

## TERMO DE REFERÊNCIA

(MINUTA)

### ESTUDO DE MODELAGEM INTEGRADA HIDRODINÂMICA E DE QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS SITUADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

#### 1. JUSTIFICATIVA

Os reservatórios das usinas hidrelétricas da bacia do rio Grande não possuem enquadramento legal.

Dentre as diretrizes apresentadas pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande – PIRH-Grande, consta realizar o enquadramento desses corpos hídricos.

Na fase de Diagnóstico do Plano, foi elaborado um balanço hídrico simplificado de qualidade das águas dos reservatórios das seguintes UHEs existentes na bacia do rio Grande:

<i>UHE</i>	<i>Curso d'Água</i>
Antas II	Ribeirão das Antas
Rio do Peixe	Rio do Peixe
Caconde	Rio Pardo
Euclides da Cunha	Rio Pardo
Limoeiro	Rio Pardo
Camargos	Rio Grande
Itutinga	Rio Grande
Funil	Rio Grande
Furnas	Rio Grande
Marechal Mascarenhas	Rio Grande
Estreito	Rio Grande
Jaguara	Rio Grande
Igarapava	Rio Grande
Volta Grande	Rio Grande
Porto Colômbia	Rio Grande
Marimbondo	Rio Grande
Água Vermelha	Rio Grande
Ilha Solteira	Apenas porção do reservatório no rio Grande

Para o balanço hídrico, foi adotado como referência de padrão de qualidade o critério de potencial de eutrofização, estimado em função das concentrações do parâmetro Fósforo Total ( $P_{total}$ ). Foram totalizadas as cargas afluentes a cada reservatório, oriundas das contribuições de sua área de drenagem incremental (população urbana e rural, rebanhos animais e uso do solo) e as provenientes do reservatório a montante após decaimento do poluente estimado no lago por modelo de mistura completa.

As figuras a seguir ilustram o mapeamento do uso e ocupação do solo e os pontos de lançamento de efluentes identificados pelo PIRH-Grande nas bacias de drenagem de cada reservatório.

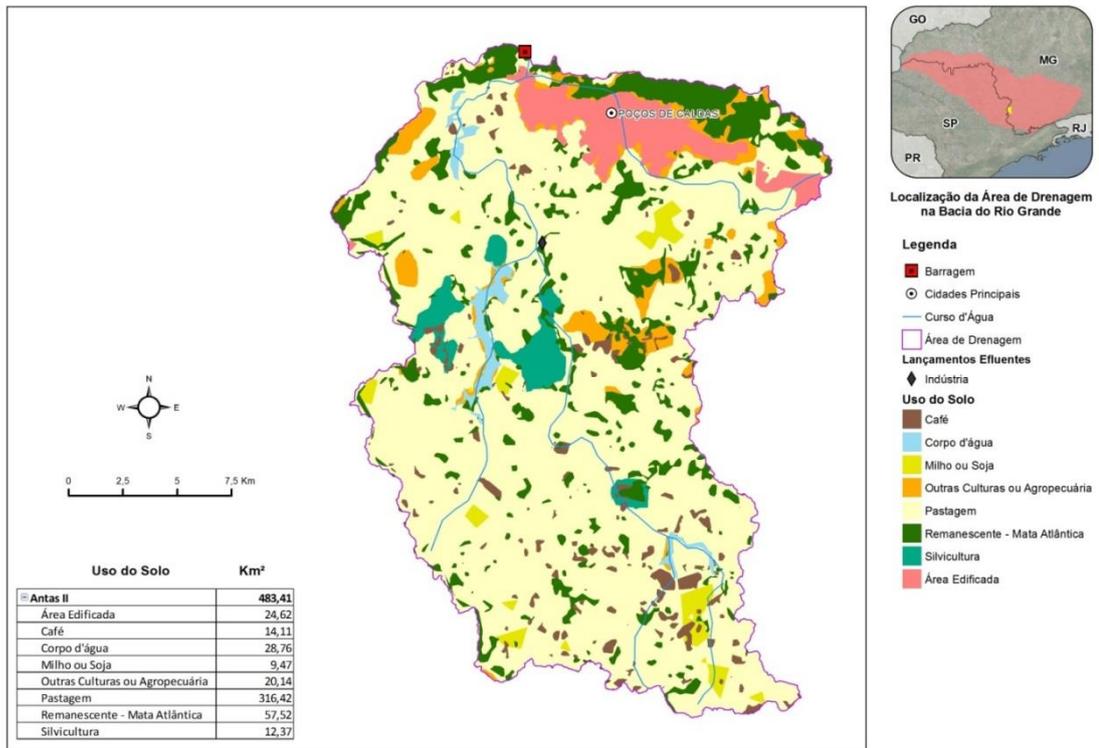


Figura 1.1 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes da Bacia da UHE Antas II

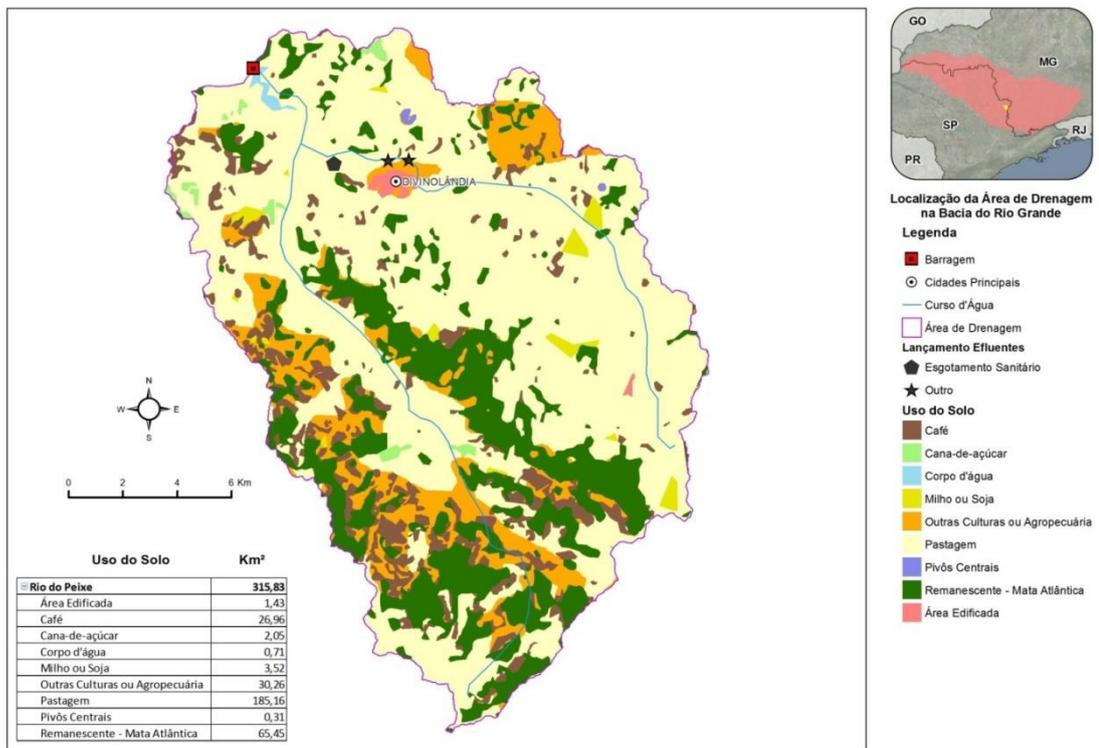


Figura 1.2 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Rio do Peixe

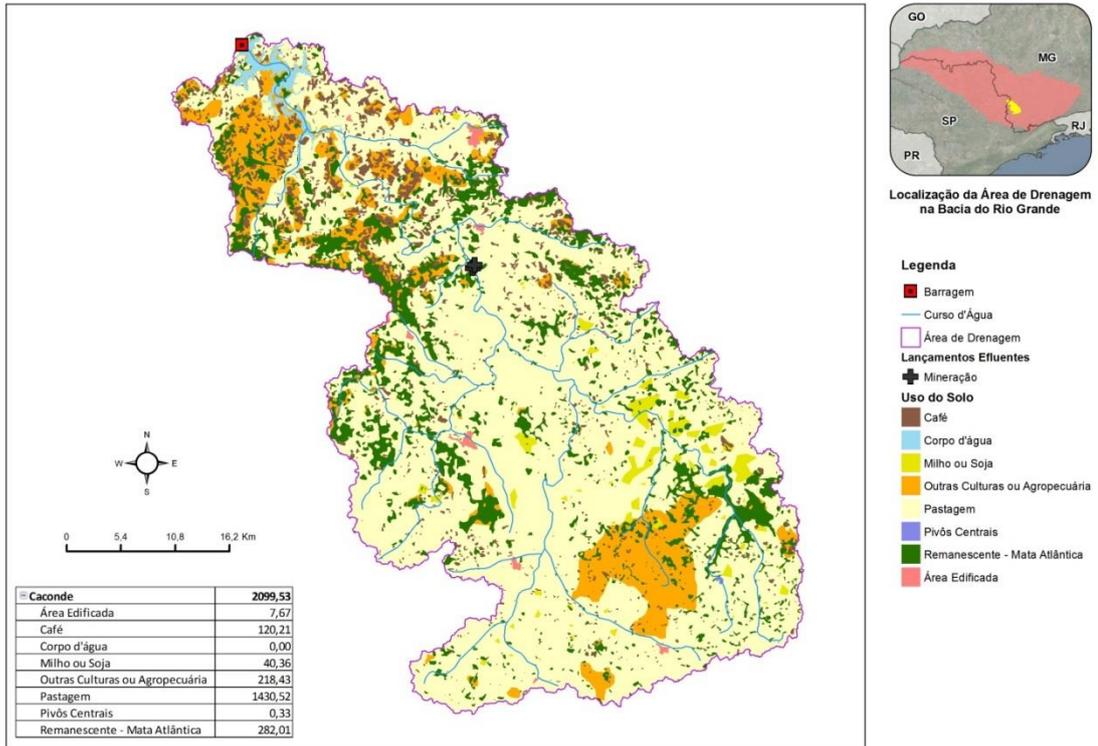


Figura 1.3 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Caconde

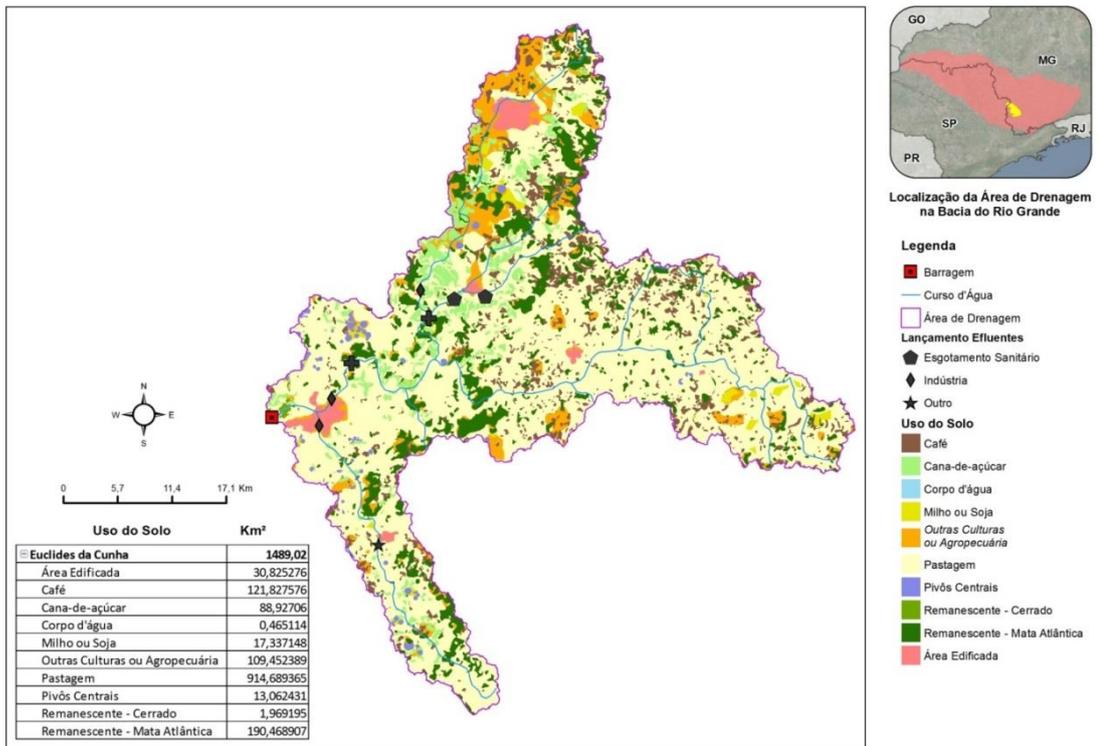


Figura 1.4 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Euclides da Cunha

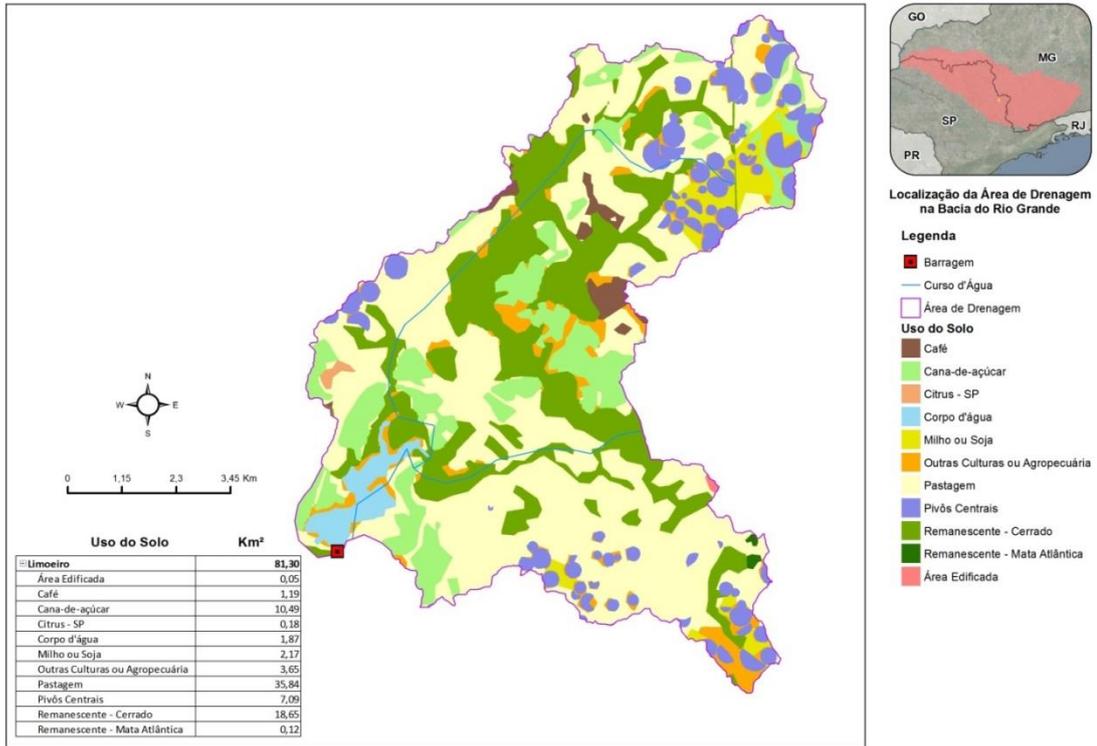


Figura 1.5 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Limoeiro

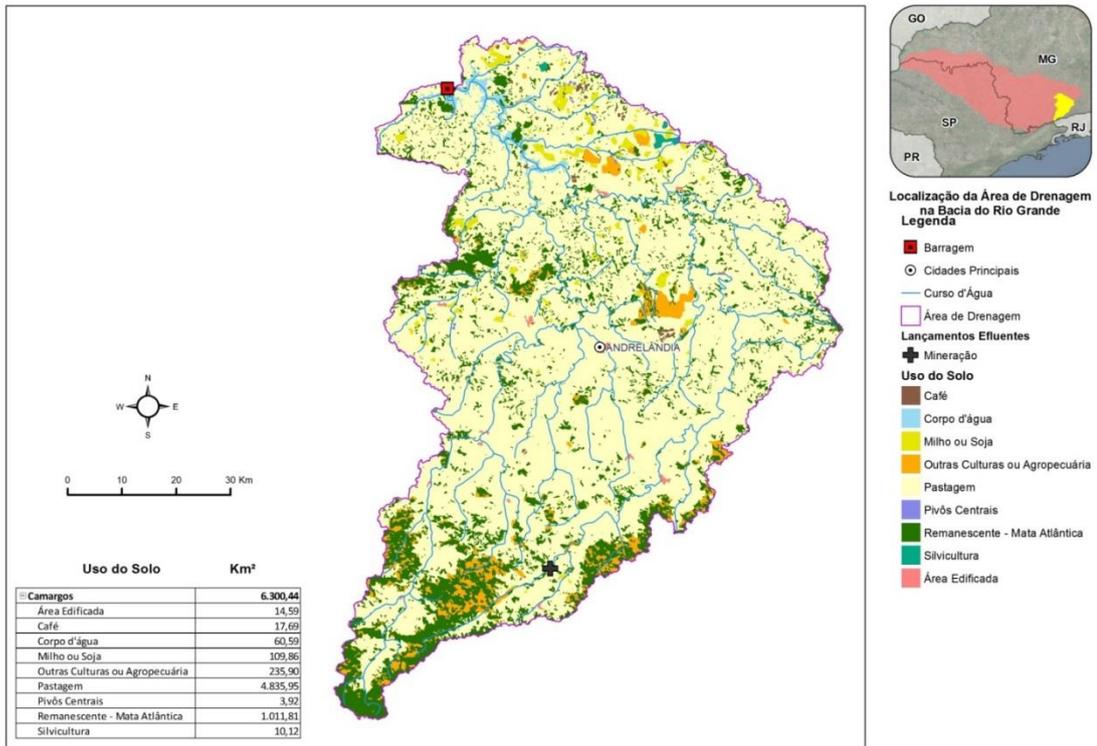


Figura 1.6 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Camargos

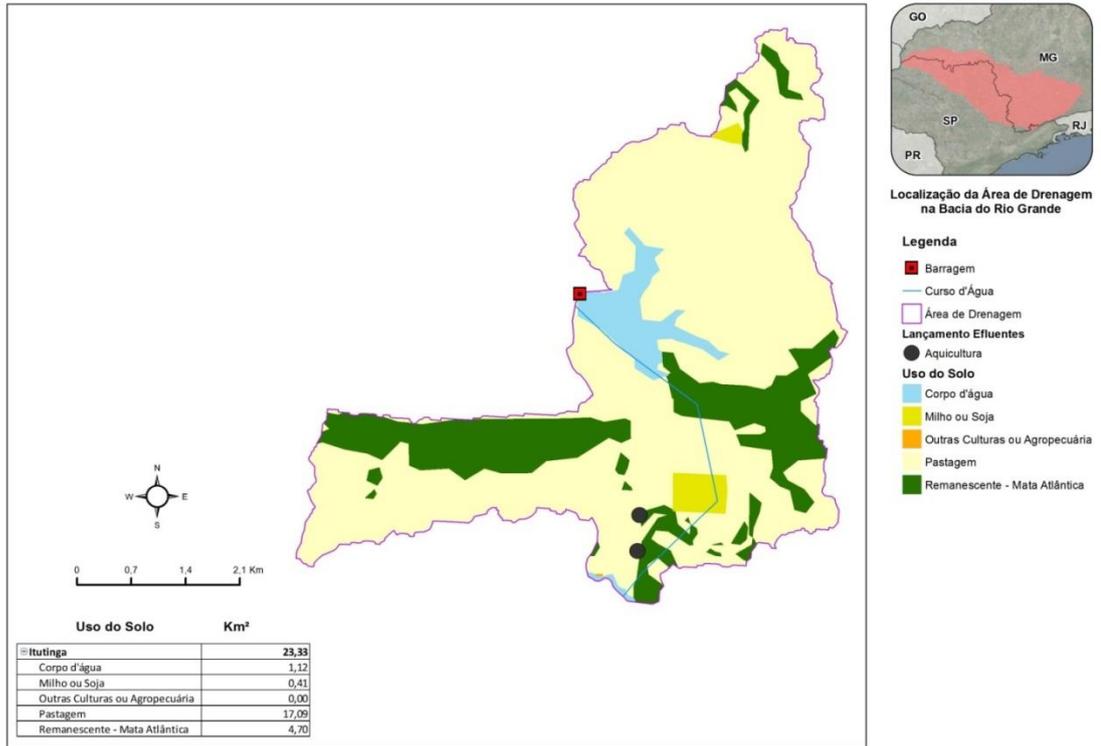


Figura 1.7 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Itutinga

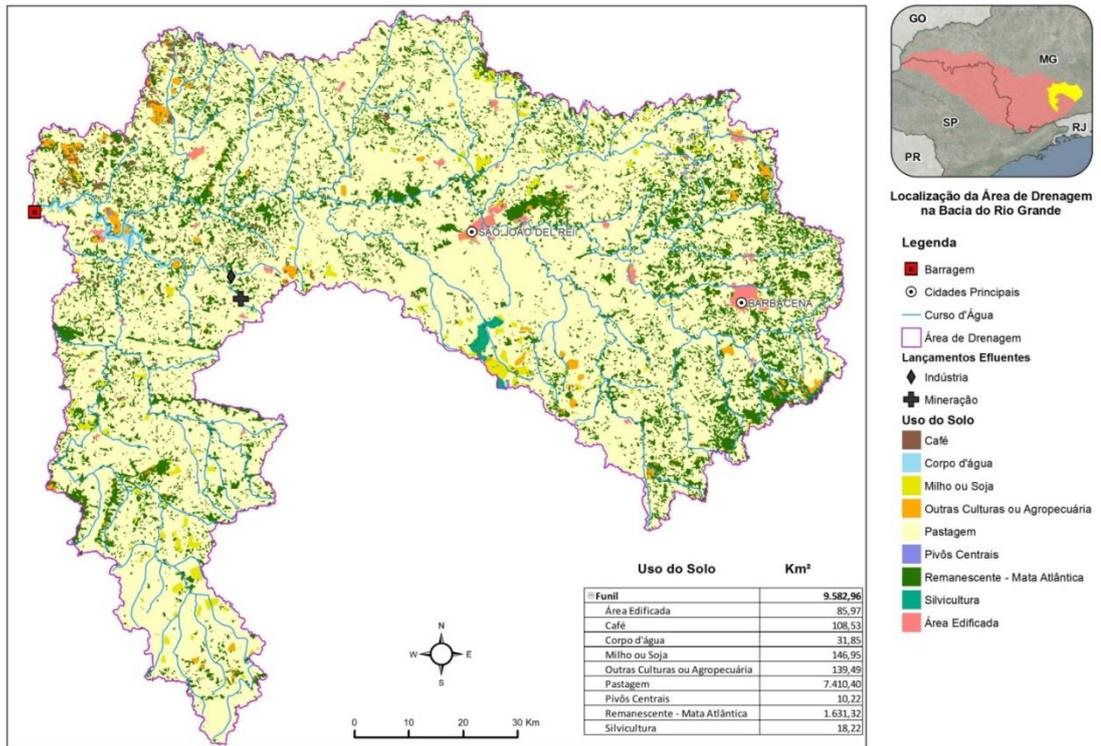


Figura 1.8 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Funil

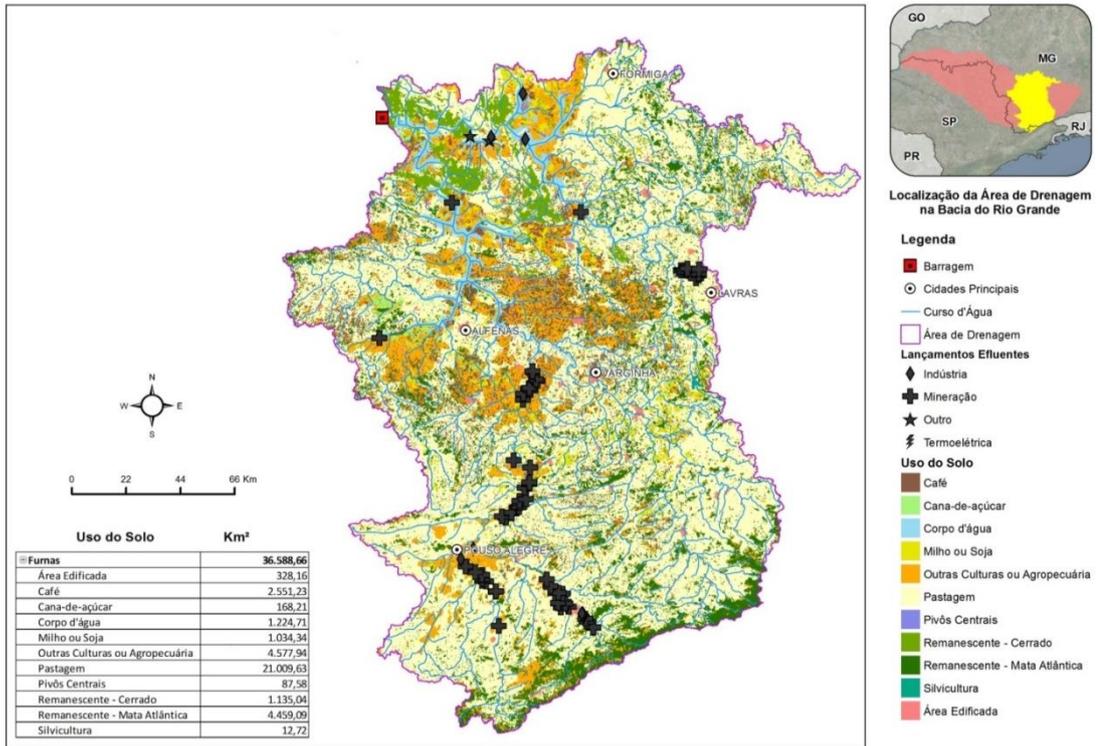


Figura 1.9 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Furnas

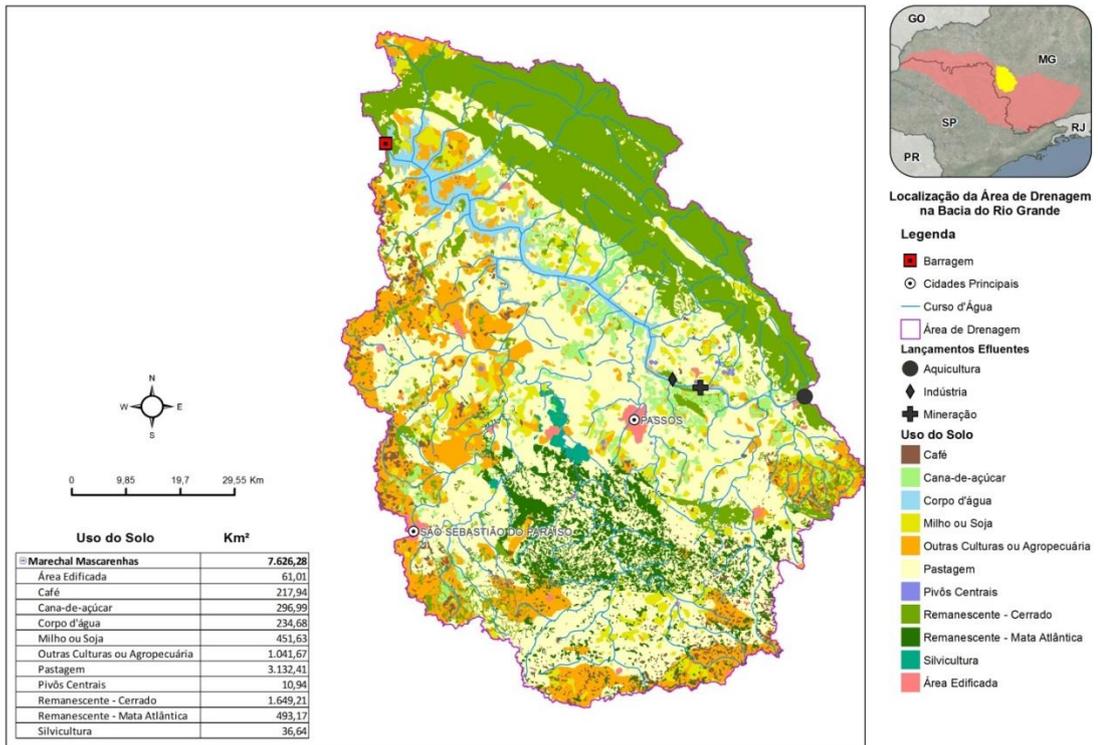


Figura 1.10 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Marechal Mascarenhas de Morais

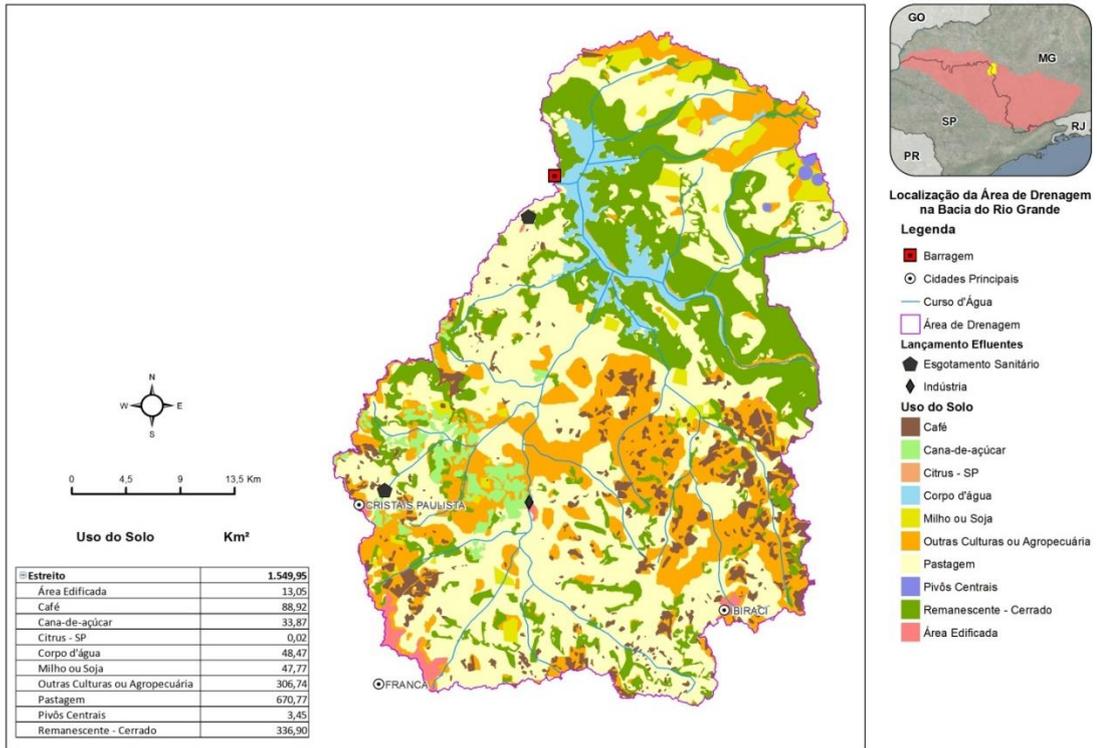


Figura 1.11 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Estreito

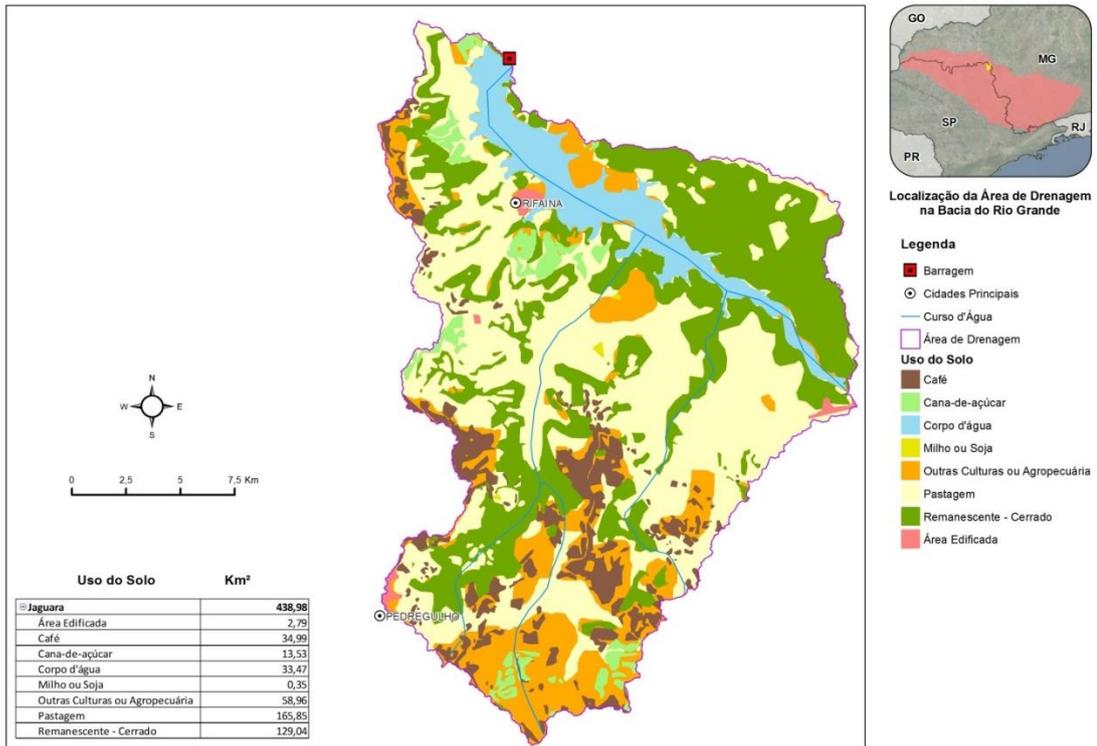


Figura 1.12 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Jaguará

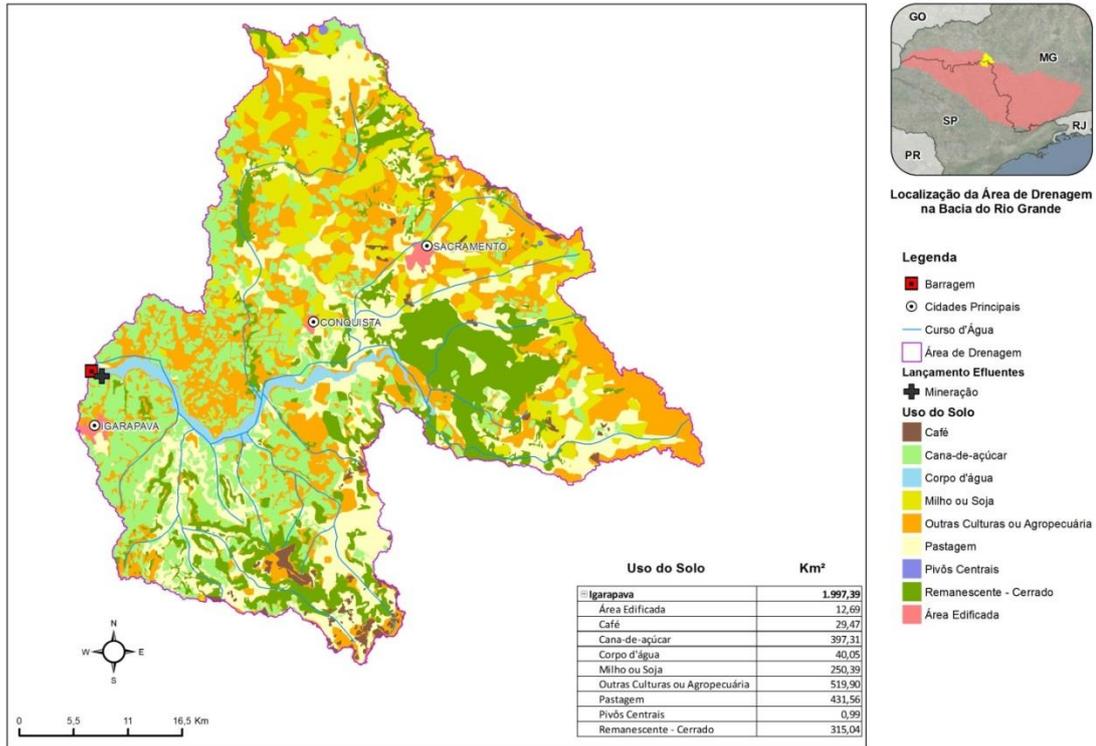


Figura 1.13 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Igarapava

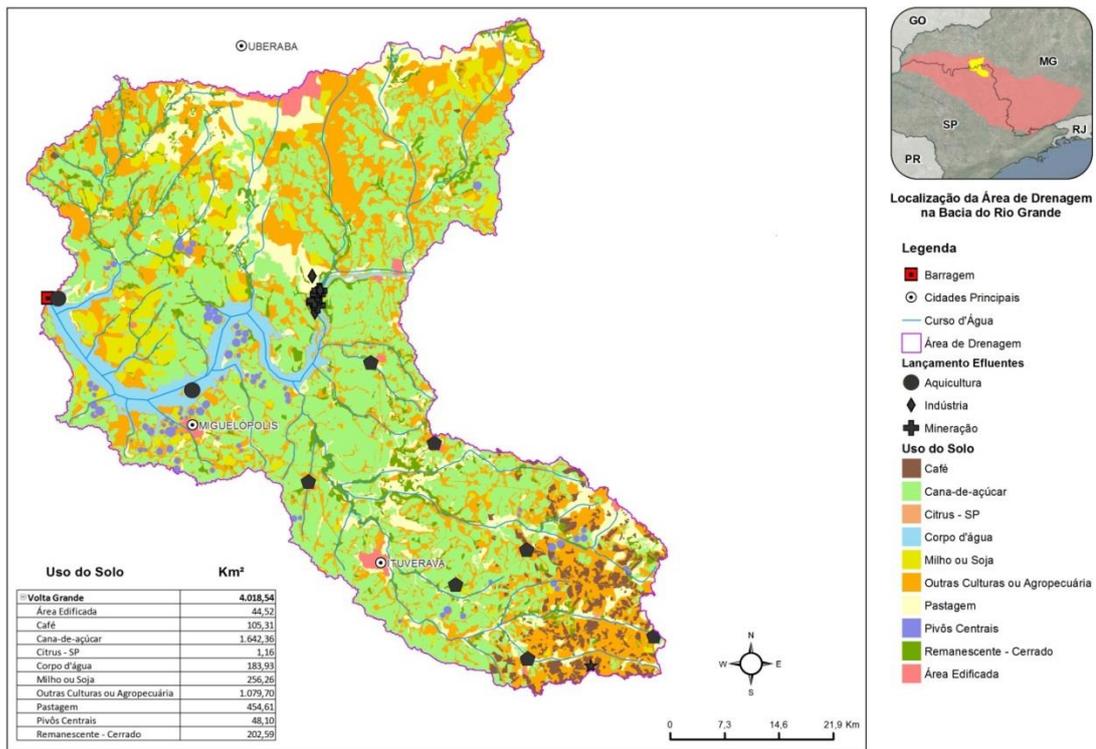


Figura 1.14 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Volta Grande

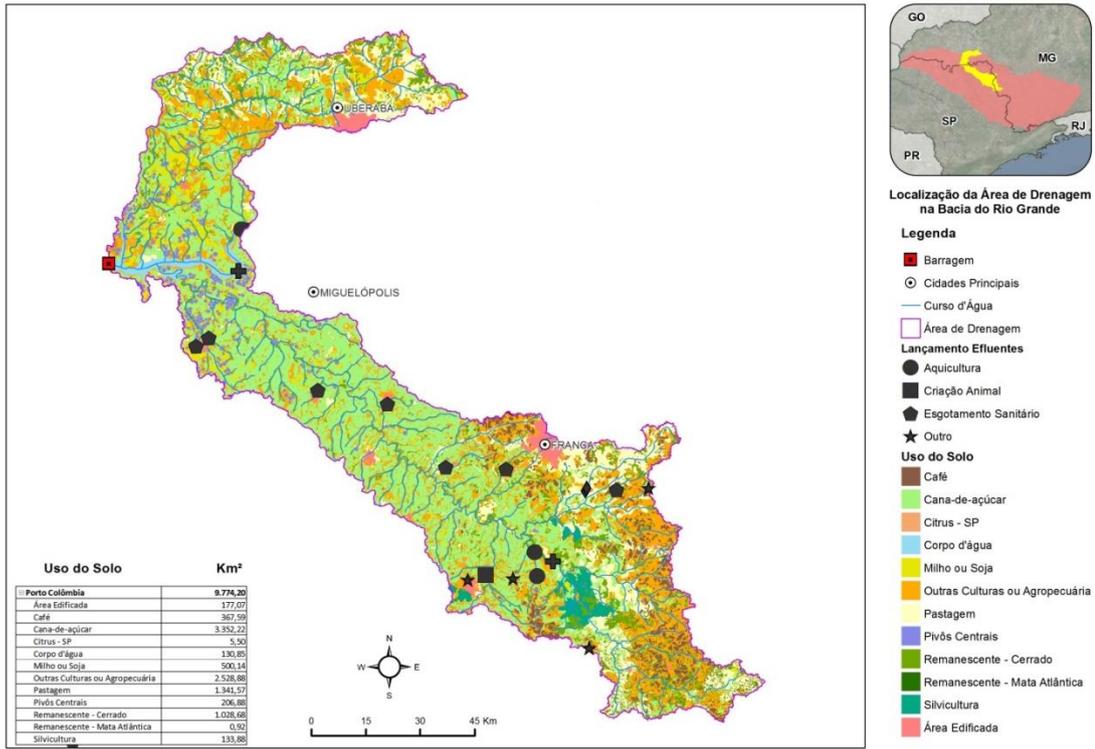


Figura 1.15 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Porto Colômbia

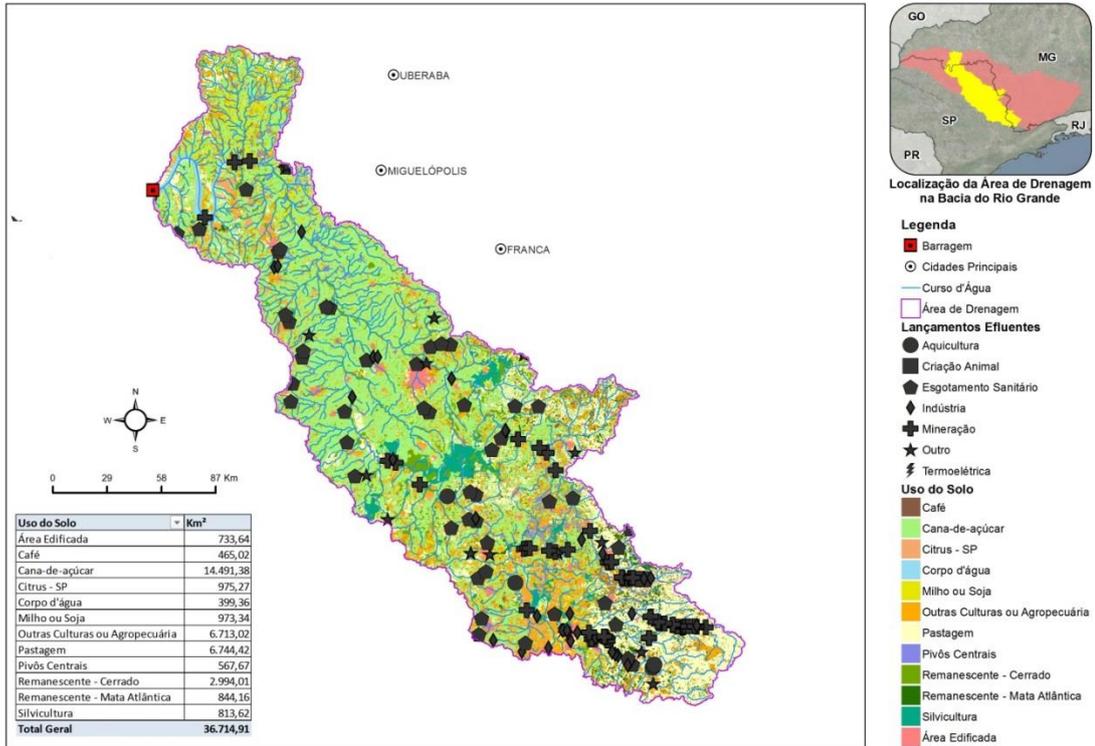


Figura 1.16 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Marimbondo

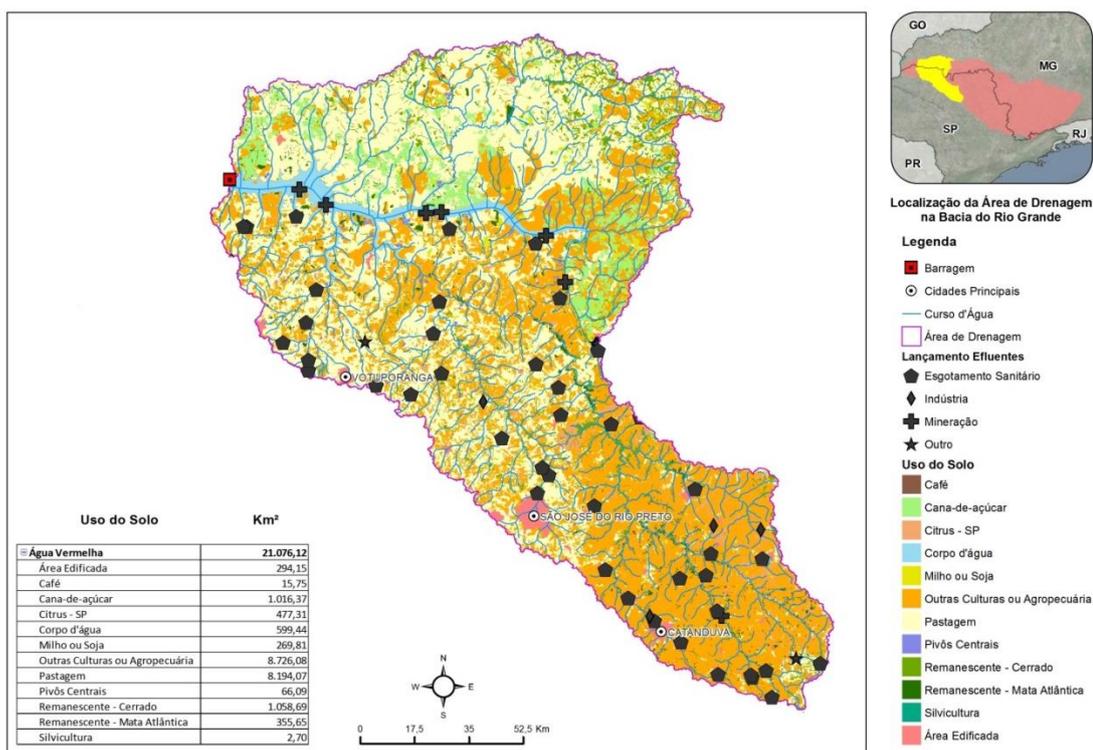


Figura 1.17 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes na Bacia da UHE Água Vermelha

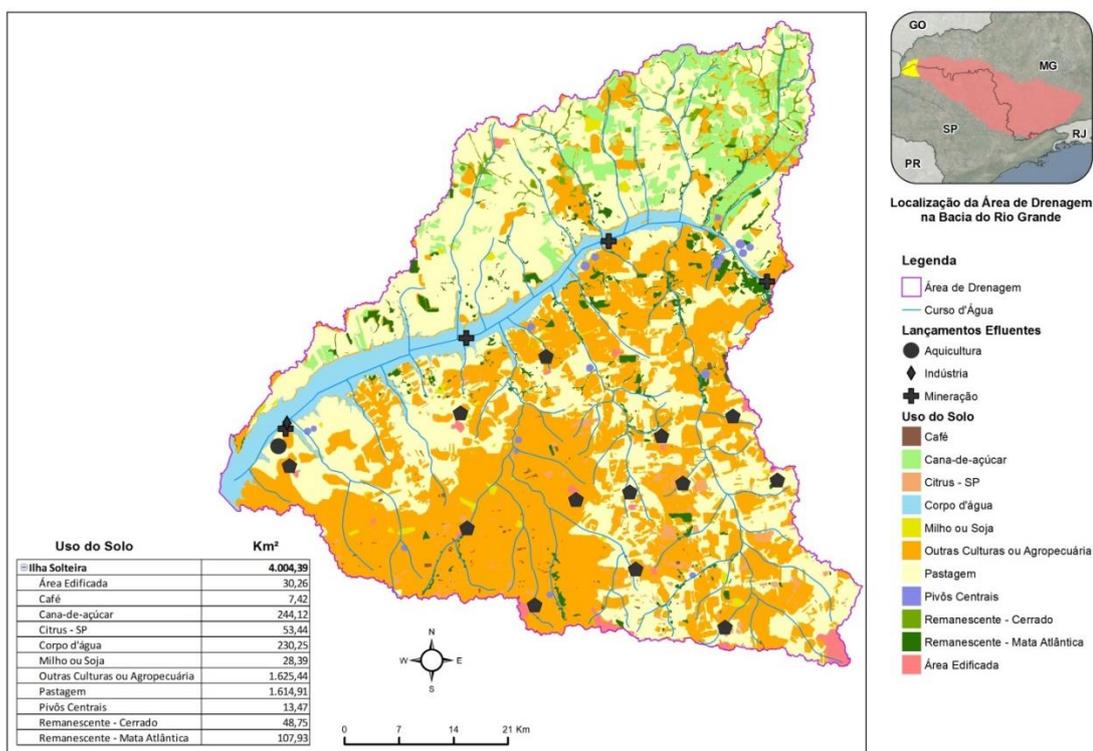


Figura 1.18 – Usos do Solo e dos Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes no Braço do Rio Grande na Bacia da UHE Ilha Solteira

Os estudos de qualidade da água desenvolvidos pelo PIRH-Grande, além de terem considerado uma condição de mistura completa nos reservatórios, foram feitos considerando um cenário de vazões médias para estimar as cargas de fósforo de origem difusa que aportam aos lagos das UHEs; na hipótese de que sejam adotadas vazões maiores – por exemplo, com permanências de 30%, 20% ou 10% – ou vazões menores – por exemplo, com permanências de 95%, 90% ou 70% –, julga-se que os resultados possam ser diferentes, mais ou menos favoráveis, ou seja, a qualidade da água dos reservatórios poderiam ser melhores ou ainda piores que as obtidas pelos estudos elaborados anteriormente (atendimento somente à classe 4), em função das combinações de cenários de cargas aportantes (atuais, projetadas no horizonte de planejamento, para épocas de seca e de chuva) e de vazões de diluição disponíveis.

Dessa forma, somente a partir de uma modelagem integrada, mais complexa e mais abrangente, da qualidade da água dos reservatórios com simulação das concentrações de fósforo e de outros parâmetros físico-químicos e biológicos, poderão ser definidas com maior segurança as classes de enquadramento que serão adotadas para esses corpos hídricos.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo principal do estudo proposto por este TdR é o de refinar as informações sobre a qualidade das águas dos reservatórios das UHEs da bacia do rio Grande, com utilização de modelo matemático tridimensional, gerando subsídios seguros para a definição das suas classes de enquadramento.

Como objetivos específicos, citam-se:

- ✓ Detalhar o conhecimento dos níveis de qualidade da água dos reservatórios em diferentes cenários hidrológicos (período de estiagem e período chuvoso);
- ✓ Detalhar o comportamento de outros parâmetros poluentes além do fósforo total, avaliado no Plano Integrado da Bacia;
- ✓ Elaborar um zoneamento dos espelhos d'água de cada reservatório, definindo eventuais diferentes classes de enquadramento que possam ser atendidas no corpo principal, margens e braços, considerando os resultados de todos os cenários simulados;
- ✓ Gerar informações para um adequado gerenciamento do uso do solo no entorno dos corpos d'água a serem modelados.

### **3. ESCOPO DOS SERVIÇOS**

O escopo dos serviços abrange as atividades descritas a seguir, válidas para cada um dos 18 reservatórios objeto dos estudos.

#### **3.1 LEVANTAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DE DADOS DISPONÍVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA**

---

Deverá ser realizada uma atualização dos dados disponíveis de monitoramentos da qualidade da água dos reservatórios, junto as entidades operadoras das UHEs e em quaisquer outras fontes acessíveis, em complementação às análises apresentadas no PIRH-Grande. Esses dados deverão ser sistematizados, visando dar apoio a avaliação da qualidade atual da água dos reservatórios e das tendências históricas que possam ser identificadas.

Os resultados das análises dos dados levantados deverão ser interpretados à luz das prescrições da Resolução CONAMA nº 357/2005 (alterada e complementada pela nº 430/2011), no que respeita ao atendimento a diferentes classes de enquadramento dos corpos d'água, na situação atual, além da avaliação de padrões de balneabilidade, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 274/2000.

#### **3.2 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DOS RESERVATÓRIOS**

---

Deverão ser obtidas junto aos operadores das UHEs as informações que permitam a representatividade das condições de contorno dos aproveitamentos hidrelétricos no modelo matemático hidrodinâmico, tais como: regras e níveis operacionais, séries históricas de vazões descarregadas e de níveis d'água, sendo também imprescindível o fornecimento de levantamento batimétrico para elaboração do modelo digital do terreno do fundo dos reservatórios.

#### **3.3 COLETAS DE ÁGUA, ANÁLISES EM LABORATÓRIO E SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS**

---

Deverão ser realizadas coletas de água nos reservatórios, em dois períodos hidrológicos distintos (cheias e estiagem) e em profundidades diversas (superfície, nível intermediário e fundo)<sup>1</sup>, a serem analisadas em laboratórios credenciados pelo INMETRO, de acordo com as normas ABNT e demais regulamentações aplicáveis, considerando as seguintes recomendações:

a) Parâmetros físico-químicos e biológicos

Transparência (disco de Secchi), temperatura da água, turbidez, cor, pH, condutividade elétrica, alcalinidade, DBO<sub>5,20</sub>, DQO, OD, sólidos (sedimentáveis, suspensos e dissolvidos), ortofosfato e fósforo total, série de nitrogênio (total, orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato), coliformes termotolerantes e clorofila-a.

---

<sup>1</sup> As amostras deverão ser realizadas na zona eufótica ( $H_{\text{superfície}} = 0,54 * \text{Profundidade Secchi}$ ), na metade da zona afótica ( $H_{\text{fundo}} = [H_{\text{máximo}} + 3 * \text{Profundidade Secchi}] / 2$ ) e, caso seja detectada uma zona anóxica é feita mais uma coleta na porção intermediária ( $H_{\text{meio}} = [H_{\text{máximo}} - H_{\text{fundo}}] / 2$ ).

---

b) Pontos de coleta

O Quadro 3.1 e a Figura 3.1 apresentam o quantitativo e a espacialização dos pontos de coleta de amostras para análise de qualidade da água propostos. Para aqueles localizados nos afluentes dos reservatórios (ambiente lótico) foi considerada a realização de amostragens em profundidade única a 15-30 cm da superfície, enquanto para aqueles nos braços e no corpo principal contabilizaram-se coletas na superfície e no fundo e, em 50% dos locais, se estimou a necessidade de coletas também no nível intermediário.

Além disso, foi prevista a realização de duas campanhas, uma ao longo do período de estiagem e outra durante o período chuvoso, totalizando 6 meses. Nos afluentes, considerou-se apenas uma coleta em cada período, enquanto para os braços e corpo principal dos reservatórios foram consideradas coletas mensais.

**QUADRO 3.1 – QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE ÁGUA POR RESERVATÓRIO**

UHE	Pontos de coleta		Quantidade de amostras
	Cursos d'água afluentes	Braços e Corpo Principal	
Antas II	2	1	19
Rio do Peixe	2	2	34
Caconde	5	9	145
Euclides da Cunha	2	1	19
Limoeiro	2	2	34
Camargos	4	12	188
Itutinga	2	2	34
Funil	3	8	126
Furnas	10	30	470
Marechal Mascarenhas	5	13	205
Estreito	2	3	49
Jaguara	2	4	64
Igarapava	2	8	124
Volta Grande	3	12	186
Porto Colômbia	5	6	100
Marimbondo	9	20	318
Água Vermelha	9	32	498
Ilha Solteira	3	14	216
<b>Total</b>			<b>2.829</b>

Destaca-se que a perfilagem de temperatura da água deverá ser realizada continuamente, com intervalos inferiores a 1 (uma) hora, não apenas em conjunto com as amostragens, ao longo de pelo menos um mês de período seco e um mês de período chuvoso, em pontos estratégicos dos reservatórios, para monitoramento dos processos de estratificação.

Essa programação deve ser detalhada pela consultora e validada junto à ANA após a sistematização dos dados de qualidade da água existentes e a partir das informações da batimetria dos reservatórios para identificação dos locais com necessidade de coletas em diferentes profundidades.

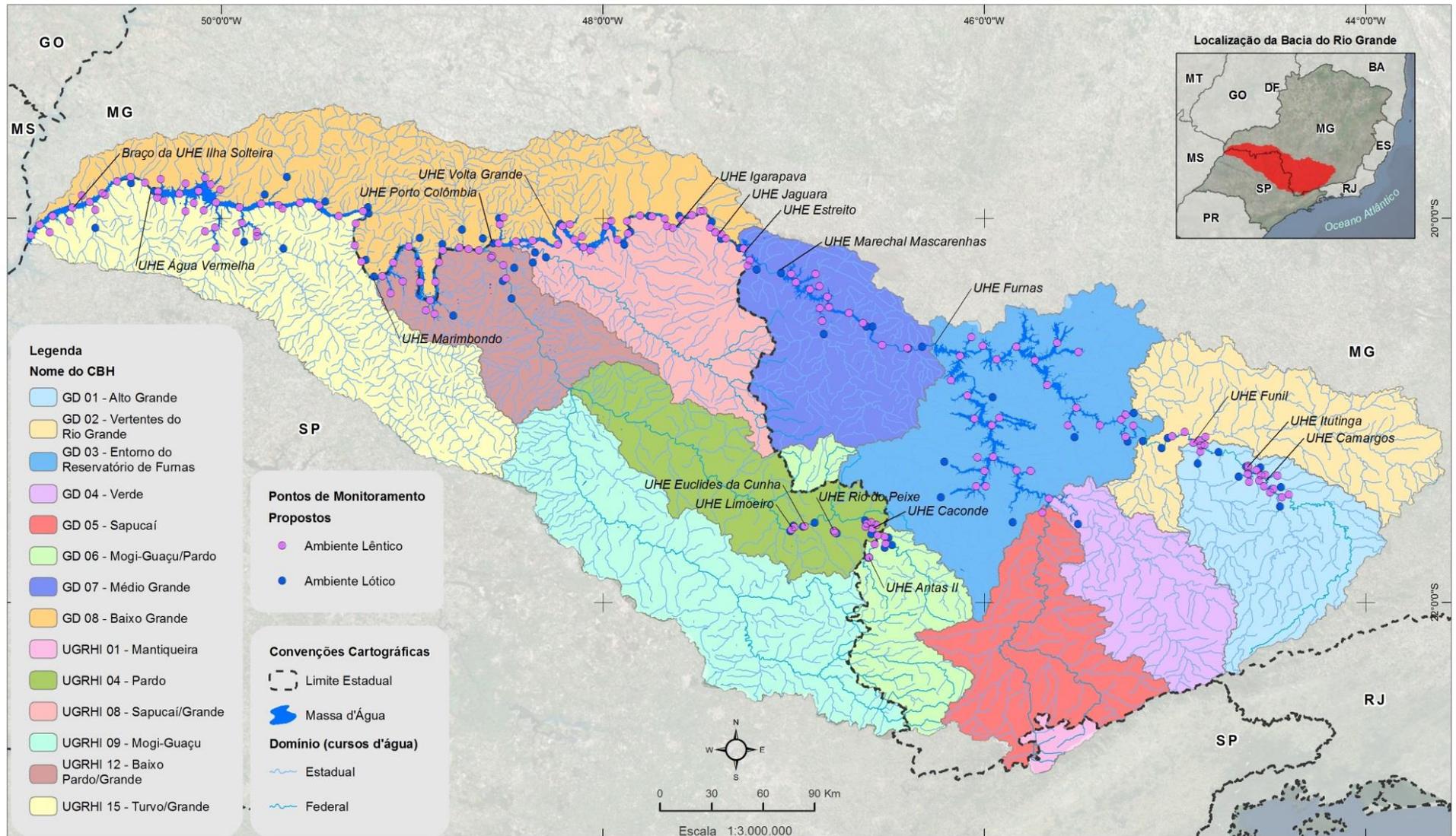


Figura 3.1 – Localização dos pontos de amostragem de qualidade da água propostos

a) Procedimentos de coleta

Em cada ponto, deverão ser realizadas coletas em superfície, meio e fundo, visando avaliar os níveis de estratificação dos reservatórios e levantar dados para a aplicação do modelo matemático tridimensional.

Os procedimentos de coleta de amostras deverão obedecer às orientações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23ª edição e demais aplicáveis.

b) Sistematização dos resultados

Após as análises em laboratório, os resultados deverão ser sistematizados, interpretados e preparados para inserção no modelo matemático a ser utilizado. Deverão ser apresentados os laudos analíticos fornecidos pelo laboratório.

---

### **3.4 MEDIÇÃO DE NÍVEL E VAZÃO**

---

Concomitantemente e nos mesmos locais das coletas de água para a análise de qualidade, deverão ser realizadas medições de nível e vazão nos ambientes lóticos, de forma a determinar as vazões totais afluentes por ponderação de área de drenagem e ajustar os parâmetros das estimativas de cargas aportantes em diferentes regimes hidrológicos, especialmente das cargas difusas (IPH, 2008)<sup>2</sup>.

Considerando que são 72 locais de medição nos rios, deverão ser realizadas 144 medições de nível e vazão, em função da realização de amostragens no período de estiagem e no período chuvoso.

---

### **3.5 LEVANTAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS**

---

Os dados de temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, nebulosidade, direção e intensidade do vento devem ser obtidos nos registros da estação meteorológica mais próximas e em altitude semelhante a cada reservatório da rede de monitoramento existente (INMET, CETESB, etc.), para os mesmos dias das coletas das amostras de água para aplicação no modelo matemático. Caso não existam dados que possam ser aproveitados no estudo, deve-se considerar a implantação de uma estação específica para o estudo para, pelo menos, medição de vento e radiação solar.

Nesta atividade também deverão ser definidos os cenários de cargas e de vazões que serão adotadas para as simulações matemáticas dos reservatórios, em conjunto com a ANA, devendo ser consideradas duas situações hidrológicas distintas – cheias e estiagem, além de cenários intermediários de disponibilidade hídrica e de aporte de cargas difusas para identificação das condições mais críticas de qualidade da água em cada reservatório.

---

<sup>2</sup> Método usualmente empregado para estimativa de carga difusa num dia “d”, em função da vazão medida no dia “d”, da vazão média diária e das cargas de tempo seco e chuvoso, constante no estudo “Avaliação do Projeto Flotação na Qualidade da Água no Sistema Pinheiros-Billings” do IPH, 2008.

---

---

### 3.6 *DEFINIÇÃO DAS CARGAS AFLUENTES NAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DIRETA*

---

Conforme os critérios adotados para as estimativas de cargas unitárias pontuais e difusas, geradas e remanescentes, de DBO,  $N_{total}$  e  $P_{total}$  no PIRH-Grande para a população urbana e rural, atividades industriais e outros usos outorgados, rebanhos animais, atividade agrícola e áreas vegetadas, deverá ser proposta uma metodologia para o cálculo e ajuste das cargas efetivamente afluentes aos reservatórios para cada cenário de disponibilidade hídrica, apoiando-se nos dados existentes de qualidade da água e nos resultados das análises contratadas no âmbito desse estudo e ainda em valores de referências de bibliografia específica, que deverá ser validada junto à ANA.

Parâmetros de entrada adicionais necessários para as simulações no modelo matemático, como DQO e sólidos suspensos totais, também deverão ser âmbito de definição do método para cálculo das cargas unitárias em função das vazões afluentes.

### 3.7 *MODELAGEM MATEMÁTICA INTEGRADA DOS RESERVATÓRIOS*

---

Deverá ser selecionado um modelo matemático para simulação hidrodinâmica e da qualidade das águas para os 18 reservatórios da bacia do rio Grande, levando em conta a integração dos reservatórios com os trechos lóticos de domínio da União.

Esse modelo deverá atender às características principais abaixo relacionadas e com capacidade de prever as condições de qualidade da água em situações além daquelas utilizadas na calibração, sendo que sua escolha deverá ser feita em conjunto com a ANA:

- ✓ **Tridimensional:** um modelo em três dimensões é necessário para que seja possível capturar a variação horizontal e vertical da qualidade de água e dos processos hidrodinâmicos nos reservatórios;
  - ✓ **Dinâmico:** o modelo deve ser capaz de simular os efeitos transientes, especialmente a passagem de uma onda de cheia, considerando o carreamento mais intenso de cargas difusas quando há escoamento superficial e a redução das vazões aportantes durante o período de estiagem. Também deverá calcular as condições de contorno para modelagem integrada dos reservatórios (vazão e qualidade da água defluente do reservatório a montante que aportará no reservatório de jusante), bem como as condições dos trechos lóticos dos cursos d'água de domínio da União;
  - ✓ **Determinístico:** as parametrizações da qualidade de água e ecologia aquática no modelo devem ser baseadas em processos não totalmente empíricos, pois os dados monitorados não serão suficientes para as correlações, assim, serão simulados os mecanismos físico-químicos e biológicos que ocorrem naturalmente e os parâmetros são ajustados a partir das medições de campo, experiências passadas e referências bibliográficas;
  - ✓ **Variáveis mínimas simuladas:** OD, DBO, DQO, nutrientes orgânicos (fósforo, nitrogênio e carbono) e inorgânicos (ortofosfato, amônia, nitrito, nitrato e carbono), sólidos suspensos, coliformes fecais e clorofila-a.
-

---

Quando houver dados de qualidade da água de monitoramentos prévios disponíveis, eles deverão ser incorporados à modelagem, juntamente com os dados primários coletados para efeito específico do presente estudo.

Alguns dos modelos disponíveis para a simulação de processos em reservatórios com as funcionalidades citadas são GEMSS, MIKE3 e DELFT3D, ELCOM-CAEDYM, IPH-ECO, CE-QUAL-ICM e WASP6, sendo que os dois últimos citados precisam ser acoplados a modelos hidrodinâmicos.

Os resultados esperados da simulação a ser efetuada são os seguintes:

- ✓ Zoneamento do espelho d'água do reservatório, identificando as classes de enquadramento atendidas em cada uma das zonas definidas, à luz da Resolução CONAMA nº 357/2005 (alterada e complementada pela nº 430/2011), considerando o corpo principal e os braços do reservatório e duas condições hidrológicas distintas – períodos de cheias e de estiagem;
- ✓ Identificação de áreas aptas à balneabilidade, também no corpo principal e nos braços do reservatório, de acordo com as prescrições da Resolução CONAMA nº 274/2000, considerando, da mesma forma, duas condições hidrológicas distintas.

Esses resultados deverão ser ilustrados em mapas do reservatório, de fácil visualização e compreensão, uma vez que serão utilizados para a definição das classes de enquadramento que serão adotadas para o corpo d'água pela sociedade da bacia.

#### **4. PRODUTOS**

Os produtos previstos são os seguintes, com resultados sistematizados por reservatório, exceto no Produto 1:

- ✓ Produto 1 - Plano de Trabalho: Documento contendo a programação dos serviços e organização da equipe proposta, determinando diretrizes técnicas e normativas para a sua execução, em conformidade com o cronograma;
  - ✓ Produto 2 - Levantamento e Sistematização de Dados Disponíveis de Qualidade da Água: Relatório contendo a descrição da etapa de levantamento e sistematização dos dados disponíveis sobre qualidade das águas dos reservatórios;
  - ✓ Produto 3 – Definição das Características dos Reservatórios, dos Dados Meteorológicos e Hidrológicos: Relatório apresentando a definição das vazões que serão utilizadas para a modelagem matemática dos reservatórios;
  - ✓ Produto 4 – Seleção do Modelo Matemático: Documento contendo o inventário dos modelos disponíveis, análise e seleção do modelo a ser utilizado;
-

- ✓ Produto 5 - Primeira Campanha de Serviços de Campo: Relatório contendo a descrição da programação e dos resultados da primeira campanha realizada de amostragem da qualidade da água e de medições de nível e vazão;
- ✓ Produto 6 – Primeira Modelagem Parcial dos Reservatórios : Relatório apresentando o desenvolvimento da modelagem dos reservatórios, com os resultados parciais da calibração, a partir dos dados disponíveis e dados obtidos na primeira campanha de coleta de amostras (estiagem ou cheias);
- ✓ Produto 7 - Segunda Campanha de Serviços de Campo: Relatório contendo a descrição da programação e dos resultados da segunda campanha realizada de amostragem da qualidade da água e de medições de nível e vazão;
- ✓ Produto 8 – Segunda Modelagem dos Reservatórios : Relatório contendo a descrição dos ajustes realizados nos parâmetros do modelo com base em simulações realizadas com os novos dados disponíveis obtidos na segunda campanha de coleta de amostras (estiagem ou cheias);
- ✓ Produto 9 – Simulação de Cenários e Zoneamento dos Espelhos d'Água: Relatório contendo a definição dos cenários hidrológicos e de cargas aportantes aos reservatórios, considerando diferentes vazões de permanência, uma análise crítica sobre os resultados de suas aplicações no modelo matemático integrado dos reservatórios previamente calibrado. Ao final, deverá ser apresentado o zoneamento do espelho d'água e identificação de áreas aptas à balneabilidade frente às prescrições das Resoluções CONAMA nº 357/2005 (alterada e complementada pela nº 430/2011) e nº 274/2000.
- ✓ Relatório Final – Documento contendo uma síntese dos estudos desenvolvidos e a apresentação dos resultados finais da modelagem matemática para todas as condições hidrológicas simuladas, indicando as situações mais críticas e os padrões de qualidade da água de cada reservatório.

## **5. PRAZOS**

O prazo proposto para a execução dos trabalhos em questão é de 13 (treze) meses, contados a partir da assinatura do futuro contrato. Nesse sentido, para a conclusão dos serviços no prazo, as propostas devem prever atividades simultâneas para os 18 reservatórios objeto das simulações da qualidade das águas.

## **6. ESTIMATIVA DE CUSTOS E CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO**

Para a execução dos serviços em questão, foi estimado o valor total de R\$ 3.200.000,00 (três milhões e duzentos mil reais).

O Quadro 6.1 apresenta o cronograma físico proposto para execução dos estudos e o Quadro 6.2 apresenta o cronograma de desembolsos.

**QUADRO 6.1 – CRONOGRAMA FÍSICO PROPOSTO**

<i>Atividade</i>	<i>Mês 1</i>	<i>Mês 2</i>	<i>Mês 3</i>	<i>Mês 4</i>	<i>Mês 5</i>	<i>Mês 6</i>	<i>Mês 7</i>	<i>Mês 8</i>	<i>Mês 9</i>	<i>Mês 10</i>	<i>Mês 11</i>	<i>Mês 12</i>	<i>Mês 13</i>
Plano de Trabalho													
Levantamento e Sistematização de Dados Disponíveis de Qualidade da Água													
Definição das Características dos Reservatórios, dos Dados Meteorológicos e Hidrológicos													
Seleção do Modelo Matemático													
Primeira Campanha de Serviços de Campo													
Primeira Modelagem Parcial dos Reservatórios													
Segunda Campanha de Serviços de Campo													
Segunda Modelagem dos Reservatórios													
Simulação de Cenários e Zoneamento dos Espelhos d'Água													
Elaboração e Entrega do Relatório Final													

**QUADRO 6.2 – CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS**

<i>Atividade</i>	<i>Prazo de Entrega (dias corridos)</i>	<i>Desembolso (%)</i>
Produto 1 - Plano de Trabalho	30	5
Produto 2 - Levantamento e Sistematização de Dados Disponíveis de Qualidade da Água	90	5
Produto 3 – Definição das Características dos Reservatórios, dos Dados Meteorológicos e Hidrológicos	90	5
Produto 4 – Seleção do Modelo Matemático	120	5
Produto 5 - Primeira Campanha de Serviços de Campo	180	10
Produto 6 – Primeira Modelagem Parcial dos Reservatórios	240	20
Produto 7 - Segunda Campanha de Serviços de Campo	270	10
Produto 8 – Segunda Modelagem dos Reservatórios	330	15
Produto 9 – Simulação de Cenários e Zoneamento dos Espelhos d'Água	360	15
Relatório Final	390	10

## **7. EQUIPE TÉCNICA**

A seguir, é apresentada a equipe-chave estimada para os serviços propostos:

- ✓ Coordenador Sênior (Especialista em Recursos Hídricos – Qualidade da Água);
- ✓ Profissional Sênior ou Pleno (Engenheiro Civil ou Ambiental Especialista em Modelagem da Qualidade das Águas);
- ✓ Profissional Sênior (Engenheiro Civil Hidrólogo);
- ✓ Profissional Sênior (Geógrafo, especialista em Geoprocessamento).

Outros profissionais podem ser agregados pela proponente a uma equipe de apoio, de acordo com sua avaliação de pertinência para os trabalhos.