

**AGEVAP**

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

**CONTRATO Nº 21/2012**

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



**COHIDRO**  
consultoria estudos projetos

OUTUBRO / 2013 - rev. 2

**CARACTERIZAÇÃO DO USO ATUAL DO  
SOLO E COBERTURA VEGETAL  
(ATIVIDADE 401)**



---

# **PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL E PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS AFLUENTES**

## **CARACTERIZAÇÃO DO USO ATUAL DO SOLO E COBERTURA VEGETAL**

(Atividade 401)

**Outubro de 2013**



## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	
LISTA DE FIGURAS .....	
LISTA DE GRÁFICOS.....	
1      INTRODUÇÃO .....	1
2      OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS .....	2
3      METODOLOGIA .....	5
4      USO ATUAL DO SOLO E COBERTURA VEGETAL .....	7
5      FONTES DE REFERÊNCIAS.....	17

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> Imagens de Satélite Utilizados .....	2
<b>Tabela 4.1</b> Discriminação das Classes de Solo Caracterizadas .....	8
<b>Tabela 4.2</b> Quantificação da Área por Classes .....	10
<b>Tabela 4.3</b> Quantificação do Tipo de Uso do Solo por CBH Afluente .....	11

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Mosaico de cenas orbitais da bacia do rio Paraíba do Sul .....	4
<b>Figura 3.1</b> Limite de Classificação.....	6
<b>Figura 4.1</b> Mapeamento de Área por Tipo de Cobertura .....	9

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, por CBH .....	12
<b>Gráfico 4.2</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, por CBH .....	13
<b>Gráfico 4.3</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Área Urbanizada .....	13
<b>Gráfico 4.4</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Área Agrícola .....	14
<b>Gráfico 4.5</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa....	14
<b>Gráfico 4.6</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa....	15
<b>Gráfico 4.7</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Campos /Pastagens.....	15
<b>Gráfico 4.8</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	16
<b>Gráfico 4.9</b> Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Corpo Hídrico.....	16



## 1 INTRODUÇÃO

A tarefa 400 - Caracterização Ambiental da Bacia, nesta etapa de Diagnóstico da Bacia, será realizada através das atividades 401 – Caracterização do Uso do Solo e Cobertura Vegetal, 402 – Caracterização das Unidades de Conservação e Áreas de Proteção de Mananciais, 403- Caracterização do Meio Físico e dos Ecossistemas, 404 – Caracterização Sócio-econômica, e 405 - Caracterização da Infra-estrutura de Saneamento Ambiental.

Nesta atividade 401, são identificados os tipos de uso do solo e cobertura vegetal na área abrangida pelo CEIVAP e servirá de base ao desenvolvimento das demais atividades da série 400, principalmente da 402, como a identificação das áreas preservadas para proteção dos mananciais e a caracterização da geomorfologia, geologia, hidrogeologia, solos, aptidão agrícola, recursos minerais, vulnerabilidade à erosão, vegetação natural e o ecossistema aquático, na atividade 403.

## 2 OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

A atividade de atualização do mapa de uso atual do solo e cobertura vegetal na área de influência do estudo foi realizada através da análise de imagens de satélite, da cartografia disponível (Base Vetorial Contínua Escala 1:250.000 IBGE-BC250, 2011) e do Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal, (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007). No processo foram utilizadas dez cenas do satélite orbital Landsat 5, sensor TM, bandas 3, 4 e 5, em formato digital Geo Tiff, obtidas junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Descreve-se, em continuação, a relação de imagens:

Tabela 2.1 Imagens de Satélite Utilizados

Órbita	Ponto	Data
216	74	07/09/2011
216	75	21/07/2011
216	75	23/09/2011
216	76	23/09/2011
217	74	12/07/2011
217	75	13/08/2011
217	76	13/08/2011
218	75	05/09/2011
218	75	05/09/2011
219	76	26/07/2011

Na seleção destas imagens foi considerada a qualidade, o baixo nível de cobertura por nuvens e o período de rastreamento, cujas datas foram pesquisadas as mais próximas possíveis visando uma representação homogênea quando da realização de um mosaico das cenas para a região.

O georreferenciamento destas cenas orbitais foi realizado através do uso de imagens ortoretificadas do mesmo satélite, porém de período pretérito (2001/2002), as quais foram obtidas junto a Global Land Cover Facility <http://glcf.umd.edu/data/landsat/>.

Como ferramentas principais para o processamento das imagens foram utilizados os aplicativos ENVI 4.7 (georreferenciamento das bandas, mosaico e equalização), SPRING – Versão 5.2.3, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.



Os procedimentos para tal constaram da importação das cenas ao sistema do formato original recebido (\*.tif) para o formato nativo do aplicativo (\*.grb).

Como primeiro produto, foi realizado o mosaico de todas as cenas pertinentes à área de abrangência do projeto e posteriormente executado uma extração através de recorte da região definida como área de abrangência do CEIVAP.

Em continuação na **Figura 2.1** é apresentada a bacia do rio Paraíba do Sul extraído do mosaico de imagens.

Na etapa seguinte, houve a importação das três bandas (3, 4 e 5) de cada cena através do registro no aplicativo SPRING, dando início ao processo de classificação supervisionada.

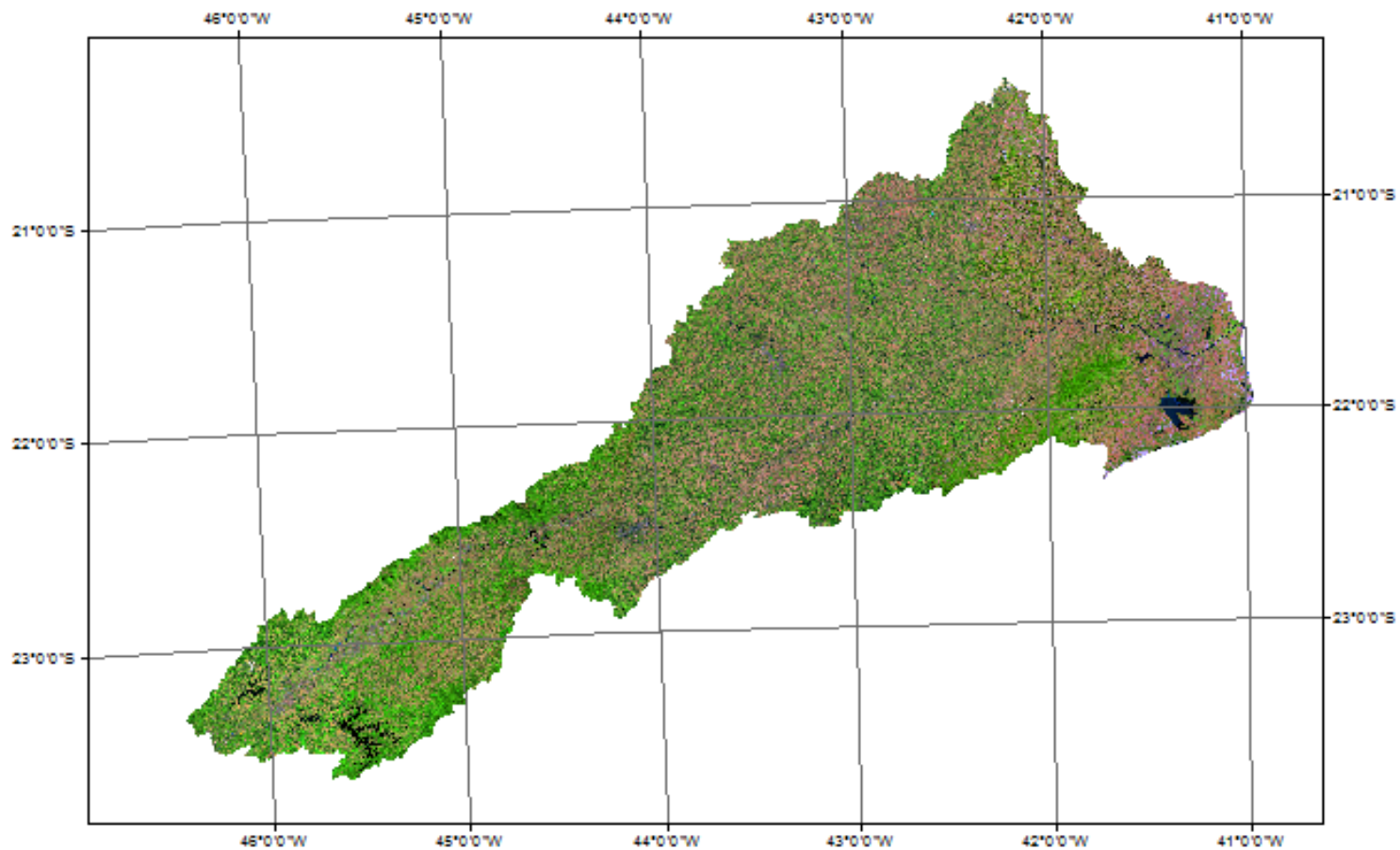


Figura 2.1 Mosaico de cenas orbitais da bacia do rio Paraíba do Sul



### 3 METODOLOGIA

**MAXVER** é o método de classificação "pixel a pixel" mais comum. Considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

Para que a classificação por máxima verossimilhança seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de "pixels", para cada conjunto de treinamento.

Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento.

Apresentam-se duas classes (1 e 2) com distribuição de probabilidade distintas. Estas distribuições de probabilidade representam a probabilidade de um "pixel" pertencer a uma ou outra classe, dependendo da posição do "pixel" em relação a esta distribuição.

Observa-se uma região onde as duas curvas sobrepõem-se, indicando que um determinado "pixel" tem igual probabilidade de pertencer às duas classes. Nesta situação estabelece-se um critério de decisão a partir da definição de limiares.

Os limites de classificação são definidos a partir de pontos de mesma probabilidade de classificação de uma e de outra classe.

A **Figura 3.1** a seguir apresenta o limite de aceitação de uma classificação, no ponto onde as duas distribuições se cruzam. Desta forma, um "pixel" localizado na região sombreada, apesar de pertencer à classe 2, será classificado como classe 1, pelo limite de aceitação estabelecido.

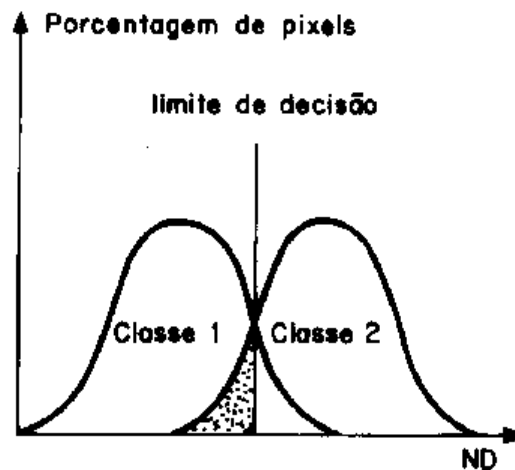


Figura 3.1 Limite de Classificação

O limiar de aceitação indica a % de "pixels" da distribuição de probabilidade de uma classe que será classificada como pertencente a esta classe. Um limite de 99%, por exemplo, engloba 99% dos "pixels", sendo que 1% serão ignorados (os de menor probabilidade), compensando a possibilidade de alguns "pixels" terem sido introduzidos no treinamento por engano, nesta classe, ou estarem no limite entre duas classes. Um limiar de 100% resultará em uma imagem classificada sem rejeição, ou seja, todos os "pixels" serão classificados.



## 4 USO ATUAL DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

No processo de classificação supervisionada, sendo utilizado o algoritmo anteriormente descrito, foram obtidas amostras do Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal executado para a AAI - Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, em maio/2007, pela empresa Sondotécnica S.A. para a EPE – Empresa de Pesquisa Energética.

Na complementação e atualização do uso atual do solo e da cobertura vegetal, também foi utilizado o Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO de 31/01/2007 (<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>).

Desta forma foi possível definir a distribuição de classes para a escala de trabalho 1:250.000, a saber:

**Tabela 4.1** Discriminação das Classes de Solo Caracterizadas

<b>Área Agrícola</b>	- Compreende áreas utilizadas para cultivo temporário e permanente, passíveis de identificação nas imagens de satélite.
<b>Área não classificada</b>	- Região não classificada devido a sombras, nuvens ou descarte estatístico.
<b>Área Urbanizada</b>	- Inclui além de centros urbanos, edificações industriais, comerciais e mistas e áreas de expansão urbana denotada por arruamentos em loteamentos.
<b>Campos / Pastagens</b>	- Áreas de vegetação natural primitiva substituída por pastagens onde predomina a pecuária leiteira. É constituída de cobertura gramínea rala, com ocorrência de processos erosivos e frequentes queimadas.
<b>Corpo Hídrico</b>	- Compreende todos os corpos d'água registrados nas bases cartográficas ou detectáveis nas imagens de satélite, inclusive lagos artificiais ou naturais e planície de inundação natural do leito dos rios.
<b>Floresta Estacional / Vegetação Arbórea Densa</b>	- Vegetação de porte arbóreo sujeita a dupla sazonalidade climática, tropical chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição mais densa.
<b>Floresta Estacional / Vegetação Arbórea Esparsa</b>	- Vegetação de porte arbóreo sujeita à dupla sazonalidade climática, tropical chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição mais esparsa.
<b>Floresta Ombrófila / Vegetação Arbórea Densa</b>	- Vegetação de porte arbóreo, com indivíduos apresentando entre 15 e 30 metros de altura. Desenvolve-se em ambiente tropical de elevada temperatura e alta precipitação ao longo do ano. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição densa.
<b>Floresta Ombrófila / Vegetação Arbórea Esparsa</b>	- Vegetação de porte arbóreo, com indivíduos apresentando entre 15 e 30 metros de altura. Desenvolve-se em ambiente tropical de elevada temperatura e alta precipitação ao longo do ano. Nesta classe foram selecionados indivíduos que compõem uma distribuição esparsa.
<b>Florestamento / Reflorestamento</b>	- São as áreas destinadas a plantios arbóreos homogêneos.
<b>Restinga/Mangue</b>	- Vegetação arbórea, árvores de pequeno porte, trepadeira e epífitas que ocorrem nas planícies arenosas litorâneas e manguezais, apenas em ambiente halófilo da desembocadura do rio Paraíba do Sul.
<b>Vegetação Arbórea Densa</b>	- Classe de vegetação arbórea composta por indivíduos que compõem uma distribuição densa e não enquadrada em zona fito ecológica.
<b>Vegetação Arbórea Esparsa</b>	- Classe de vegetação arbórea composta por indivíduos que compõem uma distribuição esparsa e não enquadrada em zona fito ecológica.

Após o processo de classificação, foram encontrados os resultados constantes no quadro em continuação para a região limitada pelo perímetro da área em estudo.

A divisão destas classes foi elaborada em função da predominância significativa de classes distintas para o tamanho da área, desconsiderando-se subdivisões pouco representativas.

A conclusão do processamento das imagens foi a vetorização de todos os polígonos de classes envolvidos e a geração das respectivas informações tabulares, sendo então executado o cálculo das áreas. Ao final obteve-se o que se ilustra na

**Figura 4.1.**

## Cobertura Vegetal e Uso do Solo

Figura 1

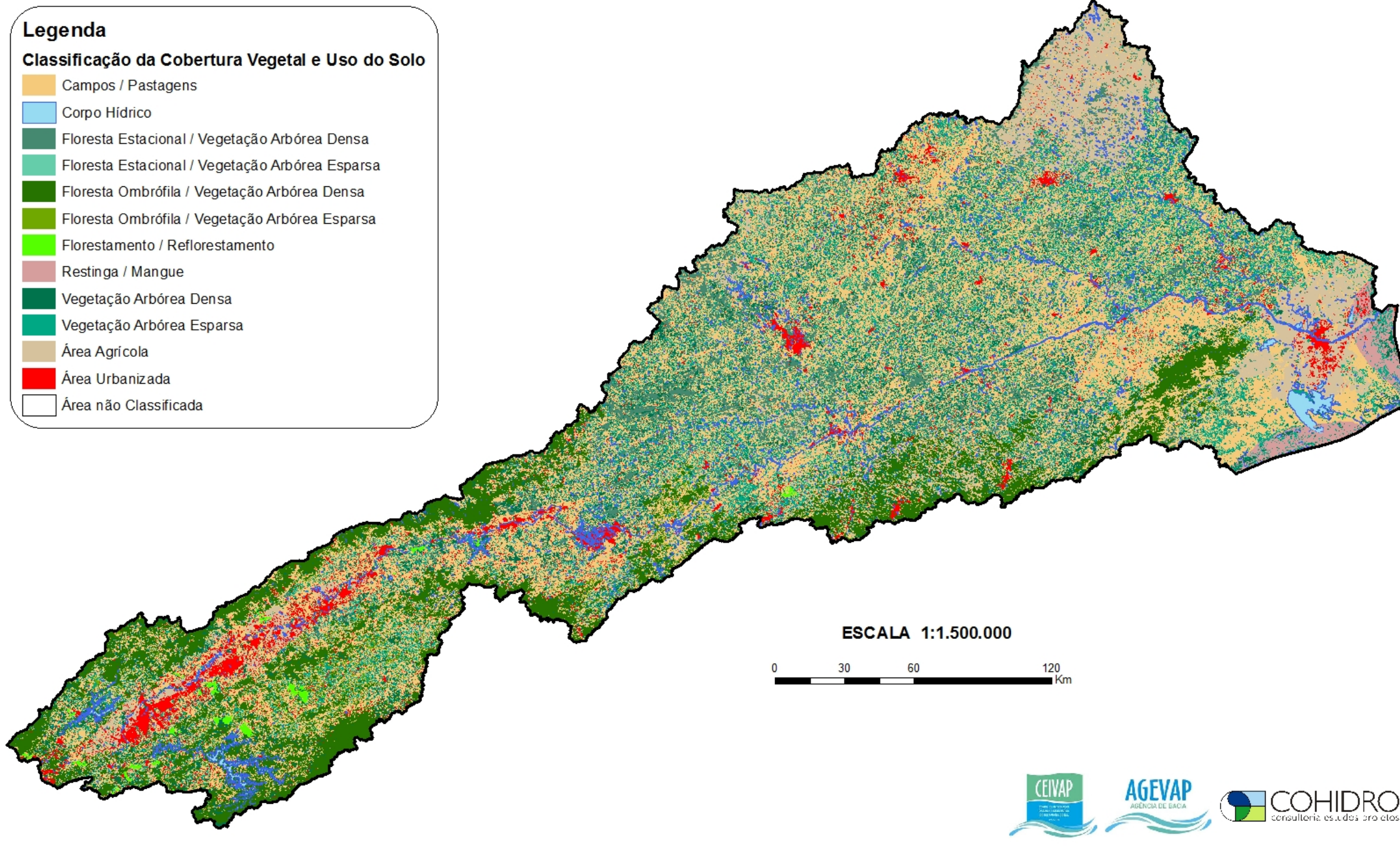


Figura 4.1 Mapeamento de Área por Tipo de Cobertura

**Tabela 4.2** Quantificação da Área por Classes

Classes	Área (km <sup>2</sup> )
Área Agrícola	5.884,39
Área não classificada	7,99
Área Urbanizada	3.086,49
Campos /Pastagens	24.483,08
Corpo Hídrico	1.310,52
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa	3.391,92
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	357,37
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa	7.081,85
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Esparsa	518,30
Florestamento/Reflorestamento	170,59
Restinga/Mangue	656,78
Vegetação Arbórea Densa	6.507,92
Vegetação Arbórea Esparsa	7.849,81
<b>Área total</b>	<b>61.307,02</b>

Após o processo de classificação, foi elaborado o cruzamento deste mapa com os limites das áreas de atuação de cada um dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH Afluentes do rio Paraíba do Sul, através de informações gráficas onde foi considerado o polígono envolvente de cada classe distinta e informações tabulares, sob forma de banco de dados, gerando polígonos com identificação de classe, área e comitê ao qual pertence.

Desta operação foi possível a sumarização de classes para cada Comitê, sendo obtido como resultado final os dados apresentados em continuação.

**Tabela 4.3** Quantificação do Tipo de Uso do Solo por CBH Afluente

CLASSES	COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS								
	Total (km <sup>2</sup> )	CBH - Paraíba do Sul (SP)	CBH - Preto Paraibuna	COMPÉ (MG)	CBH - Médio Paraíba do Sul	CBH - Rio Dois Rios	Comitê Piabanha	Comitê Guandu	CBH - Baixo Paraíba do Sul
	Área (km <sup>2</sup> )								
Área Agrícola	5.884,39	558,86	214,55	2.620,18	139,65	304,96	311,52	9,49	1.725,18
Área não classificada	7,99	2,99	0,52	1,11	0,15	0,19	0,39	0,81	1,83
Área Urbanizada	3.086,49	1.289,79	230,77	442,87	459,74	131,58	130,38	31,40	369,97
Campos /Pastagens	24.483,08	4.576,45	3.077,32	5.875,82	2.910,11	2.140,58	1.108,56	347,99	4.446,24
Corpo Hidrico	1.310,52	304,58	91,74	162,43	173,00	50,49	45,99	16,54	465,76
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa	3.391,92	118,15	1.178,34	1.102,33	364,95	204,23	145,10	13,23	265,59
Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa	357,37	21,20	95,54	123,94	56,38	12,70	6,96	6,69	33,95
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa	7.081,85	4.006,05	291,64	0,00	557,96	468,65	831,99	327,70	597,86
Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Esparsa	518,30	340,19	3,06	0,00	71,20	11,93	26,02	50,01	15,90
Florestamento/Reflorestamento	170,59	152,39	0,00	0,00	18,11	0,00	0,09	0,00	0,00
Restinga/Mangue	656,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	656,78
Vegetação Arbórea Densa	6.507,92	1.560,87	1.088,48	1.152,30	715,02	576,20	485,01	134,40	795,63
Vegetação Arbórea Esparsa	7.849,81	1.002,47	912,02	2.034,01	959,74	523,51	367,99	78,75	1.971,32
<b>Área total</b>	<b>61.307,02</b>	<b>13.934,00</b>	<b>7.184,00</b>	<b>13.515,00</b>	<b>6.426,00</b>	<b>4.425,00</b>	<b>3.460,01</b>	<b>1.017,00</b>	<b>11.346,01</b>

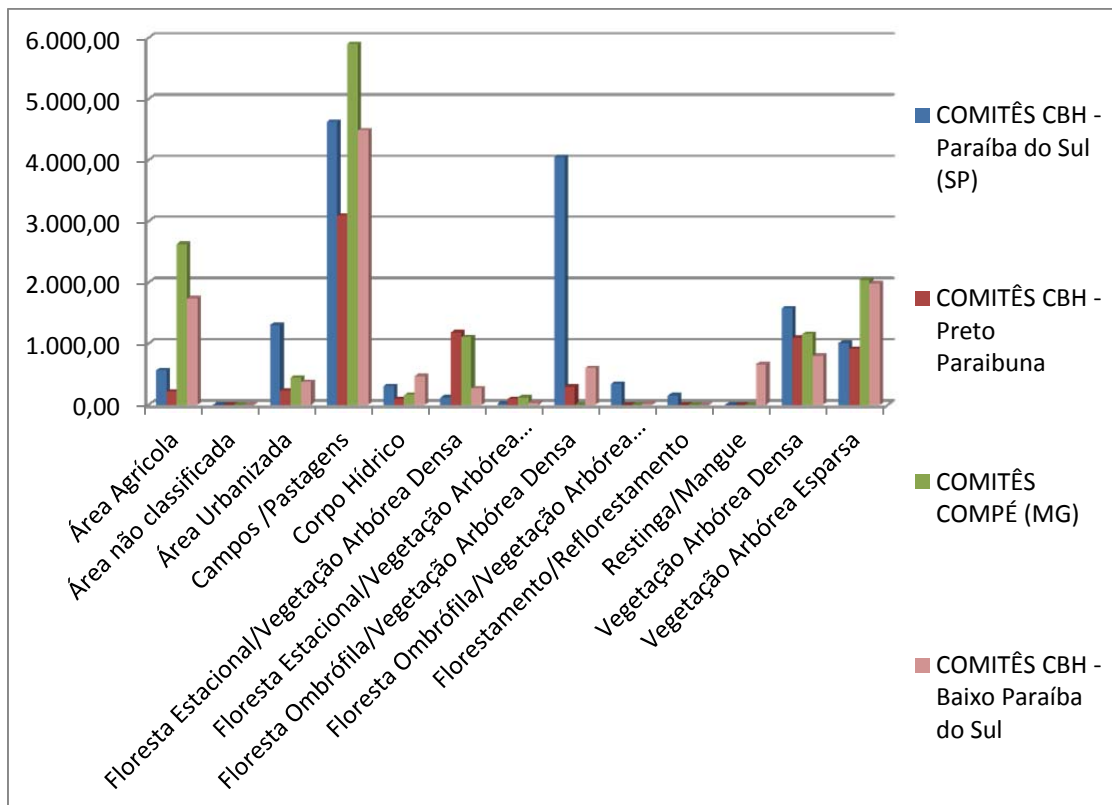


Gráfico 4.1 Qualificação do Tipo de Uso do Solo, por CBH



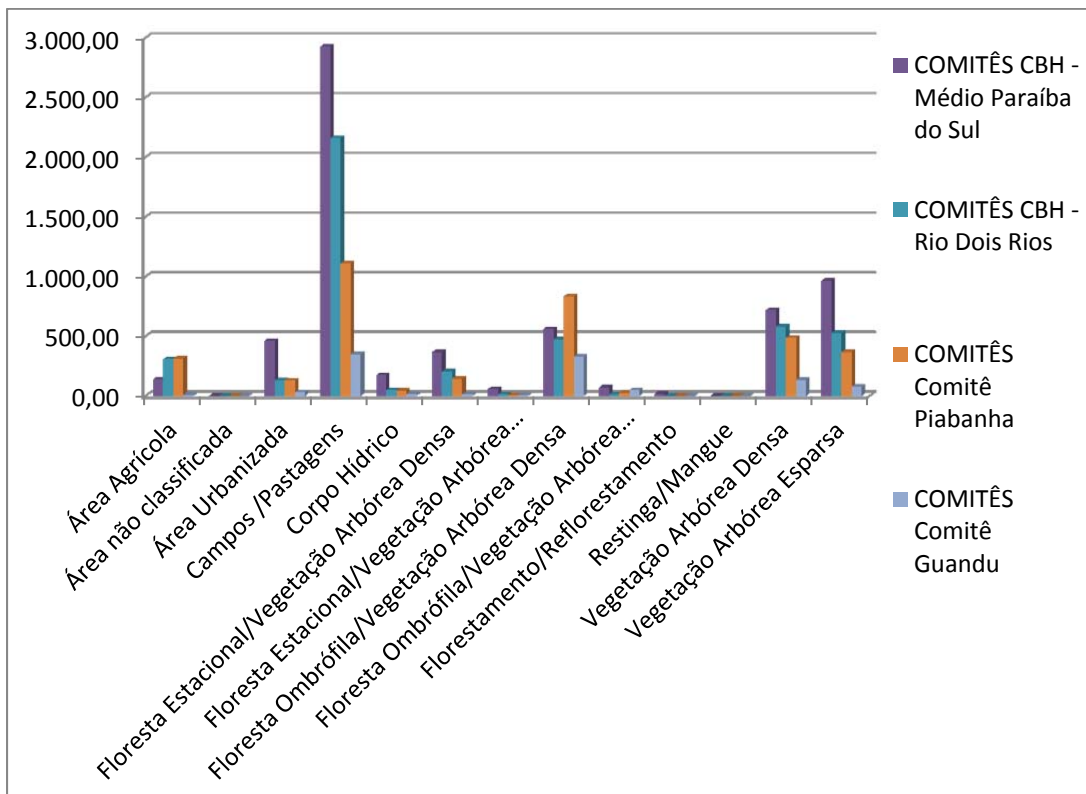


Gráfico 4.2 Qualificação do Tipo de Uso do Solo, por CBH

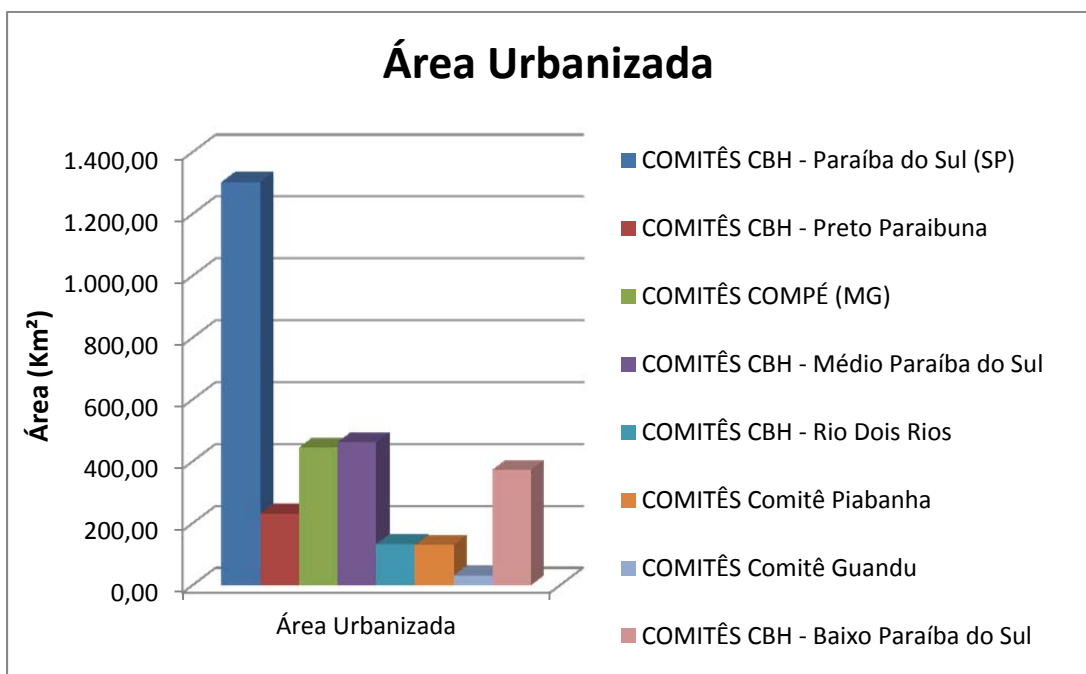


Gráfico 4.3 Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Área Urbanizada

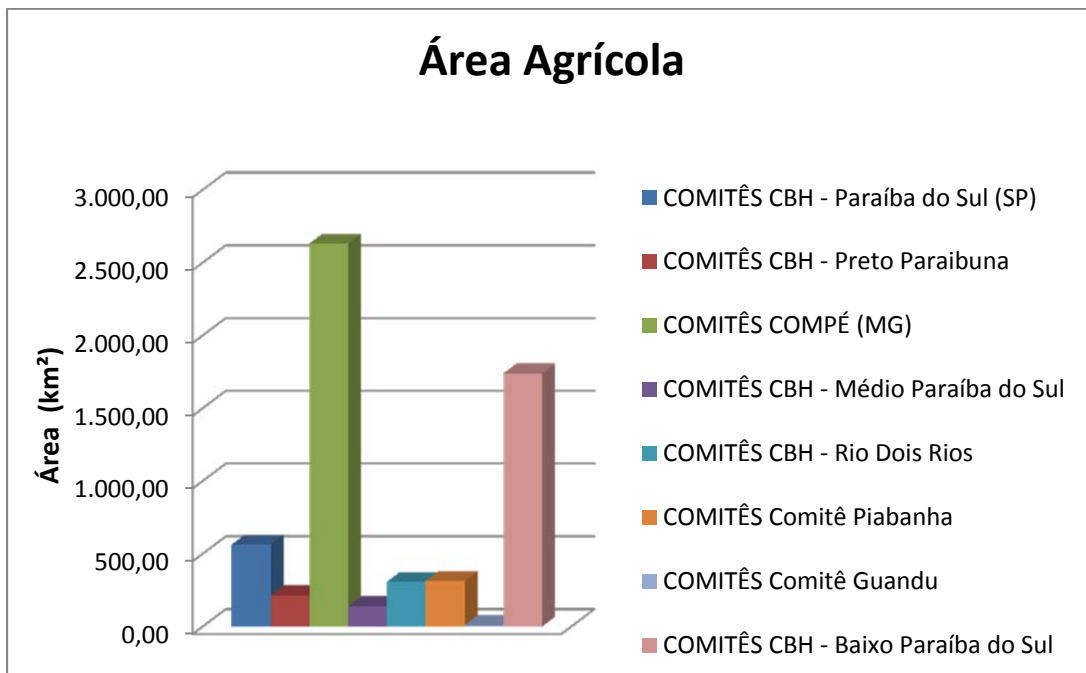


Gráfico 4.4 Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Área Agrícola

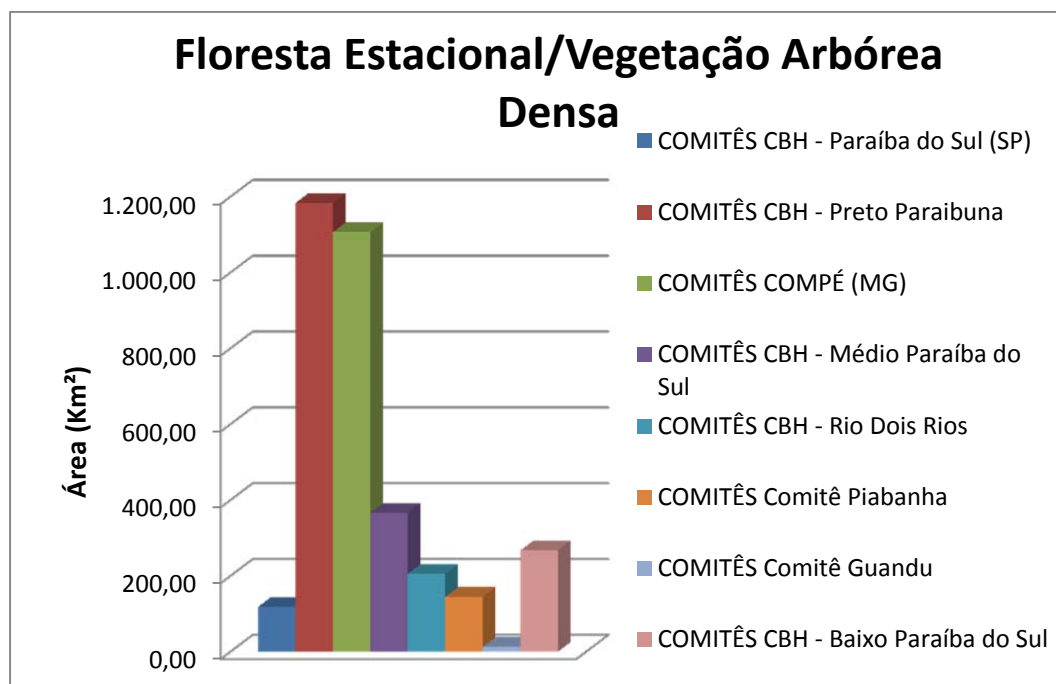
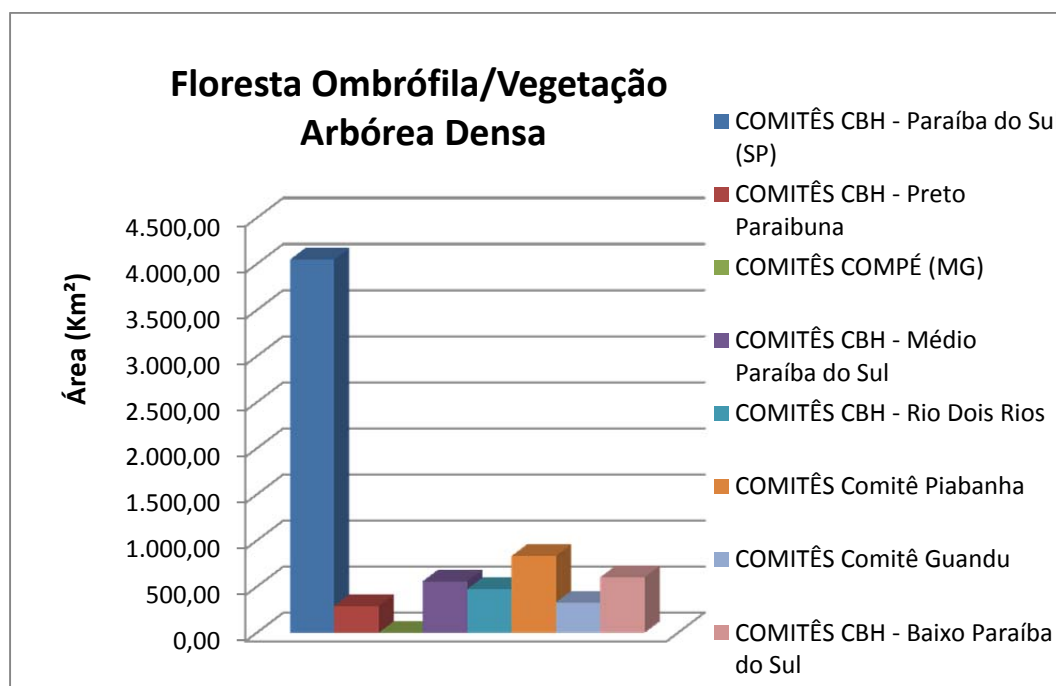
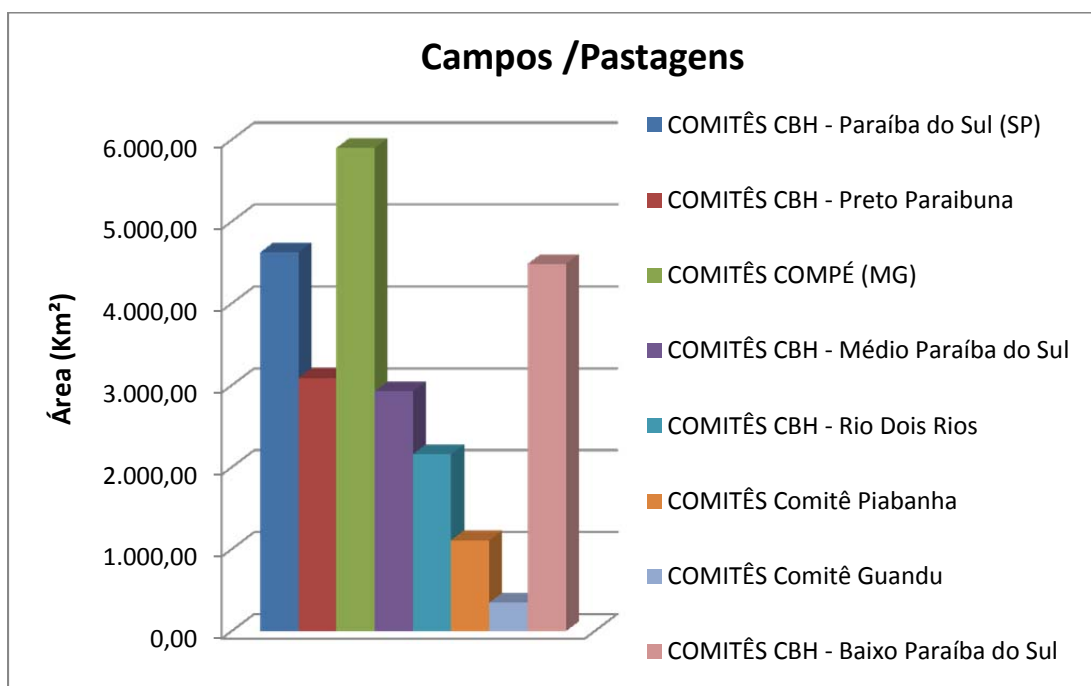


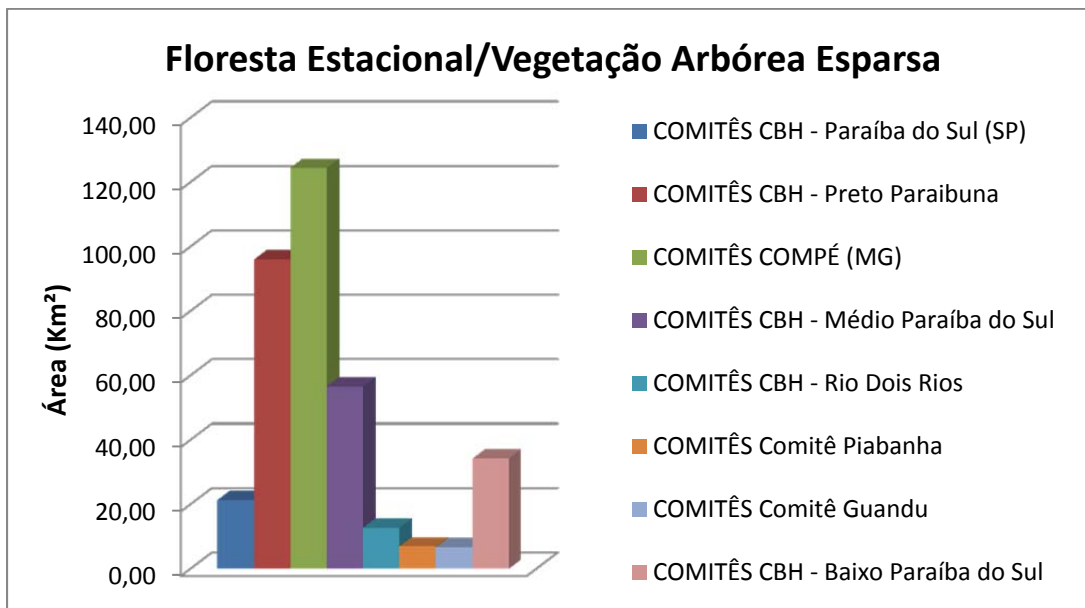
Gráfico 4.5 Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Densa



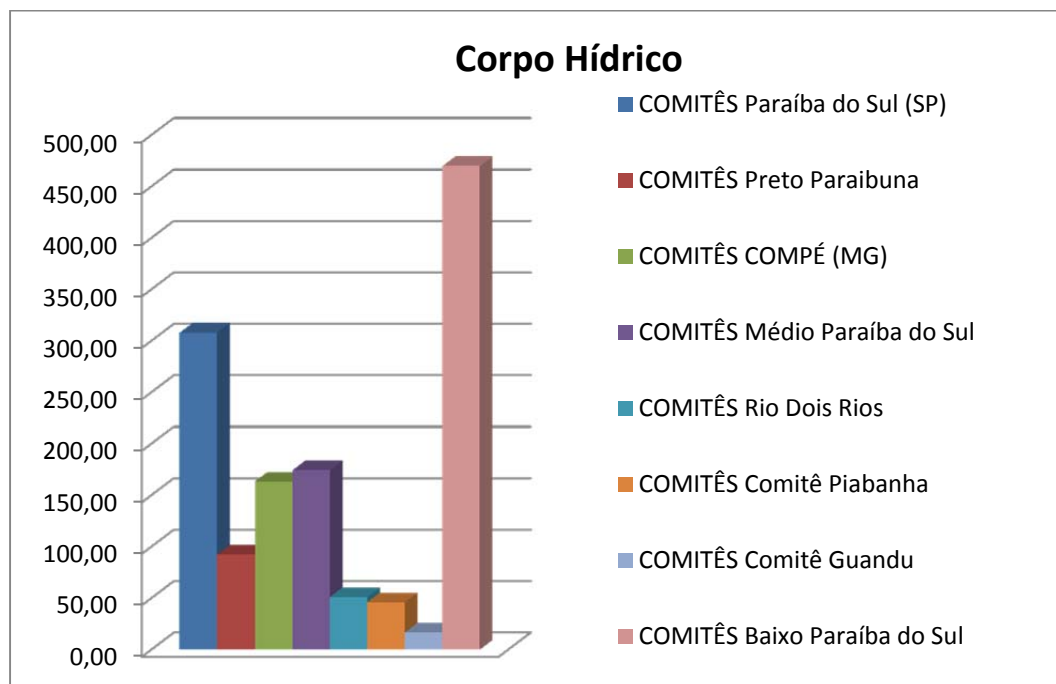
**Gráfico 4.6** Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Ombrófila/Vegetação Arbórea Densa



**Gráfico 4.7** Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Campos /Pastagens



**Gráfico 4.8** Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Floresta Estacional/Vegetação Arbórea Esparsa



**Gráfico 4.9** Qualificação do Tipo de Uso do Solo, Corpo Hídrico.



## 5 FONTES DE REFERÊNCIAS

EPE/SONDOTÉCNICA, 2007, Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul,

[http://epe.gov.br/MeioAmbiente/Paginas/AAI/MeioAmbiente\\_6.aspx?CategoriaID=101](http://epe.gov.br/MeioAmbiente/Paginas/AAI/MeioAmbiente_6.aspx?CategoriaID=101).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2010.

Gonçalves E.G.R., Hofer E 2005. Cólera, In JR Coura. **Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 1367-1373.

Ministério da Saúde. Sistema de Informações Ambulatoriais – SIA/SUS. [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)