-60,5%) e um crescimento de (12%) na área mineira e (220,3%) na área fluminense, destacando-se o Comitê Piabanha com um crescimento de 440%, como mostrado no **Quadro 3.14**, a seguir.

Quadro 3.14 – Projeções para as Taxas de Crescimento para o plantel de aves (em cabeças) no Cenário Otimista por período (2014–2023, 2014–2033)

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	2014 - 2023	A.A	2014 - 2033	A.A
CBH - Paraíba do Sul (SP)	-36,2%	-4,4%	-60,5%	-4,5%
CBH - Médio Paraíba do Sul	-25,7%	-2,9%	-45,6%	-3,0%
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	36,4%	3,2%	97,4%	3,5%
CBH - Preto e Paraibuna	-2,7%	-0,3%	12,0%	0,6%
Comitê Piabanha	117,4%	8,1%	440,0%	8,8%
Compé (MG)	-2,5%	-0,3%	-0,2%	0,0%
CBH - Rio Dois Rios	27,1%	2,4%	91,3%	3,3%
CBH - Baixo Paraíba do Sul	-21,5%	-2,4%	-35,3%	-2,1%
Bacia Hidrográfica	41,4%	3,5%	160,6%	4,9%

Fonte: IBGE (2014). Projeções Próprias (2016).

A área irrigada na Bacia cresce de 93.363ha para 126.302ha no período de 2013 a 2033, ou seja, 35,3%. O Comitê com maior área irrigada durante todo o período é o CBH Baixo Paraíba do Sul, com 41,7% do total da Bacia em 2033, seguido do CBH Paraíba do Sul (SP) com 17% e Comitê Piabana, com 16,3%, como se observa pelas projeções apresentadas no **Quadro 3.15**, a seguir.

Quadro 3.15–Projeções de Área Irrigada (ha) por Comitê de Bacia Hidrográfica –Cenário Otimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA IRRIGADA TOTAL (HA)					VARIACÃO	
	2013	2018	2023	2028	2033	ÁREA (ha)	%
CBH - Paraíba do Sul (SP)	14.507	18.549	19.495	20.490	21.535	7.028	48,45
CBH - Médio Paraíba do Sul	2.145	2.453	2.578	2.709	2.848	702	32,73
Comitê Guandu (sub-bacia rio Piraí)	73	120	126	132	139	66	89,70
CBH - Preto e Paraibuna	1.483	1.705	1.792	1.883	1.979	496	33,46
Comitê Piabana	16.782	17.723	18.628	19.578	20.577	3.795	22,61
COMPÉ (MG)	9.585	10.509	11.045	11.608	12.200	2.616	27,29
CBH - Rio Dois Rios	10.460	12.413	13.046	13.712	14.411	3.952	37,78
CBH - Baixo Paraíba do Sul	38.327	45.317	47.629	50.058	52.612	14.285	37,27
Bacia Hidrográfica	93.362	108.789	114.339	120.171	126.302	32.939	35,28

Fonte: Projeções Próprias (2016).

3.3.3 Cenário Pessimista

No Cenário Pessimista o PIB da Bacia passa de R\$ 222.704.958 mil em 2013, para R\$ 274.531.193 mil em 2033, equivalente ao acréscimo de 23,3%, ou 1,1% a.a, como se segue.

Quadro 3.16 – Evolução do PIB Total (em mil R\$) - Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	TOTAL		CENÁRIO PESSIMISTA			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	47.412.036	67.457.169	62.409.002	61.080.648	59.133.690	56.336.721
CBH - Médio Paraíba do Sul	17.609.399	31.770.455	29.392.909	31.053.207	32.679.963	34.208.440
Comitê Guandu (sub-bacia rio Piraí)	1.954.537	2.869.804	2.655.042	2.693.755	2.708.248	2.688.905
CBH - Preto e Paraibuna	6.407.740	12.921.397	11.954.423	13.242.076	14.638.844	16.122.591
Comitê Piabana	7.139.330	13.760.233	12.730.484	14.134.208	15.699.857	17.475.568
Compé (MG)	5.708.488	11.987.288	11.090.217	12.529.160	14.082.176	15.718.953
CBH - Rio Dois Rios	4.163.774	6.357.747	5.881.964	5.805.855	5.677.179	5.480.481
CBH - Baixo Paraíba do Sul	17.237.172	75.580.865	69.924.760	86.614.846	105.704.248	126.499.534
Bacia Hidrográfica	107.632.474	222.704.958	206.038.801	227.153.755	250.324.204	274.531.193

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

O PIB do Setor Industrial da Bacia passa de R\$ 95.899.861 mil em 2013, para R\$ 125.149.319 mil em 2033, equivalente a um acréscimo de 30,5%, ou 1,3% a.a com um maior crescimento na área fluminense destacando-se o CBH Baixo Paraíba do Sul (77,3%) e o Comitê Piabanha (101,7%). Exceto o CHB COMPÉ (11%), todos os demais CBHs tem crescimento negativo, como mostrado no **Quadro 3.17**, a seguir.

Quadro 3.17 – Taxas de Crescimento por período (2013 – 2023 e 2013 – 2023) e PIB do Setor Industrial no Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	TAXAS DE CRESCIMENTO		PIB INDUSTRIAL		
	2013-2023	2013-2033	2013	2023	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	-16,1%	-32,3%	3.089.074	2.912.997	2.980.956
CBH - Médio Paraíba do Sul	-10,2%	-20,1%	3.215.753	3.209.321	3.569.486
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	-13,9%	-29,1%	24.488.324	20.545.704	16.578.595
CBH - Preto e Paraibuna	-5,7%	-3,5%	47.253.857	55.145.251	83.781.088
Comitê Piabanha	19,4%	101,7%	12.124.059	10.887.405	9.687.123
Compé (MG)	-0,2%	11,0%	1.400.190	1.176.160	938.127
CBH - Rio Dois Rios	-16,0%	-33,0%	850.261	732.075	602.835
CBH - Baixo Paraíba do Sul	16,7%	77,3%	3.478.344	4.153.143	7.015.820
Bacia Hidrográfica	3,0%	30,5%	95.899.861	98.776.857	125.149.319

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

No intuito de visualizar melhor a dinâmica do setor industrial na Bacia Hidrográfica, analisou-se também a evolução do número de trabalhadores da Indústria de Transformação como mostrado no **Quadro 3.18**, a seguir.

Quadro 3.18 – Número de Trabalhadores na Indústria de Transformação – Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	CENÁRIO PESSIMISTA			
	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	93.063	84.353	76.052	68.060
CBH - Médio Paraíba do Sul	29.330	28.464	27.158	25.348
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	1.432	1.334	1.223	1.098
CBH - Preto e Paraibuna	9.740	9.919	10.056	10.138
Comitê Piabanha	6.668	10.108	15.088	22.087
Compé (MG)	14.606	15.723	16.714	17.450
CBH - Rio Dois Rios	3.655	3.318	2.969	2.644
CBH - Baixo Paraíba do Sul	12.352	18.801	27.573	38.536
Bacia Hidrográfica	170.846	172.020	176.833	185.361

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

As projeções revelam um comportamento na mesma direção do PIB Industrial, queda mais acentuada para CBH – Paraíba do Sul (SP) (-27%), embora este Comitê tenha significativa relevância na produção industrial, principalmente na de transformação. Em direção oposta, projeta-se maior crescimento do número de trabalhadores na Indústria no CBH – Baixo Paraíba do Sul (231%) e Piabanha (212%) no período 2013-2033.

O setor serviços, passa de R\$ 123.879.918 mil em 2013, para R\$ 146.921.583 mil em 2033, equivalente ao acréscimo de 18,6%, ou 0,9% a.a. apresentando, a área paulista, decréscimo de -7,7%, a área mineira acréscimo de 38,8% e a área fluminense acréscimo de 30,6%, como mostrado no **Quadro 3.19**, a seguir.

Quadro 3.19 – Evolução do PIB do Setor de Serviços (em mil R\$) – Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	TAXAS DE CRESCIMENTO		PIB SETOR DE SERVIÇOS		
	2013-2023	2013-2033	2013	2023	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	-5,70%	-7,70%	42.513.259	40.090.003	39.239.738
CBH - Médio Paraíba do Sul	3,00%	25,80%	19.384.965	19.966.514	24.386.286
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	-2,60%	4,20%	1.973.958	1.922.635	2.056.864
CBH - Preto e Paraibuna	5,50%	35,10%	9.635.661	10.165.622	13.017.778
Comitê Piabanha	-3,00%	1,40%	9.804.376	9.510.245	9.941.637
Compé (MG)	7,50%	43,00%	8.110.754	8.719.061	11.598.378
CBH - Rio Dois Rios	-6,70%	-8,80%	4.699.048	4.384.212	4.285.532
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11,70%	52,80%	27.757.898	31.005.572	42.414.068
Bacia Hidrográfica	1,50%	18,60%	123.879.918	125.738.117	146.921.583

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

Na hipótese de um dinamismo da economia menor - Cenário Pessimista - o Setor Agropecuário da Bacia passa de R\$ 2.925.179 mil em 2013, para R\$ 2.424.066 mil em 2033, equivalente a um decréscimo de 17%. A produção do setor se concentrará na área fluminense da Bacia, com R\$ 1.240.903 mil em 2033, ou seja 51% do total produzido no setor para este ano, na Bacia. Destacam-se, ainda, os CBHs Médio Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul e Preto e Paraibuna com os maiores índices de recuo no período, 50%, 46% e 40% respectivamente. O COMPÉ apesar de ter sofrido uma retração de 17% continua, ainda, sendo o CBH com maior PIB neste setor (549.738 mil reais, em 2033). O **Quadro 3.20** mostra a evolução do PIB deste setor.

Quadro 3.20 – Evolução do PIB do Setor Agropecuário (em mil R\$) – Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	AGROPECUÁRIA		CENÁRIO PESSIMISTA			
	2000	2013	2018	2023	2028	2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	210.325	455.586	421.492	468.956	503.336	515.673
CBH - Médio Paraíba do Sul	213.555	261.432	241.867	200.635	163.729	130.810
Comitê Guandu (sub-bacia rio Piraí)	25.746	45.585	42.174	38.238	34.140	29.881
CBH - Preto e Paraibuna	211.868	196.662	181.945	158.511	137.198	117.752
Comitê Piabanha	260.982	477.513	441.778	472.069	497.261	514.177
Compé (MG)	624.955	660.781	611.331	597.393	577.251	549.738
CBH - Rio Dois Rios	156.963	258.509	239.163	245.326	251.315	257.010
CBH - Baixo Paraíba do Sul	424.053	569.111	526.521	453.401	380.568	309.025
Bacia Hidrográfica	2.128.447	2.925.179	2.706.272	2.634.528	2.544.797	2.424.066

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

O crescimento dos rebanhos (bovinos, caprinos, equinos, ovinos e suínos) na Bacia será de cerca de 17% para o período 2018-2033. Destaca-se o Comitê Guandu (sub-bacia do rio Piraí) como o de maior taxa de crescimento no período (35%) e menor participação no total em 2033 (2%) e o Compé (MG) com o menor crescimento no período (7%), porém, atingindo em 2033 a segunda maior participação (23%) no total da Bacia, como se deduz dos efetivos mostrados no **Quadro 3.21**, a seguir.

Quadro 3.21 – Efetivos da Pecuária Projetados para o Período 2018 a 2033 - Cenário Pessimista

COMITÊ	ANO DE 2018	ANO DE 2023	ANO DE 2028	ANO DE 2033
CBH - Paraíba do Sul (SP)	759.629	823.046	887.328	954.547
CBH - Médio Paraíba do Sul	396.922	428.026	459.130	491.270
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Piraí)	56.678	62.899	69.466	76.550
CBH - Preto e Paraibuna	323.309	335.059	343.181	349.574
Comitê Piabanha	149.126	161.568	175.219	190.944
COMPÉ (MG)	882.144	906.336	926.554	945.043
CBH - Rio Dois Rios	304.128	324.173	344.563	365.645
CBH - Baixo Paraíba do Sul	578.880	607.910	637.632	668.390
TOTAL	3.450.816	3.648.845	3.843.072	4.041.965

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

A criação de aves apresenta um crescimento do plantel de 42% na Bacia, no período de 2013 a 2033. Prevê-se uma redução da criação de aves no CBH Paraíba do Sul (SP) e Baixo Paraíba do Sul de 68% e uma redução de 59% no CBH Preto e Paraibuna e -35% no COMPÉ, na área fluminense, destacam-se o Comitê Piabanha com um crescimento de

173% e o CBH Guandu (sub-bacia do rio Pirai) com 34%, como mostrado no **Quadro 3.22**, a seguir.

Quadro 3.22 – Taxas de Crescimento para o plantel de aves, por período – Cenário Pessimista

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	CENÁRIO PESSIMISTA			
	2013-2023	a.a.	2013-2033	a.a.
CBH - Paraíba do Sul (SP)	-41,1%	-5,2%	-68,0%	-5,5%
CBH - Médio Paraíba do Sul	-30,7%	-3,6%	-54,8%	-3,9%
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	18,1%	1,7%	34,4%	1,5%
CBH - Preto e Paraibuna	-33,1%	-3,9%	-58,9%	-4,3%
Comitê Piabanha	68,3%	5,3%	172,6%	5,1%
Compé (MG)	-17,1%	-1,9%	-35,3%	-2,2%
CBH - Rio Dois Rios	-19,3%	-2,1%	-43,0%	-2,8%
CBH - Baixo Paraíba do Sul	-39,9%	-5,0%	-68,2%	-5,6%
Bacia Hidrográfica	14,5%	1,4%	42,2%	1,8%

Fonte: IBGE (2013). Projeções Próprias (2016)

A área irrigada na Bacia cresce de 93.363ha para 108.810ha no período de 2013 a 2033, ou seja um aumento da ordem de 17%. O Comitê com maior área irrigada durante todo o período é o CBH Baixo Paraíba do Sul, com 45.325ha ou 42% do total da Bacia em 2033, seguido do CBH Paraíba do Sul (SP) com 18.552ha ou 17% do total e Comitê Piabanha, com 17.727ha ou 16% do total, como mostrado no **Quadro 3.23**, a seguir.

Quadro 3.23 – Projeções da Área Irrigada (ha) por Comitê de Bacia Hidrográfica - Cenário Pessimista.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA IRRIGADA TOTAL (HA)					VARIÇÃO	
	2013	2018	2023	2028	2033	ÁREA (ha)	%
CBH - Paraíba do Sul (SP)	14.507	17.870	18.095	18.323	18.553	4.046	27,89
CBH - Médio Paraíba do Sul	2.145	2.363	2.393	2.423	2.453	308	14,35
Comitê Guandu (sub-bacia rio Pirai)	73	115	117	118	120	47	63,43
CBH - Preto e Paraibuna	1.483	1.642	1.663	1.684	1.705	222	14,97
Comitê Piabanha	16.782	17.075	17.290	17.507	17.727	945	5,63
COMPÉ (MG)	9.585	10.124	10.252	10.380	10.511	926	9,66
CBH - Rio Dois Rios	10.459	11.959	12.109	12.261	12.415	1.956	18,70
CBH - Baixo Paraíba do Sul	38.327	43.659	44.208	44.763	45.326	6.999	18,26
Bacia Hidrográfica	93.362	104.809	106.126	107.460	108.810	15.448	16,55

Fonte: Projeções Próprias (2016).

4 PROJEÇÕES POPULACIONAIS

Com base nas populações urbana e rural efetivamente inseridas na Bacia, devidamente identificadas por ocasião da etapa de Diagnóstico, com recortes levando em conta os setores censitários do IBGE, foram executadas projeções de crescimento populacional para o período de 2013 a 2033, nos diversos horizontes quinquenais do Plano.

As tendências demográficas recentes e de longo prazo nos diferentes âmbitos territoriais enfocados (CBHs e Bacia do Paraíba do Sul) indicam uma gradativa redução, em curso, das taxas de natalidade, o que resulta em uma progressiva desaceleração do crescimento populacional.

De fato, nas estimativas para o período de 2011 a 2013, nos estados que integram a Bacia do Rio Paraíba do Sul, as taxas de crescimento caem substancialmente em relação às observadas no período intercensitário 2001-2010, e as perspectivas são de que continuarão caindo ao longo dos horizontes quinquenais seguintes, como mostrado no **Quadro 4.1**.

Quadro 4.1– Taxas anuais médias (% a.a.) observadas e projetadas de crescimento das populações nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo de 2000-2033.

ESTADOS	2001 a 2010	2011 a 2013	2014 a 2018	2019 a 2023	2024 a 2028	2029 a 2033	2014 a 2033
Minas Gerais	0,91	0,77	0,63	0,52	0,41	0,26	0,45
Rio de Janeiro	1,06	0,72	0,59	0,49	0,38	0,24	0,43
São Paulo	1,09	0,76	0,62	0,51	0,4	0,25	0,45

Além disso, o processo de industrialização brasileiro pós-1930 teve como uma de suas principais consequências a atração de mão-de-obra para os centros urbanos que, combinada com as fragilidades da economia rural e das relações fundiárias no campo, engendrou os conhecidos fenômenos do êxodo rural e da metropolização. Dessa forma, o índice de urbanização da população vem crescendo ao longo dos anos, sendo da ordem de 36% em 1950, chegando em 2010 quase a 85%, e mantendo essa tendência ao longo do período projetado.

Assim, levando-se todos esses aspectos em consideração e com base nos dados populacionais dos setores censitários do IBGE, levantados por ocasião do Diagnóstico, foram projetadas as populações urbanas e rurais em cada área dos CBHs, no período de 2013 a 2033, apresentadas no **Quadro 4.2**, a seguir.

Quadro 4.2 – Resumo de Projeção de População inserida na Área de Abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – por Comitê

COMITÊ	DIAGNÓSTICO			HORIZONTE DE 2018			HORIZONTE DE 2023			HORIZONTE DE 2028			HORIZONTE DE 2033		
	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
CBH - Paraíba do Sul (SP)	1.864.445	145.435	2.009.880	2.000.181	125.030	2.125.211	2.053.213	131.942	2.185.155	2.093.266	140.547	2.233.813	2.119.214	146.123	2.265.337
CBH - Médio Paraíba do Sul	967.913	51.649	1.019.562	1.019.377	44.748	1.064.125	1.042.224	43.293	1.085.517	1.059.019	43.337	1.102.356	1.069.805	43.431	1.113.236
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	48.966	8.137	57.103	51.901	7.332	59.233	53.276	7.289	60.565	54.254	7.364	61.618	54.887	7.413	62.300
CBH - Preto e Paraibuna	596.280	33.868	630.148	635.815	34.283	670.098	657.554	32.371	689.925	675.918	29.926	705.844	689.541	26.569	716.110
Comitê Piabanha	480.486	66.864	547.350	510.340	57.685	568.025	524.331	53.833	578.164	534.261	52.413	586.674	540.692	51.492	592.184
COMPÉ (MG)	691.939	131.852	823.791	736.206	119.843	856.049	760.543	111.200	871.743	779.835	104.376	884.211	793.576	98.722	892.298
CBH - Rio Dois Rios	270.431	58.388	328.819	272.119	52.879	324.998	278.330	50.581	328.911	282.735	49.308	332.043	285.576	48.483	334.059
CBH - Baixo Paraíba do Sul	674.681	75.882	750.563	725.179	68.910	794.089	748.838	66.224	815.062	765.670	65.385	831.055	776.554	64.841	841.395
TOTAL	5.595.141	572.075	6.167.216	5.951.118	510.710	6.461.828	6.118.309	496.733	6.615.042	6.244.958	492.656	6.737.614	6.329.845	487.074	6.816.919



Analisando-se o **Quadro 4.2**, observa-se que o CBH Paraíba do Sul (SP), com 2.265.337 habitantes, apresenta, em 2033, o maior contingente de população inserida na Bacia, ou seja 33% do total da Bacia, seguido do CBH Médio Paraíba do Sul, com 1.113.236 habitantes, referente a 16% do total. Observa-se ainda que esses dois Comitês além dos Comitês CBH Preto e Paraibuna e o Comitê Piabanha apresentam percentuais de urbanização superiores a 90% enquanto, os demais estão na faixa de 86 a 89% de urbanização.

O CBH – Rio Dois Rios com uma população total de 334.059 habitantes é o de menor percentual de urbanização (86,4%) e o Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai) apresenta a menor população projetada, com 62.300 habitantes.

5 ESTUDOS DE DEMANDAS DE ÁGUA

Para calcular os balanços hídricos entre demandas e disponibilidades hídricas em cada Unidade de Planejamento, foram consideradas as demandas dos usos consuntivos de abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria de transformação, mineração e usinas termelétricas.

5.1 ABASTECIMENTO HUMANO

Para o cálculo das demandas para abastecimento humano foram adotadas as diretrizes resumidas no **Quadro 5.1**, a seguir relativas a i) percentual de população atendida; ii) *per capita* para abastecimento de população urbana e rural; e, iii) metas de redução de perdas no abastecimento.

Quadro 5.1 –Diretrizes para Cálculo das Demandas de Abastecimento Humano

CENÁRIOS		
TENDENCIAL	OTIMISTA	PESSIMISTA
<p>i) Percentual de população atendida: Horizonte / Urbana / Rural</p> <p>2018 / 85% / 75% 2023 / 88% / 80% 2028 / 91% / 85% 2033 / 94% / 88%</p> <p>ii.1) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Urbana / Rural (porção urbana) (l/hab.dia) 2018 / 110-260 / 100-200 2023 / 120-250 / 105-195 2028 / 130-240 / 110-190 2033 / 140-230 / 115-185</p> <p>ii.2) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Rural (l/hab.dia) 2018 / 80 2023 / 90 2028 / 100 2033 / 110</p> <p>iii) Metas de diminuição de perdas no abastecimento: Horizonte / Urbana 2018 / 41% 2023 / 37% 2028 / 32% 2033 / 27%</p>	<p>Metas do PLANSAB.</p> <p>i) Percentual de população atendida: Horizonte / Urbana / Rural</p> <p>2018 / 99% / 92% 2023 / 100% / 95% 2028 / 100% / 98% 2033 / 100% / 100%</p> <p>ii.1) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Urbana / Rural (porção urbana) (l/hab.dia) 2018 / 130-260 / 110-180 2023 / 140-250 / 120-180 2028 / 160-240 / 130-180 2033 / 180-220 / 140-180</p> <p>ii.2) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Rural (l/hab.dia) 2018 / 110 2023 / 120 2028 / 130 2033 / 140</p> <p>iii) Metas de diminuição de perdas no abastecimento: Horizonte / Urbana 2018 / 36% 2023 / 32% 2028 / 27% 2033 / 22%</p>	<p>i) Percentual de população atendida: Horizonte / Urbana / Rural</p> <p>Mantidos os valores do Diagnóstico</p> <p>ii.1) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Urbana / Rural (porção urbana) (l/hab.dia)</p> <p>Mantidos os valores do Diagnóstico</p> <p>ii.2) <i>Metas per capita</i>: Horizonte / Rural (l/hab.dia) 2018 / 70 2023 / 70 2028 / 70 2033 / 70</p> <p>iii) Metas de diminuição de perdas no abastecimento: Horizonte / Urbana</p> <p>Mantidos os valores do Diagnóstico</p>

5.2 PECUÁRIA

Para estabelecer as demandas hídricas para a pecuária, considerou-se o somatório dos efetivos dos rebanhos de bovinos, equinos, suínos caprinos e ovinos, transformados em bovinos equivalentes segundo a relação das demandas *per capita* de cada animal, como mostrado no **Quadro 5.2**, a seguir.

Quadro 5.2 – Coeficientes de demanda de água para abastecimento dos rebanhos

TIPO DE REBANHO	DEMANDA (l/cabeça.dia)	BOVINO EQUIVALENTE
Bovinos e bubalinos	50	1
Equinos, asininos e muares	40	0,8
Suínos	10	0,2
Caprinos e ovinos	8	0,16

O rebanho total em bovinos equivalentes, em cada CBH e em cada cenário é apresentado no item 3.3 – Cenários Econômicos da Bacia, nos Quadros 3.6, 3.13 e 3.21. Para o plantel de aves foi adotada a demanda *per capita* de 0.2 l/dia.

Foi considerado que o consumo representa a totalidade das demandas, ou seja, não há retornos significativos aos cursos d'água.

5.3 USOS INDUSTRIAIS

A demanda de água para usos industriais foram calculados a partir da evolução do número de empregados na indústria de transformação (**Quadros 3.3, 3.10 e 3.18**), e dos *per capita* apresentados no **Quadro 5.3**, a seguir, bem como, das taxas de crescimento das indústrias extrativas estimadas para os horizontes de 2018, 2023, 2028 e 2033.

Quadro 5.3 – Indicadores de demanda de água por trabalhador, nas diversas tipologias de indústria

CÓDIGO CNAE 2.0	TIPOLOGIA DA INDÚSTRIA	DEMANDA (m ³ /op.dia)	COEFICIENTE CONSUMO (%)	CONSUMO (m ³ /op.dia)	RETORNO (m ³ /op.dia)
10010	Frigoríficos e Abatedouros	7,888	7%	0,56	7,328
10030	Laticínios	9,76	12%	1,2	8,56
10021	Conservas vegetais	6,916	6%	0,42	6,496
10022	Óleos Vegetais	4,89	11%	0,55	4,34
10092	Açúcar	35,816	16%	5,92	29,896
11	Bebidas	9,72	14%	1,4	8,32
10093	Moagem de Café	1,8	50%	1	0,8
10091/10099/10999	Outros Produtos Alimentícios	9	50%	5	4
15	Curtumes e Peles	2,932	12%	0,34	2,592
16	Madeira	1,96	10%	0,2	1,76
17	Papel e Celulose	26,676	6%	1,62	25,056
19/20/21	Produtos Químicos	7,36	40%	2,944	4,416
23	Minerais não Metálicos	5,4	50%	2,7	2,7
29	Veículos Automotores	4,5	50%	2,25	2,25
24	Metalurgia	4,6	40%	1,84	2,76

Fonte: Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil - PLIRHINE, 1980
Volume VII, Anexo I - Estudos de Demandas, Coeficientes de Demandas de Água

Foram ainda, definidos alguns coeficientes de redução de perdas e de reuso da água a serem atingidos, em cada cenário, ao longo do horizonte de análise, conforme pode ser observado no **Quadro 5.4** a seguir.

Quadro 5.4 – Estimativas (%) de formas de uso da água na indústria, buscando redução/economia no uso.

AÇÕES	CENÁRIO PESSIMISTA				CENÁRIO TENDENCIAL				CENÁRIO OTIMISTA			
	2018	2023	2028	2033	2018	2023	2028	2033	2018	2023	2028	2033
REUSO DA ÁGUA	0%	0%	0%	0%	2%	5%	10%	15%	5%	10%	20%	30%
REDUÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	7,5%	0%	2,5%	5%	10%

No caso das indústrias extrativas foram considerados os consumos unitários já adotados na etapa de Diagnóstico, apresentado no **Quadro 5.5**, a seguir, não tendo sido previsto qualquer tipo de melhoria na eficiência do uso da água e aumentando-se essa demanda às mesmas taxas de crescimento das indústrias extrativas estimadas para os horizontes de 2018, 2023, 2028 e 2033, mostradas no **Quadro 5.6**.

Quadro 5.5 – Coeficientes de Demanda e de Retorno para as Atividades da Indústria Extrativa

CATEGORIA	DEMANDA (m ³ /t.ano)	COEFICIENTE DE RETORNO	RETORNO (m ³ /t.ano)
Materiais de Construção	0,90	70%	0,63
Minerais Metálicos	0,53	70%	0,37
Minerais não Metálicos	2,00	90%	1,80
Gemas	0,58	80%	0,46
Fertilizantes	0,90	90%	0,81

Quadro 5.6 – Variação Anual da Evolução das Demandas da Indústria Extrativa

COMITÊ	CENÁRIO	2018	2023	2028	2033
CBH - PARAÍBA DO SUL (SP)	PESSIMISTA	-1,54%	-1,94%	-2,05%	-2,20%
	TENDENCIAL	-1,29%	-1,59%	-1,58%	-1,58%
	OTIMISTA	-1,04%	-1,15%	-1,01%	-0,85%
CBH - MÉDIO PARAÍBA DO SUL	PESSIMISTA	-1,52%	-0,60%	-0,96%	-1,36%
	TENDENCIAL	-1,28%	0,54%	0,53%	0,55%
	OTIMISTA	-1,04%	1,83%	2,24%	2,71%
COMITÊ GUANDU (SUB-BACIA DO RIO PIRAÍ)	PESSIMISTA	-1,71%	-1,47%	-1,59%	-2,64%
	TENDENCIAL	-1,71%	0,00%	-0,72%	0,00%
	OTIMISTA	-1,71%	0,70%	0,00%	0,68%
CBH - PRETO E PARAIBUNA	PESSIMISTA	-1,61%	0,42%	0,28%	0,20%
	TENDENCIAL	-1,35%	0,69%	0,73%	0,71%
	OTIMISTA	-1,09%	1,08%	1,28%	1,38%
COMITÊ PIABANHA	PESSIMISTA	-1,58%	8,61%	8,41%	7,88%
	TENDENCIAL	-1,40%	4,98%	4,85%	4,88%
	OTIMISTA	-1,22%	5,54%	5,78%	5,90%
COMPÉ (MG)	PESSIMISTA	-1,53%	1,53%	1,23%	0,89%
	TENDENCIAL	-1,28%	2,49%	2,50%	2,49%
	OTIMISTA	-1,06%	3,50%	3,82%	4,17%
CBH - RIO DOIS RIOS	PESSIMISTA	-1,55%	-1,91%	-2,11%	-2,36%
	TENDENCIAL	-1,26%	-1,27%	-1,27%	-1,26%
	OTIMISTA	-1,02%	-0,70%	-0,48%	-0,29%
CBH - BAIXO PARAÍBA DO SUL	PESSIMISTA	-1,53%	8,76%	7,95%	6,93%
	TENDENCIAL	-1,28%	5,76%	5,77%	5,77%
	OTIMISTA	-1,05%	6,48%	6,70%	6,96%

No caso das Usinas Termelétricas (UTE), foi considerada a média ponderada das demandas das três menores usinas identificadas na Bacia, conforme os valores mostrados no **Quadro 5.7** a seguir.

Quadro 5.7 – Parâmetros de Captação e Retorno de Água das Usinas Termelétricas (UTE)

PARÂMETROS	Candiota	Eletrobolt	RIOGEN	TOTAL	MÉDIA (L/s.MW)
Potência (MW)	350	379	532	1261	-
Captação (l/s)	291	83	333	707	0,56
Retorno (l/s)	97	75	250	422	0,33
Consumo (l/s)	194	8,3	83	285,3	0,23

5.4 IRRIGAÇÃO

As demandas para irrigação foram calculadas considerando as demandas unitárias estabelecidas no Diagnóstico e as áreas irrigadas, em cada CBH, nos cenários tendencial, otimista e pessimista, mostradas nos **Quadros 3.8, 3.16 e 3.24**.

Para alcançar um aumento da eficiência da irrigação foi admitido a substituição de métodos de irrigação considerando a substituição e instalação de equipamentos de baixo consumo de água de forma diferenciada em cada Cenário, conforme apresentado no **Quadro 5.8**.

Quadro 5.8 – Estimativas (%) de formas de uso da água na irrigação, buscando a sua redução/economia.

AÇÕES	CENÁRIO PESSIMISTA				CENÁRIO TENDENCIAL				CENÁRIO OTIMISTA			
	2018	2023	2028	2033	2018	2023	2028	2033	2018	2023	2028	2033
SUBSTITUIÇÃO EQUIPAMENTOS	0%	10%	20%	30%	15%	30%	45%	60%	35%	70%	100%	100%
EQUIPAMENTOS NOVOS	0%	10%	20%	30%	50%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TOTAL CONSOLIDADO	0%	10%	20%	30%	15,9%	32,2%	49,0%	63,8%	38,1%	72,8%	100%	100%

5.5 AVALIAÇÃO DE DEMANDAS

Ressalta-se que a fonte de abastecimento das demandas geradas foi considerada como de águas superficiais, salientando que as vazões calculadas serão de captação, levando em conta o retorno de água para cada tipo de uso e, conseqüentemente, a vazão de consumo.

É importante ressaltar ainda que, na avaliação das demandas hídricas em casos de grandes demandas, como é o caso da CSN, da LLX, da HAZTEC e da transposição de água para a

bacia do rio Guandu, foram consideradas as outorgas dos Estados e da ANA na análise comparativa dos resultados, conforme descrito a seguir:

- Companhia Siderúrgica Nacional – CSN: demanda outorgada pela ANA, conforme Ata da reunião de Diretoria Colegiada nº 500, de 16 de setembro de 2013, no valor de 15,0 m³/s, no município de Volta Redonda.
- LLX Açúcar Operações Portuárias S.A.: demanda de Outorga Preventiva, conforme resolução nº 06 (ANA), de 17 de janeiro de 2011, com vazão de 8,33m³/s, no município de São João da Barra.
- Haztec Tecnologia e Planejamento Ambiental S.A: Outorga Preventiva conforme resolução nº 1012 (ANA), de 14 de dezembro de 2009, com vazão de 3,40m³/s, no município de São João da Barra.

Os **Quadros 5.9, 5.10 e 5.11** apresentam os dados relativos às demandas hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, nos anos de 2018, 2023, 2028 e 2033, e nos três cenários estabelecidos, considerando os diferentes horizontes de efetivação das demandas outorgadas para os projetos da LLX, HAZTEC e CSN.

Quadro 5.9– Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m³/s) – Cenário Pessimista (sem considerar demandas adicionais da CSN, LLX e HAZTEC)

USO DA ÁGUA	HORIZONTES							
	2018		2023		2028		2033	
	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%
Abastecimento Humano	16,01	22,71	16,31	22,64	16,65	22,70	16,88	22,45
Pecuária	2,00	2,83	2,11	2,93	2,22	3,03	2,34	3,11
Indústria	17,02	24,15	17,85	24,79	19,15	26,11	20,93	27,83
Mineração	2,53	3,59	2,70	3,75	2,67	3,64	2,63	3,50
UTE (Usinas Termelétricas)	0,44	0,63	0,49	0,68	0,48	0,66	0,48	0,63
Irrigação	32,48	46,09	32,56	45,20	32,18	43,86	31,94	42,48
TOTAL	70,47	100,00	72,02	100,00	73,36	100,00	75,20	100,00

Quadro 5.10 – Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m³/s) - Cenário Tendencial (considerando LLX e HAZTEC a partir de 2028)

USO DA ÁGUA	HORIZONTES							
	2018		2023		2028		2033	
	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%
Abastecimento Humano	15,87	22,63	16,31	22,90	16,38	19,67	16,23	19,36
Pecuária	2,03	2,90	2,20	3,09	2,39	2,87	2,60	3,10
Indústria	17,07	24,34	17,27	24,25	29,44	35,36	30,15	35,96
Mineração	2,56	3,65	2,71	3,80	2,71	3,25	2,71	3,23
UTE (Usina Termelétrica)	0,45	0,64	0,50	0,70	0,50	0,60	0,50	0,60
Irrigação	32,15	45,84	32,23	45,25	31,85	38,25	31,66	37,76
TOTAL	70,13	100,00	71,22	100,00	83,27	100,00	83,86	100,00

Quadro 5.11 – Resumo de Demandas Hídricas na Bacia do Rio Paraíba do Sul (m/s) - Cenário Otimista (considerando demandas adicionais da LLX e HAZTEC a partir de 2023 e CSN a partir de 2033)

USO DA ÁGUA	HORIZONTES							
	2018		2023		2028		2033	
	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%	DEMANDAS	%
Abastecimento Humano	16,26	23,12	16,59	19,81	16,68	19,76	16,53	17,35
Pecuária	2,07	2,95	2,30	2,75	2,59	3,06	2,93	3,07
Indústria	16,81	23,90	29,05	34,68	29,35	34,76	39,74	41,72
Mineração	2,59	3,68	2,79	3,32	2,81	3,33	2,84	2,98
UTE (Usina Termelétrica)	0,45	0,64	0,52	0,62	0,53	0,62	0,54	0,56
Irrigação	32,14	45,70	32,52	38,82	32,47	38,46	32,68	34,31
TOTAL	70,32	100,00	83,77	100,00	84,42	100,00	95,25	100,00

A análise dos **Quadros 5.9 a 5.11** mostra que a maior demanda de água na Bacia é a de irrigação, consumindo de 46% a 34% do total demandado. O segundo maior consumidor é a indústria com valores da ordem de 24% a 36%, seguido do abastecimento humano da ordem de 21%, em média, e da pecuária variando em torno de 3% do total.

Os **Quadros 5.12 a 5.14** apresentam os resumos das demandas hídricas totais projetadas para os CBHs, por tipo de usuário, no horizonte de 2033, para os três cenários estudados.

**Quadro 5.12 – Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso –
Cenário Pessimista - Horizonte de 2033 (m³/s)**

COMITÊ	ABAST. HUMANO URBANO	ABAST. HUMANO RURAL	PECUÁRIA	INDÚSTRIA	MINERAÇÃO	UTE	IRRIGAÇÃO	TOTAL
CBH - Paraíba do Sul (SP)	5,5364	0,1184	0,5524	3,5186	1,5409	0,1213	5,2371	16,6251
CBH - Médio Paraíba do Sul	2,7327	0,0352	0,2843	7,1011	0,1121	0,1341	0,6947	11,0942
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	0,1703	0,0060	0,0443	0,1938	0,0109	0,0000	0,0342	0,4595
CBH - Preto e Paraibuna	1,9782	0,0215	0,2023	0,9771	0,1902	0,0503	0,4931	3,9127
Comitê Piabanha	1,5736	0,0417	0,1105	1,7978	0,0366	0,0009	10,5767	14,1378
COMPÉ (MG)	1,8523	0,0800	0,5469	1,6589	0,2407	0,1077	2,8898	7,3762
CBH - Rio Dois Rios	0,7318	0,0393	0,2116	0,2795	0,1821	0,0000	3,7250	5,1693
CBH - Baixo Paraíba do Sul	1,9112	0,0525	0,3868	5,4021	0,3184	0,0610	8,2891	16,4212
TOTAL	16,4865	0,3946	2,3391	20,9289	2,6319	0,4753	31,9397	75,1960

UTE = Usina Termelétrica

**Quadro 5.13 – Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso –
Cenário Tendencial - Horizonte de 2033 (m³/s)**

COMITÊ	ABAST. HUMANO URBANO	ABAST. HUMANO RURAL	PECUÁRIA	INDÚSTRIA	MINERAÇÃO	UTE	IRRIGAÇÃO	TOTAL
CBH - Paraíba do Sul (SP)	4,8374	0,1860	0,6128	3,4126	1,5902	0,1252	5,1821	15,9461
CBH - Médio Paraíba do Sul	2,8042	0,0553	0,3251	7,0505	0,1234	0,1476	0,6874	11,1935
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	0,1203	0,0094	0,0501	0,2206	0,0125	0,0000	0,0339	0,4468
CBH - Preto e Paraibuna	1,8806	0,0338	0,2463	0,9418	0,1951	0,0516	0,4895	3,8388
Comitê Piabanha	1,4976	0,0656	0,1397	1,0143	0,0318	0,0008	10,5369	13,2866
COMPÉ (MG)	1,8136	0,1257	0,6048	1,8200	0,2605	0,1166	2,8522	7,5934
CBH - Rio Dois Rios	0,7078	0,0617	0,2244	0,2899	0,1926	0,0000	3,6849	5,1613
CBH - Baixo Paraíba do Sul	1,9523	0,0825	0,3986	15,4036	0,3015	0,0578	8,1944	26,3908
TOTAL	15,6138	0,6201	2,6018	30,1533	2,7074	0,4996	31,6613	83,8574

UTE = Usina Termelétrica

OBS: Considerando demandas hídricas adicionais da LLX e da HAZTEC

**Quadro 5.14 – Resumo de Demandas Hídricas por Comitê e Tipo de Uso –
Cenário Otimista - Horizonte de 2033 (m³/s)**

COMITÊ	ABAST. HUMANO URBANO	ABAST. HUMANO RURAL	PECUÁRIA	INDÚSTRIA	MINERAÇÃO	UTE	IRRIGAÇÃO	TOTAL
CBH - Paraíba do Sul (SP)	4,7265	0,2368	0,7023	3,1559	1,6505	0,1299	5,4014	16,0033
CBH - Médio Paraíba do Sul	2,8854	0,0704	0,3749	16,9236	0,1372	0,1644	0,7155	21,2714
Comitê Guandu (sub-baciado Rio Pirai)	0,1388	0,0120	0,0539	0,2233	0,0129	0,0000	0,0351	0,4760
CBH - Preto e Paraibuna	1,8449	0,0431	0,2818	0,8727	0,2016	0,0534	0,5097	3,8073
Comitê Piabanha	1,4942	0,0834	0,1623	0,9861	0,0334	0,0008	10,6682	13,4284
COMPÉ (MG)	1,9369	0,1600	0,6906	1,9013	0,2825	0,1265	2,9689	8,0668
CBH - Rio Dois Rios	0,7442	0,0786	0,2441	0,2806	0,2023	0,0000	3,8430	5,3927
CBH - Baixo Paraíba do Sul	1,9681	0,1051	0,4184	15,3949	0,3189	0,0611	8,5354	26,8019
TOTAL	15,7392	0,7892	2,9284	39,7383	2,8392	0,5361	32,6772	95,2477

UTE = Usina Termelétrica

OBS: Considerando demandas hídricas adicionais da CSN, da LLX e da HAZTEC

Analisando-se os dados do Quadro 5.12 (Cenário Pessimista) observa-se que o CBH Baixo Paraíba do Sul e o CBH Paraíba do Sul (SP) apresentam as maiores demandas totais, da ordem de 16m³/s seguido pelos CBHs Piabanha e Médio Paraíba do Sul. Nos cenários tendencial e Otimista (Quadros 5.13 e 5.14) a inclusão das demandas da LLX e HASTEC no CBH Baixo Paraíba do Sul e da CSN no CBH Médio Paraíba do Sul, faz com que esses Comitês apresentem demandas superiores a 20m³/s, sendo responsáveis por cerca de 45% do total de demandas hídricas na Bacia. Os Comitês que apresentam as menores demandas são: o CBH Preto e Paraibuna com cerca de 3,8m³/s e o Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai), com cerca de 0,4m³/s de demanda hídrica total, nos três cenários.

A maior demanda para abastecimento humano se encontra no CBH Paraíba do Sul (SP), respondendo por cerca de 31% do total da Bacia enquanto que a maior demanda para irrigação se encontra no Comitê Piabanha, que responde por cerca de 33% do total da bacia.

Na mineração o destaque é o CBH Paraíba do Sul (SP), com 59% da demanda total da Bacia, seguido pelo CBH Baixo Paraíba do Sul, com cerca de 11% do total. Na pecuária as

regiões com as demandas mais significativas são o CBH Paraíba do Sul (SP), Compé e o CBH Baixo Paraíba do Sul, responsáveis por 24%, 23% e 15% da demanda total da bacia, respectivamente.

5.6 RESOLUÇÕES – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

É importante ressaltar que a vazão da transposição para a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, não foi considerada estudo de demandas - embora tal transposição seja fruto de captação de água no Rio Paraíba do Sul, na região do CBH Médio Paraíba do Sul - uma vez que o consumo não ocorre na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

A Resolução da ANA nº 211, de 26 de maio de 2003 determina em seu Art. 1º, parágrafo I, os limites de descarga mínima a jusante dos aproveitamentos, ou seja:

- a) Paraibuna 30m³/s;
- b) Santa Branca 40m³/s;
- c) Jaguari 10m³/s;
- d) Funil 80m³/s;
- e) Santa Cecília 71m³/s (instantânea);
- f) Pereira Passos 120m³/s (instantânea).

No parágrafo IV, a Resolução determina ainda o limite mínimo de vazão afluente em Santa Cecília como sendo de 190m³/s, dos quais 119m³/s seriam para a transposição para o rio Guandu e o restante, 71m³/s, como vazão residual para jusante.

Com o agravamento da crise hídrica estabelecida na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a Agência Nacional de Águas, vem reduzindo gradativamente os limites mínimos das vazões afluentes à Santa Cecília através de suas Resoluções.

Encontra-se em vigor até o dia 30 de novembro de 2016, a Resolução ANA nº 1.188 de 29 de setembro de 2016, com redução das descargas mínimas a jusante dos reservatórios, com os seguintes valores:

- Reservatório de Paraibuna de 30m³/s para 7m³/s;
- Reservatório de Santa Branca de 40m³/s para 10m³/s;
- Reservatório de Jaguari de 10m³/s para 4m³/s;
- Reservatório de Funil de 80m³/s para 60m³/s.

A mesma Resolução altera, ainda, o limite mínimo em Santa Cecília de 190m³/s para 110m³/s e, em seu Art. 3º, determina, ainda, que fiquem suspensos os limites estabelecidos no Art. 1º da Resolução ANA nº 211, de 26 de maio de 2003.

6 AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

Para a determinação da disponibilidade hídrica superficial da Bacia foram utilizados os dados de 35 postos fluviométricos, abrangendo o período de 01/01/1984 a 31/12/2013 (30 anos de observações), disponíveis no Banco de Dados da Agência Nacional de Águas – ANA.

Da análise das séries de vazões médias diárias desses 35 postos fluviométricos foram determinadas as vazões de permanência Q_{100} , Q_{95} , Q_{90} , Q_{80} , Q_{70} , Q_{60} , Q_{50} , além das vazões de referência $Q_{\text{média}}$ e $Q_{7,10}$. Considerando a área de drenagem desses postos foram calculadas as respectivas descargas específicas para essas diversas permanências.

Por fim, foram escolhidos 138 pontos, denominados como Pontos de Apoio (vide **Figura 6.1**), para os quais foram calculadas as diversas vazões de referência, (vide **Quadro 6.1**), que apresenta ainda os postos fluviométricos estudados, a denominação do local, o rio, o comprimento do talvegue e a área de drenagem para cada local.

MAPA DE APOIO COM AS SUB-BACIAS ESTUDADAS PARA DETERMINAÇÃO DE DESCARGAS ESPECÍFICAS



LEGENDA

Estações Fluviométricas

- F: Observações de nível d'água (réguas hidrométricas)
- Fr: Medições de nível d'água com equipamentos automáticos (registradores)
- D: Medições de descarga líquida
- S: Medições de descarga sólida
- Q: Medições de qualidade das águas
- T: Estações dotadas de equipamentos telemétricos
- FDQ / F/DQ
- FDQT / F/DQT
- FDSQ / F/DQS
- FDSQT / F/DQSQT
- Q

Pontos de Controle

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Áreas de Abrangência dos Comitês
- Sub-bacias Estudadas para Determinação de Vazões Específicas
- Regiões anexadas às Sub-bacias Estudadas
- Posicionamento dos Pontos de Apoio

Hidrografia (Base de apoio ANA escala 1:250.000)

- Rio Paraíba do Sul
- Principais Afluentes
- Afluentes
- Outros Cursos d'Água
- Reservatórios

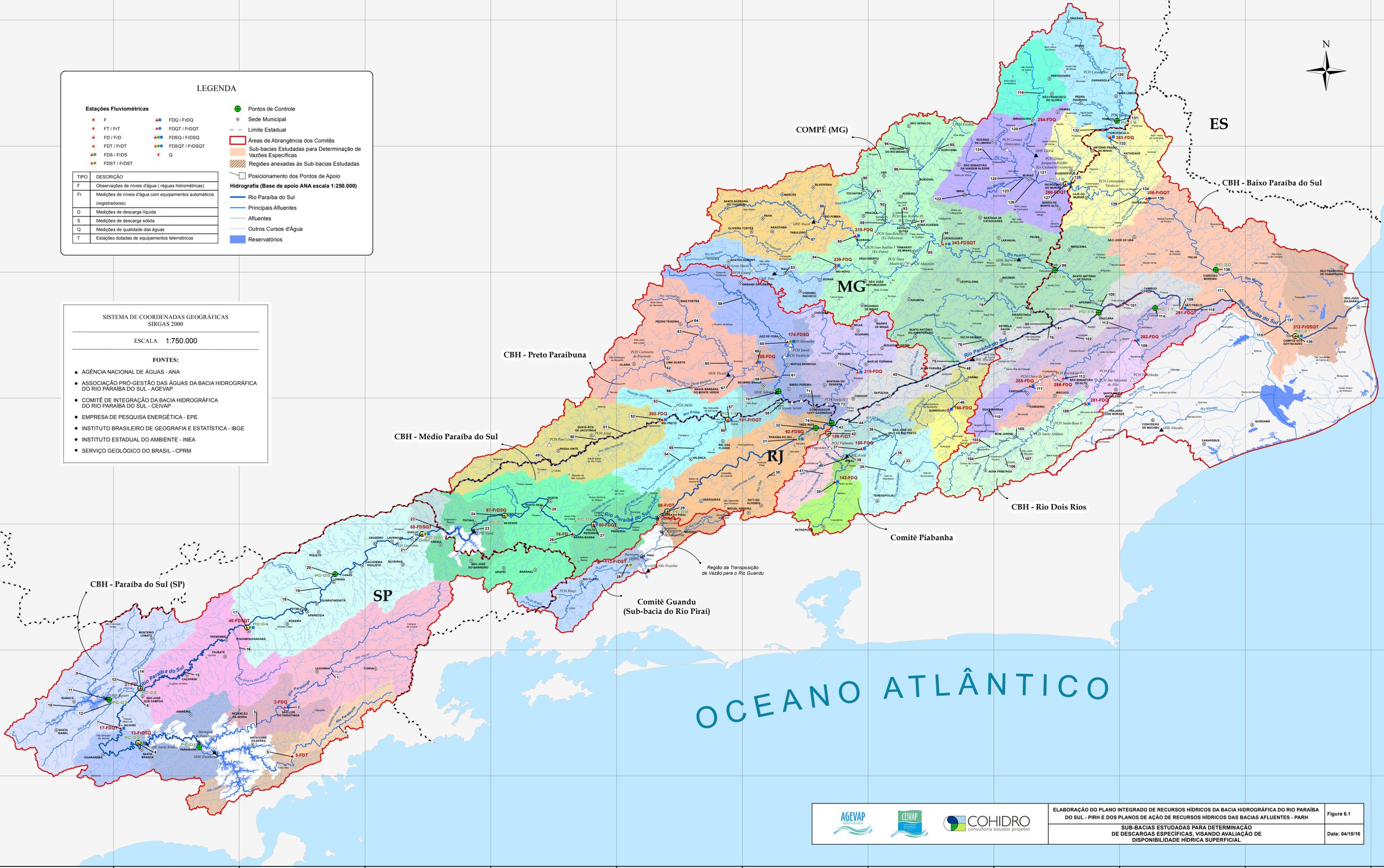
TIPO	DESCRIÇÃO
F	Observações de nível d'água (réguas hidrométricas)
Fr	Medições de nível d'água com equipamentos automáticos (registradores)
D	Medições de descarga líquida
S	Medições de descarga sólida
Q	Medições de qualidade das águas
T	Estações dotadas de equipamentos telemétricos

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
SIRGAS 2000

ESCALA: 1:750.000

FONTES:

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - AGEVAP
- COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - CEIVAP
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM



ELABORAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO SUL - PIRH E DOS PLANOS DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS AFLUENTES - PARH

Figura 6.1

SUB-BACIAS ESTUDADAS PARA DETERMINAÇÃO DE DESCARGAS ESPECÍFICAS, VISANDO AVALIAÇÃO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Data: 04/10/16

Quadro 6.1 – Vazões de Referência (m³/s), obtidas com base nas Séries de Vazões Médias Diárias (HIDROWEB). Comprimento do Talvegue (km) desde a Nascente e Área de Drenagem (km²)

ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
1		Jusante foz Rio Jacuí	Paraitinga	93,68	1521,48	6,45	10,12	11,45	13,16	14,72	16,43	18,53	23,74	7,09
2	58040000	São Luiz do Paraitinga	Paraitinga	135,03	1954,06	8,28	13,00	14,70	16,90	18,90	21,10	23,80	30,49	9,10
3		Montante reservatório Paraibuna	Paraitinga	160,63	2404,67	10,19	16,00	18,09	20,80	23,26	25,97	29,29	37,52	11,20
4		Montante foz Ribeirão Grande	Paraibuna	36,97	209,03	0,56	1,53	2,23	2,88	3,46	4,04	4,78	6,22	0,93
5	58068000	Fazenda Palmeiras	Paraibuna	74,33	449,99	1,20	3,30	4,81	6,20	7,44	8,70	10,30	13,38	1,99
6	58099000	Santa Branca (PC-02)	Paraíba do Sul	254,19	4948,43	33,00	37,90	39,90	42,90	48,70	60,60	70,10	80,27	33,11
7	58110002	Jacareí SAAE	Paraíba do Sul	313,02	5479,07	35,70	44,80	46,60	49,80	55,80	67,80	77,40	87,68	36,91
8		Montante foz Jaguari	Paraíba do Sul	334,01	5695,75	36,98	46,52	49,02	52,99	59,20	71,23	80,86	91,23	38,27
9		Montante reservatório Jaguari	do Peixe	44,76	428,95	2,54	3,41	4,80	6,31	6,73	6,79	6,86	7,03	2,68
10		Igaratá	Jaguari	45,53	468,00	2,77	3,72	5,23	6,88	7,35	7,40	7,48	7,67	2,92
11		UHE Jaguari(PC-03)	Jaguari	64,84	1317,59	7,80	10,48	14,73	19,37	20,68	20,84	21,06	21,61	8,23
12		Foz Rio Parateí	Parateí	48,62	376,85	2,23	3,00	4,21	5,54	5,91	5,96	6,02	6,18	2,35
13		Foz Rio Buquira	Buquira	46,64	416,58	2,47	3,31	4,66	6,12	6,54	6,59	6,66	6,83	2,60
14	58140100	Fazenda Igaçaba (PC-22)	Paraíba do Sul	339,12	7893,92	50,00	64,00	73,60	85,30	93,70	106,00	116,00	127,28	52,00
15		Caçapava	Paraíba do Sul	378,22	8322,72	53,78	68,80	78,53	91,23	100,78	113,50	124,00	136,32	55,89
16		Foz Rio Una	Una	60,57	474,96	4,18	5,32	5,46	6,57	7,84	8,31	8,87	10,02	4,31
17	58183000	Pindamonhangaba (PC_04)	Paraíba do Sul	439,79	9608,30	65,10	83,20	93,30	109,00	122,00	136,00	148,00	163,44	67,57
18		Aparecida	Paraíba do Sul	471,82	10349,67	68,59	90,17	101,42	117,66	130,42	144,19	156,19	172,72	71,21
19		Foz Rio Piagüi	Piagüi	35,05	179,37	0,84	1,69	1,96	2,09	2,04	1,98	1,98	2,25	0,88
20		Lorena (PC-05)	Paraíba do Sul	497,41	11144,79	72,32	97,65	110,12	126,94	139,46	152,97	164,97	182,68	75,12
21	58235100	Queluz(PC-06)	Paraíba do Sul	550,81	12777,21	80,00	113,00	128,00	146,00	158,00	171,00	183,00	203,11	83,15
22		Entrega Comitê Paulista para Médio	Paraíba do Sul	559,06	12889,11	80,53	114,05	129,23	147,31	159,27	172,24	184,24	204,51	83,70
23		Jusante UHE Funil	Paraíba do Sul	584,07	13434,53	100,01	144,87	155,87	170,61	178,07	187,81	192,30	212,15	103,04



ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
24	58250000	Resende (PC-07)	Paraíba do Sul	601,20	13912,24	104,50	150,00	161,00	176,00	185,00	195,00	200,00	220,99	108,07
25		Porto Real	Paraíba do Sul	633,91	14686,51	111,78	158,32	169,32	184,74	196,23	206,65	212,48	235,33	116,22
26	58300000	Barra Mansa	Paraíba do Sul	657,12	15773,48	122,00	170,00	181,00	197,00	212,00	223,00	230,00	255,45	127,66
27	58305001	Volta Redonda (PC-08)	Paraíba do Sul	667,89	16020,41	124,32	172,65	183,65	199,79	215,58	226,71	233,98	260,02	130,26
28	58350001	Fazenda Nova Esperança	Piraí	69,42	625,95	1,66	2,54	2,75	2,98	3,14	3,43	3,75	7,29	1,71
29	58370000	Barra do Piraí (PC-09)	Paraíba do Sul	709,77	16879,48	44,10	63,00	64,20	70,50	75,80	82,90	88,30	130,01	44,27
30		Avelar	Ubá	31,76	239,27	2,36	2,85	3,72	4,88	5,13	5,57	6,26	6,98	2,47
31	58380001	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	790,58	18474,06	59,80	82,00	89,00	103,00	110,00	120,00	130,00	176,54	60,74
32		Três Rios (PC-10)	Paraíba do Sul	799,92	18587,79	60,92	83,36	90,77	105,32	112,44	122,65	132,97	179,86	61,92
33		Jusante foz Rio das Bengalas	Preto	22,99	382,67	1,23	2,43	2,76	3,19	3,71	4,33	5,09	6,78	1,34
34		Vale do Paquequer	Paquequer	31,15	239,25	0,77	1,52	1,73	2,00	2,32	2,71	3,18	4,24	0,84
35		Jusante foz Rio Paquequer	Preto	34,21	681,70	2,18	4,33	4,92	5,69	6,61	7,71	9,06	12,07	2,40
36		São José do Vale Rio Preto	Preto	54,21	838,66	2,69	5,33	6,06	7,00	8,13	9,48	11,15	14,85	2,95
37	58425000	Moreli (Parada Moreli)	Preto (Bacia Piabanha)	68,49	1008,25	3,23	6,41	7,28	8,41	9,78	11,40	13,40	17,86	3,54
38		Foz do Rio Preto	Preto	75,01	1049,04	3,36	6,67	7,57	8,75	10,18	11,86	13,94	18,58	3,69
39	58405000	Pedro do Rio	Piabanha	32,00	416,82	2,52	3,92	4,32	5,13	6,00	6,94	8,13	11,23	2,85
40		Areal	Piabanha	49,83	492,39	2,98	4,63	5,10	6,06	7,09	8,20	9,60	13,27	3,36
41		Jusante foz Rio da Maria-Comprida	Fagundes	30,65	274,75	0,11	0,22	0,55	0,84	1,29	1,87	2,17	2,57	0,12
42	58442000	Fazenda da Barreira (PC-11)	Piabanha	72,82	2062,09	6,72	12,00	14,00	16,70	20,00	23,90	28,00	37,25	7,47
43		Após confluência dos três rios	Paraíba do Sul	812,09	29281,39	116,30	171,24	191,03	224,06	248,59	278,57	312,48	409,47	121,45
44		Foz Rio Calçado	Calçado	38,61	272,40	0,87	1,73	1,97	2,27	2,64	3,08	3,62	4,82	0,96
45		Montante foz Ribeirão do Peixe	Paraíba do Sul	856,72	30057,10	117,57	173,68	193,94	227,41	253,16	286,19	321,13	420,57	122,89
46	58645000	Sumidouro	Paquequer	32,64	300,64	1,19	2,23	2,61	3,26	3,68	4,17	4,75	6,23	1,36
47		Foz Rio São Francisco	São Francisco	30,11	178,01	0,70	1,32	1,55	1,93	2,18	2,47	2,81	3,69	0,81
48		Foz Rio Paquequer	Paquequer	61,80	756,91	3,00	5,61	6,57	8,21	9,26	10,50	11,96	15,69	3,43
49		Passa-Vinte	Preto	65,48	503,26	3,62	5,24	5,74	6,83	7,97	9,34	11,29	14,83	3,74



ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
50		Jusante PCH Areal	do Bananal	39,25	358,75	2,58	3,73	4,09	4,87	5,68	6,65	8,05	10,57	2,66
51		Montante foz Rio São Fernando	Preto	113,70	1273,59	9,17	13,26	14,53	17,28	20,17	23,62	28,56	37,52	9,46
52	58550001	Rio Preto	Preto	132,29	1805,96	13,00	18,80	20,60	24,50	28,60	33,50	40,50	53,21	13,41
53		Montante PCH Melo	Ribeirão Sant'Ana	30,87	157,33	0,70	1,16	1,42	1,70	2,01	2,30	2,59	3,12	0,79
54		Montante Valença	das Flores	25,04	126,21	0,56	0,93	1,14	1,36	1,61	1,85	2,08	2,50	0,63
55		Jusante Valença	das Flores	34,80	185,71	0,83	1,37	1,68	2,00	2,37	2,72	3,05	3,68	0,93
56		Foz Rio da Flores	das Flores	60,36	646,89	2,88	4,78	5,86	6,98	8,25	9,47	10,64	12,83	3,23
57	58585000	Manuel Duarte (PC-12)	Preto	183,95	3131,53	18,90	28,60	32,60	38,80	45,50	52,90	62,30	79,50	20,03
58		Foz Rio Preto	Preto	208,89	3413,11	20,15	30,68	35,15	41,84	49,09	57,02	66,93	85,09	21,44
59		Jusante reservatório (Ewbank da Câmara)	Paraibuna	46,65	382,66	2,52	3,92	4,38	5,16	5,70	6,28	6,94	8,50	2,92
60	58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna	88,49	986,71	6,50	10,10	11,30	13,30	14,70	16,20	17,90	21,93	7,52
61		Montante foz Rio do peixe	Paraibuna	115,40	1254,54	8,26	12,84	14,37	16,91	18,69	20,60	22,76	27,88	9,56
62		Lima Duarte	do Peixe	51,35	517,06	2,84	4,43	4,91	5,74	6,39	7,17	8,23	10,65	2,91
63		Montante foz Rio Vermelho	do Peixe	81,01	776,45	4,26	6,65	7,38	8,62	9,59	10,77	12,36	15,99	4,36
64		Pedro Teixeira	Vermelho	40,21	370,31	2,03	3,17	3,52	4,11	4,57	5,14	5,90	7,63	2,08
65		Montante Reservatório UHE Picada	do Peixe	109,57	1683,95	9,24	14,42	16,00	18,70	20,80	23,35	26,81	34,68	9,46
66		Santa Bárbara do Monte Verde	Monte Verde / S. Bárbara	25,07	109,02	0,60	0,93	1,04	1,21	1,35	1,51	1,74	2,25	0,61
67		Jusante foz Rio Santa Bárbara	do Peixe	120,74	2022,99	11,10	17,32	19,22	22,46	24,99	28,06	32,21	41,66	11,37
68	58516500	Faz. Sto. Antônio	do Peixe	143,18	2242,44	12,30	19,20	21,30	24,90	27,70	31,10	35,70	46,18	12,60
69		Foz Rio do Peixe	do Peixe	167,86	2361,05	12,95	20,22	22,43	26,22	29,17	32,74	37,59	48,63	13,27
70		PC-13	Paraibuna	129,88	3737,58	22,02	34,31	38,19	44,77	49,67	55,35	62,56	79,22	23,76
71		Comendador Levy Gasparian	Paraibuna	150,53	7340,41	43,40	66,91	75,49	89,14	101,57	115,47	132,92	168,50	46,63
72	58610000	Estevão Pinto	Cágado	82,49	783,20	2,81	5,04	6,06	7,22	8,24	9,42	10,60	13,84	2,83
73		Foz Rio Cágado	Cágado	125,87	1131,17	4,06	7,28	8,75	10,43	11,90	13,61	15,31	20,00	4,09
74		PC-14	Paraibuna	171,80	8578,89	48,17	75,28	85,47	101,02	115,07	130,83	150,17	190,88	51,54
75		Foz Rio do Aventureiro	do Aventureiro	34,82	179,17	0,46	0,52	0,56	0,93	0,95	1,09	1,26	1,83	0,49

ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
76		Foz rio Angu	Angu	56,51	289,14	0,74	0,84	0,91	1,51	1,53	1,76	2,03	2,95	0,80
77		Jusante foz Rio Angu	Paraíba do Sul	894,40	31880,44	122,32	181,49	203,07	239,45	267,15	304,63	342,01	448,15	128,27
78		Montante foz Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul	916,60	32281,81	122,58	181,95	203,72	240,18	268,57	308,21	345,95	453,05	128,61
79		Abaíba	Pirapetinga	45,16	328,19	0,84	0,95	1,03	1,71	1,73	2,00	2,31	3,34	0,90
80		Foz Rio Pirapetinga	Pirapetinga	94,77	706,01	1,81	2,04	2,21	3,68	3,72	4,30	4,96	7,19	1,95
81		Jusante foz Rio Pirapetinga	Paraíba do Sul	917,84	32988,68	124,39	183,99	205,93	243,87	272,29	312,51	350,92	460,25	130,56
82		Itaocara (PC-15)	Paraíba do Sul	942,48	33601,72	125,38	185,91	208,16	246,33	275,76	317,73	356,78	469,78	131,65
83		Piau	Piau	68,79	485,97	2,13	4,31	5,08	6,20	6,87	7,48	8,33	10,42	2,34
84	58755000	Rio Novo	Novo	99,56	799,31	3,51	7,09	8,36	10,20	11,30	12,30	13,70	17,14	3,85
85		Foz Rio Novo	Novo	172,33	2017,20	6,63	10,61	12,17	16,55	17,72	19,72	22,25	29,55	7,21
86		Rio Pomba	Pomba	75,98	957,76	4,08	8,45	9,32	10,96	12,47	13,93	15,79	20,23	5,16
87		Tabuleiro	Formoso	64,81	321,79	1,37	2,84	3,13	3,68	4,19	4,68	5,31	6,80	1,73
88	58730001	Guarani	Pomba	104,46	1643,36	7,00	14,50	16,00	18,80	21,40	23,90	27,10	34,71	8,85
89		Montante foz Rio Paraopeba	Pomba	131,55	1805,84	7,42	14,97	16,51	19,65	22,26	24,89	28,24	36,37	9,30
90		Tocantins	Paraopeba	15,11	99,04	0,25	0,29	0,31	0,52	0,52	0,60	0,70	1,01	0,27
91		Jusante foz Ribeirão dos Macacos	Paraopeba	23,18	209,75	0,54	0,61	0,66	1,09	1,11	1,28	1,47	2,14	0,58
92		Foz Rio Paraopeba	Paraopeba	41,27	420,47	1,08	1,21	1,32	2,19	2,22	2,56	2,95	4,28	1,16
93		Astolfo Dutra	Pomba	142,45	2333,72	8,77	16,49	18,16	22,40	25,04	28,10	31,95	41,74	10,75
94		Visconde do Rio Branco	Xopotó	21,07	128,92	0,33	0,37	0,40	0,67	0,68	0,79	0,91	1,31	0,36
95		Guiricema	dos Bagres	27,87	167,32	0,43	0,48	0,52	0,87	0,88	1,02	1,18	1,70	0,46
96		Jusante foz Rio dos Bagres	Xopotó	35,16	701,33	1,80	2,03	2,20	3,66	3,70	4,27	4,93	7,14	1,93
97		Foz Rio Xopotó	Xopotó	70,26	1288,07	3,30	3,72	4,03	6,72	6,79	7,85	9,05	13,12	3,55
98	58770000	Cataguases	Pomba	173,47	5873,99	19,30	31,50	35,10	46,90	50,80	57,10	64,90	86,81	22,16
99		PC-16 (entrega de água MG / RJ)	Pomba	252,46	7716,40	24,02	36,82	40,87	56,51	60,52	68,32	77,84	105,58	27,23
100		Foz Rio Pomba	Pomba	287,58	8581,98	26,24	39,32	43,58	61,03	65,08	73,59	83,92	114,39	29,62
101		Jusante foz Rio Pomba	Paraíba do Sul	952,48	42293,18	151,69	225,35	251,91	307,55	341,23	392,30	441,78	585,51	161,37

ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
102		Laranjais	Ribeirão das Areias	51,05	308,90	0,65	1,26	1,42	1,57	2,07	2,56	2,92	5,30	0,69
103		Montante foz Rio Bengala	Grande	52,73	290,93	1,28	1,92	2,17	2,48	2,84	3,22	3,81	4,96	1,33
104		Conselheiro Paulino	da Bengala	24,45	172,70	0,76	1,14	1,29	1,47	1,69	1,91	2,26	2,94	0,79
105		Bom Jardim	Grande	65,16	556,89	2,46	3,68	4,15	4,75	5,44	6,16	7,29	9,50	2,54
106		Amparo	Ribeirão São José	10,29	53,98	0,24	0,36	0,40	0,46	0,53	0,60	0,71	0,92	0,25
107		São José do Ribeirão	Ribeirão São José	18,41	198,54	0,88	1,31	1,48	1,69	1,94	2,20	2,60	3,39	0,90
108	58846000	Manuel de Moraes	Grande	134,26	1383,08	6,10	9,13	10,30	11,80	13,50	15,30	18,10	23,58	6,30
109	58850000	Pimentel	Grande	181,97	1816,80	7,01	10,90	12,30	14,00	16,40	18,90	22,20	31,03	7,28
110		Duas Barras	Negro	18,04	132,34	0,51	0,78	0,88	1,00	1,11	1,25	1,40	1,95	0,54
111	58857000	Aldeia - RV	Negro	39,17	344,09	1,32	2,04	2,30	2,59	2,89	3,25	3,64	5,07	1,40
112	58860000	Fazenda Ponte do Ismério	Negro	64,06	707,32	2,67	3,63	4,13	5,40	6,54	7,54	8,62	12,39	2,96
113		Montante confluência com Rio Grande	Negro	123,83	1120,43	3,54	5,32	6,03	7,50	9,30	10,97	12,53	19,48	3,89
114		PC-17	Dois Rios	206,59	3119,96	10,93	16,96	19,18	22,42	26,92	31,39	36,45	53,65	11,58
115	58880001	São Fidélis	Paraíba do Sul	984,72	45900,62	163,00	243,00	272,00	331,00	370,00	428,00	483,00	645,30	173,41
116		Foz Rio do Colégio	do Colégio	40,49	202,78	0,43	0,83	0,94	1,03	1,36	1,68	1,92	3,48	0,46
117		Jusante foz Rio do Colégio	Paraíba do Sul	1.006,29	46.324,18	163,86	244,65	273,95	333,18	372,87	431,56	487,19	652,32	174,39
118		Montante foz Rio Muriaé	Paraíba do Sul	1029,27	46423,69	164,15	245,19	274,70	334,06	374,02	432,98	489,02	654,71	174,78
119		São Francisco do Glória	Glória	36,21	413,66	1,37	2,77	3,22	3,93	4,55	5,44	6,40	9,65	1,51
120	58917000	Jussara	Glória	51,70	749,24	2,49	5,01	5,84	7,11	8,25	9,86	11,60	17,49	2,73
121		Foz Rio Glória	Glória	87,32	1100,19	2,79	6,60	7,61	9,16	10,62	12,63	15,02	22,92	3,28
122		Mirai	Muriaé	19,97	122,35	0,10	0,55	0,62	0,71	0,83	0,97	1,19	1,90	0,19
123		Montante foz Rio Preto	Muriaé	53,76	562,93	0,47	2,55	2,83	3,28	3,80	4,44	5,49	8,72	0,89
124		Pirapanema	Preto	26,78	152,43	0,13	0,69	0,77	0,89	1,03	1,20	1,49	2,36	0,24
125		Foz Rio preto	Preto	52,19	503,23	0,42	2,28	2,53	2,93	3,40	3,97	4,90	7,80	0,80
126		Montante foz Rio Glória	Muriaé	61,65	1126,79	0,95	5,10	5,67	6,57	7,60	8,89	10,98	17,46	1,78
127	58920000	Patrocínio do Muriaé (PC-18)	Muriaé	79,47	2667,99	4,10	13,70	15,50	18,30	21,20	25,00	30,30	47,21	5,76

ORDEM	CÓDIGO POSTO	NOME	RIO	COMPR.DO TALVEGUE (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₈₀ (m ³ /s)	Q ₇₀ (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q _{média} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
128		Jus. foz Rio Gavião (entrega água MG / RJ)	Muriaé	81,47	3038,28	4,43	14,87	17,15	20,35	23,93	28,37	34,74	52,81	6,11
129		Montante foz Rio Carangola	Muriaé	137,18	3670,23	4,98	16,87	19,97	23,86	28,60	34,13	42,32	62,35	6,71
130		Carangola	Carangola	59,24	768,96	0,28	2,74	3,35	4,41	5,32	6,35	7,49	11,21	0,55
131		Tombos (PC-19)	Carangola	95,88	1077,49	0,39	3,85	4,70	6,18	7,46	8,89	10,50	15,71	0,76
132		Mont. foz Rio São João (entrega água MG / RJ)	Carangola	108,34	1306,01	0,47	4,66	5,69	7,49	9,04	10,78	12,72	19,05	0,93
133	58934000	Porciúncula	Carangola	114,73	1344,84	0,48	4,80	5,86	7,71	9,31	11,10	13,10	19,61	0,95
134		Foz Rio Carangola	Carangola	161,66	2015,91	1,07	6,92	8,86	11,43	14,26	17,21	21,15	29,75	1,59
135	58940000	Itaperuna	Muriaé	144,77	5813,58	6,16	24,20	29,40	36,00	43,80	52,50	65,00	94,02	8,43
136		Cardoso Moreira (PC-20)	Muriaé	204,85	7218,81	8,72	28,90	35,89	43,61	53,73	64,79	80,82	114,75	11,84
137		Foz Rio Muriaé	Muriaé	259,05	8161,72	10,43	32,05	40,25	48,71	60,38	73,04	91,43	128,65	14,13
138	58974000	Campos - Ponte Municipal (PC-21)	Paraíba do Sul	1050,19	54688,03	175,00	278,00	316,00	384,00	436,00	508,00	583,00	786,70	189,46

7 BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

A bacia do rio Paraíba do Sul foi dividida em “ottobacias”, dotando-se, cada uma, de seus dados de demanda, retorno, vazões remanescentes dos dois trechos anteriores ao nó em análise e do acréscimo de vazão nos limites da “ottobacia” em referência. Desta forma, foi possível calcular o balanço em cada trecho de rio, mediante a seleção das “ottobacias” a montante do trecho em destaque e aplicando o cálculo do somatório das vazões remanescentes dos dois trechos de montante, acrescido do escoamento superficial do trecho em análise, diminuído das demandas e somados os retornos, calculando desta forma a nova vazão remanescente.

Com os resultados do Balanço, foi possível identificar áreas de pressão sobre os recursos hídricos e alertar sobre possíveis conflitos no uso da água. Tais conflitos são identificados em mapas através de legenda de cores que representam a faixa em que se encontra o índice de disponibilidade hídrica (IUD) em cada trecho de rio.

Tal índice (IUD) é obtido pela divisão das demandas projetadas para cada “ottobacia” pela disponibilidade hídrica no trecho de rio considerado, ou seja:

$$IUD = \text{Demanda} / \text{Disponibilidade Hídrica}$$

As faixas de variação dos índices de disponibilidade hídrica (IUD) foram estabelecidas considerando:

- Azul – $0,00 < IUD \leq 0,25$ (uso entre 0% e 25%)
- Verde – $0,25 < IUD \leq 0,50$ (uso entre 25% e 50%)
- Amarelo – $0,50 < IUD \leq 0,75$ (uso entre 50% e 75%)
- Laranja – $0,75 < IUD \leq 1,00$ (uso entre 75% e 100%)
- Vermelho – $1,00 < IUD$ (sem condições de atendimento, ou seja, demanda projetada maior que a disponibilidade hídrica do trecho considerado).

Foram elaborados 108 mapas, apresentados no **Anexo 3, Volume 2 do Produto B**, com os resultados dos balanços hídricos dos Cenários Pessimista, Tendencial e

Otimista nos horizontes de 2018, 2023, 2028 e 2033, para as Vazões de Referência Q_{100} , Q_{95} , Q_{90} , Q_{80} , Q_{70} , Q_{60} , Q_{50} , $Q_{média}$ e $Q_{7,10}$.

No cenário Tendencial, no horizonte de 2033, os resultados do “Balanço Hídrico Quantitativo” apontam dificuldades de atendimento às demandas estabelecidas em algumas regiões da Bacia, onde a concentração de algumas atividades provoca uma forte pressão sobre os recursos hídricos disponíveis, que precisam ser gerenciados de forma a evitar os conflitos sobre o uso da água nestes locais.

As **Figuras 7.1 a 7.9**, a seguir, e os mapas recém citados, propiciam uma visão geral sobre o “Balanço Hídrico Quantitativo” na Bacia.

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₁₀₀

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo

Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

$$IUD = \frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$$

● Pontos de Controle

Q_{rem} em m³/s Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)

○ Sede Municipal

--- Limite Estadual

▭ Áreas de Abrangência dos Comitês

— Hidrografia

■ Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:

Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:

Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:

Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:

Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:

Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:

Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:

Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:

Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)

OCEANO ATLÂNTICO



ELABORAÇÃO DO PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - PIRH E DOS PLANOS DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS AFLUENTES - PARH

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO TENDENCIAL - HORIZONTE 2033 - VR Q₁₀₀

Figura 7.1

Data: 11/10/16

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: $Q_{7,10}$

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo
 Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)

OCEANO ATLÂNTICO

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₉₅

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo

Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Q_{rem} em m³/s Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- ▭ Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

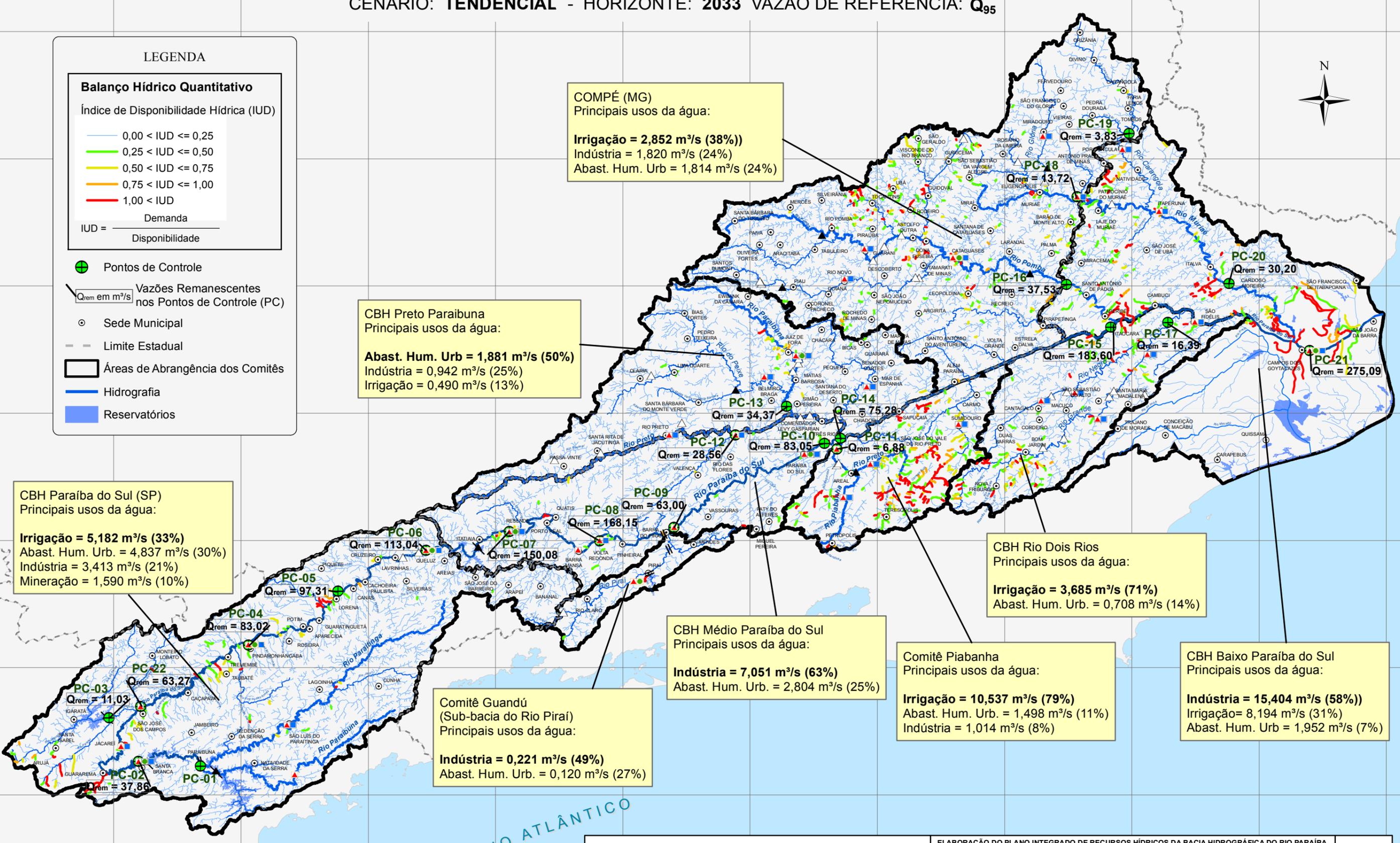
CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)



OCEANO ATLÂNTICO

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₉₀

LEGENDA

- Balanco Hídrico Quantitativo**
- Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)
- 0,00 < IUD <= 0,25
 - 0,25 < IUD <= 0,50
 - 0,50 < IUD <= 0,75
 - 0,75 < IUD <= 1,00
 - 1,00 < IUD
- IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$
- Pontos de Controle
 - Q_{rem} em m³/s Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
 - Sede Municipal
 - Limite Estadual
 - ▭ Áreas de Abrangência dos Comitês
 - Hidrografia
 - ▭ Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)

OCEANO ATLÂNTICO

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₈₀

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo
 Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)

OCEANO ATLÂNTICO

BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₇₀

LEGENDA

- Balanco Hídrico Quantitativo**
 Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)
- 0,00 < IUD <= 0,25
 - 0,25 < IUD <= 0,50
 - 0,50 < IUD <= 0,75
 - 0,75 < IUD <= 1,00
 - 1,00 < IUD
- IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$
- Pontos de Controle
 - Q_{rem} em m³/s Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
 - Sede Municipal
 - Limite Estadual
 - ▭ Áreas de Abrangência dos Comitês
 - Hidrografia
 - ▭ Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

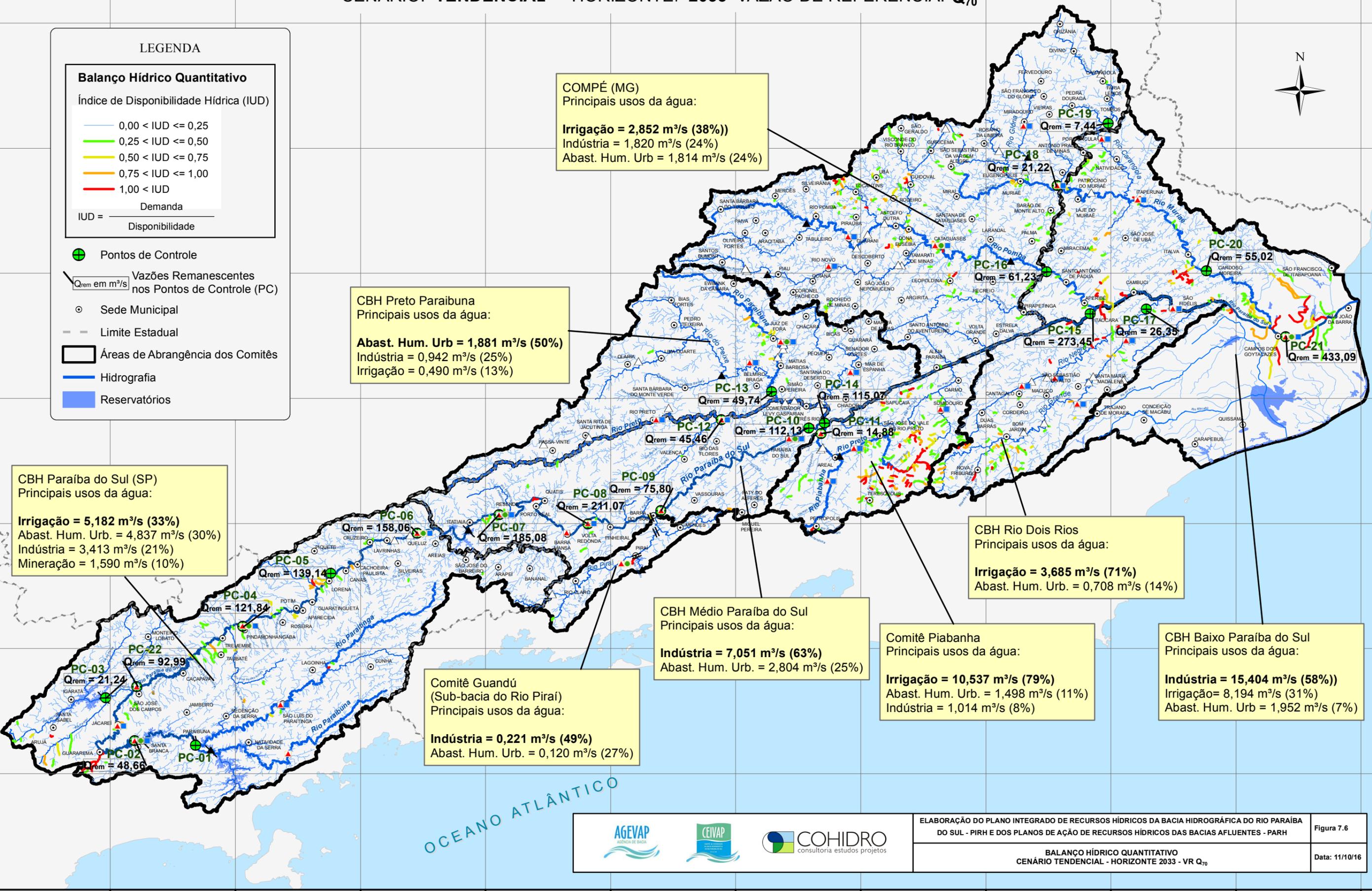
CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)



BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₆₀

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo

Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

0,00 < IUD <= 0,25
0,25 < IUD <= 0,50
0,50 < IUD <= 0,75
0,75 < IUD <= 1,00
1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- ▭ Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- ▭ Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

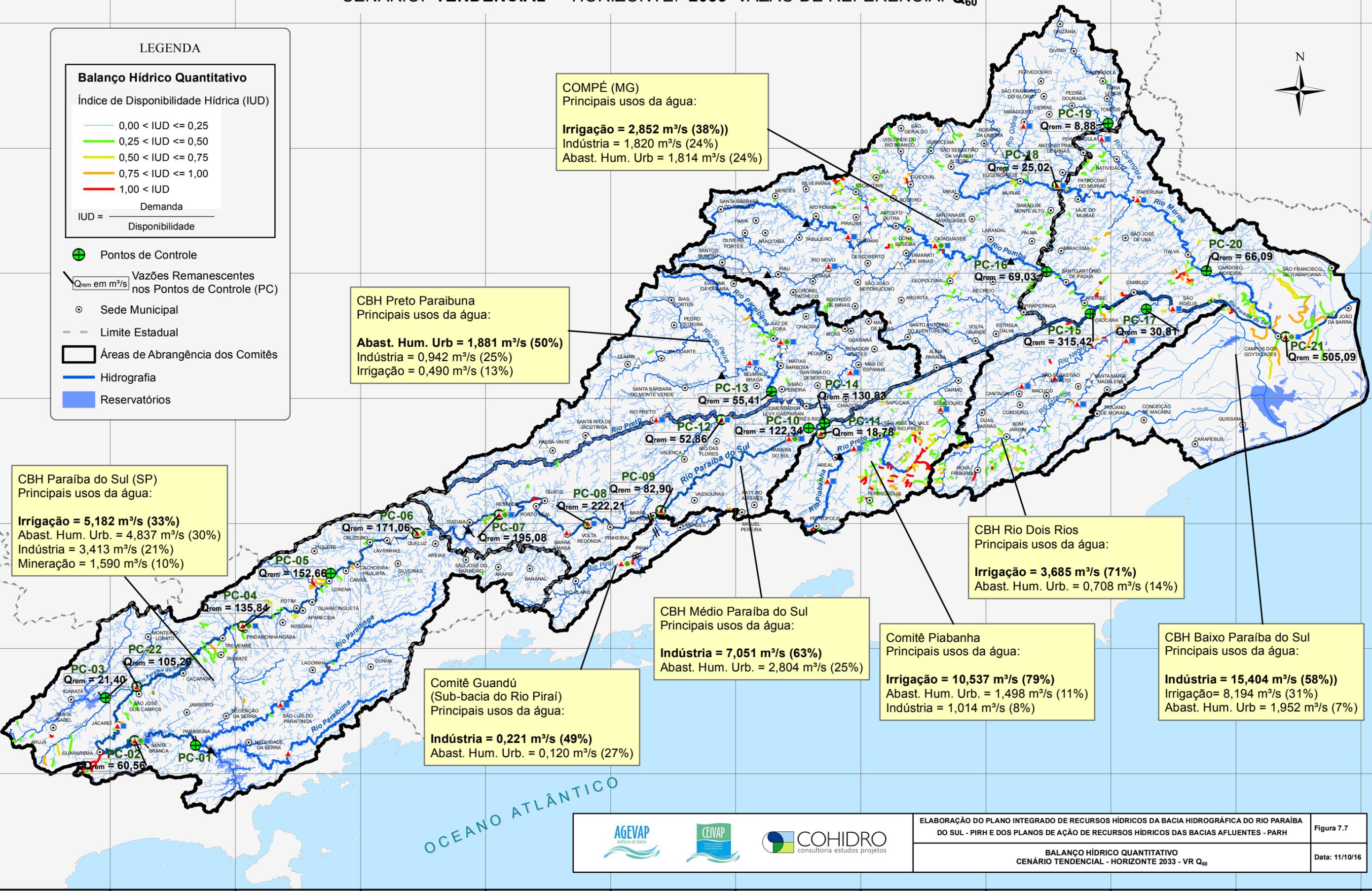
CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)



BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: Q₅₀

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo
 Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Q_{rem} em m³/s Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- ▭ Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

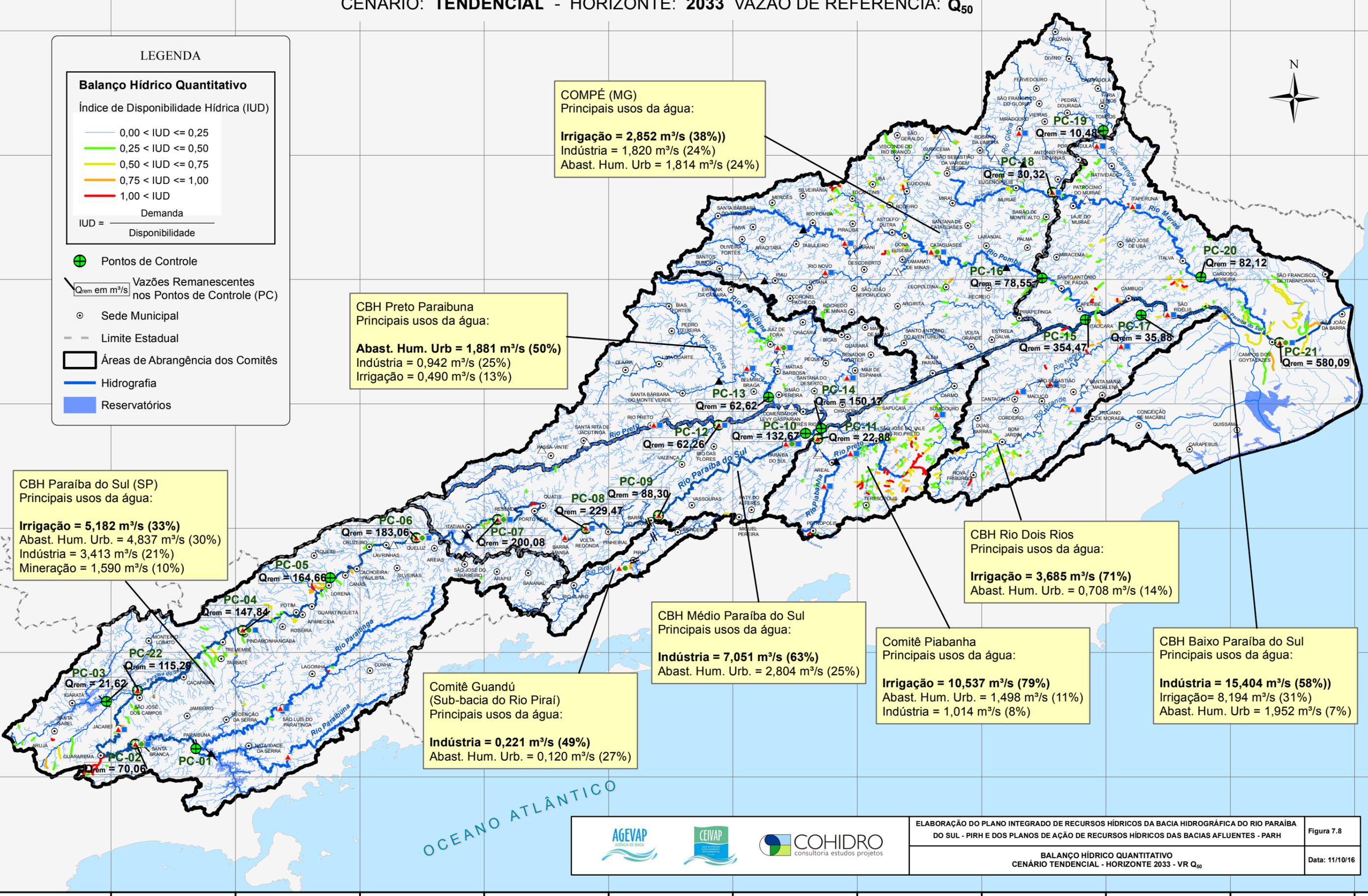
CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)



BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO
 CENÁRIO: TENDENCIAL - HORIZONTE: 2033 VAZÃO DE REFERÊNCIA: $Q_{m\acute{e}dia}$

LEGENDA

Balanco Hídrico Quantitativo
 Índice de Disponibilidade Hídrica (IUD)

- 0,00 < IUD <= 0,25
- 0,25 < IUD <= 0,50
- 0,50 < IUD <= 0,75
- 0,75 < IUD <= 1,00
- 1,00 < IUD

IUD = $\frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidade}}$

- Pontos de Controle
- Vazões Remanescentes nos Pontos de Controle (PC)
- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Áreas de Abrangência dos Comitês
- Hidrografia
- Reservatórios

COMPÉ (MG)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 2,852 m³/s (38%)
 Indústria = 1,820 m³/s (24%)
 Abast. Hum. Urb = 1,814 m³/s (24%)

CBH Preto Paraibuna
 Principais usos da água:
 Abast. Hum. Urb = 1,881 m³/s (50%)
 Indústria = 0,942 m³/s (25%)
 Irrigação = 0,490 m³/s (13%)

CBH Paraíba do Sul (SP)
 Principais usos da água:
 Irrigação = 5,182 m³/s (33%)
 Abast. Hum. Urb. = 4,837 m³/s (30%)
 Indústria = 3,413 m³/s (21%)
 Mineração = 1,590 m³/s (10%)

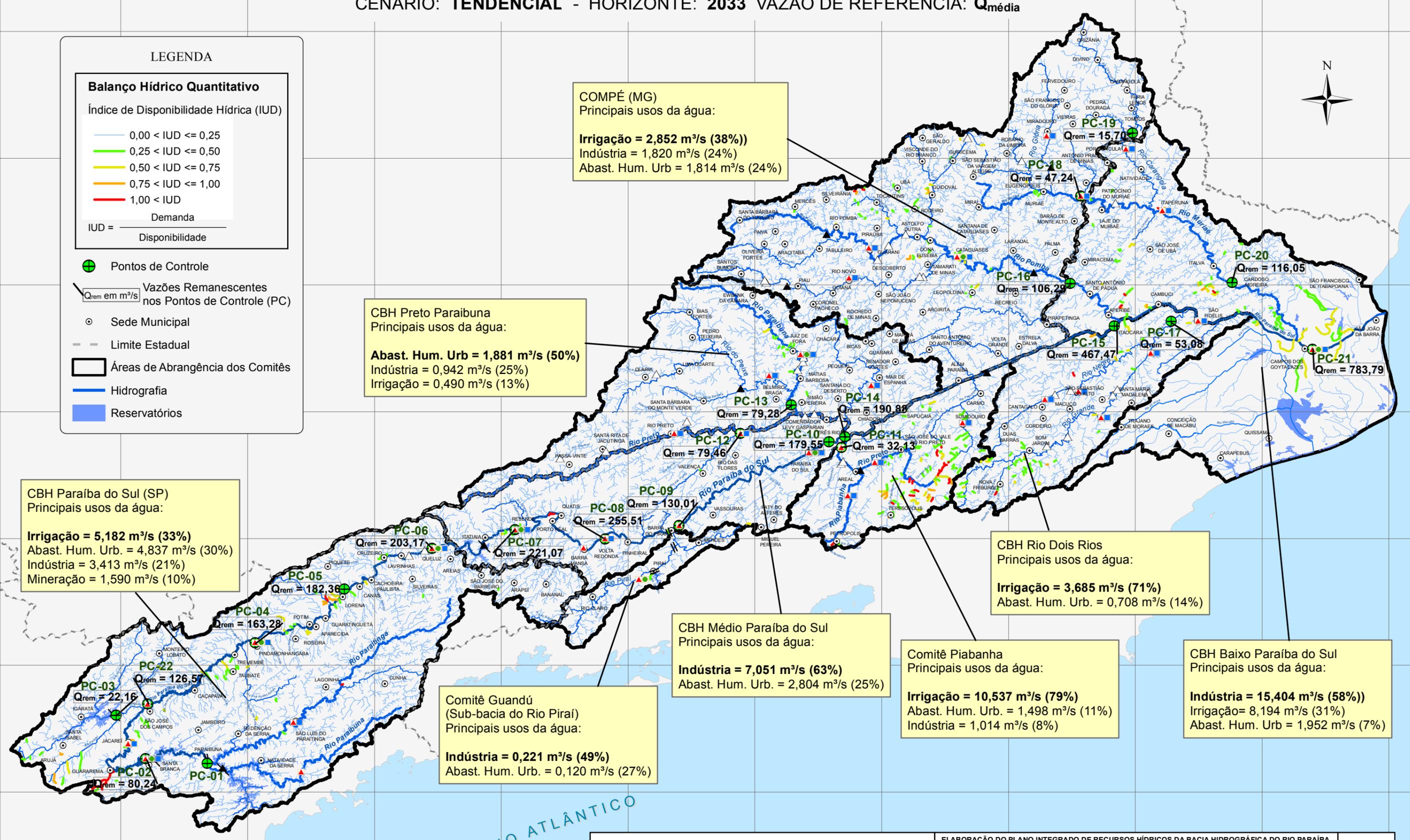
CBH Rio Dois Rios
 Principais usos da água:
 Irrigação = 3,685 m³/s (71%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,708 m³/s (14%)

CBH Médio Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 7,051 m³/s (63%)
 Abast. Hum. Urb. = 2,804 m³/s (25%)

Comitê Piabanha
 Principais usos da água:
 Irrigação = 10,537 m³/s (79%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,498 m³/s (11%)
 Indústria = 1,014 m³/s (8%)

CBH Baixo Paraíba do Sul
 Principais usos da água:
 Indústria = 15,404 m³/s (58%)
 Irrigação = 8,194 m³/s (31%)
 Abast. Hum. Urb. = 1,952 m³/s (7%)

Comitê Guandú
 (Sub-bacia do Rio Pirai)
 Principais usos da água:
 Indústria = 0,221 m³/s (49%)
 Abast. Hum. Urb. = 0,120 m³/s (27%)



OCEANO ATLÂNTICO

A região do CBH-Paraíba do Sul (SP), mais especificamente no Vale do Paraíba, entre as cidades de Guararema e Lorena, tem uma forte pressão sobre os recursos hídricos, provocado sobretudo pela grande concentração de indústrias nesta região.

Seguindo o curso do rio Paraíba do Sul, já no estado do Rio de Janeiro, na região do CBH - Médio Paraíba do Sul, os municípios de Resende e Volta Redonda também apresentam demandas expressivas, com destaque para a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, com 4,7m³/s e com uma outorga concedida pela ANA de 15m³/s, que foi considerada somente no cenário Otimista, horizonte de 2033. O município de Três Rios, ainda no CBH - Médio Paraíba do Sul, também exerce pressão significativa sobre os recursos hídricos em função de seu parque industrial.

É importante ressaltar que este trecho do rio Paraíba do Sul, na área de abrangência do CBH – Médio Paraíba do Sul, além do atendimento às demandas de uso de água nos limites da Bacia, é responsável pela transposição de águas do rio Paraíba do Sul para a bacia hidrográfica do rio Guandu.

No CBH-Preto e Paraibuna o destaque é a região de Juiz de Fora, quarta maior cidade do estado de Minas Gerais, com suas importantes indústrias.

A região do Comitê Piabanha apresenta intenso uso de irrigação, consumindo 10,54m³/s de água nesta atividade, sendo esta a demanda preponderante estabelecida na região. O município de Teresópolis é responsável por 7,26m³/s de demanda para irrigação, correspondente 69% da demanda total para este uso.

Na área de abrangência do COMPÉ as indústrias (1,82m³/s), o abastecimento humano (1,94m³/s) e, sobretudo, a irrigação com 2,85m³/s são as atividades preponderantes na demanda por recursos hídricos.

A agricultura irrigada é a responsável pela maior parte da demanda de uso de água no CBH – Rio Dois Rios, com 3,69m³/s. Os municípios de Nova Friburgo (1,17 m³/s), Bom Jardim (0,98 m³/s) e Itaocara (0,77 m³/s) são os que apresentam maior demanda de água para atendimento à agricultura irrigada.

Na região do CBH - Baixo Paraíba do Sul o município de Campos dos Goytacazes demanda 2,69 m³/s de água para indústria, equivalente a mais de 73% do total das demandas de



indústria do Comitê, sem levar em consideração as outorgas preventivas da LLX e Haztec que elevam a demanda da indústria para 15,40m³/s. A demanda de 4,63 m³/s para irrigação em Campos, equivalente a cerca de 57% da demanda desta atividade, na área do Comitê, é bastante significativa.

Os **Quadros 7.1 a 7.9**, a seguir, apresentam um resumo das características de cada Comitê no que se refere à área de abrangência, escoamento superficial produzido no trecho, demandas, retornos, consumo e saldo hídrico.

Quadro 7.1– Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê(Cenário Tendencial - Horizonte 2033 - Q₁₀₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP.(*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	81,65	15,95	8,33	7,61	74,03	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	54,14	11,19	4,63	6,57	47,57	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender à transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	4,04	0,45	0,30	0,14	3,90	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	39,64	3,84	2,37	1,47	38,17	Excelente escoamento superficial hídrico, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	19,31	13,29	2,00	11,28	8,03	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação, apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	37,87	7,59	2,98	4,61	33,26	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente, com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	16,55	5,16	0,98	4,18	12,37	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	18,16	26,39	12,97	13,42	4,74	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, é pequeno o escoamento superficial de água. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	271,37	83,86	34,57	49,29	222,08	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.2 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q_{7,10})

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP.(*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	89,81	15,95	8,33	7,61	82,19	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	58,72	11,19	4,63	6,57	52,16	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	4,21	0,45	0,30	0,14	4,07	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	42,27	3,84	2,37	1,47	40,80	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente, com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	20,65	13,29	2,00	11,28	9,37	Bomescoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	43,51	7,59	2,98	4,61	38,90	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente, com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	17,44	5,16	0,98	4,18	13,25	Bomescoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	20,92	26,39	12,97	13,42	7,50	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	297,53	83,86	34,57	49,29	248,24	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.3 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₉₅)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP.(*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	127,52	15,95	8,33	7,61	119,90	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	67,47	11,19	4,63	6,57	60,90	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	5,37	0,45	0,30	0,14	5,23	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	61,22	3,84	2,37	1,47	59,75	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	28,30	13,29	2,00	11,28	17,02	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	65,89	7,59	2,98	4,61	61,28	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	24,41	5,16	0,98	4,18	20,22	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	27,96	26,39	12,97	13,42	14,54	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	408,14	83,86	34,57	49,29	358,85	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.4–Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₉₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	145,71	15,95	8,33	7,61	138,09	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	76,61	11,19	4,63	6,57	70,04	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	6,41	0,45	0,30	0,14	6,27	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	69,08	3,84	2,37	1,47	67,61	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	31,67	13,29	2,00	11,28	20,39	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	73,70	7,59	2,98	4,61	69,09	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	27,31	5,16	0,98	4,18	23,12	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	35,20	26,39	12,97	13,42	21,78	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	465,68	83,86	34,57	49,29	416,39	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.5 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte2033 – Q₈₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	167,20	15,95	8,33	7,61	159,58	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	90,20	11,19	4,63	6,57	83,64	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	7,75	0,45	0,30	0,14	7,60	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	81,13	3,84	2,37	1,47	79,66	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	36,42	13,29	2,00	11,28	25,13	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	96,84	7,59	2,98	4,61	92,23	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	31,04	5,16	0,98	4,18	26,85	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	41,97	26,39	12,97	13,42	28,55	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	552,54	83,86	34,57	49,29	503,25	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.6 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₇₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	181,56	15,95	8,33	7,61	173,94	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	104,18	11,19	4,63	6,57	97,61	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	8,19	0,45	0,30	0,14	8,04	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	92,15	3,84	2,37	1,47	90,68	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	41,75	13,29	2,00	11,28	30,47	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	106,61	7,59	2,98	4,61	102,00	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	37,75	5,16	0,98	4,18	33,56	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	51,81	26,39	12,97	13,42	38,39	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	623,98	83,86	34,57	49,29	574,69	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.7 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₆₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	188,61	15,95	8,33	7,61	181,00	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	112,87	11,19	4,63	6,57	106,30	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	8,89	0,45	0,30	0,14	8,74	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	106,36	3,84	2,37	1,47	104,89	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	49,22	13,29	2,00	11,28	37,93	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	123,19	7,59	2,98	4,61	118,58	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	46,49	5,16	0,98	4,18	42,31	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	64,11	26,39	12,97	13,42	50,69	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	699,74	83,86	34,57	49,29	650,45	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.8 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – Q₅₀)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	CONSUMO (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	198,92	15,95	8,33	7,61	191,31	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	125,67	11,19	4,63	6,57	119,10	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	9,87	0,45	0,30	0,14	9,73	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	121,20	3,84	2,37	1,47	119,73	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, consequentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	55,67	13,29	2,00	11,28	44,38	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	142,45	7,59	2,98	4,61	137,84	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, consequentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	52,98	5,16	0,98	4,18	48,80	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	79,25	26,39	12,97	13,42	65,82	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	785,99	83,86	34,57	49,29	736,71	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

Quadro 7.9 – Resumo do Escoamento Superficial Produzido e Atendimento de Demandas por Comitê (Cenário Tendencial – Horizonte 2033 – $Q_{média}$)

COMITE	ÁREA (km ²)	ESCSUP. (*) (m ³ /s)	DEMANDAS (m ³ /s)	RETORNOS (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)	SALDO HÍDRICO (m ³ /s)	OBSERVAÇÕES
CBH - Paraíba do Sul (SP)	13.944,01	226,68	15,95	8,33	7,61	219,07	Maior escoamento superficial de água e maior saldo hídrico.
CBH - Médio Paraíba do Sul	6.429,06	146,49	11,19	4,63	6,57	139,92	Boa disponibilidade hídrica, inclusive, com apoio de regularização de vazão, entretanto, insuficiente para atender a transposição Guandu.
Comitê Guandu (sub-bacia do Rio Pirai)	1.017,90	13,95	0,45	0,30	0,14	13,80	Esta porção da sub-bacia do rio Pirai apresenta valores de escoamento superficial de água e saldo hídrico de baixa significância.
CBH - Preto Paraibuna	7.185,99	153,88	3,84	2,37	1,47	152,41	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
Comitê Piabanha	3.459,19	70,73	13,29	2,00	11,28	59,45	Bom escoamento superficial de água. Entretanto, com as altas demandas de irrigação apresenta pequeno saldo hídrico.
COMPÉ (MG)	13.537,26	199,00	7,59	2,98	4,61	194,39	Excelente escoamento superficial de água, com pequenas demandas e, conseqüentemente com excelente saldo hídrico.
CBH - Rio Dois Rios	4.462,38	77,47	5,16	0,98	4,18	73,28	Bom escoamento superficial de água, com bom saldo hídrico, após atender as demandas significativas de irrigação.
CBH - Baixo Paraíba do Sul	11.509,60	101,53	26,39	12,97	13,42	88,11	Levando em conta a área de abrangência do Comitê, o escoamento superficial de água é pequeno. Como as demandas são expressivas, o saldo hídrico é pequeno.
TOTAL	61.545,39	989,72	83,86	34,57	49,29	940,44	

(*) **ESCSUP.** = Escoamento Superficial produzido no trecho ou por CBH

8 ANÁLISES DE RISCOS

8.1 UNIDADES DE BALANÇO

Para melhor caracterizar numericamente as especificidades de cada região, a Bacia foi dividida em 127 áreas elementares denominadas Unidades de Balanço (UB), determinadas a partir de agregação das 16.929 Ottobacias (nível 12), como mostrado na **Figura 8.1**. Além da localização das Unidades de Balanço, essa figura mostra também, a localização dos Pontos de Controle, das sub-bacias e dos territórios de gestão dos diversos CBHs.

As UBs são consideradas sistemas “fechados” no que se refere ao balanço hídrico, onde se comparam individualmente o total das demandas e da disponibilidade hídrica localmente, sem considerar vazões vindas de outras UBs de montante ou de transposições.

As UBs podem ser também agregadas em outros níveis superiores, permitindo a análise dos riscos em áreas maiores, o que permite avaliar o impacto de vazões vindas de UBs de montante ou de transposições. Neste estudo as UBs foram agregadas nos seguintes níveis:

- Nas sub-bacias contribuintes de afluentes importantes ao rio Paraíba do Sul;
- Em 22 Pontos de Controle determinados em trechos estratégicos;
- E, por fim, nas áreas correspondentes aos territórios de jurisdição de cada um dos Comitês de Bacias Hidrográficas instituídos na bacia do rio Paraíba do Sul.

Vale notar que aquelas UBs que constituem bacias hidrográficas compartilhadas entre dois Comitês de Bacias, como naquelas que têm o rio Paraíba do Sul como divisa, foram tratadas como “interface” entre os respectivos comitês e seus resultados são apresentados individualizados. Foram consideradas as seguintes Interfaces Comitê Piabanha e CBH Preto e Paraibuna; COMPÉ e Comitê Piabanha; COMPÉ e CBH Rio Dois Rios e interface CBH Rio Dois Rios e CBH Baixo Paraíba do Sul.

MAPA COM IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DO BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL



LEGENDA

Estações Fluiométricas

- F Observações de níveis d'água (réguas hidrométricas)
- Fr Medições de níveis d'água com equipamentos automáticos (registradores)
- D Medições de descarga líquida
- S Medições de descarga sólida
- Q Medições de qualidade das águas
- T Estações dotadas de equipamentos telemétricos
- FDQ / FIDQ
- FDTQ / FIDTQ
- FDSQ / FIDSQ
- FDSQT / FIDSQT
- FDS / FIDS
- FDST / FIDST

Pontos de Controle

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Áreas de Abrangência dos Comitês
- Unidade do Balanço Hídrico
- Posicionamento dos Pontos de Apoio

Hidrografia (Base de apoio ANA escala 1:250.000)

- Rio Paraíba do Sul
- Principais Afluentes
- Afluentes
- Outros Cursos d'Água
- Reservatórios

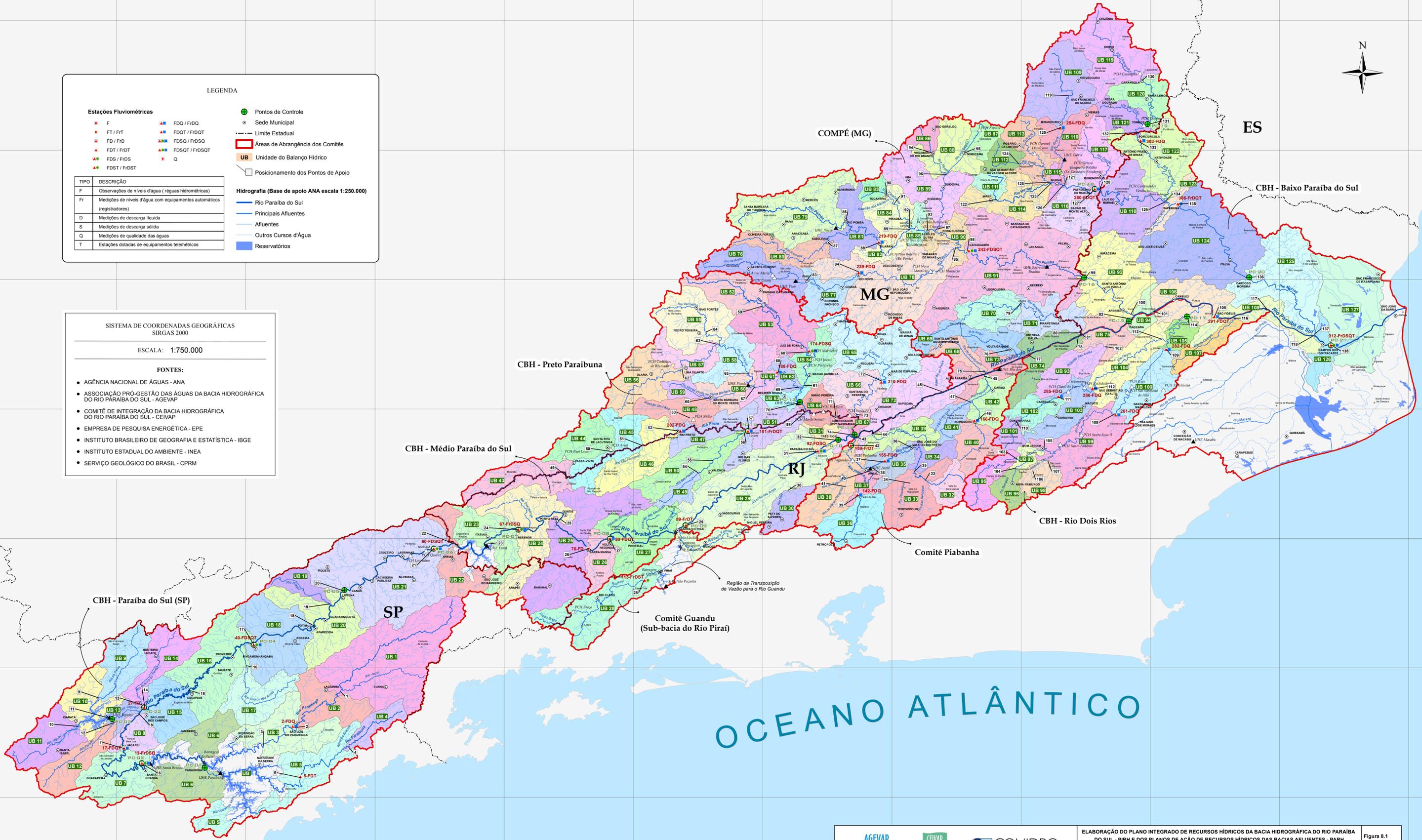
TIPO	DESCRIÇÃO
F	Observações de níveis d'água (réguas hidrométricas)
Fr	Medições de níveis d'água com equipamentos automáticos (registradores)
D	Medições de descarga líquida
S	Medições de descarga sólida
Q	Medições de qualidade das águas
T	Estações dotadas de equipamentos telemétricos

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
SIRGAS 2000

ESCALA: 1:750.000

FONTES:

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP
- COMITÉ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM



8.2 NÍVEIS DE RISCO

A comparação entre as demandas e as vazões com diferentes probabilidades de ocorrência, nas Unidades de Balanço, determinam “Níveis de Risco” que são, por sua vez, associados à aplicabilidade de um ou mais de um instrumento de gestão previsto na Lei 9.433/97.

O **Quadro 8.1** mostra os Níveis de Risco, os critérios adotados para a sua determinação face à comparação entre as demandas e as disponibilidades em cada Unidade de Análise (UBs ou outros níveis de agregação), a caracterização do risco e as implicações para a aplicação de instrumentos de gestão.

Quadro 8.1 – Níveis de Risco da Compatibilização de Demandas e Disponibilidade

NÍVEL DE RISCO	DEMANDA MAIOR OU IGUAL A... E MENOR QUE	CARACTERIZAÇÃO DO RISCO	INDICAÇÕES PARA O SISTEMA DE GESTÃO
0	0	50% Q _{7,10}	NULO	Demanda dentro do critério de outorga
1	50% Q _{7,10}	Q ₁₀₀	MUITO BAIXO	Demanda acima do critério de outorga, mas ainda abaixo da vazão mínima
2	Q ₁₀₀	Q _{7,10}	BAIXO	Demanda acima da vazão mínima e do critério de outorga
3	Q _{7,10}	Q ₉₅	MÉDIO MAS POUCO FREQUENTE	Limite de eficiência do instrumento de outorga
4	Q ₉₅	Q ₉₀	MÉDIO	Necessidade de incorporação de outras unidades de balanço
5	Q ₉₀	Q ₈₀	MÉDIO E FREQUENTE	Idem acima e/ou criação de volumes de regularização intra-aneais
6	Q ₈₀	Q ₇₀	ALTO	Limite da eficiência dos volumes de regularização intra-aneais
7	Q ₇₀	Q ₆₀	ALTO E FREQUENTE	Exige controle da demanda (outros instrumentos, como cobrança)
8	Q ₆₀	Q ₅₀	MUITO ALTO	Exige controle da demanda e revisão das unidades de balanço
9	Q ₅₀	Q _{média}	MUITO ALTO E FREQUENTE	Idem acima, com situações críticas
10	Q _{média}	-	ALTÍSSIMO	Situação crítica constante - Unidade de Balanço insustentável

8.3 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO

As análises de compatibilização entre demandas e disponibilidades realizadas para as Unidades de Balanço, sub-bacias e Pontos de Controle de cada um dos Comitês de Bacias para os três cenários (tendencial, pessimista e otimista) para o horizonte final do Plano, ano de 2033, chegaram as seguintes conclusões:

- **CBH Paraíba do Sul (SP)**

Não parece haver situações críticas, a não ser nas UB08 e UB015 que apresentam **Nível de Risco Muito Baixo**, onde as demandas superam as vazões de outorga 50% de $Q_{7,10}$ porém são menores que as vazões mínimas (Q_{100}).

- **CBH Médio Paraíba do Sul**

A situação mais crítica surge no Cenário Otimista associada ao consumo industrial da Companhia Siderúrgica Nacional e se concentra na UB026, entre Barra Mansa e Volta Redonda. Apesar de localmente apresentar um **Nível de Risco Altíssimo**, o risco do balanço quantitativo praticamente desaparece quando se contempla a situação agregada do Ponto de Controle PC08, sugerindo a revisão dos limites da UB026.

- **Comitê Guandu (sub-bacia do rio Pirai)**

Não apresenta situações críticas. Demandas inferiores às vazões de outorga 50% de $Q_{7,10}$, nos três cenários.

- **CBH Preto e Paraibuna**

Não apresenta situações críticas. Demandas inferiores às vazões de outorga 50% de $Q_{7,10}$, nos três cenários.

- **Comitê Piabanha**

Encontram-se situações críticas com **Níveis de Risco Altos** na parte alta do rio Preto, das nascentes até a jusante da foz do rio das Bengalas e daí até a foz do rio Paquequer. Estas situações estão associadas a uma importante demanda de irrigação e baixas disponibilidades hídricas. A agregação dessas UBs no Ponto de Controle PC11 ameniza os Níveis de Risco, mas não elimina a necessidade de uma gestão mais eficaz nessas sub-bacias.

- **COMPÉ**

Não parece haver situações críticas, a não ser nas UBs adiante discriminadas, que apresentam **Nível De Risco Muito Baixo**, onde as demandas superam as vazões de outorga 50% de $Q_{7,10}$ porém são menores que as vazões mínimas (Q_{100}):

- UB115 - rio Muriaé a jusante da foz do rio Preto até montante da foz do rio Glória;
- UB113 – rio Preto no distrito de Piranema até a foz;
- UB120 – rio Carangola, da cidade de Carangola até o Ponto de Controle PC19.

▪ **CBHRio Dois Rios**

Não parece haver situações críticas, a não ser na sub-bacia do rio Bengala e nas UB095, UB096 e UB097 que apresentam **Nível de Risco Muito Baixo**, onde as demandas superam as vazões de outorga 50% de $Q_{7,10}$ porém são menores que as vazões mínimas (Q_{100}).

▪ **CBH Baixo Paraíba do Sul**

Neste CBH residem as situações mais críticas de balanço hídrico da Bacia, sendo que mesmo a agregação de todas as UBs deste Comitê ainda mantém o Risco Total em nível 3, o que exige um sistema de gestão competente.

Em geral, o rio Muriaé a montante da foz do rio Carangola até o posto fluviométrico de Itaperuna apresenta um Nível de Risco baixo, mas já no limite do instrumento de outorga, situação que se ameniza com a agregação no Ponto de Controle PC20.

Algumas UBs apresentam situações críticas que não conseguem ser amenizadas nem agregadas nos Pontos de Controle. São elas:

- UB126 - rio Paraíba do Sul, entre montante da foz do rio Muriaé e o Ponto de Controle PC21, na cidade de Campos dos Goytacazes;
- UB127 - rio Paraíba do Sul, entre a cidade de Campos dos Goytacazes e a foz.

▪ **UBs de Interface**

Algumas das UBs de interface apresentam situações críticas, como a UB094 (Rio Paraíba do Sul entre as cidades de Itaocara e o Distrito de Três Irmãos), e em menor grau as UB108 (Rio Paraíba do Sul no trecho entre a cidade de São Fidélis e a foz do rio Muriaé) e UB075 (Rio Paraíba do Sul entre jusante da foz do rio Pirapetinga e a cidade de Itaocara), todas na interface dos CBHs Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul.

Contrariamente ao que ocorre nas UBs com maior Nível de Risco na sub-bacia do rio Preto (Comitê Piabanha), estas UBs de interface poderiam ser abastecidas por toda a bacia do rio Paraíba do Sul a montante, o que virtualmente eliminaria os riscos do balanço hídrico. No

entanto, a sua situação individual de risco indica que as contribuições para jusante (no caso, o CBH Baixo Paraíba do Sul) podem também estar limitadas. Por outro lado, como foi visto acima, a situação de risco no CBH Baixo Paraíba do Sul tende a não ser muito confortável e necessitará de recursos hídricos vindos de montante para equilibrar seu balanço quantitativo.

Sendo assim, a compatibilização entre as demandas e disponibilidades locais do CBH Baixo Paraíba do Sul e aquelas dos comitês de montante surge como um desafio importante para a gestão integrada dos recursos hídricos na bacia. Esse desafio coloca o foco da gestão sobre os pactos negociados entre os diversos Comitês que deverão se materializar como “Condições de Entrega”.

8.4 ANÁLISES COMPLEMENTARES

A seguir são realizadas análises complementares às já realizadas quando as demandas e disponibilidades das Unidades de Balanço (UBs) foram agregadas em Pontos de Controle, permitindo avaliar até que ponto, o balanço hídrico das unidades assim agregadas apresentaria um nível de risco satisfatório. A maior parte das UBs com um nível de risco mais alto foi adequada desta forma, sugerindo modificações nos limites dessas UBs.

No entanto, algumas situações não puderam ser assim acomodadas satisfatoriamente, como no caso do Rio Preto (Comitê Piabanha) e no CBH Baixo Paraíba do Sul, bem como em algumas UBs situadas ao longo do rio Paraíba do Sul e que fazem interface entre dois comitês. Nelas as demandas exigem recursos hídricos que extrapolam os pontos de controle correspondentes, o que traz à tona a necessidade da avaliação de outros níveis de agregação para a satisfação dos riscos. Tais análises são agora realizadas adotando uma abordagem complementar e traçando recomendações estratégicas ao sistema de gestão.

Outra situação de análise complementar vem a ser o impacto que novas transposições para fora da Bacia poderiam trazer para o balanço hídrico quantitativo local. Essas se referem, principalmente, às transposições para o Sistema Guandu, a partir do Ponto de Controle PC-09 e à transposição das águas do reservatório de Jaguari para o Sistema Cantareira, com o objetivo de abastecer a Macrometrópole de São Paulo, Ponto de Controle PC-03.

O tema das possíveis novas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu (região metropolitana do Rio de Janeiro) e para o sistema Cantareira no Estado de São

Paulo (Macrometrópole Paulista) foi analisado e descrito no relatório RP-05 – Situações de Planejamento Especiais (dezembro de 2013) do presente Plano. Aqui é feita uma análise de sensibilidade desses resultados face aos cenários desenvolvidos nesta fase de prospecção e uma uniformização de critérios para a comparação dos níveis de risco. Foram também simulados valores acima dos apresentados no Relatório RP-05 para o exame de situações-limite.

8.5 COMBINANDO CENÁRIOS: O “WORST CASE SCENARIO” E AS TRANSPOSIÇÕES

As análises complementares aqui descritas contemplaram um único vetor de demandas dos cenários, que considera, em cada UB, o valor máximo das demandas em cada um dos cenários (Tendencial, Otimista e Pessimista) nos horizontes de 2018 e de 2033. A esse vetor é dado o nome de “CASO 0”, que considera que qualquer cenário pode acontecer em qualquer UB. Desta forma o que interessa é simplesmente o valor máximo, condensando, por assim dizer, as análises de cenários realizadas anteriormente em um só vetor.

Discorreu-se sobre o impacto das possíveis transposições a partir das análises anteriormente realizadas e reunidas no acima mencionado Relatório RP-05 – Situações de Planejamento Especiais do presente PIRH Paraíba do Sul. Os seguintes temas que se enquadram como Situações de Planejamento Especiais foram aqui considerados:

- Transposição para o Rio Guandu – Análise de possíveis novas transposições das águas do Paraíba do Sul para o rio Guandu, no Complexo de Lajes, para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Os casos aqui simulados consideraram vazões adicionais em relação ao que hoje se pratica variando de 0 a 15 m³/s. Essas vazões de transposição foram computadas como demandas adicionais na UB029 (entre a barragem de Santa Cecília e a cidade de Paraíba do Sul);
- Projeto em análise pelo governo de São Paulo, que estuda a viabilidade de transposição do Rio Paraíba do Sul naquele estado para o Sistema Cantareira (Macrometrópole Paulista). Os casos aqui simulados consideraram as vazões transpostas a partir do reservatório de Jaguari (UB10) e variaram entre 0 e 15 m³/s.

O **Quadro 8.2** mostra os casos de simulação das demandas de transposição que foram analisados nestes estudos complementares.

Quadro 8.2 – Casos Analisados de Simulação das Demandas de Transposição

VAZÕES DE TRANSPOSIÇÃO (m ³ /s)	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7
Sistema Guandu (RJ)	5,00	10,00	0,00	5,00	10,00	10,00	15,00
Sistema Cantareira (SP)	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	10,00	15,00

As análises de transposição consideraram que às demandas do CASO 0 (“cenário do pior caso”) se somariam também valores incrementais de demandas de transposição nas UBs correspondentes.

8.6 BALANÇOS CUMULATIVOS

A inspeção dos Níveis de Risco (NR) para a compatibilização das demandas e disponibilidades nas UBs contemplou cada UB como unidade independente, o que permitiu identificar aquelas com maior risco. Já a análise dos NR dos balanços quantitativos correspondentes dos casos complementares utiliza um modelo de balanço cumulativo que permite identificar, entre outras coisas, a área necessária a montante de cada UB para compatibilizar demandas e disponibilidades e trazer o balanço para um nível de risco aceitável.⁶

O modelo acumula todas as demandas e disponibilidades nas UBs (estas em diversas permanências de vazão) a montante de uma dada UB. Isso é feito recursivamente para todas as UBs em passos incrementais com base na ordem das UBs afluentes à UB considerada. A cada passo é avaliado o NR tendo por base as demandas e as disponibilidades acumuladas desde a UB de início até a de ordem superior.

Com base nos resultados do modelo de balanço cumulativo as seguintes observações podem ser feitas em toda a bacia do rio Paraíba do Sul:

- A maior parte das UBs da bacia apresentou um NR igual a zero nas análises cumulativas, ou seja, um nível de risco muito baixo, com as demandas projetadas sendo inferiores ao critério de outorga (50% da $Q_{7,10}$). Isso ocorre mesmo nos casos extremos de simulação das vazões de transposição (Caso 7). Com o objetivo de focar nas UBs que podem exigir a atenção do sistema de gestão, somente aquelas que apresentaram NR maior ou igual a 1 estão apresentadas no **Quadro 8.3**.
- As UBs de cabeceira não mudam a sua situação de risco nas análises acumuladas uma vez que não existem UBs afluentes de montante. Isso é particularmente

⁶ Esta área pode ser entendida como a “pegada hídrica” de uma determinada UB ou conjunto de UBs, e indica a área necessária para que o balanço hídrico desse conjunto seja considerado “sustentável”.

importante nas sub-bacias dos rios Preto e Piabanha, no Comitê Piabanha, onde as demandas de irrigação relativamente altas projetadas fazem com que os NR sejam os mais altos em toda a bacia. As condições de balanço hídrico quantitativo no Comitê Piabanha tendem a ser críticas e não contam com vazões de montante, o que exigirá um sistema de gestão competente e a utilização de instrumentos que vão além da outorga. Existe também uma tendência a que os recursos hídricos subterrâneos venham a ser intensamente explorados nessas bacias.

- Algumas UBs que mantiveram seu NR igual a 1 estão apresentadas no **Quadro 8.3**. Isso indica que, enquanto do ponto de vista do balanço quantitativo os riscos ainda são muito baixos (demandas projetadas inferiores à $Q_{100\%}$, ou seja, menores que a vazão mínima), o critério de outorga ($50\% Q_{7,10}$) pode vir a ser rompido nessas UBs. Caso isso venha a ocorrer, as demandas estarão competindo com a vazão remanescente, com possíveis impactos ambientais e sobre a qualidade da água em situações de estiagem. Nestes casos o sistema de gestão deve rever e/ou reforçar o monitoramento das outorgas.
- As únicas UBs que se mostraram sensíveis aos casos de transposição, com reflexo sobre os níveis de risco, foram justamente aquelas afetadas diretamente pela transposição para o Sistema Cantareira (SP) a partir do reservatório de Jaguari (UB010 e UB013). Com a demanda de transposição igual a $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Casos 3, 4 e 5) o NR nessas UBs é igual a 1, o que não é muito significativo considerando que existe um reservatório de regularização.
- Entretanto, é interessante observar que para uma transposição de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (Caso 6) o NR sobe para 3 na UB010, confirmando que a disponibilidade compatível seria uma vazão entre a $Q_{7,10}$ e uma vazão com permanência de 95% do tempo, o que já foi evidenciado no RP-05.
- Para uma vazão de transposição igual a $15 \text{ m}^3/\text{s}$ (Caso 7) o NR pode chegar a 5 na UB010, onde as demandas seriam compatíveis com vazões com permanência entre 90% e 80% do tempo. Novamente, esses níveis de risco não são muito importantes considerando a existência de reservatórios que poderiam garantir essa permanência de vazões. Naturalmente, a recomendação que deve ser feita é que as regras de operação desses reservatórios devam contemplar tanto as vazões de transposição como as necessárias para usos múltiplos a jusante.

Quadro 8.3 – Níveis de Risco em Unidades de Balanço Selecionadas (NR>=1)

			Área da UB (km ²)	Área Acumulada até a UB (km ²)	DEMANDAS ACUMULADAS ATÉ A UB (MONTANTE)								NÍVEL DE RISCO DA UB								
					CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	
CBH Paraíba do Sul (SP)																					
	PC03																				
		Jaguari																			
		UB010	414,28	1.311,23	0,77	0,77	0,77	5,77	5,77	5,77	10,77	15,77	0	0	0	1	1	1	3	5	
	PC22																				
		Jaguari																			
		UB013	84,49	1.775,42	1,57	1,57	1,57	6,57	6,57	6,57	11,57	16,57	0	0	0	1	1	1	1	4	
COMPÉ																					
	PC16																				
		Paraopeba																			
		UB083	96,17	96,17	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Xopotó																			
		UB086	123,49	123,49	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	1	1	1	1	1	1	1	1	
	PC18																				
		Preto																			
		UB113	350,80	503,23	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1	1	1	1	1	1	1	1	
CBH Dois Rios																					
	PC17																				
		Bengala																			
		UB096	166,13	166,13	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Grande																			
		UB095	281,67	281,67	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	
		UB097	87,22	535,02	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1	1	1	1	1	1	1	1	
Comitê Piabanha																					
	PC11																				
		Piabanha																			
		UB038	479,29	2.062,03	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	3	3	3	3	3	3	3	3	
		Preto																			
		UB032	191,09	191,09	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	7	7	7	7	7	7	7	7	
		UB033	490,59	681,68	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91	5	5	5	5	5	5	5	5	
		UB034	151,03	832,71	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	4	4	4	4	4	4	4	4	
		UB035	237,82	1.070,53	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	PC15																				
		Paquequer																			
		UB040	290,15	290,15	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1	1	1	1	1	1	1	1	

8.7 A “PEGADA HÍDRICA” DO BAIXO PARAÍBA DO SUL

Foi identificado que o balanço hídrico do Baixo Paraíba do Sul exigiria recursos hídricos vindos de áreas a montante, no domínio de outros Comitês de Bacia, refletindo uma situação de interdependência entre os Comitês e exigindo a negociação de condições de entrega entre eles.

De forma a poder avaliar a extensão dessa interdependência foi utilizado o modelo de acumulação com o foco nas UBs 127 e 126, na região do município de Campos dos Goytacazes. A partir da UB127 foram acumuladas as disponibilidades e as demandas para montante em passos discretos, incorporando em cada passo as UBs de montante em ordem crescente de acumulação.

Nesse processo iterativo as UBs de ordem “1” são aquelas que se situam imediatamente a montante da UB considerada; as UBs de ordem “2” são afluentes imediatas das de ordem “1” e assim por diante. O processo iterativo de acumulação é repetido para UBs de ordem superior até que se encontre uma situação em que a acumulação de demandas e disponibilidades leve a um nível de risco aceitável. Nas presentes simulações o NR aceitável é igual a zero.

Foram simulados dois casos de acumulação

- Considerando todas as UBs de montante
- Excluindo as UBs do Comitê Piabanha do processo de acumulação, em virtude da situação já existente de maior risco nessa sub-bacia

Os resultados desses dois casos simulados estão apresentados nos **Quadros 8.4 e 8.5**, que apresentam uma listagem de todas as UBs com suas disponibilidades e demandas individuais e acumuladas nos diversos níveis de ordem de acumulação, bem como o NR correspondente à comparação ente as demandas e disponibilidades acumuladas em cada nível de ordem de acumulação.



Ordem Acumulação	Comitê	CodUnBal	Valores													DEMANDAS (m³/s)										NÍVEIS DE RISCO						
			Soma de Área Km²	Soma de Q ₀	Critério 50% Q _{7,10}	Soma de Q ₁₀₀	Soma de Q _{7,10}	Soma de Q ₉₅	Soma de Q ₉₀	Soma de Q ₈₀	Soma de Q ₇₀	Soma de Q ₆₀	Soma de Q ₅₀	Soma de Q _{média}	Soma de CASO 0	Soma de CASO 1	Soma de CASO 2	Soma de CASO 3	Soma de CASO 4	Soma de CASO 5	Soma de CASO 6	Soma de CASO 7	CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7		
			7 Total		15.509	0	21,67	39,90	43,331	65,67	77,53	95	113,86	140,97	167,92	230,6	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	1	1	1	1	1	1	1
8	CBH Dois Rios	UB101	132	0	0,31	0,58	0,61	0,86	0,96	1,07	1,18	1,32	1,47	2,02	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB096	166	0	0,52	1,00	1,03	1,37	1,51	1,69	1,89	2,11	2,44	3,1	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	1	1	1	1	1	1	1	1		
		UB095	282	0	0,87	1,70	1,74	2,32	2,56	2,86	3,21	3,57	4,14	5,26	0,90	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Comitê Piabanha	UB042	289	0	1,29	2,41	2,58	3,41	3,78	4,4	4,8	5,28	5,83	7,25	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0		
	COMPÉ	UB119	764	0	0,33	0,39	0,65	2,84	3,44	4,49	5,4	6,42	7,56	11,26	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB114	441	0	0,43	0,52	0,85	2,15	2,37	2,72	3,12	3,63	4,44	6,98	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB113	351	0	0,34	0,41	0,67	1,71	1,89	2,17	2,49	2,89	3,54	5,56	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	2	2	2	2	2	2	2	2		
		UB109	749	0	1,40	2,56	2,8	5,08	5,91	7,18	8,32	9,93	11,67	17,56	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB089	589	0	1,01	1,89	2,01	2,08	2,23	3,45	3,49	3,97	4,52	6,38	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1	1	1	1	1	1	1	1		
		UB085	107	0	0,19	0,35	0,37	0,38	0,41	0,63	0,64	0,72	0,82	1,16	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB078	1.220	0	2,08	3,93	4,16	4,33	4,63	7,18	7,26	8,25	9,39	13,26	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB069	374	0	0,64	1,20	1,28	1,33	1,42	2,2	2,22	2,53	2,87	4,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0		
		UB068	179	0	0,31	0,58	0,61	0,63	0,68	1,05	1,06	1,21	1,38	1,94	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0		
	interface Comitê Piabanha e Preto e Paraibuna	UB072	786	0	0,69	1,28	1,378	2,26	2,79	3,21	4,5	8,47	9,3	11,25	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1		
8 Total			21.939	0	32,03	58,69	64,069	96,42	112,11	139,3	163,44	201,27	237,29	327,64	31,81	31,81	31,81	31,81	31,81	31,81	31,81	31,81	0	0	0	0	0	0	0	0		



Ordem Acumulação	Comitê	CodUnBal	Valores		DEMANDAS (m³/s)																	NÍVEIS DE RISCO									
			Soma de Áreakm2	Soma de Q0	Critério 50% Q7,10	Soma de Q100	Soma de Q7,10	Soma de Q95	Soma de Q90	Soma de Q80	Soma de Q70	Soma de Q60	Soma de Q50	Soma de Qmédia	Soma de CASO 0	Soma de CASO 1	Soma de CASO 2	Soma de CASO 3	Soma de CASO 4	Soma de CASO 5	Soma de CASO 6	Soma de CASO 7	CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	
			7 Total		15.509	0	21,67	39,90	43,331	65,67	77,53	95	113,86	140,97	167,92	230,6	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	26,02	1	1	1	1	1
8	CBH Dois Rios	UB101	132	0	0,31	0,58	0,61	0,86	0,96	1,07	1,18	1,32	1,47	2,02	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB096	166	0	0,52	1,00	1,03	1,37	1,51	1,69	1,89	2,11	2,44	3,1	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	1	1	1	1	1	1	1	1
		UB095	282	0	0,87	1,70	1,74	2,32	2,56	2,86	3,21	3,57	4,14	5,26	0,90	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1
	COMPÉ	UB119	764	0	0,33	0,39	0,65	2,84	3,44	4,49	5,4	6,42	7,56	11,26	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB114	441	0	0,43	0,52	0,85	2,15	2,37	2,72	3,12	3,63	4,44	6,98	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB113	351	0	0,34	0,41	0,67	1,71	1,89	2,17	2,49	2,89	3,54	5,56	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	2	2	2	2	2	2	2	2
		UB109	749	0	1,40	2,56	2,8	5,08	5,91	7,18	8,32	9,93	11,67	17,56	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB089	589	0	1,01	1,89	2,01	2,08	2,23	3,45	3,49	3,97	4,52	6,38	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1	1	1	1	1	1	1	1
		UB085	107	0	0,19	0,35	0,37	0,38	0,41	0,63	0,64	0,72	0,82	1,16	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB078	1.220	0	2,08	3,93	4,16	4,33	4,63	7,18	7,26	8,25	9,39	13,26	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB069	374	0	0,64	1,20	1,28	1,33	1,42	2,2	2,22	2,53	2,87	4,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB068	179	0	0,31	0,58	0,61	0,63	0,68	1,05	1,06	1,21	1,38	1,94	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0
	interfaceComitê Piabanha e Preto e Paraibuna	UB072	786	0	0,69	1,28	1,378	2,26	2,79	3,21	4,5	8,47	9,3	11,25	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	1	1	1	1	1	1	1	1
8 Total			21.650	0	30,74	56,28	61,489	93,01	108,33	134,9	158,64	195,99	231,46	320,39	31,33	31,33	31,33	31,33	31,33	31,33	31,33	31,33	31,33	1	1	1	1	1	1	1	1
9	CBH Preto e Paraibuna MG	UB067	115	0	0,48	0,84	0,96	1,26	1,4	1,63	1,8	1,97	2,17	2,64	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
	COMPÉ	UB112	152	0	0,15	0,18	0,29	0,74	0,82	0,94	1,08	1,25	1,54	2,41	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB111	122	0	0,12	0,14	0,24	0,6	0,66	0,76	0,87	1,01	1,23	1,94	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB088	411	0	0,70	1,32	1,4	1,46	1,56	2,41	2,44	2,77	3,16	4,46	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB084	324	0	0,56	1,04	1,11	1,15	1,23	1,9	1,92	2,19	2,49	3,52	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB082	153	0	0,26	0,49	0,52	0,54	0,58	0,9	0,91	1,03	1,17	1,66	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0
		UB077	313	0	0,76	1,38	1,51	2,78	3,28	4	4,43	4,82	5,37	6,72	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0
	CBH Médio Paraíba do Sul	UB031	117	0	0,62	1,18	1,23	1,42	1,85	2,41	2,54	2,75	3,09	3,45	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	1	1	1	1	1	1	1	1
9 Total			23.359	0	34,37	62,85	68,749	102,96	119,71	149,85	174,63	213,78	251,68	347,19	33,27	33,27	33,27	33,27	33,27	33,27	33,27	33,27	33,27	0	0	0	0	0	0	0	0

A **Figura 8.2** apresenta as demandas para o “Caso 0” e as vazões de disponibilidade correspondentes ao critério de outorga (50% da Q7,10) para ordens de acumulação até 10 das UBs a partir da UB127, para o caso em que todas as UBs são incluídas (**Quadro 8.4**). As demandas são representadas por colunas verticais em que cada segmento colorido corresponde à demanda de cada Comitê de Bacia, enquanto que as disponibilidades são representadas pelas áreas em tons de cinza no *background*.

Ali pode ser observada a contribuição que cada Comitê de Bacia tem na demanda e na disponibilidade hídrica, acumuladas a partir da UB127 (inclusive as áreas de interface entre Comitês).

As seguintes observações podem ser feitas a partir dos resultados apresentados nos **Quadros 8.4 e 8.5** e na **Figura 8.2**:

- Para o caso em que se consideram todas as UBs de montante no processo de acumulação, o NR zero só é atingido com a ordem de acumulação igual a 8.
- Destaca-se a importância do COMPÉ para garantia da disponibilidade hídrica do Baixo Paraíba do Sul, contribuindo com quase metade da vazão necessária para a manutenção do NR dentro dos critérios de outorgas vigentes no nível de acumulação de ordem 8, como mostra a **Figura 8.3**.

Já no caso em que as UBs do Comitê Piabanha não são consideradas no processo de acumulação (**Quadro 8.5**), a “pegada hídrica” do Baixo Paraíba do Sul exige que até as UBs de ordem 10 afluentes à UB127 sejam agregadas, passando a incluir as contribuições do CBH Preto e Paraibuna (MG), como mostra a **Figura 8.4**.

Fica assim demonstrada a grande interdependência entre os Comitês de Bacias para a garantia de níveis de risco adequados para o balanço hídrico do Baixo Paraíba do Sul.

As análises demonstram também que em nenhum dos casos analisados há a influência das demandas de transposição para o Sistema Guandu (RJ) ou Cantareira (SP) até os limites estudados. Isso significa que a disponibilidade hídrica nas áreas de contribuição a jusante das transposições seria suficiente para garantir o abastecimento do Baixo Paraíba do Sul.

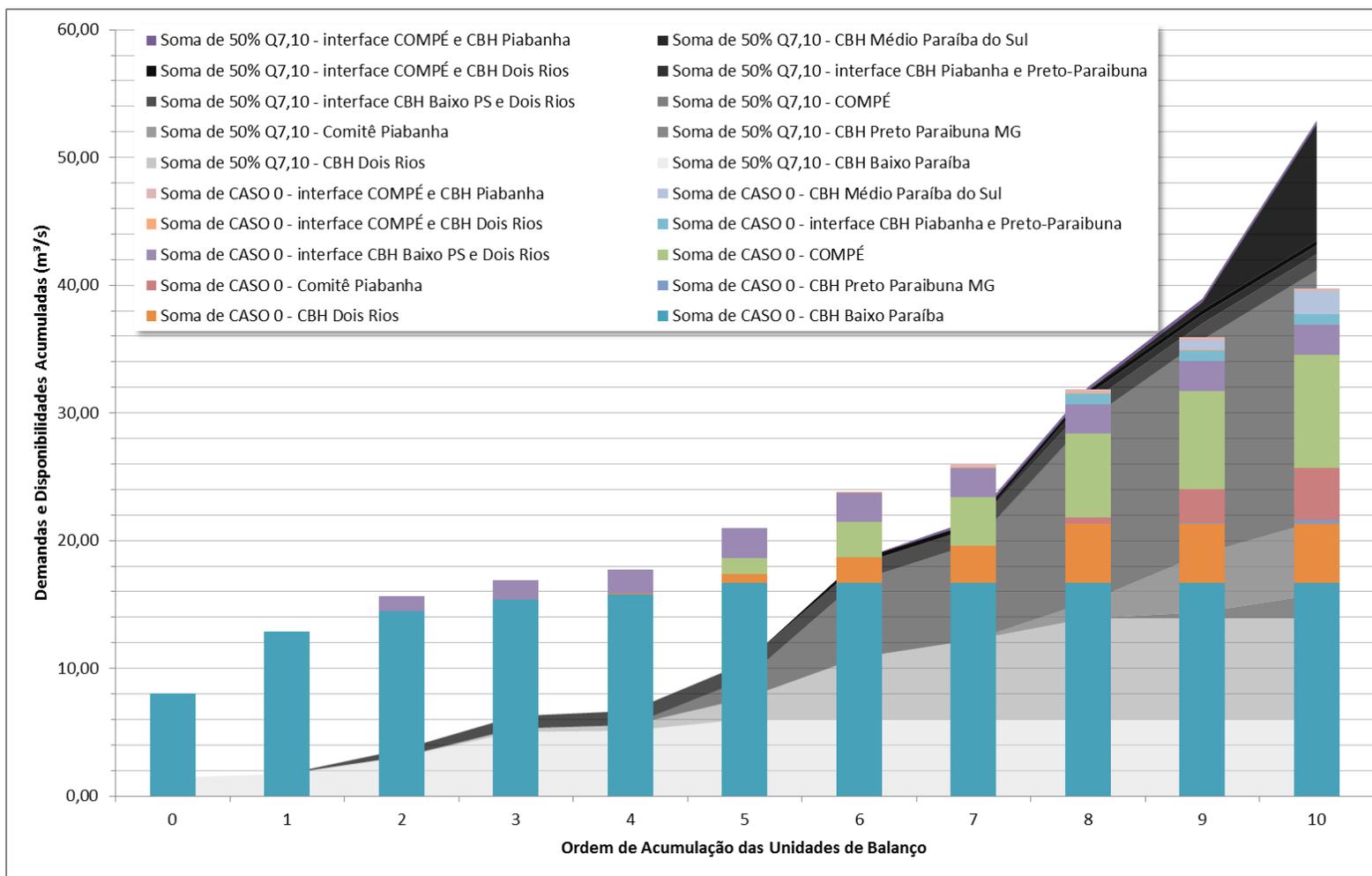


Figura 8.2 – Disponibilidade Hídrica por Comitê de Bacia em várias Ordens de Acumulação Considerando Todas as UBs a Montante da UB127(m³/s)

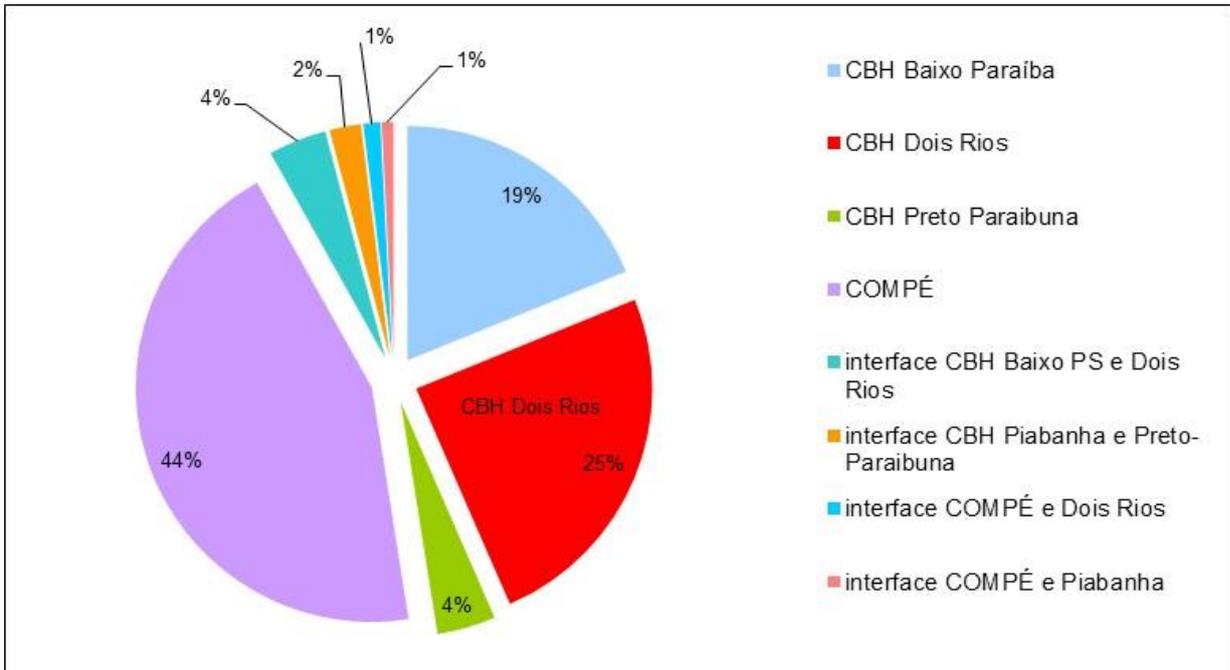


Figura 8.3 – Participação dos Comitês na Disponibilidade Hídrica do Baixo Paraíba do Sul para o Caso com Nível de Risco igual a Zero com todas as UBs de Montante

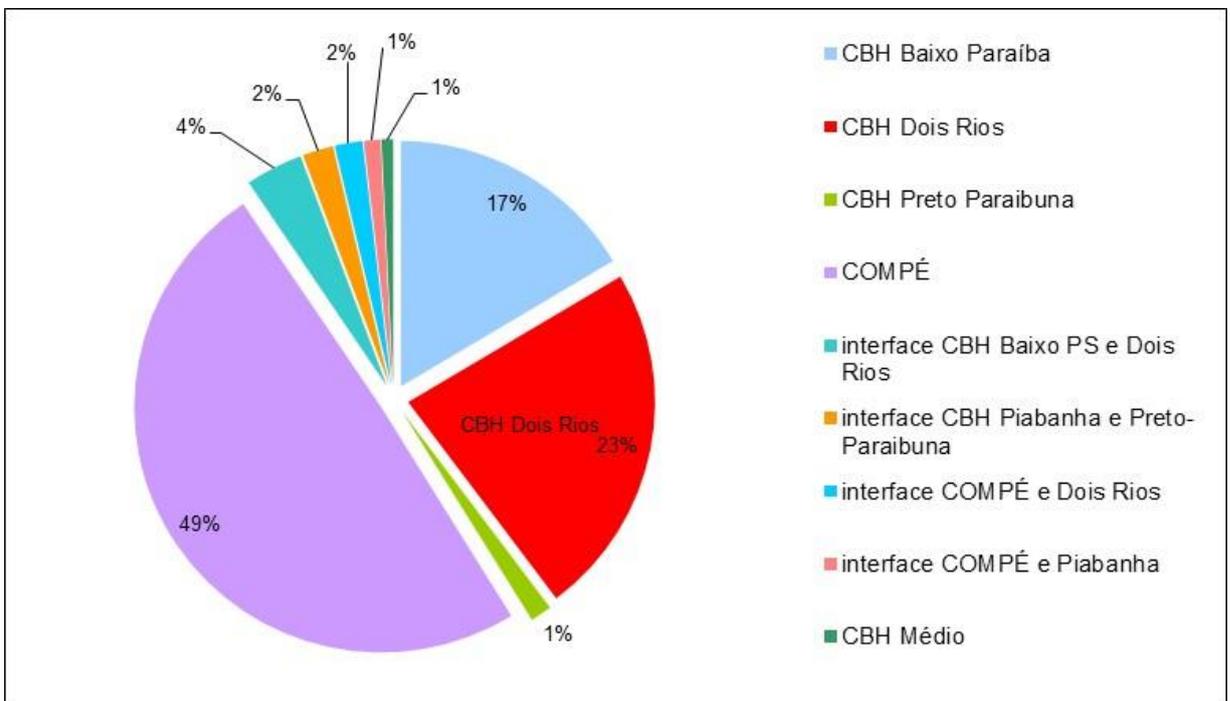


Figura 8.4 – Participação dos Comitês na Disponibilidade Hídrica do Baixo Paraíba do Sul para o Caso com Nível de Risco igual a Zero e Excluindo o Comitê Piabanha

Finalmente é importante deixar claro que as presentes análises complementares focaram apenas as questões quantitativas de compatibilização entre demandas e disponibilidades, refletindo, portanto, a “pegada hídrica” mínima para satisfazer níveis de risco considerados adequados. Caso as questões qualitativas passem a impor restrições à disponibilidade hídrica quantitativa, como parece ser a tendência no caso da transposição para o Sistema Guandu, a área necessária para a contribuição de disponibilidade hídrica será naturalmente maior, podendo inclusive fazer interferências e conflitos com os projetos de transposição da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

É importante ainda ressaltar que a modelagem utilizada no Balanço Cumulativo visa, com a agregação das Unidades de Balanço de montante, atender às necessidades das demandas em determinada região, como por exemplo, no CBH-Baixo Paraíba do Sul.

Portanto, para atender o caso do Baixo Paraíba, com a visão do Balanço Cumulativo, a grande parcela de contribuição é oriunda do COMPÉ, seguida da contribuição do CBH-Rio Dois Rios e do CBH-Baixo Paraíba do Sul, com pequenas contribuições do restante da Bacia.

O Balanço Quantitativo, desenvolvido pela COHIDRO, numa visão mais ampla, mostra que a contribuição substancial do CBH-Preto e Paraibuna, embora comprometida em recuperar as condições ambientais do Paraíba do Sul, não só com o aumento da disponibilidade hídrica dobrando a sua vazão, mas também possibilitando melhor qualidade da água com o aporte das águas, sobretudo do Rio Preto, tem ainda a grande responsabilidade em contribuir para o atendimento às demandas do CBH-Baixo Paraíba do Sul, seja no aspecto de suprir necessidades de consumo como também de manter condições de controle de intrusão da cunha salina e de estabilidade da região da foz.

É necessário frisar ainda que, embora o Balanço Cumulativo não apresente maiores problemas para a região da jusante da transposição para o rio Guandu, o Balanço Hídrico Quantitativo demonstra que as vazões remanescentes a jusante de Santa Cecília são insuficientes para manter a vazão mínima de 71 m³/s, definida pela Resolução nº 211 da Agência Nacional de Águas, como sendo necessária para atendimento das questões ambientais, no trecho do Rio Paraíba do Sul, entre as cidades de Barra do Piraí e Três Rios.



O Rio Paraíba do Sul se recompõe em Três Rios recebendo as águas dos rios Paraibuna e Piabanha.

Esta constatação do não atendimento da vazão mínima, mostra os conflitos pelo uso dos recursos hídricos escassos na Bacia, mesmo antes da implantação da transposição para São Paulo, alertando para os riscos que a região correrá se não forem ampliados os elementos de gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Sul.

9 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Mudanças dos padrões climáticos são consideradas como modificações em escala global do clima terrestre. Esta mudança de padrão é verificada a partir de dados observados sobre o globo. Variações climáticas são observadas em várias escalas de tempo, contudo sendo conservado o balanço energético na atmosfera. As mudanças climáticas são oriundas primariamente devido à desequilíbrio energético em escala planetária, impulsionado pela retenção de energia na atmosfera.

O aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) nos últimos 100-200 anos tem levado a mudanças do clima em vários pontos do planeta. Efeitos devido a estas concentrações têm sido observados como derretimento de calotas polares e a perda de geleiras sobre montanhas, como Himalaia e os Andes, e ocasionando o aumento do nível do mar. De forma mais trágica, tem sido observado e projetado aumento da frequência de eventos extremos climáticos (precipitação intensa, furacões, inundações, secas extremas, ondas de calor, acidificação dos oceanos, etc.) com problemas sérios relacionados à população humana e aos ecossistemas naturais.

Problemas com a disponibilidade de água e as secas devem aumentar nas regiões semiáridas a baixas latitudes (IPCC, 2013). Estudos mostram que muitas dessas áreas, dentre elas, o Brasil, poderão sofrer uma diminuição dos recursos de água devido às alterações climáticas.

Análises de registros de chuva durante os últimos 50 anos mostram que eventos extremos de chuva são cada vez mais frequentes e intensos e que as projeções dos modelos globais e regionais para o futuro sugerem que esta tendência pode continuar e se intensificar. O estabelecimento de possíveis cenários climáticos-hidrológicos futuros e as suas incertezas podem ajudar a estimar demandas de água no futuro e, também, a definir políticas ambientais de uso e gerenciamento de água, as quais são vertentes para a segurança hídrica, energética e alimentar.

Na região Sudeste do Brasil, a bacia do rio Paraíba do Sul enfrenta nos últimos dois anos uma extrema crise de escassez hídrica, sendo a pior do histórico registrado, mais grave que a anteriormente ocorrida, em 1953.

Os aspectos metodológicos para a análise dos impactos das mudanças climáticas no setor de recursos hídricos se baseiam em cenários das forçantes do clima (concentração de GEE) que, por sua vez, têm efeito sobre a temperatura da atmosfera em escala global. A avaliação dos impactos destes cenários compreende a análise local dos efeitos das forçantes projetadas para o clima regional (e local). Estes cenários são construídos baseados em informações de projeções para o futuro, em que são adicionadas informações sobre mudança do solo, alterações de paradigmas dos sistemas socioeconômicos e ambientais etc.

A maioria das simulações de Modelos Climáticos Globais (MCGs) foram realizadas para períodos até 100 anos, devido, principalmente, às grandes incertezas associadas às projeções de clima futuro de longo prazo. Os estudos de impactos se limitam a 2100, em geral, sendo que, para manter as projeções socioeconômicas e ambientais realísticas, trabalhar com horizontes além de 35 anos não parece factível. De outro lado, o horizonte não pode ser muito curto, uma vez que não será possível detectar as mudanças variabilidade de processos importantes do clima, bem como os seus impactos associados, o que torna praticamente impossível identificar respostas em termos de políticas públicas.

No caso específico dos estudos para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a análise de mudanças de clima se restringiu ao período 2010 – 2033 dentro do horizonte do Plano de Bacia. Para isto foram utilizados 32 modelos do Coupled Models Intercomparison Project – Phase 5 (CMIP5) que compuseram o quinto relatório do IPCC (AR5), detalhes sobre espaçamento horizontal e níveis verticais (Quadro 4.2 do aludido relatório). Os cenários de forçantes radiativas climáticas considerados neste estudo são RCP4.5 and RCP8.5, e estão relacionados com a forçante radiativa alcançada no final do século (Figura 4.5 do aludido relatório).

O cenário RCP4.5 assume que a forçante estabiliza próximo de 2100 sem ultrapassar o 4.5 W/m² (Clarke et al. 2007). Estas projeções são consistentes com a baixa aceleração do crescimento de demanda energética, programas de reflorestamento e diminuição do uso de terras para agricultura, atuação de políticas climáticas, estabilização das emissões de metano e CO₂, com pico em torno de 2040 alcançando o valor de 650 ppm equivalente de CO₂ na segunda metade do século 21 (Van Vuuren et al. 2011).

O cenário RCP8.5 sugere um contínuo crescimento da população associado a um baixo desenvolvimento tecnológico, resultando na acentuação de emissão de CO₂. Este cenário é o mais pessimista para o século 21 em termos de emissão de GEE e é consistente com a falta de políticas para a redução de emissões, aumento rápido das emissões de metano e alta relesiência sobre os combustíveis fósseis (Riahi et al. 2007).

A análise do impacto das mudanças de clima na hidrologia do hidrossistema estudado para a bacia do rio Paraíba do Sul foi executada utilizando a projeção média do acumulado anual para o período de 2010-2018, 2010-2023, 2010-2028 e 2010-2033 para os cenários RCP45 e RCP85. Foram calculadas as anomalias percentuais de precipitação para os períodos projetados em relação ao período de referência (1981-2000). A essa análise denominou-se

Análise Média das Projeções.

Além disso, em busca de relevância e coerência para o período estudado, mesmo baseado em uma janela temporal curta (9 anos), uma discussão em relação a uma média em 4 (quatro) períodos (“time slices”) é adicionada aos resultados em função da variabilidade de maior frequência (1-9 anos). A essa análise denominou-se **Análise Móvel das Projeções.**

Os dados observados que serviram de referência para o clima presente são provenientes das estações pluviométricas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1981-2000. Com os acumulados anuais foram calculados médias sobre a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Na Análise Média das Projeções para o cenário RCP4.5, os resultados apresentaram maior probabilidade de aumento da precipitação anual média, principalmente no período de 2010-2023 e 2010-2028, com as medianas dos MCG alcançando +4%. Já nos intervalos 2010-2018 e 2010-2033 os valores das medianas ficaram atenuados em torno de 2%, o que significa menores incrementos no início e final da série analisada neste estudo

Na Análise Móvel das Projeções, para os períodos centrais do intervalo de estudo, 2015-2023 e 2020-2028, os quais compreendem a segunda parte da década de 2010 e a década de 2020, são esperados maiores acumulados de precipitação com aumento de 7 e 5%, respectivamente. Para o período inicial o valor estimado de variação foi de 6% ao passo que para o período referente ao longo prazo, 2025-2033, o valor esperando foi atenuado para 3%. Esta característica reflete indícios de variabilidade decadal nos acumulados de

precipitação para a Bacia, com pico, sugerindo período de acréscimo seguido de uma diminuição das anomalias.

O Cenário de altas emissões, RCP8.5, dentro da perspectiva da Análise Média das Projeções apresentou grande dispersão entre os MCG, com medianas das anomalias positivas e pouco expressivas, entre +2 e +1%, para os períodos 2010-2018 e 2010-2023. No tocante aos períodos de médio e longo prazo, 2010-2028 e 2010-2033, as projeções das anomalias ficaram centradas no zero e +1%, indicando estabilidade dos acumulados médios para a Bacia para o período analisado.

Na Análise Móvel das Projeções, observa-se que os valores acumulados de curtíssimo (2010-2018) e curto prazo (2015-2023) tendem a pequeno aumento, entre +2 e +1% de variação, em média, e para médio (2020-2028) e longo prazo (2025-2033) a tendência é de estabilização no patamar do valor de referência, ou seja, anomalia nula.

A análise das projeções pela média é mais robusta pois considera períodos mais longos, contudo ela perde na variabilidade de menor escala temporal. A análise adicional móvel da projeção reitera os resultados da análise pela média, ao modo que mostra o aumento e diminuição das anomalias ao longo dos períodos analisados. Ela tem a vantagem em mostrar a tendência em períodos mais curtos, que se propagam, enquanto pela média ocorre uma suavização das anomalias na série. A **Figura 9.1** ilustra os resultados obtidos sob as duas análises efetuadas

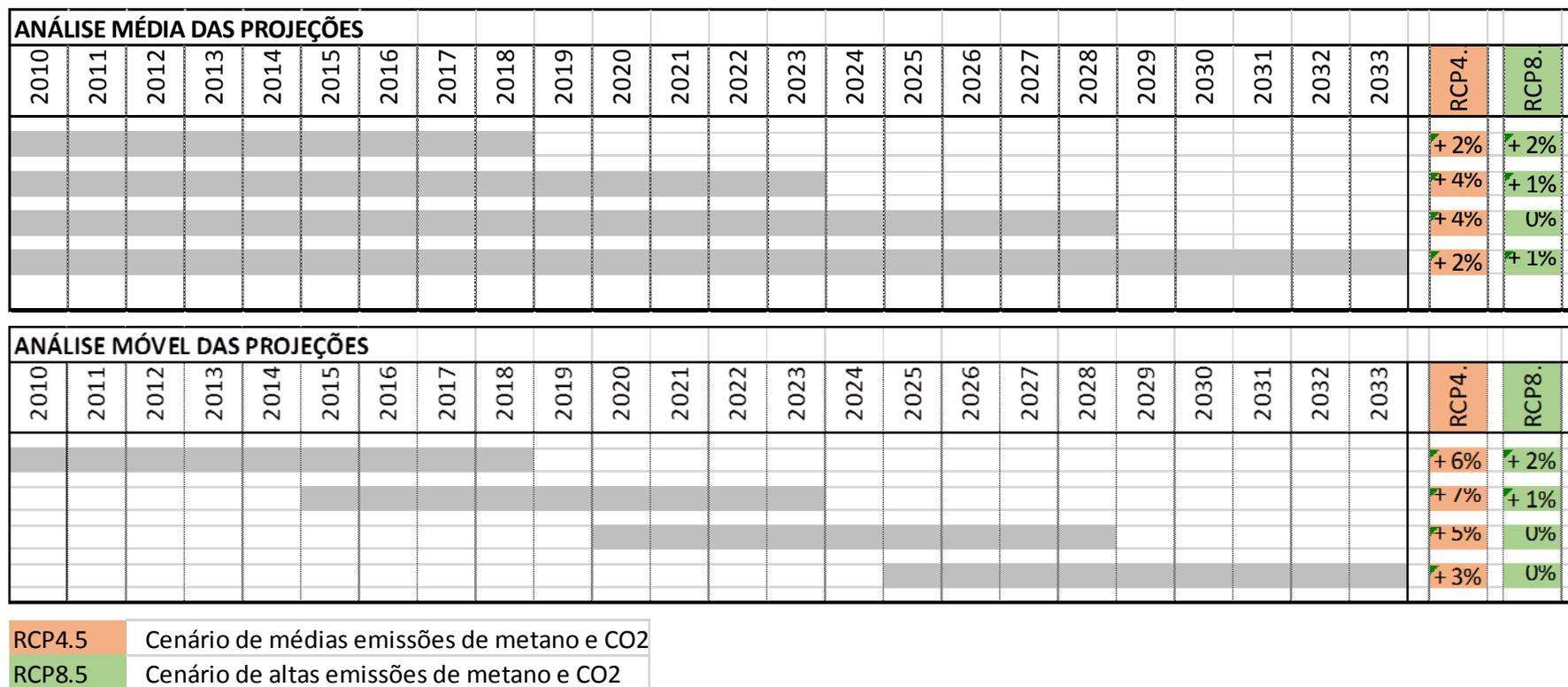


Figura 9.1– Probabilidades (%) de aumento da precipitação anual média

10 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Na sequência são caracterizados os principais estudos e projetos concluídos, previstos e em andamento, identificados no âmbito da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, inclusive Resoluções, com potencial para impactar diretamente o seu balanço hídrico.

Os estudos identificados, referentes às intervenções estruturais na Bacia do Paraíba do Sul, visam aumentar a sua disponibilidade hídrica, de forma a sustentar o desenvolvimento das parcelas dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais nela inserida, além de contribuir para a solução de conflitos hídricos na região.

10.1 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA MACROMETRÓPOLE PAULISTA.

- Entidade Responsável: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP
- Data de Início dos Estudos : Agosto/2013
- Estágio Atual: Concluído
- Empresa Responsável: COBRAPE - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
- Características Gerais do Estudo/Projeto:

A Sabesp contratou junto ao Consórcio ENCIBRA/HIDROCONSULT uma 1ª revisão do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo (PDAA) em 2004, com horizonte de planejamento de 2025 para a região do Alto Tietê e vizinhos, estudo este que sugeria aumento dos sistemas existentes, e agregação de novos mananciais, ações estas de curto, médio e longo prazo. Porém, o DAEE e o Governo do Estado avaliaram-no como insuficiente, decidindo pela criação de um grupo de trabalho com a finalidade de revisar os estudos existentes e sugerir novas possibilidades para o uso de novos mananciais e para o uso múltiplo de recursos hídricos da “macrometrópole”, assim como as premissas para o aproveitamento dos mananciais existentes e medidas de racionalização do uso da água até 2035

ensejando assim, a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, que considerou como área de abrangência as Regiões Metropolitanas de SP, Campinas e Baixada Santista, além das regiões limítrofes ou adjacentes .

Com relação as medidas estruturantes previstas que podem impactar diretamente na Bacia do Paraíba do Sul, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista apresenta variantes aos estudos do PDAA, apresentados na Nota Técnica NT-14 - Inventário das Alternativas Propostas, Setembro, 2009, elaborada pela COBRAPE.

10.1.1 Transposição para o Sistema Cantareira

Para a transposição das águas do Paraíba do Sul para o Sistema Cantareira foram concebidas duas alternativas caracterizadas na sequência :

a) **Jaguari – Atibainha (SABESP/PDAA)**

Este esquema faz parte do PDAA da SABESP e essa transferência se dá a partir da represa Jaguari – Sistema Paraíba do Sul, para a represa Atibainha, do Sistema Cantareira. A tomada de água no reservatório Jaguari e transposição para o reservatório Atibainha, no Sistema Cantareira (vazão máxima de 15 m³/s e vazão média de 5,0 m³/s) corresponde à transferência estudada no PDAA para o Sistema Cantareira.

A concepção estudada consiste em captar em um dos braços da represa Jaguari, entre os afluentes Ribeirão da Boa Vista e Ribeirão das Palmeiras, através de uma Estação Elevatória. O transporte da água captada é feito em dois trechos, sendo o primeiro por recalque, através de uma adutora com diâmetro de 1,6 m (5 m³/s) ou 2,1 m (10 m³/s) e 12.100 m de extensão, desenvolvendo-se quase que paralelamente à rodovia D. Pedro I até encontrar região de relevo acentuado.

A partir desse ponto inicia-se o trecho por gravidade, em túnel, com diâmetro de 3,0 m (5 m³/s) ou 4,0 m (10 m³/s) e extensão de 5.500 m até o reservatório de Atibainha. O desnível máximo a ser vencido entre a captação na represa

Jaguari e a descarga na represa Atibainha é de aproximadamente 215 m, considerando-se o nível mínimo da primeira represa.

A potência a ser instalada para essa transferência foi estimada em 21.300 kW (5 m³/s) ou 38.700 kW (10 m³/s) e o consumo anual de energia elétrica de 124.653 MWh ou 263.000 MWh, respectivamente.

A **Figura 10.1** na sequência apresenta um arranjo esquemático dessa solução.



Figura 10.1 – Arranjo Esquemático da Solução Jaguari – Atibainha (SABESP/PDAA)

b) Jaguari – Atibainha (VARIANTE/ Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista)

A variante aqui apresentada compreende tomada d'água associada a uma estação elevatória na margem esquerda do Reservatório do Rio Jaguari (afluente do Rio Paraíba) pouco a montante do esquema do PDAA, adutora e finaliza num primeiro reservatório de passagem situado na vertente da bacia do Rio Jaguari. Este reservatório está conectado com o reservatório de Atibainha mediante estação elevatória seguida de túnel operando por

gravidade (ainda serão determinadas as dimensões de comprimento e diâmetro da adutora e a extensão do túnel).

10.1.2 Transposição para o Sistema Alto Tietê

Para a transferência das águas do Paraíba do Sul diretamente para o Sistema Produtor Alto Tietê foram estudadas três alternativas a saber:

a) **Guararema - Biritiba (SABESP/PDAA)**

Este esquema faz parte do PDAA da SABESP e está dimensionado para 5,0 m³/s, e compreende tomada d'água no rio Paraíba do Sul, no município de Guararema, com lançamento final na represa Biritiba. A concepção estudada compõe-se de dois trechos, sendo o primeiro com captação no rio Paraíba do Sul, no município de Guararema, e lançamento no rio Tietê, próximo ao rio Biritiba e à estação elevatória da Sabesp existente no rio Tietê. A captação é feita através de uma estação elevatória e o transporte da água captada se dá por meio de uma adutora com diâmetro de 1,6 m (5 m³/s) ou 2,1 m (10 m³/s) e 21.200 m de extensão, desenvolvendo-se quase que paralelamente à rodovia SP 066, sentido Mogi das Cruzes, até o rio Tietê, onde é feito o lançamento dessa água. O desnível máximo desse trecho é de aproximadamente 225 m. A potência a ser instalada para esse primeiro trecho da transferência foi estimada em 20.400 kW (5 m³/s) ou 28.200 kW (10 m³/s) .

O segundo trecho corresponde à captação no rio Tietê e lançamento na futura represa do Biritiba. Será utilizado o canal existente que interliga o ponto de captação no rio e a EE existente. Para completar a transferência até a represa Biritiba está prevista a execução de uma EE e de uma adutora de reforço às existentes. A adutora de reforço terá 1,6 m (5 m³/s) ou 2,1 m (10 m³/s) de diâmetro e 4.300m de extensão. A potência a ser instalada para esse segundo trecho da transferência foi estimada em 3.000 kW (5 m³/s) ou 5.700 kW (10 m³/s).

O consumo anual total de energia elétrica foi estimado em 163.574 MWh ou 252.461 MWh, respectivamente.

b) Guararema - Biritiba (VARIANTE/ Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista)

Esse esquema é uma variante do estudo da SABESP conforme consta no PDAA, e compreende captação com estação elevatória no Rio Paraíba imediatamente a montante de Guararema seguida de adutora de diâmetro de 1,6m e comprimento de 3,5km conectada a um primeiro reservatório de passagem na cota 700,0m seguido de estação elevatória que recalca as águas para um túnel com comprimento de 3,3km que descarrega num segundo reservatório de passagem na cota 700,0m.

Este último reservatório conecta-se com um terceiro reservatório de passagem na cota 800m mediante estação elevatória e adutora de cerca de 300m de comprimento e diâmetro de 1,6m.

Finalmente este reservatório conecta-se por gravidade com o reservatório de Biritiba mediante uma adutora de 3,65km, túnel de 1,6km, aqueduto de 0,5km, canal de 2,3km e túnel de 1,8km.

c) Paraibuna – Ponte Alta (SABESP/PDAA)

Esta alternativa também se compõe de dois trechos, o primeiro por recalque, através de uma adutora até atingir ponto de terreno com grande elevação, e o segundo por gravidade, através de um túnel, até a represa Ponte Nova.

A concepção proposta consiste em captar na represa Paraibuna através de uma estação elevatória em um dos braços da represa, em ponto com coordenadas aproximadas E=444.000 e N=7.387.000.

A adutora proposta tem diâmetro de 1,6 m (5 m³/s) ou 2,2 m (10 m³/s) e extensão de 10.000 m. A transição da adutora para o túnel será por meio de um reservatório de passagem, na cota aproximada de 800 m. O túnel terá diâmetro de 3,0 m (5 m³/s) ou 4,0 m (10 m³/s) e 18.800 m de extensão. O desnível máximo será de aproximadamente 105 m.

A transferência da represa Ponte Nova para a de Biritiba se fará da mesma forma que a alternativa Guararema-Biritiba, isto é, há necessidade de uma estação elevatória e uma adutora de reforço às obras existentes.

10.1.3 Estudo para Implantação de Reservatórios de Regularização de Vazões na Bacia do Paraíba do Sul

A Nota Técnica NT-14 - Inventário das Alternativas Propostas - Setembro, 2009, da COBRAPE, prevê também a compensação das eventuais retiradas da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Apesar dessa Nota Técnica, encontrar-se relativamente obsoleta, face à resolução conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA Nº 1382, de 07 de dezembro de 2015, que estabelece uma Reserva Estratégica no Reservatório de Paraibuna para compensar os volumes a serem transpostos para outras bacias, ela é ainda aqui apresentada, como alternativa estudada que mostra os locais mais propícios para implantação de barragens que poderiam aumentar a reservação hídrica da bacia.

Segundo esse documento, nas eventuais retiradas que venham a ser cogitadas da bacia do Rio Paraíba do Sul, seja através do reservatório do Jaguarí para o reservatório de Atibainha ou de Guararema para o reservatório de Biritiba, deverá ser levada em consideração a necessidade de uma compensação das perdas resultantes em termos de energia e de disponibilidade de vazões regularizadas, mediante a implantação de novos reservatórios em tributários do Rio Paraíba nos quais isso seja possível.

Tendo em vista compensar as eventuais retiradas de água que venham a ser efetuadas da bacia do Rio Paraíba para suprimento da Macrometrópole Paulista foram pesquisados locais para barramento em afluentes da margem esquerda do Rio Paraíba por estarem situados em região de produtividade hídrica sensivelmente mais elevada.

Esses reservatórios, se implantados, poderiam regularizar vazões de forma a incrementar as vazões mínimas do Rio Paraíba, a jusante, compensando – em épocas de estiagem – as reduções nas disponibilidades hídricas decorrentes das alternativas que consideram transposições de vazões para outras bacias hidrográficas.

Os cursos d'água selecionados, bem como, as características gerais dos barramentos estudados para a criação de reservatórios de regularização estão indicados no **Quadro 10.1** a seguir.

Quadro 10.1 – Características Gerais dos Barramentos Estudados em Afluentes do Rio Paraíba do Sul em São Paulo

LOCAL	RIO	ÁREA DE DRENAGEM (Km ²)	COTA DE FUNDO (m)	NA MAX. MAXIMÓRUM (m)	COTA DE COROAMENTO (m)	ALTURA DO BARRAMENTO (m)	VAZÕES(m ³ /s)		VOLUME MÉDIO DE ARMAZENAMENTO (10 ⁶ .m ³)
							MÉDIA	REGULARIZADA	
Monteiro Lobato	Ribeirão dos Souzas	136,3	675,0	698,5	703,5	28,5	2,95	2,57	60,34
Fazenda Santa Clara	Rio Buquirinha	119,0	650,0	682,5	687,5	37,5	2,57	2,24	53,18
Fazenda Baronesa	Ribeirão Tetequera e Córrego Sertãozinho	83,5	572,0	597,0	602,0	30,0	1,81	1,57	36,83
Fazenda Santa Terezinha	Rio Guaratinguetá	88,7	590,0	619,0	624,0	34,0	1,92	1,67	39,28
Fazenda Caracol	Rio Piagui	177,7	555,0	590,0	595,0	40,0	3,84	2,82	26,21
Fazenda Vargem Grande	Rios Piquete e Passa Quatro	145,7	550,0	585,0	590,0	40,0	3,15	2,52	41,25

No bojo dos estudos dos arranjos alternativos realizados no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, as influências devidas às inserções desses novos barramentos foram avaliadas utilizando-se o Sistema de Suporte a Decisões – SSD AcquaNet. Para essas avaliações foram fixadas seções de controle ao longo dos rios Jaguari e Paraíba do Sul, comparando-se as vazões mínimas configuradas para essas localidades na situação atual, com aquelas resultantes de propostas de transposições de vazões para outras bacias e computando-se os efeitos compensatórios decorrentes da inserção dos novos reservatórios.

O referido estudo concluiu que dos seis reservatórios estudados para os afluentes da margem esquerda do rio Paraíba, apenas dois são necessários: (i) o reservatório Monteiro Lobato (nos arranjos 4 e 6) e, (ii) os reservatórios Monteiro Lobato e Santa Clara nos arranjos 5 e 7.

No momento atual a solução cogitada é a implantação do Reservatório de Santa Clara com barramento no Rio Buquirinha, tributário do rio Buquira que, por sua vez, deságua na margem esquerda do Rio Paraíba, próximo à cidade de São José dos Campos. Ressalta-se ainda, que este reservatório já estava previsto no plano de aproveitamento de recursos hídricos da Bacia, da década de 1960 do DAEE.

A **Figura 10.2** a seguir apresenta o diagrama unifilar dos Barramentos Estudados.

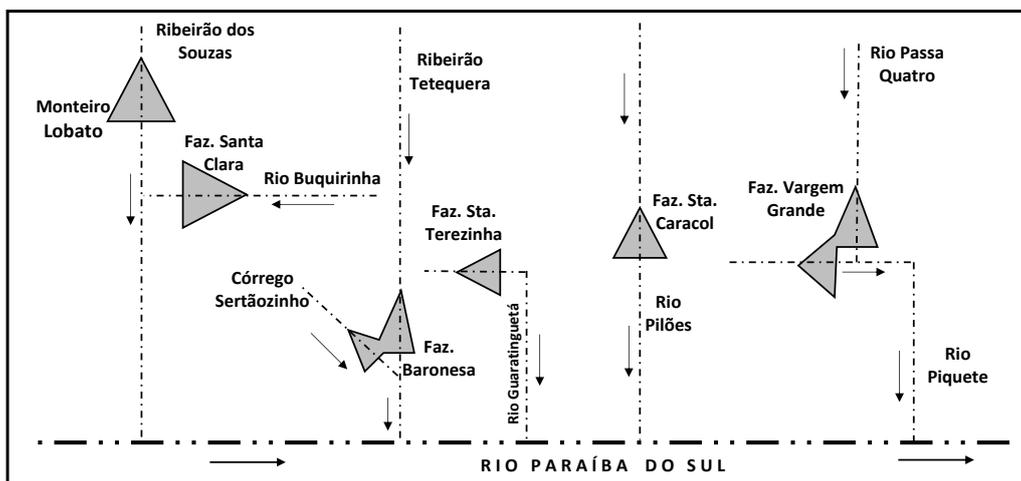


Figura 10.2 – Esquema Geral dos Barramentos Estudados

A localização dos eixos de barramento estudados e indicada no mapa geral das obras integrantes do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista é apresentada na **Figura 10.3** a seguir.

10.2 ESTUDO DE IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES DE VAZÕES NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.

- Entidade Responsável : Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - AGEVAP
- Data de Início dos Estudos : Dez/2011
- Estágio Atual : Concluído
- Empresa Responsável : PSR Soluções em Energia e Consultoria Ltda.
- Características Gerais do Estudo/Projeto:

O Estudo de Impactos de Novas Transposições de Vazões na bacia do rio Paraíba do Sul foi iniciado no final do ano de 2011 (Dezembro) e foi finalizado em setembro de 2013 após intensas interações com os órgãos gestores envolvidos e buscou analisar os impactos das transposições atuais e previstas na ocasião nos recursos hídricos da bacia do Paraíba do Sul.

O estudo mostra que em o cenário atual da bacia do rio Paraíba do Sul é caracterizado pela transposição da região metropolitana do Rio de Janeiro (sistema LIGHT/CEDAE), a maior transposição implantada no Brasil, além de ser a primeira existente no rio, e maior em termos de altura manométrica, sendo projetada para fins de geração de energia elétrica. No entanto, é fato que este sistema é hoje um aproveitamento de uso múltiplo.

Nesse cenário atual duas questões básicas foram explicitadas no referido Estudo:

- O crescimento das demandas da bacia do rio Paraíba do Sul em relação a manutenção das vazões transpostas para a bacia do rio Guandu;
- E a questão da vazão remanescente do Rio Pirai entre o desvio de Tocos e o reservatório de Santana.

Na primeira questão ficou claro no trabalho de Avaliação de Novas Transposições, que as situações porventura adversas no futuro da bacia do rio Guandu terão que ser solucionadas na própria bacia, seja para atender aos usuários ou mesmo conter a intrusão de lâmina salina. O atendimento da restrição de vazão mínima na foz para contenção da cunha salina, estimada em 60 m³/s, é também fundamental para os empreendimentos situados no canal de São Francisco, tais como UTE de Santa Cruz, Gerdau, Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC) e Inepar Energia. Essas questões já foram relatadas por CAMPOS, J. D. et al (2003).

Nesse trabalho considera-se que mesmo outorgas já concedidas terão que ser revistas e limitadas, visando garantir principalmente o abastecimento da ETA Guandu da CEDAE e da cidade do Rio de Janeiro.

O estudo mostra ainda que, para criar uma alternativa confiável que assegure a alimentação da ETA da CEDAE no Rio Guandu e de outros usuários a jusante, a Light Energia investirá, junto com o Governo do Estado, em um sistema alternativo de adução entre os reservatórios de Vigário e de Ponte Coberta. O novo circuito hidráulico será constituído de um “by-pass” à atual usina hidrelétrica de Nilo Peçanha, o que possibilita a interrupção do funcionamento dessa usina quando houver a necessidade de manutenção periódica ou devido à avaria. O projeto aumenta a segurança hídrica para o fornecimento de água à Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O estudo de modelagem hidrológica-hidráulica realizado que embasou as conclusões apresentadas utilizou a seguinte topologia: os reservatórios com ou sem geração, as usinas geradoras, as usinas a fio d’água e as captações de água (tal como a Calha CEDAE no sistema LIGHT) são representados através de nós, enquanto as interligações entre esses nós são representadas por arcos, como por exemplo, os arcos de vertimento e turbinamento das usinas e reservatórios.

No estudo realizado tomou-se como referência os arranjos alternativos de aproveitamentos de recursos hídricos apresentados no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista de Janeiro 2010 que foram elaborados por reunirem as melhores condições para atender as demandas hídricas da Macrometrópole no horizonte do planejamento estudado.

Vale ressaltar que o estudo considerou uma vazão captada de no máximo de 5 m³/s (**Arranjo 7 do estudo citado**).

Com as séries hidrológicas definidas e as regras de restrição estabelecidas para os diversos reservatórios e transposições existentes e previstas foram elaboradas as curvas de permanência para a vazão defluente de cada um dos postos dos trechos mais críticos.

Como conclusões gerais dos estudos observou-se que, do ponto de vista quantitativo, ou seja, no que concerne a vazão apenas, pode-se concluir que as diferenças encontradas

para a situação atual (e futura) não se afiguram como muito elevadas, mesmo considerando os cenários mais severos de retirada de água para atender outras bacias.

O quadro mais grave, no entanto, poderia se configurar no que concerne à qualidade da água nas situações mais críticas. Na situação atual, utilizando um modelo de simulação hidrodinâmico, evidencia esse problema para vazões de estiagem, sem as transposições.

Assim pode-se concluir que a aprovação de novas transposições só deve piorar as condições de qualidade da água nesses trechos, onde apenas um investimento intenso em saneamento básico e tratamento de efluentes poderiam reverter o quadro atual e o futuro.

Por fim, o estudo evidencia que a transposição do Paraíba do Sul é e continuará estratégica, para a bacia do rio Guandu e para o abastecimento de água do Rio de Janeiro e que, a bacia do rio Paraíba do Sul não terá condições de suportar um aumento na vazão captada sem prejudicar o atendimento das vazões consuntivas futuras na bacia, e mesmo a nova transposição para atender a cidade de São Paulo que já se encontra em curso.

10.3 **RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/DAEE/IGAM/INEA Nº 1382, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2015**

- Entidades Responsáveis : ANA/DAEE/IGAM/INEA
- Data da Resolução : 7 de Dezembro de 2015
- Estágio Atual: Em validade
- Características Gerais da Resolução:

A Resolução conjunta da ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382 , dispõe sobre as condições de operação a serem observadas para o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul, que compreende tanto os reservatórios localizados na bacia quanto as estruturas de transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o Sistema Guandu.

Esta resolução estabelece condições a serem observadas pelo ONS para a operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul, compreendendo, tanto os reservatórios localizados na bacia, quanto as estruturas de transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o Sistema Guandu. No documento são estabelecidos os limites mínimos das vazões a jusante dos aproveitamentos, com vistas a garantir a segurança hídrica do abastecimento humano, tanto na bacia hidrográfica, como também na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O documento também estabelece o valor considerado como de operação normal para o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul, como aquele cujas vazões instantâneas forem de 71 m³/s (com até 5% de variação acima deste valor) a jusante da barragem de Santa Cecília e de 120 m³/s (com até 2% de variação acima deste valor) a jusante do aproveitamento de Pereira Passos e estabelece ainda, as condições específicas para o qual o sistema possa operar com vazões acima do limite de 71 m³/s (com variação de até 5% acima deste valor) a jusante da barragem de Santa Cecília.

Para os estudos de cenarização do presente PIRH Paraíba do Sul, importa especialmente o artigo 2º que estabelece que para garantir o atendimento das vazões mínimas com vistas ao abastecimento humano estabelecidas no início do Art. 1º, o ONS está autorizado a operar o reservatório de Paraibuna abaixo do nível mínimo operacional normal (694,60m), até o nível que equivale à disponibilização de um volume adicional de 425 milhões de m³, sendo, numa primeira etapa, até o nível que equivale à disponibilização do volume de 263 milhões de m³.

Por esta resolução, fica então garantida uma reserva estratégica neste reservatório para o atendimento das demandas de abastecimento humano na bacia expressa pelo seu reservatório equivalente no cenário atual.

Ainda sobre a repercussão desta resolução para o balanço hídrico da bacia em estudo cabe ressaltar a avaliação sobre esta resolução elaborada pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) na Nota Técnica **NT-0086/2015 intitulada “Avaliação da Minuta da Resolução Conjunta ANA-DAEE-IGAM-INEA PARAIBA DO SUL.**

Neste documento o ONS estudou em uma primeira instância o rebatimento das novas regras operativas estabelecidas pela resolução sob as óticas de armazenamento hídrico, vulnerabilidade às cheias na bacia e geração de energia.

As conclusões dos estudos sumariamente mostram que a probabilidade dos reservatórios de Paraibuna e Jaguari terminarem o período seco com 100% de seus armazenamentos é significativamente elevado, o que promove condições plenamente seguras para o atendimento aos usuários consumidores de água em todos os trechos desta bacia, incluindo a bacia do rio Guandu, sendo que, no entanto, em virtude da elevada probabilidade dos reservatórios de Paraibuna e Jaguari iniciarem o período úmido com 100% de seus armazenamentos, o volume e frequência de vazões vertidas serão maiores nestes reservatórios do que os historicamente observados e devido à elevada probabilidade de

aumento dos vertimentos não controlados de Paraibuna e Jaguari, considerando os volumes de espera atualmente adotados na operação de controle de cheias em Santa Branca e Funil, conclui que o risco de rompimento das restrições de vazão máxima destes reservatórios seria aumentado de forma significativa, com possíveis reflexos, nas regiões mais suscetíveis da Bacia, o que foi evidenciado pelo estudo que a localidade de Barra Mansa, que constitui um dos principais pontos de controle de vazões máximas da bacia, em condições de operação considerando a regra baseada na Resolução ANA nº 211 de 2003.

Para esta localidade, os estudos iniciais elaborados mostram que, em virtude das elevadas aflúências recebidas em Funil provenientes, principalmente, das vazões vertidas em Paraibuna e Jaguari, a simulação do controle de cheias em Barra Mansa, considerando a regra proposta, apresenta um severo rompimento da restrição de vazão máxima neste ponto de controle – tanto em volume quanto em duração da cheia.

Sob a ótica do impacto energético da regra proposta na minuta de resolução conjunta, sob o ponto de vista sistêmico, não há perda ou ganho energético significativo para o Sistema Interligado Nacional.

10.4 **SEGUNDA ATUALIZAÇÃO DO PDAA-PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.**

- Entidade Responsável : Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo- SABESP
- Data de Início dos Estudos : Agosto/2014
- Estágio Atual: Concluído
- Empresa Responsável : ENCIBRA S/A, ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA.
- Características Gerais do Estudo/Projeto:

O Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Região Metropolitana de São Paulo (PDAA) sofreu sua primeira atualização em 2004, sendo esta a sua segunda atualização. O PDAA tem como objetivo definir as futuras soluções para o abastecimento de toda a região, consistindo em um planejamento estratégico, tendo como horizonte o ano de 2035.

O PDAA chegou a estudar três concepções de engenharia para aproveitamento das águas da bacia do Rio Paraíba do Sul visando o abastecimento da RMSP. Uma delas com transposição para o Sistema Produtor Cantareira e outras duas para o Sistema Produtor Alto Tietê. Em todas as alternativas, foram consideradas vazões de transferência de 5 e 10 m³/s.

No caso de transferência para o Sistema Produtor Cantareira, a concepção estudada consiste em captação em um dos braços da represa Jaguari, entre os afluentes Ribeirão da Boa Vista e Ribeirão das Palmeiras, através de uma Estação Elevatória.

Quanto às transferências para o Sistema Produtor Alto Tietê, foram estudadas duas alternativas. A primeira, consiste na implantação de uma captação no rio Paraíba do Sul, no município de Guararema, com lançamento final na represa de Biritiba, após passagem por trecho do rio Tietê e pela elevatória da Sabesp existente no local.

A segunda alternativa consiste na captação na represa Paraibuna, com lançamento na represa de Ponte Nova.

10.5 ESTUDOS E PROJETO BÁSICO DE UM SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DAS CHEIAS DO RIO MURIAÉ NA CIDADE DE LAJE DO MURIAÉ-RJ

- Entidade Responsável: Secretaria do Estado do Meio Ambiente do Rio de Janeiro–SEA-RJ
- Data de Início dos Estudos: Outubro/2010
- Estágio Atual: Concluído
- Empresa Responsável: COHIDRO-Consultoria Estudos e Projetos Ltda.
- Características Gerais do Estudo/Projeto:

Os estudos visam a mitigação dos efeitos das cheias do Rio Muriaé sobre a cidade de Laje do Muriaé tendo sido estudadas duas alternativas sendo uma a construção de uma barragem à montante da cidade com volume suficiente para amortecimento do efeito das cheias na cidade e a segunda a construção de um canal de desvio de parte das vazões do rio Muriaé para um local situado a jusante da cidade.

- Escopo:
 - Elaboração de estudos e projeto básico de uma barragem de terra homogênea com extensão de 180m e altura máxima de 15m. A barragem é dotada de 3 comportas de 2,0m x 2,0m que operam com capacidade total de 120m³/s;

- Elaboração de estudos e projeto básico de canal de desvio de cheias com capacidade para 320m³/s com seção trapezoidal e 6,36km de extensão;
- Elaboração de estudos e projeto básico de túneis hidráulicos com capacidade para 320m³/s, escavados em rocha, com 5m de diâmetro e 1,6km de extensão.
- Resumo dos serviços executados:
 - Estudos de concepção (estudos hidrológicos e definição de vazões operacionais);
 - Levantamentos de campo (topografia e sondagens a trado e a percussão);
 - Estudo de Alternativas (estudo de viabilidade técnica, econômica e sócioambiental);
 - Projeto Básico (projeto hidráulico-civil, estudos geotécnicos, projeto de terraplenagem e especificação técnica de materiais e equipamentos);
 - Levantamento das Quantidades e Custos (orçamento nos padrões EMOP, SINAPI, PINI e à valores de mercado).

10.6 **ESTUDOS PARA CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO DE EVENTOS CRÍTICOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E DE UM SISTEMA DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE CHEIAS NAS BACIAS DOS RIOS MURIAÉ E POMBA E INVESTIGAÇÕES DE CAMPO CORRELATAS.**

- Entidade Responsável: Agência Nacional de Águas-ANA
- Data de Início dos Estudos: Janeiro/2011
- Estágio Atual: Concluído
- Empresa Responsável: ENGECORPS – Corpo de Engenheiros Consultores S.A.
- Características Gerais do Estudo/Projeto:

Os estudos elaborados visam a Concepção de um Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul e de um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba onde é feita a seleção de Locais Propícios para Implantação de Estruturas do SIEMEC (Barragens de Mitigação de Cheias) sendo uma em cada bacia (Pomba e Muriaé), além da definição ao nível ante projeto destas estruturas.

O estudo define os locais propícios para implantação de intervenções estruturais nas bacias dos rios Pomba e Muriaé, utilizando-se cartas 1:50.000, as seções topobatimétricas produzidas através das campanhas de campo, as cheias de projeto selecionadas e os

resultados das modelagens e avaliação preliminar da efetividade de cada intervenção e de possíveis interferências.

- Estudos Complementares:

Em estudos adicionais, o INEA pesquisa a viabilidade de ampliar o barramentos com o intuito não só de amortização de cheia, mas também de regularização de vazão.

10.7 BASE DE APOIO

O presente capítulo do relatório utilizou como base de apoio os estudos a seguir relacionados:

- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA-COBRAPE, 2009 - Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista.
- AGEVAP –PSR, 2012 - Estudo de Impactos de Novas Transposições de Vazões na Bacia do Paraíba do Sul.
- ENCIBRA-SABESP, 2015 - Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.
- ENCIBRA-HIDROCONSULT-SABESP, 2006. Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – PDAA.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA-COBRAPE,2009 - Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista.
- INEA-RJ-COHIDRO,2014 - Elaboração do Projeto de Regularização Fundiária Sustentável de Áreas Urbanas Situadas nas Margens do rio Paraíba do Sul, trecho de Volta Redonda-RJ.
- INEA-RJ-COHIDRO,2011 - Elaboração do Projeto de Regularização Fundiária Sustentável de Áreas Urbanas Situadas nas Margens do rio Paraíba do Sul, trecho de Barra Mansa-RJ.
- SEA-RJ-COHIDRO,2011 - Estudos e Projeto Básico de Um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação das Cheias do Rio Muriaé na Cidade de Laje do Muriaé-RJ.
- Agência Nacional de Águas-ANA-ENGEORPS, 2011-Estudos para Concepção de um Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul e de um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas Bacias dos Rios Muriaé e Pomba e Investigações de Campo Correlatas.
- SABESP-ENCIBRA,2015 - Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.
- COPPETEC-CEIVAP, 2007. PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL: Cadernos de Ações – Área de Atuação do BCH-PS.
- DAEE, 2006. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007.

11 RECOMENDAÇÕES

Nesta fase final do Relatório do Prognóstico do Plano de Bacia do Paraíba do Sul procura-se elencar recomendações sobre ações a serem desenvolvidas, de forma que sejam produzidas as bases de apoio para o sucesso do Plano e, conseqüentemente, para o uso adequado dos recursos hídricos em questão.

Os tópicos principais a serem considerados são:

- a) Execução de serviços de Cadastro de Recursos Hídricos, identificando, no mínimo, os usuários, o tipo e a forma de uso, as demandas hídricas, os responsáveis e a situação da outorga.
- b) Após execução do cadastro de uso dos recursos hídricos, são necessárias ações de fiscalização e dos órgãos responsáveis pela concessão de outorgas, de forma a regularizar a situação de uso irregular da água, sem outorga, sobretudo na irrigação.

O usuário em situação irregular (sem outorga) deve ser instado a solicitar a outorga que, se concedida, regulariza o uso ou, em caso negativo, proíbe o uso.

Outra ação primordial após a execução do cadastro e regularização das outorgas, refere-se a atualização do Balanço Hídrico, com os novos valores de demanda a serem considerados.

- c) Estudo específico sobre a viabilidade das projeções especificamente para os setores de irrigação e indústria, identificando a fonte de abastecimento (superficial, subterrânea ou adução de outra região) e suas implicações nos outros usos.
- d) Estudos sobre possíveis barramentos futuros e ou alteração na parte estrutural de barragens existentes, visando o aumento da reserva hídrica na bacia. Os estudos devem levar em conta a possibilidade técnica, as implicações econômicas e o ganho nos aspectos de reservação de água, assim como regularização de vazão.
- e) Avaliação de projeto e ações visando a implantação dos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, contemplados nos estudos de transposição de águas da Bacia para o Estado de São Paulo. Os estudos para implantação destes barramentos visam compensar os 5m³/s a serem retirados do reservatório Jaguari, para a transposição.

- f) Análise dos projetos de implantação de reservatórios nas Bacias dos rios Muriaé e Pomba.

Ressalta-se a importância dos reservatórios serem dimensionados não só para contenção de cheia, mas também com a finalidade de regularização de vazão.

É importante ações que ajudem a viabilizar a implantação destas intervenções estruturais, no sentido de aumentar a disponibilidade hídrica na Bacia.

- g) Alteração nas regras operativas, de forma a ampliar a função dos reservatórios, para além de reserva hídrica e produção de energia, servir como regulador de vazão para abastecimento das demandas de jusante. Esta ação, para se tornar viável, tem como condicionante, a mudança de olhar para a bacia, de geração de energia para abastecimento (uso múltiplo com prioridade para o abastecimento).
- h) Execução de serviços de topobatimetria nos reservatórios visando o conhecimento do potencial de reservação, com base nas curvas cota x área x volume atualizadas.
- i) Amarração de cotas, ao sistema IBGE, de todas as Referências de Níveis da Rede Hidrométrica da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, de maneira a permitir, através das curvas cota x área x volume e da cota do nível d'água em ocorrência, obter qual o volume de água disponível naquele momento, no reservatório.
- j) Modernização e manutenção da operação da Rede Hidrométrica da bacia, possibilitando assim aumentar as séries históricas, dando robustez às informações hidrológicas, que foram vitais para definição da disponibilidade hídrica na bacia, permitindo espacializar as informações e regionalizando as vazões.

A modernização da rede de qualidade das águas, deve passar pelo aumento da diversidade de parâmetros a serem monitoradas, com adesão inclusive dos dados da Qualiágua.

- k) É fundamental a implantação dos 22 (vinte e dois) pontos de controle, visando o acompanhamento das entregas de água em cada um deles, na quantidade e qualidade estabelecidas no Plano.
- l) É importante a implantação de um Centro Supervisório de Controle dos Recursos Hídricos. Este Centro de Controle atuaria no sentido de acompanhar as disponibilidades ao longo do tempo, com telemetria em alguns postos chave da

rede. Teria ainda como objetivo verificar os usos já implantados, com as respectivas outorgas e as possibilidades futuras. O Centro Supervisório contaria com a ferramenta do Balanço Hídrico desenvolvida pela COHIDRO.

- m) Intensificação na fiscalização, não permitindo o uso da água sem a devida outorga.
- n) Projetos e implantação de programas de Recuperação Ambiental na Bacia, com recuperação e proteção das nascentes, plantio de mata ciliar, implantação e regularização de áreas de preservação ambiental, enfim, ações não estruturais com o intuito de aumentar a produção hídrica na bacia e melhorar a qualidade de suas águas.
- o) Implantação de programas de Educação Ambiental, incluindo na ação a estrutura das Secretarias de Educação dos três Estados e as Secretarias Municipais de Educação e Meio Ambiente dos Municípios. É importante estudar formas de incluir, no currículo das redes municipais e estadual, a Educação Ambiental.
- p) Aprimoramento dos critérios de outorga, principalmente no que diz respeito à “reserva hídrica”.
- q) Na emissão de outorga, adoção de critérios técnicos diferenciados e restritivos por uso (tecnologia) e por região.
- r) Melhoria da eficiência dos mecanismos e valores de cobrança.
- s) Ações de Saneamento Ambiental, com ênfase ao esgotamento sanitário (coleta e tratamento) são de extrema importância, tanto nos seus aspectos de preservação da saúde da população, como no que se refere à qualidade das águas dos corpos hídricos. Para que ocorra melhoria significativa neste contexto é necessário entendimento entre Governo Estadual e Governos Municipais, com apoio do Governo Federal. Os municípios normalmente não são dotados de equipe técnica e equipamentos adequados, para o desenvolvimento dos projetos imprescindíveis para obtenção dos recursos financeiros necessários para execução das obras de esgotamento sanitário. O Estado apoiando os Municípios nesta fase dos projetos (contratando ou desenvolvendo) dará um grande passo para que as verbas possam ser solicitadas ao Governo Federal, viabilizando as obras. A AGEVAP/CEIVAP estão atuando neste segmento com desenvolvimento de projetos de saneamento para os municípios com maior população, sendo necessário atender aos demais municípios da Bacia para consolidar esta fase.

- t) Estudos específicos para avaliação da qualidade da água nos corpos hídricos da Bacia, com medições em períodos de estiagens, cheias e pares de transição, de forma a definir efetivamente a qualidade das águas e identificar as regiões onde serão necessárias intervenções para melhoria da situação.

Paralelo à avaliação da qualidade das águas, é necessário identificar as fontes de poluição que estão afetando as águas dos Corpos Hídricos (efluentes domésticos e industriais; agrotóxicos; poluição difusa (pecuária); efluentes de hospitais, cemitérios e postos de gasolina); enfim, é fundamental mapear as fontes de poluição e quantificar suas contribuições para o desequilíbrio da qualidade das águas na Bacia Hidrográfica.

Os estudos servirão ainda para dimensionar e especificar uma rede de monitoramento de qualidade da água, adequada às necessidades locais.

- u) Algumas premissas adotadas como referência para o Plano da Bacia precisam ser perseguidas com afinco para tornar possível alcançar os seus objetivos. Duas destas premissas merecem destaque especial, quais sejam:

- A diminuição de perdas no sistema de abastecimento d'água (captação, tratamento e distribuição) é fundamental para viabilizar o atendimento desta demanda.
- A migração de uso, na irrigação, de sistemas de aspersão para gotejamento, utilizando tecnologia moderna, é outro fator fundamental para permitir o crescimento da região com o uso equilibrado de seus Recursos Hídricos.
- A realidade da bacia levantada no Diagnóstico, mostra como é preocupante a situação de desperdício de água, provocado por perdas no sistema de abastecimento nos municípios do Estado de São Paulo, Santa Branca é o que apresenta o menor percentual de perda, com 12%, enquanto Areias tem a maior perda no sistema de abastecimento chegando a 61%. Ponderando o percentual de perda de cada município por sua população, encontra-se 31% de perda média nesta porção da bacia.

No Estado do Rio de Janeiro, o município de Santo Antônio de Pádua com 4% é o que menos perde no sistema enquanto que o município de Mendes apresenta a maior perda com 66%. A perda média ponderada nos municípios do Estado do Rio de Janeiro é de 29%.

Por fim, a porção da bacia no Estado de Minas Gerais tem a menor perda no município de Oliveira Fortes, equivalente a 5,5% e a maior perda no município de Santa Bárbara do Monte Verde com 79%. O valor médio ponderado da perda de água nos municípios mineiros é de 29%.

Face a esta situação de extrema gravidade com as elevadas perdas, entende-se que é necessário um esforço concentrado, contando com o apoio dos Governos Federal, Estadual e Municipal, visando intervenções em obras de infraestrutura, em ações de fiscalização e conscientização da população através de educação ambiental, além do uso da cobrança como elemento incentivador para a diminuição de perdas nos sistemas de abastecimento.

O Quadro 5.1 apresenta as metas para redução de perdas nos horizontes do Plano, pretendendo alcançar o percentual mínimo de 22% no cenário otimista e, no tendencial, com a meta convergindo para 27% de perda.

- Quanto às demandas para uso da água de irrigação, os valores são muito significativos, totalizando no cenário tendencial para o horizonte de 2033, o valor de 32 m³/s, correspondente a 38% do total da demanda da Bacia.

Em sendo o maior usuário da água, o setor de irrigação precisa ser modernizado, migrando a tecnologia e os instrumentos adotados atualmente para outros de baixo consumo.

12 EQUIPE TÉCNICA PRINCIPAL

NOME	FORMAÇÃO/ESPECIALIZAÇÃO	FUNÇÕES/ATIVIDADES
Wellington Coimbra Lou	Engenheiro Civil Mestrado em Engenharia Civil - Hidrologia Doutorado em Engenharia Civil - Hidráulica	Responsável Técnico
José Augusto Jordão Castro	Engenheiro Civil Especialização em Instrumentos Jurídicos, Econômicos e Institucionais para o Gerenciamento de Recursos Hídricos	Coordenador Técnico
Antônio Sérgio Villaboim de Castro Lima	Engenheiro Agrônomo	Demandas Hídricas
Celso Rosa de Avila	Engenheiro Civil Especialista em Hidrologia	Cenários Hídricos e Balanços Hídricos
Cristina Rimis	Bacharel em Pedagogia	Analista Administrativo
Elcio Wilson Nascimento Silva	Analista de Sistemas	SIG – Sistema de Informações Geográficas
Fernando Paiva Tavares	Analista de Sistemas	SIG – Sistema de Informações Geográficas
Francisco das Chagas Vasconcelos Junior	Licenciatura Plena em Física Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas Doutorado em Meteorologia	Estudo de Impactos das Mudanças do Clima
José Elton Santos de Moraes	Bacharel em Designer Gráfico	Programação Visual
Leandro Marcos	Designer Gráfico	Programação Visual
Liliam Maria Campos Costa	Economista Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente	Cenários Econômicos e Institucionais
Luiz Paulo de Souza Viana	Engenheiro Civil Especialista em Planejamento de Recursos Hídricos	Revisão Final
Marcelo A. Teixeira Pinto	Engenheiro Químico, Mestrado em Saúde Pública e Engenharia de Controle Ambiental, Especialização em Engenharia de Sistemas de Esgotos	Saneamento Ambiental
Marcelo Wangler de Avila	Engenheiro Ambiental e Sanitarista Mestrado em Engenharia de Biosistemas (Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental)	Balanços Hídricos
Otávio Candido Ramalho Neto	Engenheiro Agrônomo Especialização em Engenharia de Irrigação e Drenagem Especialização em Engenharia Sanitária	Identificação e análise da influência das principais obras hidráulicas da Bacia.
Rodolpho Humberto Ramina	Engenheiro Civil e Economista Mestrado em Engenharia Civil Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento	Análises de Riscos
Rodrigo Speziali de Carvalho	Economista Especialização e Mestrado em Administração Pública	Cenários Econômicos e Institucionais

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J. E. D. O bônus demográfico e o crescimento econômico no Brasil. Mimeo.
- Alves, J. E. D. A transição demográfica e a janela de oportunidade. Instituto Fernand Braudel de economia mundial. São Paulo, 2008.
- Brito, F.; Horta, C. J. G.; Amaral, E. F. de L. A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas. Associação Brasileira de Estudos Populacionais - Abep. Anais da Conferência Internacional de População da IUSSP, 2001.
- Cunha, J. M. P. Migração no Centro-Oeste Brasileiro: as tendências e características do período 1986/1961. Encontro de Demografia da Região Centro-Oeste e Tocantins (1999). Mimeo.
- IBGE. Censos Demográficos. IBGE, diversos anos. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>, consultado pela última vez em 18/08/2013.
- IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. Estimativas das populações das UFs 1980-2030, revisão 2008. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/default.shtm, consultado pela última vez em 18/08/2013.
- IBGE, Séries Históricas e Estatísticas. Disponível em http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1#, consultado pela última vez em 18/08/2013.
- IPEA / IPEADATA. Bases de dados Macroeconômicos e Regionais. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br/>, consultado pela última vez em 22/05/2013.
- Madeira, J. L. e Simões, C. C. S. Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia. Revista Brasileira de Estatística, v.33, n.129, p.3-11, jan./mar. 1972.
- Pereira, A. S. A economia do Estado do Rio de Janeiro: ontem e hoje. Revista Teoria e evidência econômica, ano 3, no 5, maio de 1995.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. PopulationDivision, 2012.
- Clarke, L.E., Edmonds, J.A., Jacoby, H.D., Pitcher, H., Reilly, J.M., Richels, R. 2007 Scenarios of greenhouse gas emissions and atmospheric concentrations. Sub-report 2.1a of Synthesis and Assessment Product 2.1. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington DC.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- Riahi, K., Grübler, A., Nakicenovic, N. 2007 Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. Technol Forecast Soc Chang. 74,887–935.
- Van Vuuren, Detlef P., Jae Edmonds, MikikoKainuma, KeywanRiahi, Allison Thomson, Kathy Hibbard, George C. Hurtt et al. 2011 The representative concentration pathways: an overview. ClimaticChange 109 ,5-31.