

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTRATÉGIA DE MONITORAMENTO EM APOIO AO  
LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM TRECHO DE  
VAZÃO REDUZIDA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Regis Leandro Lopes da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**ESTRATÉGIA DE MONITORAMENTO EM APOIO AO  
LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM TRECHO DE VAZÃO  
REDUZIDA**

**Regis Leandro Lopes da Silva**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. Geraldo Lopes da Silveira**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Regis Leandro Lopes da  
ESTRATÉGIA DE MONITORAMENTO EM APOIO AO LICENCIAMENTO  
AMBIENTAL EM TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA / Regis Leandro  
Lopes da Silva.-2012.  
150 p.; 30cm

Orientador: Geraldo Lopes da Silveira  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil, RS, 2012

1. Monitoramento da qualidade da água 2.  
Licenciamento Ambiental I. Silveira, Geraldo Lopes da  
II. Título.

---

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Regis Leandro Lopes da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Silva Jardim, 1854, apto 30, Centro, Santa Maria, RS, 97010-492

Fone (0xx) 55 3026 0548; Fax (0xx) 55 9928 8392; End. Eletr: regisllsilva@gmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTRATÉGIA DE MONITORAMENTO EM APOIO AO  
LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM TRECHO DE  
VAZÃO REDUZIDA**

elaborada por  
**Regis Leandro Lopes da Silva**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Geraldo Lopes da Silveira, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Carlos André Bulhões Mendes, Dr (IPH-UFRGS)**

**Luis Fernando Carvalho Perelló, Dr (SEMA-RS)**

Santa Maria, 05 de novembro de 2012.

## **DEDICATÓRIA**

A todo brasileiro que dorme tarde e acorda cedo, por ser essa sua única opção, ou apenas porque precisa de mais tempo para realizar seus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, pela qualidade do ensino público e gratuito;

À CAPES, pela bolsa de estudos;

Ao MCT/CT-Hidro/FINEP, pelo financiamento deste estudo através do projeto HidroECO;

À ELETROSUL/Divisão de Meio Ambiente/Operação/UHE Passo do São João, por manterem as portas sempre abertas para este estudo;

Ao Prof. Geraldo Lopes da Silveira, pela ideia, orientação, amizade, e acima de tudo, pela confiança;

Aos docentes do PPGEC, pelo estímulo à busca do conhecimento, em especial à Prof.<sup>a</sup> Jussara Cabral Cruz, pelo apoio neste estudo;

Aos colegas do PPGEC, pelo companheirismo nas horas de estudo e nos momentos de descontração;

Às secretárias do PPGEC, Daisy Mendes e Marília Goulart, pela presteza e atenção;

Ao Prof. Arci Dirceu Wastowski do LAPAQ-UFSM/CESNORS e ao laboratorista André Collasiol do LASAM-UFSM, pelas análises laboratoriais;

Aos colegas do GERHI, pela constante troca de conhecimento, em especial aos colegas Carlos Alberto Oliveira Irion, João Francisco Carlexo Horn, Vinicius Ferreira Dulac, Pedro Brites Pascotini, Elisandra Maziero e Damaris Gonçalves Padilha, pela amizade e colaboração direta neste estudo;

A todos os ex-colegas de palco e eternos amigos, pelo incentivo a cada final de noite de trabalho e início de dia de estudo;

A todos os meus amigos, por existirem, em especial aos amigos Alencar Rizzardi, André Luis Domingues, Juan Silveira Bolzan, Leticia Osório e Luciano Soares, pela coleção de histórias, risos sinceros, alguns choros, e as diversas comemorações sem motivo algum;

Aos meus irmãos, Sandro, Silvia, Quelen e Vitor, por compreenderem minha ausência, festejarem a presença, e mostrarem o verdadeiro sentido da alegria de estar com quem se ama;

Aos meus pais, Antônio e Marly, por não medirem esforços para que eu tivesse educação, e por me ensinarem na prática o que é fibra moral. Amo vocês.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e não estão nominalmente citados.

*Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros e TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver.*

Amyr Klink

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

**ESTRATÉGIA DE MONITORAMENTO EM APOIO AO  
LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM TRECHO DE VAZÃO  
REDUZIDA**

AUTOR: REGIS LEANDRO LOPES DA SILVA

ORIENTADOR: GERALDO LOPES DA SILVEIRA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 05 de novembro de 2012.

Quando do licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas, são prescritas vazões a serem mantidas a jusante do barramento, que muitas vezes podem não garantir a manutenção da qualidade da água para o trecho. O objetivo deste estudo foi propor uma estratégia expedita de monitoramento da qualidade da água em suporte a prescrição de regime de vazões remanescentes em trechos de vazão reduzida (TVR) por barramentos. Para tanto foi utilizado como caso de estudo a UHE Passo do São João (UHE PSJ) no Rio Ijuí-RS, que opera a fio d'água e possui um TVR de 4 km. Como base do estudo foi feito um monitoramento para levantamento de dados de qualidade da água com a utilização de sonda multiparâmetro e análises em laboratório. Foram utilizados 10 pontos de monitoramento ao longo do Rio Ijuí, sendo 2 deles, os principais no estudo, localizados no TVR. Foram feitas correlações entre os dados obtidos com a sonda multiparâmetro e determinados em laboratórios para avaliação do uso da sonda. Complementando o estudo, foi feita uma contextualização da UHE PSJ no que se refere ao impacto na qualidade da água no Rio Ijuí, traçando um perfil longitudinal de concentração de oxigênio dissolvido (OD), juntamente com a avaliação do aporte direto ao TVR por meio da comparação de vazões. Ainda foi realizada uma avaliação da variabilidade das concentrações de OD nas seções de monitoramento do TVR, com determinações ao longo da seção, associadas aos perfis de velocidade do escoamento determinados com o uso de *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Por fim foram realizadas correlações entre as curvas dos dados do monitoramento e curvas resultantes da extração de dados com diferentes frequências, para a determinação da frequência ideal de monitoramento. A comparação entre as determinações com a sonda e no laboratório foi satisfatória, mostrando valores próximos para a maioria dos parâmetros. O traçado do perfil longitudinal das concentrações de OD mostrou a forte influência das estruturas da UHE PSJ nos níveis de OD a jusante do barramento no TVR, reforçando a demanda por uma estratégia de monitoramento. Porém o efeito da redução das vazões na diluição de cargas não foi notado, tendo em vista a insignificância das vazões da área incremental ao TVR. As medições próximas a margem foram representativas, pois a variabilidade das determinações ao longo da seção em geral foi menor que 2% em relação a média. Por fim a frequência ideal obtida com a correlação das curvas de diferentes frequências foi de 4 dias para os dois pontos do TVR. Como conclusão geral deste estudo, fica a proposição de uma estratégia de monitoramento, baseada na utilização de uma sonda multiparâmetro, onde o operador fará as determinações próximas a margem do rio, com uma frequência de monitoramento de 4 dias, tendo como base um parâmetro representativo, no caso o oxigênio dissolvido.

**Palavras-chave:** Monitoramento. Sonda multiparâmetro. Licenciamento ambiental. Trecho de vazão reduzida. Qualidade da água.



Master Dissertation  
Graduate Program in Civil Engineering  
Federal University of Santa Maria

**MONITORING STRATEGY FOR SUPPORTING THE  
ENVIRONMENTAL LICENSING IN REDUCED FLOW REACH**

**AUTHOR: REGIS LEANDRO LOPES DA SILVA**

**ADVISER: GERALDO LOPES DA SILVEIRA**

Santa Maria, November 5<sup>th</sup>, 2012.

In the environmental licensing of hydroelectric plants are prescribed streamflow should be maintained downstream of the dam, but these flows often cannot ensure the maintenance of water quality for the stretch. The aim of this study is to present a robust and expeditious strategy of water quality monitoring. This strategy is developed for supporting the stipulation of flow regime in reduced flow reach (RFR) by dams. The Hydropower plant Passo São João (HPP PSJ) in Rio Ijuí-RS was used as study case. This Hydropower is a power plant without storage capacity presenting a RFR of 4 km. The monitoring for collecting water quality data is made by using a multiparameter probe and laboratory analysis. It is used ten monitoring points along the Rio Ijuí, two of them located in the RFR. Correlations between data obtained with a multiparameter probe and data determined in the laboratory are made to evaluate the application of the probe. Complementing the study, the HPP PSJ is contextualized according to the impact on water quality in the Rio Ijuí, tracing a longitudinal profile of dissolved oxygen (DO) along with the evaluation of the direct contribution by RFR comparison of flows. Moreover, the variability of DO concentrations in sections monitoring RFR is evaluated considering the determinations along the section. Those sections are associated with flow velocity profiles that were determined by the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). The correlations between the curves of monitoring data and curves from the extraction of data - at different frequencies - are developed for determining the optimal monitoring frequency. The comparison between measurements with the probe and measurements in the laboratory are satisfactory, presenting similar values for most parameters. The layout of the longitudinal profile of the DO concentrations demonstrates the strong influence of the HPP PSJ structures in dam downstream DO level, reinforcing the need for a monitoring strategy. However the effect of reducing inflow in the dilution charges has not been noted in view of the minimum incremental area flow. Near riverbank measurements were representative, since the variability of measurements along the section generally was less than 2% on average. Finally the ideal frequency obtained with the correlation curves for different frequencies is four days for both points of RFR. The overall conclusion of this study is to propose a monitoring strategy based on using a multiparameter probe in which the operator formulates the determinations near the riverbank with a monitoring frequency of four days, taking as basis the representative parameter – the dissolved oxygen for this case.

**Keywords:** Monitoring. Multiparameter probe. Environmental licensing. Reduced flow reach. Water quality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Matriz de energia elétrica brasileira atualizada em março de 2012.....	21
Figura 2 - Escoamento em aproveitamentos com TVR e a divisão da vazão afluente em decorrência da implantação de usina hidrelétrica.....	22
Figura 3 - Prescrição de regime de vazões remanescentes segundo a metodologia UFSM/FEPAM/ELETROSUL.....	29
Figura 4 – Mortandade de peixes no Rio dos Sinos/RS em virtude das baixas concentrações de oxigênio dissolvido em outubro de 2006.....	32
Figura 5 - Bacia hidrográfica do Rio Ijuí, com os limites dos municípios integrantes. ....	41
Figura 6 - Trecho de vazão reduzida da UHE Passo do São João.....	44
Figura 7 - Localização das estruturas hidráulicas da UHE PSJ no Rio Ijuí. ....	45
Figura 8 – Área incremental ao TVR da UHE PSJ. ....	46
Figura 9 – Uso do solo na área incremental do TVR da UHE PSJ. ....	47
Figura 10 – Localização dos pontos de monitoramento P07 e P09 no TVR da UHE PSJ.....	49
Figura 11 – Diagrama unifilar com os pontos de monitoramento distribuídos ao longo do complexo hidrelétrico UHE São José – UHE Passo do São João. ....	49
Figura 12 - Sonda Multiparâmetro e sua dinâmica de utilização. ....	52
Figura 13 - Eletrodos da Sonda Multiparâmetro e métodos de determinação.....	53
Figura 14 – Molinete Gurley utilizado nas medições de vazão no Lajeado das Pedras.....	55
Figura 15 – Utilização do <i>Acoustic Doppler Current Profiler</i> (ADCP). ....	57
Figura 16 – Perda de oxigênio dissolvido à jusante do barramento da UHE Passo do São João. ....	67
Figura 17 – Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 26/09/2012.....	69
Figura 18 – Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 26/09/2012.....	69
Figura 19 - Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 27/09/2012. ....	70
Figura 20 - Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 27/09/2012. ....	70
Figura 21 - Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 28/09/2012. ....	71
Figura 22 - Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 28/09/2012. ....	71
Figura 23 – Concentrações de OD na seção, média e faixa de $\pm 2\%$ em relação à média. ....	72
Figura 24 – Dados observados e média móvel de oxigênio dissolvido para o ponto P07 Montante Salto.....	74
Figura 25 – Comparação entre a média móvel de oxigênio dissolvido e os valores observados nos diferentes horários de monitoramento para o Ponto 7 – Montante Salto.....	75
Figura 26 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 2, 3 e 4 dias para o Ponto 7-Montante Salto.....	77
Figura 27 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 5, 6, 7 e 8 dias para o Ponto 7-Montante Salto.....	78
Figura 28 – Coeficiente de determinação para as diferentes frequências no ponto P07. ....	79
Figura 29 – Dados observados e média móvel de oxigênio dissolvido para o Ponto 9-Jusante Salto.....	80
Figura 30 – Comparação entre a média móvel de oxigênio dissolvido e os valores observados nos horários de monitoramento para o Ponto 9 Jusante Salto. ....	81
Figura 31 - Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 2, 3 e 4 dias para o Ponto 9 -Jusante Salto.....	82
Figura 32 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 5, 6, 7 e 8 dias para o Ponto 9-Jusante Salto. ....	83
Figura 33 – Coeficiente de determinação para as diferentes frequências no Ponto 9. ....	84

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre as características da UHE PSJ e da UHE Belo Monte.....	23
Quadro 2 - Necessidade de dados e tempo de métodos de avaliação de vazões ambientais. ....	27
Quadro 3 – Macrofluxograma para prescrição de regime de vazões remanescentes. ....	28
Quadro 4 – Tipos de monitoramento e suas características. ....	33
Quadro 5 – Atividades da metodologia para a definição da estratégia de monitoramento. ....	40
Quadro 6 – Números dos municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí. ....	42
Quadro 7 - Características da UHE Passo do São João.....	45
Quadro 8 - Pontos de monitoramento, suas coordenadas e trechos de monitoramento. ....	48
Quadro 9 – Frequências de monitoramento convencional e alternativo para os pontos de monitoramento estipulados.....	50
Quadro 10 - Parâmetros analisados no LAPAQ-UFSM/CESNORS e métodos de análise. ....	51
Quadro 11 – Determinações com a sonda e com equipamentos do laboratório.....	61
Quadro 12 – Perfis longitudinais de oxigênio dissolvido medidos nos pontos de monitoramento ao longo do complexo hidrelétrico UHE São José–UHE Passo do São João. ....	65
Quadro 13 – Coeficientes de determinação de diferentes frequências para o ponto P07.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Determinações do monitoramento convencional e alternativo para o ponto P09, localizado a jusante do Salto Pirapó. ....	59
Tabela 2 – Coeficientes de correlação entre medições com a sonda e no laboratório. ....	60
Tabela 3 – Correlação entre os parâmetros medidos em laboratório com a sonda e os equipamentos do laboratório simultaneamente. ....	61
Tabela 4 - Relação entre vazões do Lajeado das Pedras e Rio Ijuí (TVR da UHE PSJ).....	63

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Coeficiente de correlação $r$ .....	53
Equação 02 – Coeficiente de determinação $r^2$ .....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
AHE	Aproveitamento Hidrelétrico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AVR	Alça de Vazão Reduzida
CE	Condutividade Elétrica
CESNORS	Centro de Educação Superior Norte-RS
CGH	Central Geradora de Hidreletricidade
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EC	Eletrocondutividade
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental-RS
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LAPAQ	Laboratório de Pesquisas e Análises Químicas
LO	Licença de Operação
MPF	Ministério Público Federal
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORP	Potencial de Oxi-redução
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TJ	Trecho de Jusante
TM	Trecho de Montante
TVR	Trecho de Vazão Reduzida
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UHE	Usina Hidrelétrica
UHE PSJ	Usina Hidrelétrica Passo do São João
UHE SJ	Usina Hidrelétrica São José

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A – Licença de operação da UHE Passo do São João .....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo B – Licença de operação da UHE São José .....</b>	<b>129</b>
<b>Anexo C – Resultados do monitoramento convencional .....</b>	<b>135</b>

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A – Base cartográfica .....</b>	<b>95</b>
<b>Apêndice B – Detalhes dos pontos de monitoramento .....</b>	<b>101</b>
<b>Apêndice C – Resultados do monitoramento alternativo .....</b>	<b>107</b>

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1 APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS E SEUS IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3 PRESCRIÇÃO DE VAZÕES</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4 MONITORAMENTO</b> .....	<b>30</b>
<b>2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE</b> .....	<b>34</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1 MATERIAL</b> .....	<b>41</b>
3.1.1 <i>Caracterização da área de estudo</i> .....	<b>41</b>
3.1.2 <i>Localização dos pontos de monitoramento</i> .....	<b>48</b>
<b>3.2 MÉTODOS</b> .....	<b>50</b>
3.2.1 <i>Monitoramento convencional e alternativo</i> .....	<b>50</b>
3.2.2 <i>Avaliação do uso da sonda multi-parâmetro</i> .....	<b>53</b>
3.2.3 <i>Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água</i> .....	<b>54</b>
3.2.4 <i>Variabilidade da qualidade da água na seção</i> .....	<b>56</b>
3.2.5 <i>Definição da frequência de monitoramento ideal para a estratégia</i> .....	<b>57</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1 AVALIAÇÃO DO USO DA SONDA MULTI-PARÂMETRO</b> .....	<b>59</b>
<b>4.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO IMPACTO DA UHE PSJ NA QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	<b>62</b>
<b>4.3 VARIABILIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SEÇÃO</b> .....	<b>68</b>
<b>4.4 DEFINIÇÃO DA FREQUÊNCIA DE MONITORAMENTO IDEAL PARA ESTRATÉGIA</b> .....	<b>74</b>
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>85</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>87</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>120</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Antecedentes

As necessidades humanas de suprimento de energia muitas vezes colocam a sociedade frente a um dilema: como manter o desenvolvimento a passos rápidos, tendo um cuidado efetivo com o meio ambiente. É consenso que, por mais cuidados que se tenham, a implantação de um empreendimento sempre vai alterar de alguma forma o ambiente no qual se insere.

Com o intuito de minimizar estes impactos, nas últimas décadas vem sendo criadas e aplicadas ferramentas que buscam reduzir e minimizar os impactos causados por empreendimentos, como o licenciamento ambiental e o estudo de impacto ambiental (EIA).

Para empreendimentos potencialmente poluidores, a legislação brasileira prevê o licenciamento ambiental. Para os empreendimentos de grande expressão, com um alto impacto social, econômico e ambiental, por ocasião do licenciamento, solicitam-se ainda, estudos que avaliem a viabilidade de tal empreendimento. Essas ferramentas de proteção, como o licenciamento e o EIA, embora tenham a sua eficácia discutida, vieram para inserir o viés ecológico na implantação de grandes obras, diminuindo os impactos associados.

No caso mais específico dos empreendimentos do setor hidrelétrico, um dos impactos mais significativos é a alteração no regime hidrológico. O hidrograma a jusante dos barramentos pode ser alterado tanto pela regularização das vazões, como pelo desvio de parte do fluxo para as turbinas. No caso das usinas que operam por regularização, ou seja, acumulam água nos períodos chuvosos para utilizarem nos períodos de estiagem, a principal alteração no hidrograma de jusante é a redução da variabilidade das vazões.

Já as usinas que operam desviando parte das vazões afluentes para a turbina, caracterizam-se, geralmente, pela existência de um trecho de vazão reduzida (TVR). Como conceito de TVR, seria o trecho de rio delimitado por duas seções fluviais: (1) a de montante, na seção da barragem e; (2) a de jusante, na seção fluvial onde as vazões turbinadas são devolvidas ao rio. Este segmento de rio também é comumente chamado de alça de vazão reduzida (AVR).

Nesta configuração de uma planta de geração hidrelétrica, a principal alteração no regime hidrológico ocorre neste TVR, onde as vazões se tornam menores do que as vazões pré-barramento.

Independente da configuração da usina hidrelétrica, os estudos hidrológicos que são feitos, geralmente focam a questão das vazões remanescentes, prescrevendo um novo regime a ser seguido.

No Brasil, a prática tradicionalmente utilizada para o estabelecimento de uma vazão mínima a ser mantida à jusante de um barramento, não contempla, com ênfase, aspectos ecológicos, pois a metodologia é focada na definição de uma vazão de referência, calculada com base em alguma estatística da série histórica, sem analisar, no entanto, se a mesma pode realmente acarretar em algum benefício para o ecossistema, uma vez que a mesma reduz a variabilidade natural da vazão.

Tal prática, que se mostra inflexível nas vazões a serem mantidas a jusante dos barramentos, além de não contemplar os aspectos ecológicos na sua totalidade, por vezes pode inviabilizar economicamente a implantação de um aproveitamento hidrelétrico.

Buscando uma inserção do viés ecológico na prescrição de vazões remanescentes, as pesquisas mais recentes da área vêm convergindo para uma mesma abordagem. Esta concepção, que consiste basicamente em reproduzir a jusante do barramento, condições próximas as que existiam antes do empreendimento, em termos de variabilidade de vazões, tem sido denominada hidrograma ecológico.

A operação de um hidrograma ecológico, basicamente, é a reprodução das flutuações das vazões existentes nos diferentes períodos do ano, mantendo os pulsos de interesse ecológico, porém em níveis bem mais baixos do que os observados antes da implantação do empreendimento, sempre buscando atender as necessidades dos ecossistemas e dos outros usos que ali existam. Além disso, as vazões prescritas pelo hidrograma ecológico devem dar garantia no que diz respeito ao atendimento de um importante aspecto para a conservação do ecossistema: a qualidade da água.

Nesse contexto, o licenciamento ambiental necessita de técnicas de monitoramento que vigiem a integridade dos ecossistemas e que sejam viáveis operacional e economicamente. Sendo assim, neste estudo é proposta uma estratégia que visa aprimorar o licenciamento ambiental, comprometendo o empreendedor com ações de baixo custo por meio de monitoramento que sirva de alerta a ações de proteção e segurança do rio em situações de risco.

Com o intuito de estabelecer tal estratégia, foi utilizado como caso de estudo a UHE Passo do São João (UHE PSJ), que fica no município de Roque Gonzales/RS, e possui um trecho de vazão reduzida de aproximadamente 4 km de extensão. A usina já foi objeto de estudos da UFSM, que participou da criação da metodologia de prescrição de vazões que deu origem ao regime previsto na licença de operação da usina (LO nº 817/2012-DL), estando este regime em vigor.

## **1.2 Objetivo geral**

Propor uma estratégia expedita de monitoramento da qualidade da água em suporte a prescrição de regime de vazões remanescentes em trechos de vazão reduzida (TVR) por barramentos.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Avaliar a possibilidade de adotar no licenciamento ambiental um meio de monitoramento em tempo quase-real, com utilização de sonda multiparâmetro.
- Avaliar os parâmetros de qualidade passíveis de medição *in loco*, para monitorar a qualidade da água no TVR.
- Conhecer a evolução da qualidade da água no TVR e no contexto da UHE PSJ.
- Avaliar a representatividade de uma amostragem feita próxima à margem no levantamento qualitativo realizado com sonda multiparâmetro.
- Avaliar o intervalo de tempo necessário ao monitoramento de parâmetros de qualidade da água em um TVR que garanta os objetivos do licenciamento para desencadear ações emergenciais (alerta sanitário como gatilho para descarga de vazões em reservatório).

## 1.4 Organização da dissertação

A dissertação está distribuída e organizada da seguinte forma:

- Capítulo 2: revisão bibliográfica, abordando o aproveitamento hidrelétrico e seus impactos, o licenciamento ambiental e a prescrição de vazões, e o monitoramento e os parâmetros de qualidade da água.
- Capítulo 3: materiais e métodos utilizados, descrevendo a área de estudo, e os métodos de levantamento de dados, tratamento estatístico e métodos de análise para cada uma das etapas do trabalho.
- Capítulo 4: resultados e discussão, com a análise e discussão dos resultados obtidos na aplicação de cada uma das metodologias.
- Capítulo 5: conclusão geral a respeito dos resultados obtidos, e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será feita uma breve revisão bibliográfica, abordando os temas mais pertinentes ao trabalho realizado. Primeiramente será mostrada uma visão geral dos empreendimentos hidrelétricos no Brasil, e seus respectivos impactos no meio ambiente.

A seguir, tem-se uma revisão sobre os processos de licenciamento ambiental no Brasil, no que se refere à legislação pertinente e ferramentas de mitigação de impactos como o estudo de impacto ambiental.

Na sequência é feita uma abordagem específica sobre um dos principais aspectos pertinentes ao licenciamento, que são as vazões remanescentes prescritas para os empreendimentos, e os métodos de determinação das mesmas.

Já no final do capítulo será feita uma revisão sobre o monitoramento qualitativo: como ele é realizado, diferentes formas, principais dificuldades e vantagens. E por fim, uma visão geral sobre os parâmetros de qualidade a serem monitorados e suas principais características.

### 2.1 Aproveitamentos hidrelétricos e seus impactos no meio ambiente

O crescimento econômico do país, junto com todos os benefícios inerentes, traz uma demanda cada vez maior por energia, necessária em praticamente todos os setores da produção e do consumo. Para se ter ideia, o Brasil precisa, a cada ano, um acréscimo de 5 mil Megawatts (MW) em sua matriz energética para atender a este crescimento (LEME, 2009a). Tratando-se mais especificamente de energia elétrica, aproximadamente 65% é advinda de aproveitamentos hidrelétricos (ANEEL, 2012), caracterizando uma importância fundamental desta forma de geração (**Figura 1**).

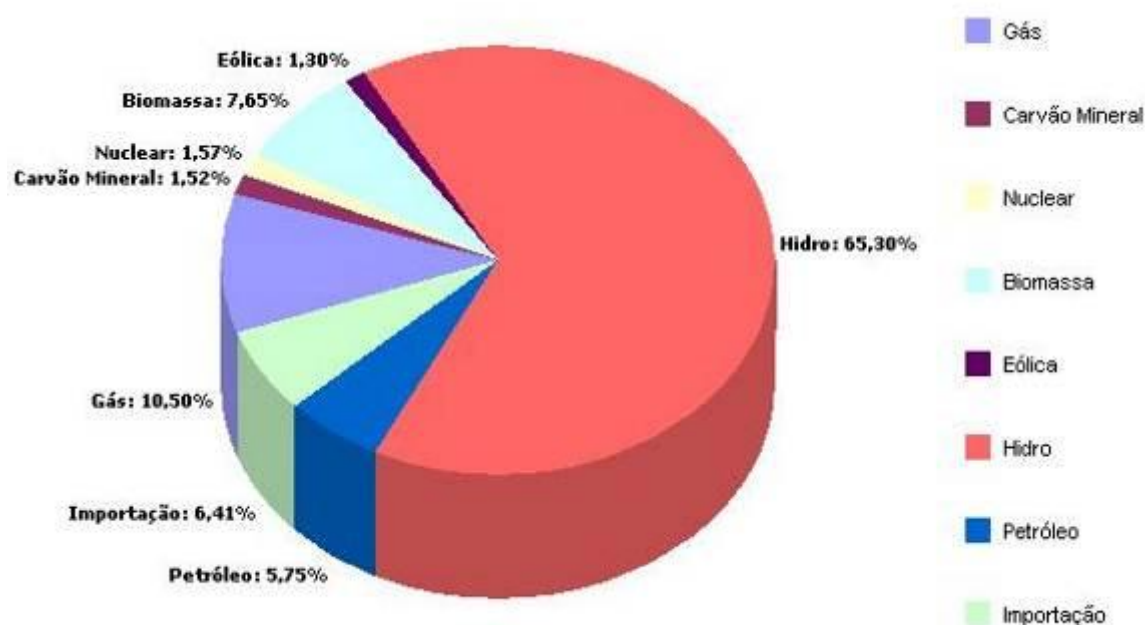


Figura 1- Matriz de energia elétrica brasileira atualizada em março de 2012.  
Fonte: ANEEL, 2012.

Sendo essa forma de geração de energia a mais utilizada e difundida aqui no Brasil, a cada dia aparecem novas obras de usinas hidrelétricas por toda parte. As usinas que vêm sendo construídas são dos mais diversos portes e formatos, como as grandes de Jirau e Santo Antônio, em Rondônia, até pequenas centrais hidrelétricas, como a PCH Bela União, no Rio Grande do Sul e a PCH Salto Goes, em Santa Catarina.

Quanto à capacidade de regularização do reservatório, as usinas hidrelétricas são classificadas conforme o “Manual Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas” (ELETROBRÁS, 1984), da seguinte forma:

- a) De acumulação: constituída por um reservatório que garanta uma alimentação constante de fluxo nas turbinas, reservando águas afluentes no período de cheia e descarregando águas no período de estiagem.
- b) A fio d’água: quando a reservação eventual não tem a finalidade de regularizar as vazões, tendo o objetivo de sustentar a adução e manter a queda de projeto.

De modo geral, a construção de qualquer tipo de aproveitamento hidrelétrico pode causar alterações no regime hidrológico, temperatura da água, transporte de nutrientes e sedimentos, alimentação de deltas e bloqueio na migração de peixes (POSTEL & CARPENTER, 1997).

Em se tratando das usinas de acumulação, os principais impactos são causados pelos grandes reservatórios gerados que, conforme SOUZA (2009), alteram o período de ocorrência de eventos de cheias, desconectando rios em suas direções longitudinal e lateral na cheia, e conectando além do usual na estiagem, pela regularização.

No Brasil, existe uma tendência de mudança da opção por usinas de acumulação, que criam grandes reservatórios com grandes áreas alagadas, para a opção por usinas a “fio d’água”, com reservatórios menores, com bem menos área alagada (TUCCI, 2011). Por outro lado, esta tendência tem sido muito discutida, pelo fato de reduzir a garantia de geração, demandando um maior número de usinas (CHIPP, 2011).

Agora no âmbito das usinas que operam a “fio d’água”, existem as que fazem a geração no “pé da barragem”, com a casa de força acoplada ao barramento, e tendo a água vertida e turbinada juntas imediatamente após o barramento; e as que fazem a geração utilizando um trecho de vazão reduzida (TVR), onde a casa de força principal não está junto ao barramento.

Neste último caso, como pode ser visto na **Figura 2**, parte da vazão é liberada para o TVR e parte é turbinada, sendo esta última conduzida por túneis ou canais de adução até a casa de força, e na sequência somada à descarga escoada pelo TVR, quilômetros após.

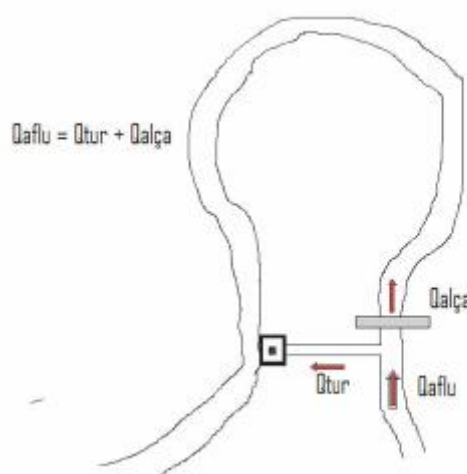


Figura 2 - Escoamento em aproveitamentos com TVR e a divisão da vazão afluyente em decorrência da implantação de usina hidrelétrica.

Fonte: Cruz (2010)

O principal impacto neste formato de usina é a criação de um “curto-circuito” no rio para aproveitar o declive topográfico natural, desconectando o rio longitudinalmente e alterando o regime no trecho de vazões reduzidas (SOUZA, 2009).

Porém, quanto maior o TVR, maior os impactos associados. Se no trecho de vazão reduzida existir uma contribuição significativa de carga orgânica, a vazão que está sendo mantida pela efluência da barragem poderá não ser suficiente para promover a diluição e manter os níveis de qualidade dentro do padrão aceitável na legislação vigente, o que se caracteriza como um impacto no que se refere a qualidade da água.

No entanto as contribuições ao longo do TVR podem ser vistas como uma vantagem, pois de acordo com Benda (2004), os efeitos de confluência podem mitigar os impactos de um barramento, pois contribuintes com vazões significativas podem reduzir os efeitos da supressão de vazões para as turbinas. Mas isto pode se caracterizar como uma desvantagem se as contribuições no percurso do TVR vierem com excesso de carga poluente, como é o caso da UHE Monte Claro, no Rio das Antas, cujo afluente do TVR traz o esgoto não tratado de parte da cidade de Bento Gonçalves-RS (CRUZ et al, 2006).

Observando o **Quadro 1** é possível fazer uma reflexão sobre como diferenças nos tamanhos dos TVR's e áreas contribuintes podem pesar no balanço final do impacto desta formatação de aproveitamento hidrelétrico. No quadro são comparadas as UHE Passo do São João, objeto deste estudo, e o projeto da UHE Belo Monte, que tem sido foco de discussões quanto ao seu licenciamento.

<b>Característica</b>	<b>UHE Belo Monte</b>	<b>UHE Passo do São João</b>
Curso D'água	Rio Xingú	Rio Ijuí
Potência	11.180 MW	77 MW
Área de Drenagem	449.748 km <sup>2</sup>	10.128 km <sup>2</sup>
Área de Alague	440 km <sup>2</sup>	20 km <sup>2</sup>
Comprimento do TVR	100 km	4 km
Área Incremental ao TVR	31.717 km <sup>2</sup>	58 km <sup>2</sup>

Quadro 1 – Comparativo entre as características da UHE PSJ e da UHE Belo Monte.  
Fonte: LEME (2009), ELETROSUL (2011).

Sendo assim, observando-se a existência de impactos diversos, independente do tamanho e formato dos aproveitamentos, são necessários instrumentos legais para a proteção



do meio ambiente. Um destes instrumentos é o licenciamento ambiental, com todas as ferramentas que este pode dispor para minimizar os impactos dos empreendimentos que a ele são submetidos.

## 2.2 Licenciamento ambiental

Com a constante busca pela proteção do meio ambiente frente aos impactos causados pelas atividades antrópicas, mais e mais instrumentos tem sido criados e incorporados à legislação em todo o mundo. Instrumentos como a avaliação de impacto e o licenciamento ambiental estão presentes na legislação ambiental norte-americana, da união europeia, e de diversos outros países, assim como foram incorporados à legislação brasileira (BESSA, 2007), permitindo ao Estado decidir sobre a execução de determinados empreendimentos e se prevenir contra problemas decorrentes da utilização e contaminação de recursos naturais.

A aprovação ambiental dos empreendimentos começou a tomar mais força mundialmente após o início da exigência de licenciamento e estudos de impacto por parte dos órgãos financiadores. Segundo Bessa (2007, apud Pereira 2011), no Banco Mundial, a primeira política relacionada especificamente ao meio ambiente foi estabelecida em 1984.

O Banco não pretende impor padrões internacionais de meio ambiente, mas em 1989, estabeleceu critérios bastante objetivos para a avaliação de impactos ambientais através da norma *Operational Directive on Environment Assessment* (O.D. 4.00.1989). Com esta atitude, o Banco conseguiu inserir em diversos países a necessidade de se avaliar os impactos ambientais de projetos (BESSA, 2007).

Não diferente da tendência mundial, no Brasil foi criada a Lei 6938/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), inserindo o país no conjunto daqueles com políticas públicas ambientais, cujos objetivos devem ser observados para compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental (PEREIRA, 2011).

Dentre os instrumentos previstos pela PNMA estão a avaliação de impacto e o licenciamento ambiental. A obrigatoriedade do licenciamento ambiental e as condições nas quais ele deve ser realizado são estabelecidas pelo Art. 10 da PNMA.

Lei 6938/81 art. 10 – “A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.”

A PNMA também definiu que é obrigação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo, elaborar resoluções que regulamentem aspectos da lei como o licenciamento ambiental. Assim sendo, ficou estabelecido no 2º artigo da Resolução do CONAMA 01, de 1986:

“dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como (...) VII – Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d’água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques”

A resolução CONAMA nº 06/87 também é importante, pois foi criada “considerando a necessidade de que sejam editadas regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente aquelas nas quais a União tenha interesse relevante, como a geração de energia elétrica” (MEDAUAR, 2006). Outra importante resolução do conselho é a de número nº 237/97, que além de definir legalmente o que é o licenciamento ambiental, regulando aspectos que foram estabelecidos 16 anos antes com a criação da PNMA, define também em seu artigo 8º as três fases do licenciamento e suas respectivas licenças (prévia, de instalação e de operação).

No que se refere ao licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas, o processo tem evoluído no Brasil desde 1981. Como diversos empreendimentos já foram licenciados, “há um conjunto de estudos que contribuem para o entendimento das falhas desse processo e dos impactos ambientais negativos que não foram satisfatoriamente mitigados ou que não foram previstos ao longo do processo” (PEREIRA, 2011).

O Ministério Público Federal (MPF, 2004), no documento “Deficiência em estudo de impacto ambiental. Síntese de uma experiência”, analisa as falhas em EIA’s relacionadas ao licenciamento de diversos empreendimentos. Foram apontadas pelo estudo deficiências em doze EIA’s e a influência no processo de licenciamento: UHE Cubatão (SC), UHE Corumbá IV, UHE Irapé (MG), UHE Couto Magalhães (TO), UHE Campos Novos (SC), UHE Estreito (TO e MA), UHE Lajeado (TO), UHE Itaocara (RJ), UHE 14 de Julho (RS), UHE Castro Alves (RS), UHE Monte Claro (RS), UHE Sergio Motta (SP). Entre as consequências apontadas pelo estudo, estão impactos ambientais que não foram previstos ou impactos mitigados de forma insatisfatória.

O Banco Mundial (2008) também elaborou um estudo, “Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate”, que aponta

diversas falhas no licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas e cita como um dos motivos a baixa qualidade dos Termos de Referência e dos seus respectivos EIA's. As consequências desses EIA's mal elaborados se dão ao longo de todo o processo de licenciamento e na fase de operação das usinas, quando o empreendedor tem que lidar com impactos ambientais não previstos e conflitos sociais que geram custos adicionais ao projeto (PEREIRA, 2011).

Por exemplo, as vazões remanescentes para uma UHE previstas em um EIA, e posteriormente prescritas pelo licenciamento ambiental, devem contemplar todos os possíveis impactos, evitando qualquer tipo de acidente e a segura operação do empreendimento. Com o intuito de minimizar os impactos causados a jusante do barramento das usinas, diversos métodos de prescrição de vazões foram criados e aprimorados ao longo do tempo (BROWN & KING, 2003).

### **2.3 Prescrição de vazões**

No Brasil, a prática tradicionalmente utilizada para a prescrição de um regime de vazões a serem mantidas por um empreendimento hidrelétrico, consiste no estabelecimento de uma vazão mínima, a ser mantida a jusante do barramento. Essa estratégia metodológica fundamenta-se na definição de uma vazão mínima de referência, calculada com base em alguma estatística da série histórica, sem analisar a conveniência para o ecossistema, uma vez que haverá redução na variabilidade natural da vazão (SILVEIRA et al, 2010).

No entanto, a aplicação destes fundamentos gera uma vazão que é entendida como uma vazão mínima, um valor invariável, estimado a partir das séries de vazões, como por exemplo, um percentual da  $Q_{7,10}$  ou da vazão mínima mensal (SARMENTO & PELISSARI, 1999). Este ponto de vista tem sido discutido em outras obras que revisaram o tema, como LANNA & BENETTI (2000) e CRUZ (2001).

Nestas discussões, é reconhecida a importância de um regime hidrológico para a qualidade ambiental de um rio e dos ecossistemas associados, incluindo a magnitude das vazões mínimas, a magnitude das vazões máximas, o tempo de duração das estiagens, o tempo de ocorrência das cheias, a frequência das cheias, a época de ocorrência dos eventos de cheias e estiagens, entre outros (POFF et al., 1997; BUNN & ARTHINGTON, 2002; POSTEL & RICHTER, 2003; NAIMAN et al., 2002).

Na tentativa de contornar os problemas das abordagens tradicionais, e inserir o viés ecológico na prescrição de vazões, novas abordagens vêm sendo desenvolvidas, de modo a contemplar não só o valor mínimo da vazão residual a ser mantida no rio, como também os valores máximos, época da ocorrência dos pulsos de cheias e secas, bem como suas durações. A esse novo enfoque deu-se o nome de hidrograma ecológico (POSTEL & RICHTER, 2003; COLLISCHON et al., 2005). A partir desta nova concepção surgiram diversos métodos de prescrição de vazões ambientais.

De acordo com Brown & King (2003), os diversos métodos de avaliação de vazões ambientais podem ser classificados em dois grandes grupos: os prescritivos e os interativos. Os primeiros normalmente requerem uma quantidade menor de dados e de tempo para a execução dos estudos, mas possuem menor confiança nos seus resultados. Os métodos interativos resultam em processos que devem ser conduzidos em maior tempo, com necessidade maior de dados e que apresentam maior confiança relativa nos resultados. O Quadro 2 mostra uma análise comparativa de alguns métodos prescritivos e interativos.

Grupo do método	Método	Necessidades de tempo e dados	Duração aproximada da avaliação	Confiança relativa no resultado
Prescritivo	Método de Tennant	Moderada a baixa	Duas semanas	Baixa
	Método do perímetro molhado	Moderada	2-4 meses	Baixa
	Reunião de especialistas	Moderada a baixa	1-2 meses	Média
	Método holístico	Moderada a alta	6-18 meses	Média
Interativo	IFIM	Muito alta	2-5 anos	Alta
	DRIFT	Alta a muito alta	1-3 anos	Alta

Quadro 2 - Necessidade de dados e tempo de métodos de avaliação de vazões ambientais.  
Fonte: BROWN & KING (2003, apud SILVEIRA, 2010)

Souza (2009) ressalta a dificuldade de utilizar alguns destes métodos, como o DRIFT, pois são muito criteriosos e meticolosos, e o procedimento apresenta uma grande dificuldade, que é estabelecer a relação entre hidrologia, economia e ecologia.

Ainda dentro dos métodos ecológicos, Silveira et al. (2010) descreve a metodologia criada pela UFSM em parceria com a FEPAM e a ELETROSUL, e que foi aplicada na definição do hidrograma a ser mantido na UHE PSJ.

O Quadro 3 sintetiza um macrofluxograma das etapas que constroem a abordagem metodológica proposta para a prescrição de regime de vazões remanescentes em trechos de vazão reduzida decorrentes da implantação de usinas hidrelétricas.

<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>	<b>Metodologia</b>
1	Análise da série de vazões afluentes ao aproveitamento	Avaliação hidrológica
2	Determinação da franja de tensão	Avaliação ecológica
3	Estimativa da vazão basal mínima sazonal no TVR.	Estimativa de vazão para manter a qualidade da água e para manter os outros usos
4	Prescrição do regime de vazões remanescentes	Sobreposição da franja de tensão com a vazão basal
5	Validação das regras operativas da usina por meio de simulação hidroenergética	Avaliação das vazões a jusante do aproveitamento no TVR por meio de balanço hídrico

Quadro 3 – Macrofluxograma para prescrição de regime de vazões remanescentes.  
Fonte: adaptado de Silveira et al. (2010)

A lógica da abordagem pretendida, considerando a necessidade de manter pulsos de importância ecológica por meio da análise de caracteres funcionais da vegetação conforme propôs Cruz (2005), e a necessidade de um fluxo basal que mantenha os outros usos e a qualidade da água no padrão de enquadramento do rio, pode ser observada na **Figura 3**.

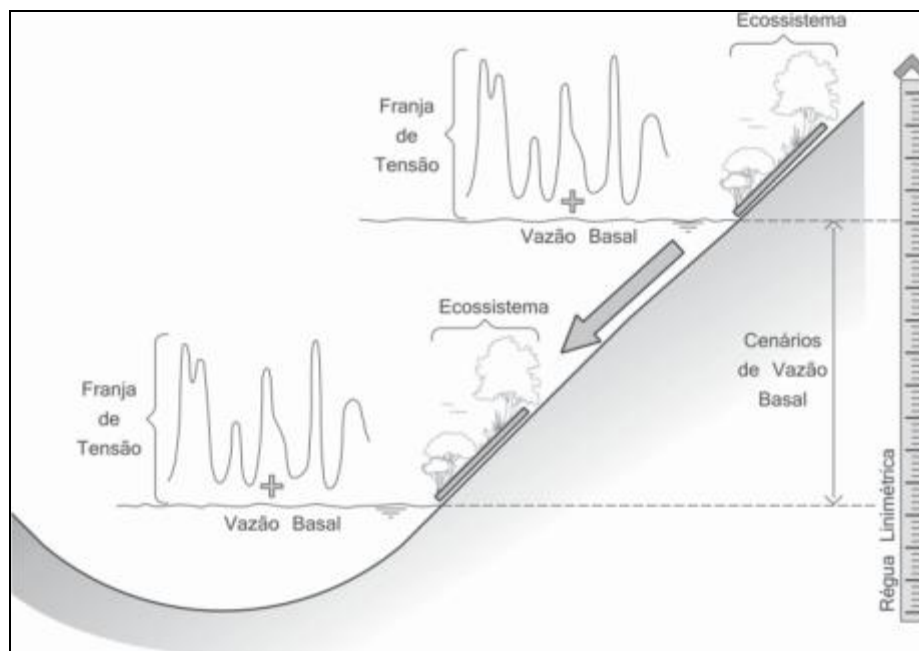


Figura 3 - Prescrição de regime de vazões remanescentes segundo a metodologia UFSM/FEPAM/ELETROSUL.

Fonte: adaptado de Silveira et al. (2010)

O método Silveira et al (2010) considera que não existe uma garantia total da manutenção da qualidade da água, portanto se faz necessário o acompanhamento da situação do sistema, buscando sempre corrigir com agilidade qualquer desequilíbrio na qualidade da água, visando assim estabelecer alguma forma de gatilho sanitário como estratégia de proteção vinculada. Isto compromete o empreendedor no pós-obra, obrigando-o a gerar a informação da qualidade do rio no TVR e disponibilizá-la em tempo hábil à sociedade e ao órgão ambiental.

A utilização de uma ferramenta que esteja ainda dentro do processo de prescrição de vazões, mas que seja utilizada depois da implantação e operação do empreendimento, atende o conceito de manejo adaptativo, que pode ser definido como “um processo que integra a compreensão ambiental com a social e econômica no início de um processo de desenho de um projeto, em uma sequência de passos durante as fases do projeto e após a sua implementação” (HOLLING, 1978; apud GORDON et al., 2004).

Então para estabelecer uma ferramenta que possa ser utilizada para dar segurança ao empreendimento, fazendo com que as vazões sejam conduzidas em um processo de manejo adaptativo, e servindo de gatilho sanitário para situações de emergência, é sugerido por Silveira et al (2010) o uso de técnicas de monitoramento que deem sustentação e segurança

para a operação da usina, de forma ágil e direta em suporte à tomada de decisão para prevenir ou antecipar a ocorrência de acidentes ambientais.

## 2.4 Monitoramento

A avaliação da qualidade da água, importante ferramenta na gestão de recursos hídricos, passa pela obtenção de dados confiáveis. A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere três formas básicas para obtenção destes dados (DERISIO, 1992):

-Monitoramento: prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem selecionados. Visa acompanhar a evolução das condições de qualidade de água ao longo do tempo;

-Vigilância: implica em uma avaliação contínua da qualidade da água. Busca detectar alterações instantâneas de modo a permitir providências imediatas para resolver ou contornar o problema;

-Estudo especial: é projetado para atender as necessidades de um estudo em particular. Geralmente é feito através de campanhas intensivas e de determinada duração.

Segundo MAGALHÃES JÚNIOR (2000), o monitoramento da qualidade da água deve ser visto como um processo essencial à implantação dos instrumentos de gestão das águas, já que permite a obtenção de informações estratégicas, acompanhamentos das medidas efetivas, atualização do banco de dados e atualização das decisões. Este mesmo autor relata a importância de se ter um banco de dados como instrumento de gestão, sob pena de tentar-se gerenciar o que não se conhece.

Conforme definem Sanders et al, apud Soares (2001), o monitoramento da qualidade da água é o esforço em obter informações quantitativas das características físicas, químicas e biológicas da água através de amostragem estatística. O tipo de informação procurada depende dos objetivos da rede de monitoramento e esses objetivos variam desde a detecção de violações dos padrões de qualidade do corpo d'água até a determinação das tendências temporais da qualidade da água.

Os objetivos de um programa de monitoramento conforme Coimbra (1991) são:

- avaliação da qualidade da água e sua adequação para usos requeridos/propostos ou indicação de necessidade de estudos especiais, subsidiando a definição de projetos de recuperação da qualidade de águas residuárias e avaliação de níveis de poluição. De acordo

com o uso que se pretende dar aos dados gerados, os programas de monitoramento podem ser classificados como sendo de planejamento e de controle.

- o monitoramento normalmente consiste de um programa de repetitivas observações, medidas e registros de variáveis ambientais e parâmetros operacionais.

Conforme Von Sperling (1996), os objetivos principais dos programas de monitoramento são: conhecer o corpo de água, identificar eventuais problemas, avaliar os efeitos de medidas de recuperação, verificar a conformidade da qualidade com o uso previsto, comparar o estado atual com os padrões e recomendações vigentes e também buscar a compreensão das diversas relações de causa e efeito, muitas vezes não percebidas mediante uma simples avaliação ou comparação de resultados. Informa, ainda, que os componentes básicos de um programa de monitoramento envolvem a definição dos pontos de coleta, dos parâmetros a serem analisados e da frequência de amostragem.

O momento e a frequência de coleta das amostras devem ser definidos previamente, se o estudo visa obter uma característica média, valores máximos ou mínimos, ou a caracterização instantânea de um ponto de coleta (CETESB, 1987).

Gastaldini & Mendonça (2001) diferenciam os principais objetivos da avaliação e do monitoramento da qualidade de água, como sendo avaliação da qualidade da água a verificação do fato da qualidade ser adequada para determinados usos. Já o monitoramento é a verificação de alterações e tendências na qualidade do meio aquático e a observação da forma como este é afetado por contaminantes, atividades antrópicas e/ou processos de tratamento de efluentes. Em muitos casos, essas alterações podem afetar seriamente a qualidade da água, e se manifestam em alguns dias. É necessário, portanto, que o monitoramento tenha capacidade de detectar essas alterações, para que o alerta seja emitido e providências possam ser tomadas.

No monitoramento convencional, que é aquele onde se faz a coleta de amostra e envio a um laboratório para análise, há um inconveniente na amostragem, preservação e transporte até o laboratório, que é dispendiosa e, dependendo das locações, quase impossível. No monitoramento convencional, outra limitação diz respeito ao fato de que as amostragens são feitas sempre no período diurno, pela dificuldade de se coletar amostras, que exigem o uso de barco, à noite. Dessa forma, oscilações que ocorrem no período noturno (as variações nictemerais) não são detectadas. Entretanto, essas variações devem ser conhecidas, pois podem, ou não, ocasionar oscilações significativas na qualidade da água.

Outro problema do monitoramento convencional é o grande intervalo de tempo entre as amostragens, o que muitas vezes pode não dar a segurança necessária a trechos que exijam uma atenção maior em virtude de alterações decorrentes de atividades antrópicas.



O Rio dos Sinos/RS é um exemplo de como a falta de um monitoramento eficaz pode levar a sérios danos ao meio ambiente (Figura 4), uma vez que a cada estiagem, o problema da baixa qualidade da água tem aberto a possibilidade da ocorrência de sérios problemas.



Figura 4 – Mortandade de peixes no Rio dos Sinos/RS em virtude das baixas concentrações de oxigênio dissolvido em outubro de 2006.

Fonte: André Feltes (2006)

O monitoramento contínuo, ou em tempo real, da qualidade da água em rios, lagos, e reservatórios é uma prática que vem sendo introduzida em muitos países que convivem com problemas ambientais, ou mais especificamente, riscos de contaminação das suas águas (AGSOLVE, 2012). Esse tipo de monitoramento permite aumentar significativamente a eficiência dos sistemas de vigilância, e em consequência reduzir os riscos sanitários, quando a água é utilizada para abastecimento, ou riscos ambientais, no caso mais geral. Este monitoramento é aquele onde o sensor responsável pela medição do parâmetro de qualidade fica fixo no campo, e os dados são enviados automaticamente através de uma estação telemétrica a uma base com um provedor que receba possibilite a visualização imediata.

Este tipo de monitoramento, além de possuir equipamentos com alto padrão tecnológico, o que geralmente eleva seus custos, traz outros problemas em sua operação, como a exposição à intempéries (ventos e enchentes) e as tensões sociais (roubos e depredações). Além disso, a manutenção e o acompanhamento da calibração dos sensores

podem ser dificultados pelo fato de os equipamentos estarem fixos, e a sua retirada demandar esforço técnico.

Nesse contexto, propõe-se nesta abordagem o que podemos chamar de monitoramento em tempo quase real (Quadro 4), que é aquele onde o sensor não fica fixo no campo. Um operador vai até o curso d'água portando o sensor, que pode ser uma sonda multiparamétrica. Ele faz a leitura, e vai até uma base onde possa enviar esta informação a quem interessar. O tempo entre a medição e a visualização vai ser proporcional ao deslocamento do operador da margem do rio, até um local onde este tenha condições de enviar esta informação.

<b>Tipo</b>	<b>Frequência da coleta</b>	<b>Disponibilização do dado</b>	<b>Aparelhagem</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>
<i>Convencional</i>	3 meses	> 5 dias	Laboratório	Elevado número de parâmetros	Demora na obtenção dos dados
<i>Tempo quase-real</i>	?	Dependente do tempo entre a coleta e o envio da informação	Sonda Multiparâmetro	Praticidade, baixo custo operacional	Necessidade de um operador, número reduzido de parâmetros
<i>Tempo real</i>	< 1 hora	Instantânea	Sensores por telemetria	Visualização imediata	Elevado custo operacional, fragilidade à intempéries e depredações

Quadro 4 – Tipos de monitoramento e suas características.

A utilização de sondas multiparamétricas para o monitoramento da água em rios, lagos e reservatórios têm por objetivo indicar rapidamente eventuais alterações dos parâmetros físico-químicos na água, ou seja, sua qualidade. A capacidade de mensurar os parâmetros básicos ou específicos é uma das vantagens do uso de sondas multiparamétricas, podendo determinar com maior precisão a qualidade da água.

As sondas mais básicas medem valores de temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. As sondas mais sofisticadas chegam a mensurar 25 parâmetros entre aqueles primários e secundários, dependendo da aplicação. Todas as sondas utilizam um

processo físico ou químico para converterem o parâmetro a ser medido em sinal elétrico. A tecnologia e a precisão dos valores são distintas para cada fabricante (AGSOLVE, 2012).

A escolha destes fatores que são importantes no monitoramento, como a forma, o local e a frequência, está intimamente ligada ao parâmetro de qualidade a ser analisado. Assim, saber qual é o significado da resposta ao monitoramento de cada parâmetro é fundamental para o estabelecimento de uma estratégia de monitoramento.

## **2.5 Parâmetros de qualidade**

Neste item serão discutidas características representativas de alguns parâmetros de qualidade da água passíveis de medição *in loco*, ficando a discussão mais restrita aos parâmetros medidos pela sonda multiparâmetro utilizada neste estudo.

### **2.5.1 Turbidez**

A presença de partículas em suspensão, que causam a turbidez, ou de substâncias em solução, relativas à cor, pode concorrer para o agravamento da poluição. A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio. Segundo BRANCO (1986) a precipitação dessas partículas perturba o ecossistema aquático. A água pode ser turva ou límpida. É turva quando recebe certa quantidade de partículas que permanecem, por algum tempo, em suspensão e podem ser do próprio solo quando não há mata ciliar, ou provenientes de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades. A turbidez por si só, não causa danos, se for natural.

Materiais que submergem, preenchem os espaços entre pedras e pedregulhos do fundo, podem eliminar os locais de desovas de peixes e o habitat de muitos insetos aquáticos e outros invertebrados, afetando assim a produtividade de peixes (CETESB, 1978). Um aumento sensível da turbidez ocorre quando há poluição por esgotos domésticos, assim como por vários tipos de despejos. A presença de partículas (silte, areias, etc.) em suspensão, causando um aumento de turbidez na água, pode afetar a vida característica de um dado manancial devido à sedimentação deste material em suspensão no fundo, ocasionando soterramentos constantes dos organismos bentônicos e, mesmo, arrastando para o fundo certos organismos que vivem em suspensão (BRANCO, 1978).

### 2.5.2 Temperatura

A temperatura desempenha um papel fundamental no meio aquático, controlando a distribuição e a atividade de animais e plantas, agindo como um fator limitante à reprodução, ao crescimento e a distribuição de organismos e condicionando as influências de parâmetros físicos e químicos. As variações de temperatura são parte do regime climático normal, podendo os corpos d'água apresentarem variações temporais (sazonais e diurnas), e espaciais (estratificação vertical).

Estratificação é um fenômeno comum nos corpos de água, que consiste na formação de camadas horizontais de água com diferentes densidades, estáveis, ordenadas de forma a que as menos densas flutuem sobre as mais densas, com um grau mínimo de mistura entre elas. Embora existam vários mecanismos que conduzem à estratificação, a origem mais comum é a térmica e resulta na formação de uma camada de água mais quente, e por isso menos densa, que se acumula junto à superfície do corpo de água, sobrenadando a água mais fria e densa da região mais profunda.

A temperatura da água é influenciada por fatores tais como radiação disponível, latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (ZUMACH, 2003). A introdução de despejos em uma massa d'água pode afetar de diferentes maneiras as suas características térmicas: a primeira, diz respeito ao aumento da quantidade em solução ou em suspensão que, pode reduzir a penetrabilidade das radiações, elevando a temperatura das camadas superficiais. Os próprios fenômenos de oxidação biológica da matéria orgânica podem causar a elevação de temperatura em áreas localizadas, sendo frequente a observação de um sensível aquecimento do fundo, nos rios em cujo leito se depositam quantidades apreciáveis de lodo de esgoto ou, mesmo, material proveniente da queda de folhas (BRANCO, 1978).

A elevação da temperatura da água, dentro de certos limites, aumenta a atividade metabólica de peixes e bactérias, causando maior consumo de oxigênio e efetuando, assim, duplamente, a respiração aeróbia aquática (BRANCO, 1978). Além disso, a elevação da temperatura pode provocar o aumento da ação tóxica de muitos elementos e compostos químicos presentes na água. Esta tem sido a razão pela qual há uma maior mortandade de peixes em águas poluídas durante o verão do que no inverno (MOTA, 1995). A temperatura da água tem importância por sua influência sobre outras propriedades: acelera reações químicas, reduz a solubilidade dos gases e acentua a sensação de sabor e odor.

### 2.5.3 pH

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio (SAWYER et, al. 1994). O dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  se combina com a água para formar ácido carbônico. Como todos os ácidos, ele libera íons hidrogênio  $\text{H}^+$  na solução, deixando íons bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$  e, em menor quantidade, íons carbonato  $\text{CO}_3^{2-}$  nadando ao redor. Uma pequena fração do ácido carbônico continua em solução sem dissociar, assim como também um pouco de  $\text{CO}_2$ .

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. Nas águas naturais às variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986). O pH Indica se água é ácida, básica ou neutra. Se estiver em torno de 7, água neutra; menor que 6, ácida e maior que 8, básica. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991).

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição de materiais, muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico).

O pH de um corpo d'água também pode variar, dependendo da área (no espaço) que este corpo recebe as águas da chuva, os esgotos e a água do lençol freático. Quanto mais ácido for o solo da bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água. Por exemplo, um Cerrado, que tem excesso de alumínio, quando drenado, leva uma grande quantidade de ácidos para os corpos d'água, reduzindo o pH. Mais um bom motivo para se estudar todas as características da bacia hidrográfica antes de recolher amostras, pois, a variável em questão, o pH, é muito influenciável pelo espaço e no tempo (CAMARGO, 1996).

Segundo MAIER (1987), os pHs dos rios brasileiros têm tendência de neutro a ácido. Alguns rios da Amazônia brasileira possuem pHs próximos de 3, valor muito baixo para suportar diversas formas de vida. Rios que cortam áreas pantanosas também têm águas com pH muito baixo, devido à presença de matéria orgânica em decomposição, rios de mangue estão incluídos nesta categoria.

Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o

tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais.

#### 2.5.4 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) é a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de sais presentes em uma solução. Devido à facilidade e rapidez de determinação da condutividade elétrica, este se tornou um parâmetro padrão para expressar a concentração total de sais para classificação de solos e das águas destinadas à irrigação (BERNARDO, 1995). Quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água.

O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionada por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ( $\text{pH} > 9$  ou  $\text{pH} < 5$ ), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o  $\text{H}^+$  e o  $\text{OH}^-$  (APHA, 1995).

A condutividade elétrica da água depende da quantidade de sais dissolvidos, sendo aproximadamente proporcional a sua quantidade. A determinação da condutividade elétrica permite estimar de modo rápido a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) presente na água. Para valores elevados de STD, aumenta a solubilidade dos precipitados de alumínio e de ferro, o que influi na cinética de coagulação. Também são afetadas a formação e precipitação do carbonato de cálcio, favorecendo a corrosão (HELLER & PÁDUA, 2010).

#### 2.5.5 Sólidos dissolvidos totais

Sólidos Dissolvidos Totais nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação e secagem da amostra a uma temperatura entre 103 e 105°C durante um tempo fixado (SILVA, 1997). Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). A água com demasiado teor de

sólidos dissolvidos totais não é convenientes para uso. Quando contém menos de  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  de sólidos dissolvidos é, em geral, satisfatória para uso doméstico e para muitos fins industriais. Com mais de  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ , porém, a água contém minerais que lhe conferem um sabor desagradável e a torna inadequada para diversas finalidades (CARVALHO & OLIVEIRA, 2003).

As atividades agrícolas, quando do uso de técnicas inadequadas de preparo e conservação do solo, constituem-se nos principais agentes dos processos erosivos. Como consequência, durante o período chuvoso, e em muitos casos diante da falta de mata ciliar, grande quantidade de solo é carregada para o leito dos cursos d'água, contribuindo para o aumento da concentração de sólidos.

#### 2.5.6 ORP (Potencial de Oxidação e Redução)

Reações de oxidação e redução ocorrem de maneira associada. Um modo de representar a capacidade de a molécula sofrer redução está associado a seu potencial de redução. O potencial de redução é um valor que representa a tendência de uma substância de receber elétrons.

A biodisponibilidade de uma série de metais está associada ao seu estado de oxidação, e o conhecimento do ORP pode ajudar a definir quais formas dos metais estão presentes em maior concentração no corpo d'água.

#### 2.5.7 Oxigênio dissolvido

O oxigênio é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos microorganismos que vivem da água. Ao contrário do ar, a água possui menos oxigênio, porque o gás não é muito solúvel. Um rio considerado despoluído, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a  $10 \text{ mg.L}^{-1}$ . Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão. A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (CARMOUZE, 1994).

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é um parâmetro extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Outro exemplo são os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água que são decompostos por

microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio.

O OD é um bom indicador da capacidade que um corpo hídrico tem de promover a autodepuração da matéria orgânica descartada em seu curso. Os fatores que mais influenciam a concentração desse gás no ambiente aquático são: (1) a temperatura da água (que, quanto mais alta, menor será a concentração de saturação de OD presente no meio hídrico; porém, maior será a capacidade de reaeração do corpo d'água); (2) a pressão atmosférica: altitude; (3) a salinidade (FEPAM, 1996; ANEEL, 1999).

Para finalizar este capítulo, vale ressaltar que os parâmetros até aqui discutidos são os mais usuais que podem ter análises *in loco*, utilizando equipamentos de baixo custo como a sonda multiparamétrica utilizada no estudo. Existem no mercado equipamentos mais sofisticados que conseguem fazer estimativas de outros parâmetros mais específicos, no entanto não serão considerados neste estudo pelo objetivo proposto ser a simplicidade e a ampla aplicabilidade do método. No próximo capítulo são descritos os materiais e as metodologias utilizadas para alcançar o objetivo do estudo.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os métodos e materiais utilizados no estudo. Para atingir o objetivo deste, existe uma sequência de atividades, onde a união dos resultados de cada atividade colabora para a proposição de uma estratégia de monitoramento que proporcione condições de aprimorar o licenciamento ambiental.

No item relativo ao Material é apresentada a região de estudos, a UHE Passo do São João (UHE PSJ) e o seu trecho de vazão reduzida (TVR). Além disso, é definido um trecho de montante (TM) e um de jusante (TJ) ao TVR, de modo a contextualizar a UHE PSJ regionalmente. Nestes três trechos, TVR, TM e TJ, são localizados pontos de monitoramento em apoio à avaliação da estratégia de monitoramento.

No item relativo aos Métodos, que apoiam a conformação da proposta de estratégia de monitoramento, são apresentadas, passo a passo, as etapas que embasam a proposição.

Um resumo geral das atividades de cada item pode ser observado no Quadro 5, além da enumeração dos subitens de cada atividade.

<b>Item</b>	<b>Subitem</b>	<b>Nº</b>
Material	Caracterização da área de estudo	3.1.1
3.1	Localização dos pontos de monitoramento	3.1.2
Método 3.2	Monitoramento convencional e alternativo	3.2.1
	Avaliação do uso da sonda multiparâmetro	3.2.2
	Impacto da UHE PSJ na qualidade da água	3.2.3
	Variabilidade da qualidade da água na seção	3.2.4
	Definição da frequência de monitoramento ideal para a estratégia	3.2.5

Quadro 5 – Atividades da metodologia para a definição da estratégia de monitoramento.

As atividades, suas características, objetivos e os métodos empregados serão descritas com mais detalhes nos itens que seguem neste capítulo. A seguir é apresentada a caracterização da área de estudo.

## 3.1 Material

### 3.1.1 Caracterização da área de estudo

Conforme a área escolhida para o estudo de caso, a caracterização será dividida em duas partes. Primeiro será feita uma abordagem sobre a Bacia do Rio Ijuí e suas características, e posteriormente serão descritas as características da UHE Passo do São João.

#### A bacia do Rio Ijuí

Situa-se a norte-noroeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 27°45' e 26°15' de latitude Sul e 53°15' e 56°45' de longitude Oeste, abrangendo total ou parcialmente 36 municípios, com uma área de drenagem de 10.649,13 Km<sup>2</sup> (Figura 5 e Apêndice A).

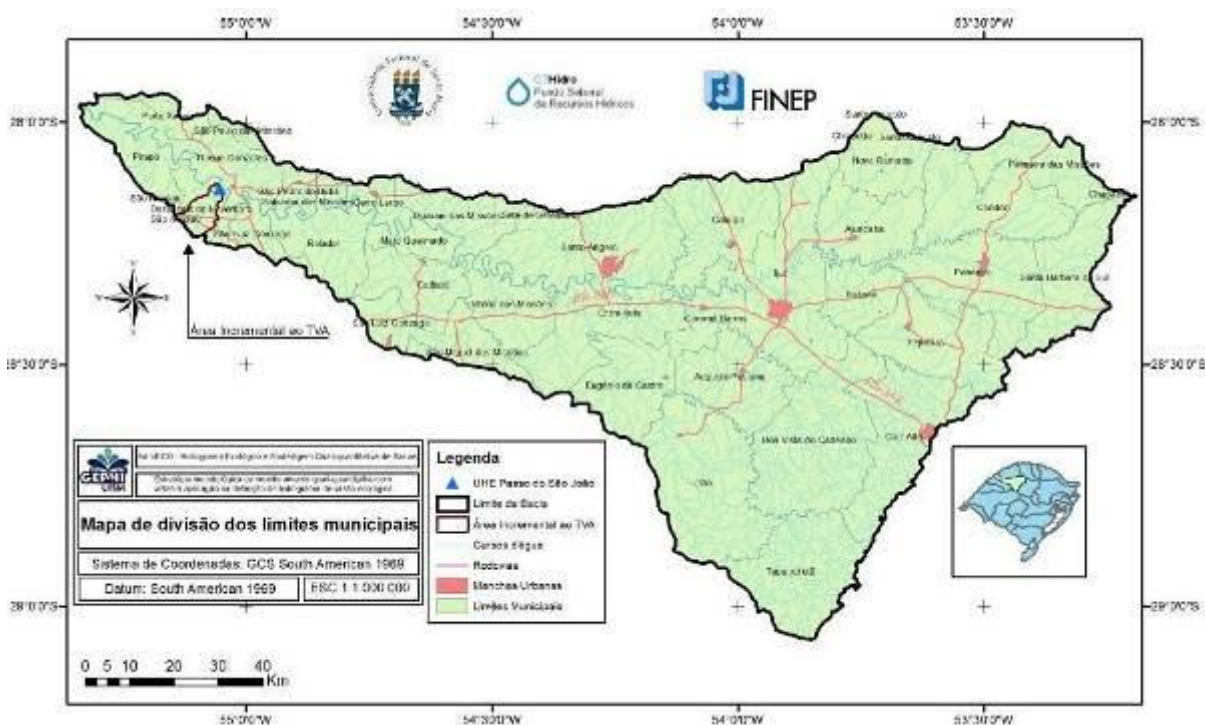


Figura 5 - Bacia hidrográfica do Rio Ijuí, com os limites dos municípios integrantes.

Seus principais formadores são os rios: Ijuizinho, Conceição, Potiribu, Caxambu, Faxinal, Fiúza e Palmeira. A bacia do Rio Ijuí tem dimensão de 185 km no sentido Leste-Oeste. No sentido Norte-Sul a bacia tem maior dimensão na porção Leste, com aproximadamente 110 km, reduzindo gradativamente até 15 km na porção oeste, junto ao Rio Uruguai.

Considerando a proporcionalidade da área dos municípios que se encontram na bacia a população estimada na bacia é de 267.775 habitantes. Desse total estima-se que 203.027 habitantes estejam em área urbana e 64.748 habitantes em área rural. A bacia possui uma densidade demográfica de 27,7 habitantes por quilômetro quadrado. Alguns aspectos dos municípios que integram a bacia podem ser vistos no Quadro 6.

Municípios	Pop. total	Pop. Urbana	Pop. rural	Área (km <sup>2</sup> )	Área na BH (km <sup>2</sup> )	Área na BH (%)	População Urbana na BH	População Rural na BH	População Total na BH	Renda per capita (R\$)
Ajuricaba	7.261	3.937	3.324	322	322	100,0	3.937	3.324	7.261	7.934
Augusto Pestana	7.273	3.455	3.818	349	349	100,0	3.455	3.818	7.273	8.262
Boa Vista do Cadeado	2.447	433	2.014	700	700	100,0	433	2.014	2.447	9.323
Bozano	2.296	544	1.752	202	202	100,0	544	1.752	2.296	5.960
Caibaté	5.080	2.650	2.430	259	258	100,0	2.650	2.430	5.080	7.948
Catuípe	9.499	5.907	3.592	585	415	71,0	5.907	2.549	8.456	7.543
Cerro Largo	12.484	9.547	2.937	178	101	56,7	9.547	1.664	11.211	12.315
Chapada	9.440	5.173	4.267	685	11	1,7	-	70	70	10.302
Chiapetta	4.078	2.366	1.712	397	1	0,2	2.366	4	2.370	6.540
Condor	6.607	3.919	2.688	467	466	100,0	3.919	2.688	6.607	11.031
Coronel Barros	2.441	972	1.469	162	162	100,0	972	1.469	2.441	8.384
Cruz Alta	63.450	61.412	2.038	1.363	488	35,8	30.706	730	31.436	10.013
Dezesseis Novembro	2.968	623	2.345	218	153	70,1	-	1.645	1.645	6.053
Entre-Ijuís	9.126	4.582	4.544	554	456	82,3	-	3.741	3.741	7.017
Eugênio de Castro	3.057	1.106	1.951	419	333	79,4	-	1.548	1.548	7.211
Giruá	17.070	12.484	4.586	858	0	0,0	12.484	1	12.485	7.884
Guarani das Missões	8.331	4.920	3.411	291	196	67,3	-	2.295	2.295	9.141
Ijuí	76.739	69.107	7.632	690	683	100,0	69.107	7.632	76.739	11.931
Jóia	8.279	1.959	6.320	1.238	678	54,8	-	3.461	3.461	7.429
Mato Queimado	1.865	422	1.443	115	115	100,0	422	1.443	1.865	6.554
Nova Ramada	2.461	601	1.860	255	247	96,9	601	1.803	2.404	6.513
Palmeira das Missões	33.846	28.608	5.238	1.415	272	19,2	-	1.007	1.007	7.258
Panambi	36.360	32.682	3.678	491	492	100,0	32.682	3.678	36.360	16.924
Pejuçara	3.900	2.545	1.355	413	413	100,0	2.545	1.355	3.900	8.416
Pirapó	2.988	725	2.263	293	187	63,9	-	1.445	1.445	5.879
Rolador	2.795	303	2.492	295	281	95,1	-	2.369	2.369	6.591
Salvador das Missões	2.601	1.017	1.584	94	42	44,5	1.017	705	1.722	11.774
Santa Bárbara do Sul	9.122	7.125	1.997	973	363	37,3	3.562,5	744	4.307	11.600
Santo Augusto	13.622	10.709	2.913	470	3	0,7	10.709	20	10.729	9.524
São Luiz Gonzaga	34.487	30.295	4.192	1.302	272	20,9	-	876	876	7.601
S Miguel das Missões	7.382	3.537	3.845	1.232	131	10,7	-	410	410	8.249
São Nicolau	5.909	3.808	2.101	487	0	0,1	3.808	2	3.810	5.290
S Paulo das Missões	6.690	2.114	4.576	225	36	16,0	-	730	730	6.570
São Pedro do Butiá	2.744	1.040	1.704	108	78	72,4	1.040	1.234	2.274	10.291
Tupanciretã	22.556	17.787	4.769	2.257	498	22,1	-	1.053	1.053	10.296
Vitória das Missões	3.652	613	3.039	260	260	100,0	613	3.039	3.652	6.138
<b>TOTAL</b>	<b>450.906</b>	<b>339.027</b>	<b>111.879</b>	<b>20.623</b>	<b>9.667</b>	<b>61,6</b>	<b>203.027</b>	<b>64.748</b>	<b>267.775</b>	<b>10.831</b>

Quadro 6 – Números dos municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí.

Fonte: adaptado de SHEEREN (2008).

Quanto ao uso do solo, a maior parte dos remanescentes de vegetação arbórea nativa está nas margens de cursos d'água e de nascentes, locais com dificuldade de acesso e/ou baixa aptidão agrícola (SHEEREN, 2008).

As atividades econômicas desta bacia, de maneira geral, estão ligadas ao setor primário, predominando as lavouras de soja, trigo, e a criação de bovinos e suínos. Alguns municípios apresentam também os setores secundários e/ ou terciários mais desenvolvidos. Destacam-se nestes setores os municípios de Ijuí, Santo Ângelo e Cruz Alta, este último divisor de águas entre as bacias do Ijuí e do Jacuí. Esta bacia apresenta também potencialidade de geração de energia hidrelétrica, inventariada no "Inventário Hidrelétrico da Sub-bacia 75" - Convênio SOPSH/ DRH/ CRH-RS-SEMC/ CEEE - Outubro de 2000. O comitê de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí foi criado pelo Decreto Estadual nº 40.916, de 30/07/2001.

#### A UHE Passo do São João

A UHE Passo São João está implantada no rio Ijuí, sendo que as estruturas de barramento e a casa de força estão instaladas nos municípios de Roque Gonzales e Dezesseis de Novembro, a aproximadamente 600 km de Porto Alegre (RS). O reservatório abrange também os municípios de São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá e Rolador, na região Noroeste do Estado. Esta UHE faz parte de um sistema de usinas em cascata no Rio Ijuí, sendo precedida pela UHE São José, no município de Cerro Largo.

É uma usina a fio d'água, ou seja, seu reservatório tem somente a função de manter o desnível necessário para a geração de energia. A usina é constituída de uma barragem que utiliza um canal de adução para conduzir a água até a casa de força, de forma a aproveitar a queda natural do rio Ijuí, com potência instalada de 77 MW.

Com a implantação da UHE, em um trecho de aproximadamente 4 km, compreendido entre a barragem e a casa de força, escoo um regime de vazões de acordo com prescrições determinadas no processo de licenciamento do empreendimento. Este trecho de rio, de jusante da barragem à seção de efluência das vazões turbinadas (Figura 6), denomina-se Trecho de Vazão Reduzida (TVR), ou simplesmente "Alça".



Figura 6 - Trecho de vazão reduzida da UHE Passo do São João  
Fonte: ELETROSUL (2011).

Em seu arranjo de projeto, a barragem da UHE Passo do São João possui o vertedor com 10m de altura e 145m de comprimento, operando a uma lâmina máxima de 21m de altura, com 11m de armazenamento sobre a soleira vertente. A usina está projetada para funcionar a fio d'água, sendo que o reservatório inunda uma área de 20 km<sup>2</sup>. A usina possui 6 comportas segmento, que mandam para jusante do barramento a água do fundo do reservatório, e uma comporta basculante em fase de finalização, que verte a água da superfície. Na Figura 7 é apresentada uma imagem da localização da usina e os dados de caracterização do empreendimento podem ser observados no Quadro 7.

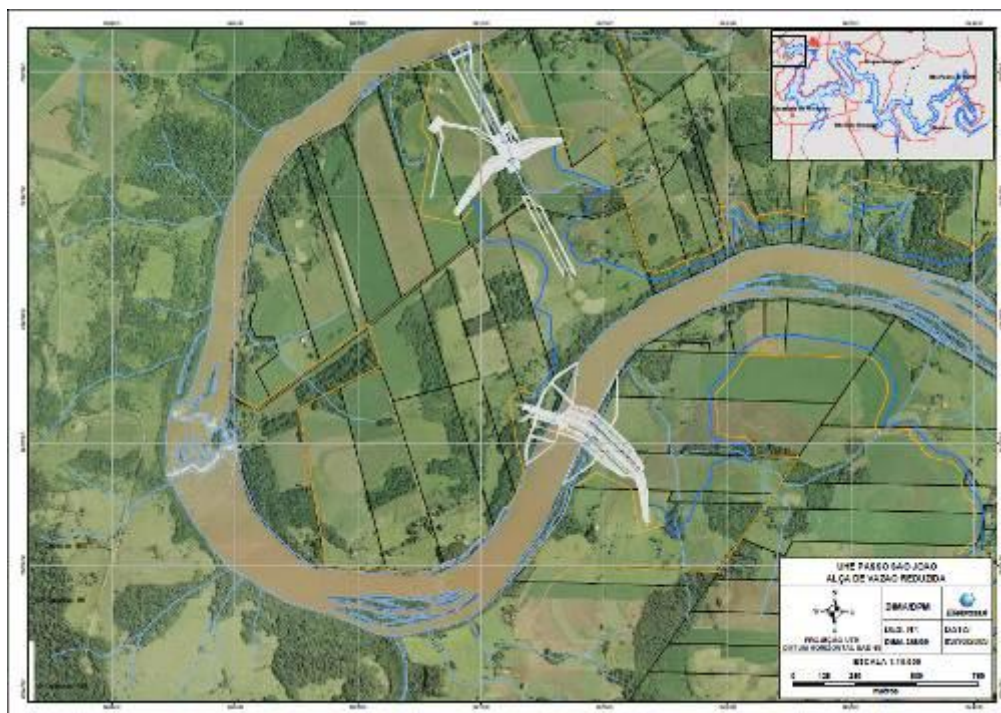


Figura 7 - Localização das estruturas hidráulicas da UHE PSJ no Rio Ijuí.  
Fonte: ELETROSUL (2011).

Potência autorizada	77 MW
Energia assegurada	39 MW
Número de unidades geradoras	02
Potência unitária	39 MW
Turbinas tipo	Kaplan
Área total do reservatório	25,24 km <sup>2</sup>
Perímetro do reservatório	181 km
Extensão do reservatório	47,8 km
Área alagada	19,73 km <sup>2</sup>
Área de preservação permanente	1.675 ha
Número de propriedades adquiridas	472
Número de propriedades atingidas	518

Quadro 7 - Características da UHE Passo do São João  
Fonte: adaptado de ELETROSUL (2011)

A alça de vazão reduzida da UHE Passo São João apresenta uma área incremental, ou seja, que contribui diretamente na alça, de aproximadamente 58 km<sup>2</sup> (Figura 8). Na margem direita da alça estão localizados dois balneários e a CGH Salto Pirapó (800kW), de



propriedade da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Em sua margem esquerda, observa-se uso eminentemente agrícola, não sendo identificados pontos de lançamento de efluentes de processos de geração de resíduos, tais como abatedouros ou indústrias. Esta área da margem esquerda da alça é formada, basicamente, por superfícies vertentes que drenam diretamente ao rio Ijuí ou para um tributário (o riacho Lajeado das Pedras), constituindo pequena bacia hidrográfica que atinge a terceira ordem antes de chegar a sua foz no Rio Ijuí.

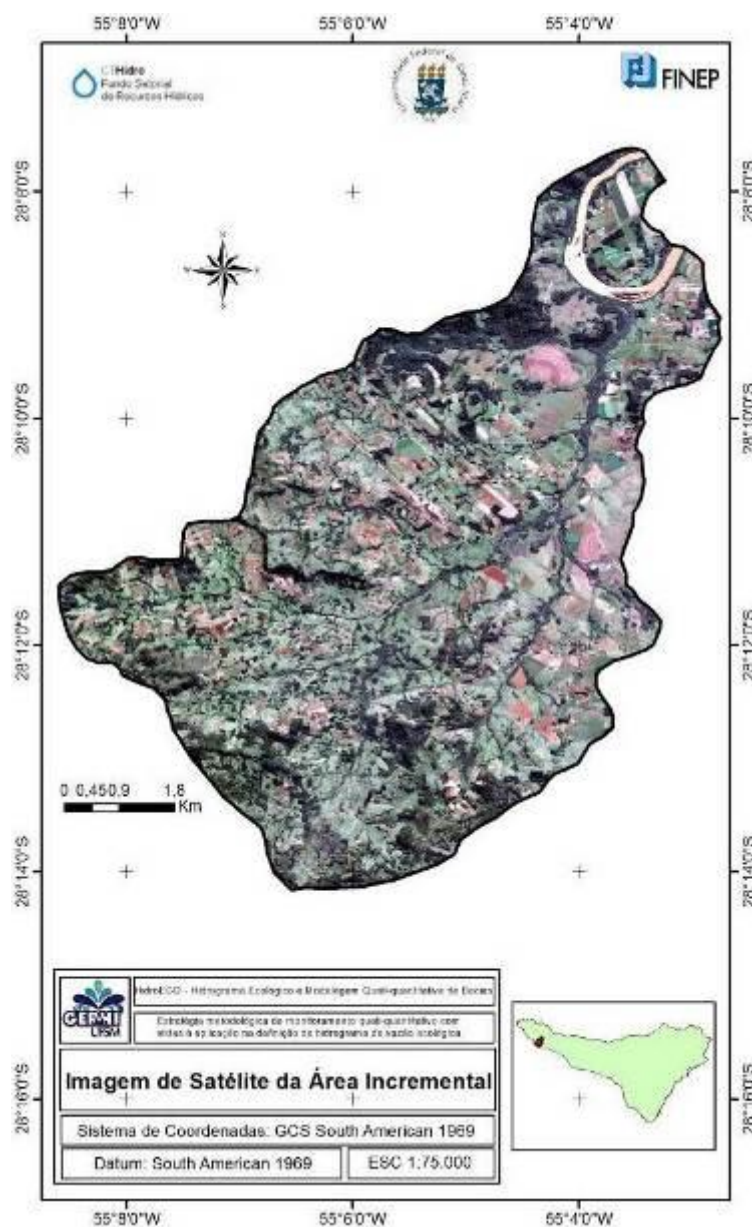


Figura 8 – Área incremental ao TVR da UHE PSJ.

Quanto ao uso do solo (Figura 9), a bacia foi classificada em floresta, pastagem, e áreas agrícolas. A bacia não apresentou áreas urbanas, dispensando assim uma classificação para esta. Para a classe floresta, não foi feita diferenciação entre diferentes tipos de florestas. Na classe agricultura foram incluídas as áreas de solo exposto observadas, pois em sua maioria se tratavam de áreas preparadas para o cultivo. A bacia incremental tem 28,1% da sua área coberta por floresta, 48,5% coberta por pastagem e 23,4% ocupada por agricultura (Silva et al, 2011).

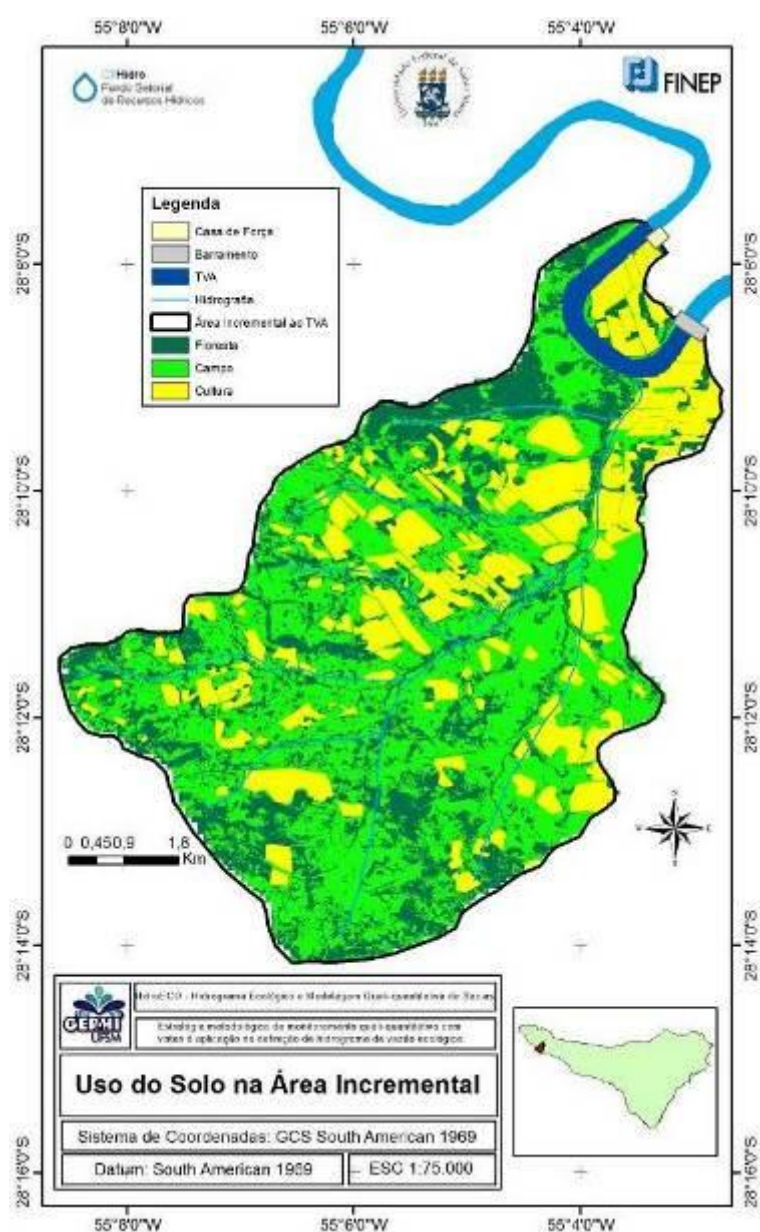


Figura 9 – Uso do solo na área incremental do TVR da UHE PSJ.  
Fonte: Silva et al (2011).



### 3.1.2 Localização dos pontos de monitoramento

Tendo em vista que a UHE Passo do São João (UHE PSJ) encontra-se em um sistema de reservatórios em cascata, sendo precedida pela UHE São José (UHE SJ), verificou-se a necessidade de saber, além da aplicação da estratégia de monitoramento ao TVR que é objeto principal deste estudo, como a qualidade da água era alterada por todo este complexo, com a intenção de contextualizar o impacto da usina além do TVR.

Para tanto os pontos de monitoramento foram distribuídos desde a montante da UHE SJ passando pelos dois reservatórios (Trecho de montante – TM), pelo trecho de vazão reduzida da UHE PSJ (TVR), até o ponto mais a jusante, depois do trecho de restituição de vazões da UHE PSJ (Trecho de jusante – TJ) (Quadro 8).

Ponto	Coordenadas		Trecho
	Latitude (S)	Longitude (O)	
P01-Montante UHE São José	28°12'59,71"	54°40'07,26"	TM
P02-Reservatório UHE São José	28°10'38,84"	54°44'23,00"	TM
P03-Jusante UHE São José	28°10'52,48"	54°50'07,37"	TM
P04-Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168	28°08'31,66"	55°00'25,15"	TM
P05-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	28°10'07,24"	55°00'09,33"	TM
P06-Lago UHE PSJ Barramento	28°08'14,34"	55°02'49,65"	TM
P07-Montante Salto	28°08'51,75"	55°03'27,81"	TVR
P08-Riacho Laj. das Pedras afluente ao TVR	28°09'31,67"	55°03'46,83"	TVR
P09-Jusante Salto	28°08'19,95"	55°03'57,19"	TVR
P10-Jusante Canal de Fuga UHE PSJ	28°07'27,35"	55°03'05,80"	TJ

Quadro 8 - Pontos de monitoramento, suas coordenadas e trechos de monitoramento.

Para um melhor entendimento dos pontos de monitoramento, podemos separá-los em dois grupos. Os pontos que fazem parte do foco principal do estudo, e que tiveram levantamento intensivo, e os demais pontos auxiliares a contextualização.

Os pontos que tiveram levantamento intensivo são os que estão situados no TVR, com exceção do ponto situado no Riacho Lajeado das Pedras, que é um afluente ao TVR. Estes pontos são o P07 – Montante Salto e o P09 – Jusante Salto (Figura 10).



Figura 10 – Localização dos pontos de monitoramento P07 e P09 no TVR da UHE PSJ.

Todos os pontos de monitoramento podem ser visualizados no diagrama da Figura 11, que representa o diagrama unifilar da parte final da Bacia do Rio Ijuí. O diagrama unifilar completo desde o início da bacia pode ser visto no Apêndice A, e a descrição detalhada dos pontos no Apêndice B.

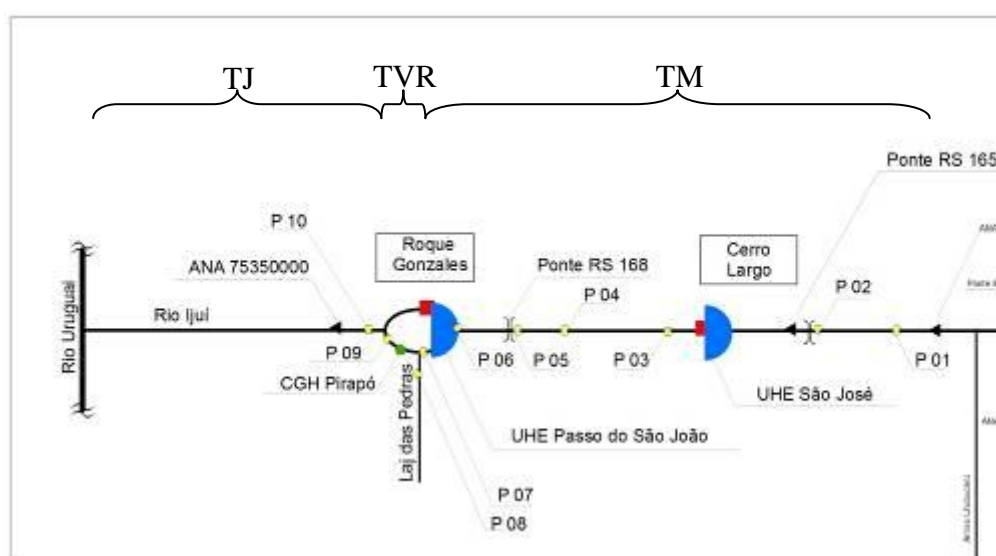


Figura 11 – Diagrama unifilar com os pontos de monitoramento distribuídos ao longo do complexo hidrelétrico UHE São José – UHE Passo do São João.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Monitoramento convencional e alternativo

Os levantamentos de dados de qualidade da água feitos para a aplicação dos métodos propostos neste estudo estão divididos em duas espécies: o alternativo, que utiliza sonda multiparâmetro a fim de avaliar a aplicabilidade do monitoramento em tempo quase-real; e o convencional, com coleta de amostras de água e análise em laboratório, para fins de avaliação e comparação de resultados na utilização da sonda.

As frequências de monitoramento podem ser vistas no Quadro 9. Os pontos P07 e P09, focos da avaliação do trecho de vazão reduzida, tiveram levantamento intensivo, para avaliar o impacto local. Os demais pontos serviram à avaliação regional do impacto da usina.

Ponto	Frequência de Monitoramento	
	Alternativo	Convencional
P01-Montante UHE São José	7 dias	-
P02-Reservatório UHE São José	7 dias	-
P03-Jusante UHE São José	7 dias	-
P04-Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168	14 dias	14 dias
P05-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	7 dias	14 dias
P06-Lago UHE PSJ Barramento	14 dias	14 dias
P07-Montante Salto	6 horas	14 dias
P08-Riacho Lajeado das Pedras	1 dia	-
P09-Jusante Salto	6 horas	14 dias
P10-Jusante Canal de Fuga UHE PSJ	7 dias	-

Quadro 9 – Frequências de monitoramento convencional e alternativo para os pontos de monitoramento estipulados.

Para o monitoramento convencional, a frequência de coleta foi de 14 dias, sendo efetuado para alguns pontos dos 10 monitorados, a saber: P4, P5, P6, P7 e P9. As dificuldades de logística impossibilitaram a coleta em todos os pontos, pois alguns parâmetros tem limite de tempo máximo entre a coleta e a análise, o que impedia a realização de campanha que englobasse todos os pontos.

As coletas foram feitas pelo método de amostragem simples, sendo o acesso feito por via terrestre aos pontos P7 e P9, e utilizando embarcação para acessar os pontos P4, P5 e P6.

As amostras coletadas foram enviadas para o Laboratório de Pesquisa e Análise Química da UFSM/CESNORS (LAPAQ-UFSM/CESNORS), para análise de parâmetros físicos e químicos de interesse para a avaliação do uso da sonda multiparâmetro. A descrição dos métodos de análise utilizados no laboratório está descrita no Quadro 10.

PARÂMETRO	MÉTODO
pH:	A medição do pH é realizada através da determinação da atividade iônica do hidrogênio utilizando um eletrodo padrão de hidrogênio.
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Realizada com termômetro de mercúrio, onde o aquecimento provoca a dilatação do metal e conseqüentemente sua expansão em uma escala numérica.
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Está relacionada com a presença de cargas iônicas presentes na solução, quanto maior a presença de cargas, maior a condutividade elétrica. A medição é realizada com um condutímetro da marca BEL.
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	A concentração de oxigênio dissolvido é feita com um sensor de oxigênio da marca Instrutherm, modelo MO-900, constituído com um cátodo de metal nobre e um ânodo de prata. Tais elementos são eletricamente conectados através de uma solução de cloreto de potássio (eletrólito) e separados do meio de medição (ou amostra) através de uma membrana permeável a gases.
Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Método gravimétrico
Turbidez (UNT – Unidades nefelométricas de Turbidez)	A turbidez é medida por nefelometria, ou seja, detecção da luz refletida pelas partículas em suspensão, em um ângulo de $90^{\circ}$ em relação a um feixe de luz incidente. O turbidímetro é da marca Tecnopom, modelo TB 1000p.

Quadro 10 - Parâmetros analisados no LAPAQ-UFSM/CESNORS e métodos de análise.

O monitoramento convencional foi realizado simultaneamente ao monitoramento alternativo, que será apresentado a seguir.

O monitoramento alternativo foi realizado entre os meses de abril e junho de 2012. A escolha deste período foi por este compreender o período de menores vazões prescritas na licença (Anexo A), que é a época de maior risco em termos de diluição de cargas, e o início do período de chuvas e conseqüente aumento da vazão prescrita, que pode representar o

reinício do aporte de nutrientes promovido pela lavagem do solo depois de período de estiagem.

As análises foram feitas *in loco*, com a utilização de sonda multiparametro, da marca Aquaprobe, modelo AP 900 (Figura 12). Esta sonda possui parâmetros passíveis de análise *in loco*: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais dissolvidos.



Figura 12 - Sonda Multiparâmetro e sua dinâmica de utilização.

A análise *in loco* foi realizada com o mesmo procedimento da amostragem simples feita para análise em laboratório, no que se refere á espacialização do ponto de amostragem dentro da seção. A sonda era mergulhada a uma profundidade de 15 a 30 cm da superfície, sempre evitando áreas estagnadas e muito próximas a margem.

A sonda utilizada para o monitoramento possui diversos sensores e eletrodos, com diferentes modos de operação, para os diferentes parâmetros analisados. Na Figura 13 podem ser vistos os métodos de análise para cada eletrodo da sonda.

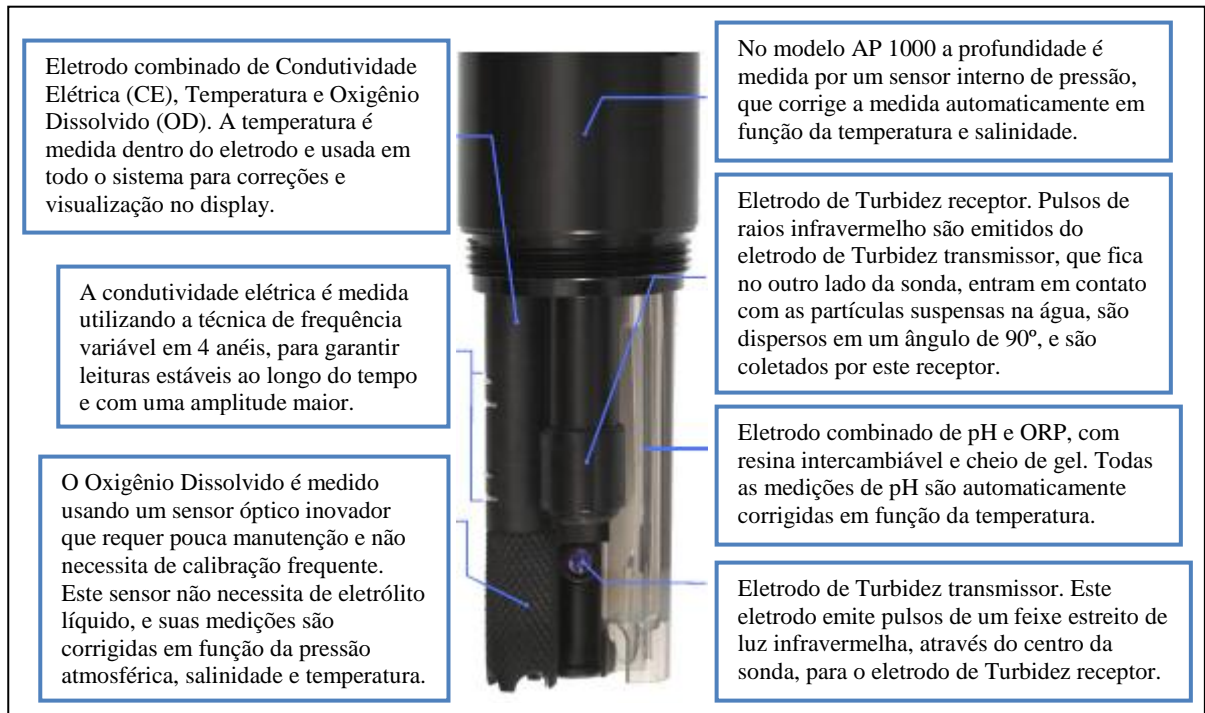


Figura 13 - Eletrodos da Sonda Multiparâmetro e métodos de determinação.

Fonte: adaptado de AGSOLVE (2011).

### 3.2.2 Avaliação do uso da sonda multi-parâmetro

Esta atividade teve o objetivo de avaliar, mediante comparação com análises feitas em laboratório, se os resultados obtidos com a sonda multiparâmetro se aproximam aos resultados obtidos com os métodos usuais, e conseqüentemente a possibilidade de utilização da sonda multiparâmetro.

Esta avaliação foi feita utilizando os parâmetros Temperatura, Turbidez, pH, Oxigênio Dissolvido, Eletrocondutividade e Sólidos Totais Dissolvidos, para os pontos P04, P05, P06, P07, P09, que tiveram os monitoramentos convencional e alternativo simultaneamente. Para fazer esta avaliação foi utilizado coeficiente de correlação, que é calculado pela Equação 01.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Como sabe-se que o manejo das amostras até um laboratório pode alterar as condições das mesmas, dificultando a comparação entre uma análise feita in loco com uma feita em laboratório, foi feita uma avaliação complementar da efetividade das determinações da sonda.

Essa avaliação foi feita por meio da utilização de 3 amostras de água aleatórias, com as determinações dos parâmetros de qualidade feitas todas em laboratório, tanto com a sonda multiparâmetro, quanto com os instrumentos convencionais do laboratório, de modo que as duas análises fossem feitas com as amostras sobre as mesmas condições ambientais e de manejo. Para finalizar esta análise complementar foi aplicado o cálculo do coeficiente de correlação, já visto anteriormente, entre os parâmetros medidos em laboratório, e os mesmos parâmetros medidos com a sonda.

Ainda como complemento da avaliação do uso da sonda, foram observados fatores como a praticidade no manejo do equipamento, o tempo necessário para efetuar as determinações e a segurança na operação.

Apesar de a sonda fornecer um número considerável de parâmetros, no âmbito da gestão, a interpretação de diversos parâmetros pode deixar o processo de monitoramento de suporte um pouco complicado.

Tendo em vista esta premissa, e a fim de manter a simplicidade proposta nesta estratégia, a escolha de um parâmetro que sirva de base da estratégia de monitoramento é algo necessário.

Inicialmente, dentre os parâmetros determinados pela sonda, ficou o Oxigênio Dissolvido (OD) definido como referência para as demais análises deste trabalho, pelo fato de este ser um importante fator limitante a vida aquática, e por ser um parâmetro amplamente difundido no âmbito da gestão.

### 3.2.3 Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água.

O objetivo desta parte do trabalho foi analisar de que maneira ocorre o impacto na qualidade da água no TVR. Para tanto, primeiramente foram comparadas as vazões vertidas no TVR da UHE PSJ, e as vazões da área incremental ao TVR, mais especificamente do Lajeado das Pedras, no período de coleta de dados de qualidade da água, os dois meses de campanha intensiva de abril a junho de 2012.



As vazões utilizadas para a comparação, no TVR da UHE PSJ foram as fornecidas pela operação da usina referentes ao vertimento das comportas segmento, ou seja, a vazão que foi liberada pela usina para circular no TVR. Esta vazão é calculada automaticamente pelo sistema de operação da usina, em função da abertura das comportas segmento.

As vazões do Lajeado das Pedras foram obtidas através de medições diárias, com a utilização de molinete Gurley (Figura 14) realizadas no ponto P08.



Figura 14 – Molinete Gurley utilizado nas medições de vazão no Lajeado das Pedras.

Esta comparação serve, basicamente, para mostrar qual é a significância dos aportes da área incremental ao TVR, mostrando se a qualidade da água no trecho é apenas resultado das vazões vertidas pela comporta, ou se ela é alterada ainda no trecho pelos aportes existentes.

A segunda etapa desta atividade foi analisar o comportamento da qualidade da água ao longo do complexo hidrelétrico. Lembrando aqui que o complexo hidrelétrico é composto por duas usinas em cascata, sendo a primeira, a UHE São José com geração no “pé da barragem”, e a segunda, a UHE PSJ, que opera com TVR, e que é o foco deste estudo.



Sendo assim, foram traçados perfis longitudinais de qualidade da água, mais especificamente de oxigênio dissolvido, desde a entrada no complexo, a montante da UHE São José, até a saída do complexo, a jusante da UHE PSJ.

Para traçar estes perfis foram utilizados os dados coletados nos pontos P01 (Km 00), P02 (Km 20), P03 (Km 35), P05 (Km 80), P07 (Km 92), P09 (Km 94) e P10 (Km 96).

A análise destes perfis longitudinais de oxigênio dissolvido serviu para mostrar como e onde ocorre o impacto na qualidade da água ao longo do complexo hidrelétrico, a fim de mostrar se realmente se faz necessária uma ferramenta de monitoramento da qualidade da água no TVR da UHE PSJ.

#### 3.2.4 Variabilidade da qualidade da água na seção

Esta etapa do trabalho teve o objetivo de verificar se uma medição da qualidade da água feita com uma sonda multiparâmetro, em um ponto próximo da margem do rio, que dispense a utilização de embarcação ou estrutura de acesso, é representativa, ou se existem variações significativas dos níveis de oxigênio dissolvido na seção.

Para realização desta atividade foram efetuadas três determinações de qualidade ao longo das seções do ponto P07 e do ponto P09, entre os dias 26/09/2012 e 28/09/2012. Para a seção do ponto P07 que tem 165 metros de largura, foram realizadas medições a 5, 10, 20, 40, 80, 120, 140, 150 e 160 metros a partir da margem direita. Já para a seção do ponto P09 que tem 120 metros de largura, foram realizadas medições a 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 110 e 115 metros a partir da margem direita, sendo que a profundidade de imersão da sonda foi de 60% da profundidade total no local da determinação.

Para realizar estas medições foi utilizado um cabo de aço esticado sobre a seção, a fim de servir como guia de posicionamento, e manter a estabilidade e imobilidade do barco durante a medição com a sonda.

Ainda dentro desta atividade foram realizadas, para cada medição de qualidade ao longo da seção, medições de vazão com ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), como se pode ver na Figura 15, com a intenção de caracterizar os perfis de velocidade da água ao longo da seção.



Figura 15 – Utilização do *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP).

A caracterização dos perfis de velocidade foi importante para saber se as variações de concentração de oxigênio dissolvido estão associadas às diferentes velocidades da água existentes dentro da seção.

Por fim, os dados de cada levantamento para cada seção, foram comparados com a média da seção, para verificar a variabilidade de cada ponto da seção em torno da média.

### 3.2.5 Definição da frequência de monitoramento ideal para a estratégia

A definição da frequência de monitoramento, que é o intervalo de tempo entre as medições, é um fator muito importante, pois este intervalo tem que garantir a aplicabilidade da estratégia de monitoramento em tempo quase-real, e ao mesmo tempo dar suporte à operação da usina no que se refere à garantia da qualidade da água no TVR. Se o intervalo de tempo for muito pequeno inviabiliza o uso da sonda, porque seria necessário optar pelo monitoramento em tempo real.

Desta forma, procura-se o maior intervalo de tempo que permita reproduzir o comportamento (desenho) da curva real.

Como não se dispõe de monitoramento contínuo dos parâmetros dos sensores passíveis de medição in loco, a curva real foi estimada por meio de monitoramento intensivo com frequência de 6 horas, para um período de dois meses, com determinações realizadas as 6, 12, 18 e 00 hora de cada dia.

Em uma segunda etapa, dos dados originais da série temporal com frequência de 6 horas, foram extraídos os dados medidos com frequências de 1 dia, 2 dias, 3 dias, 4 dias, 5 dias, 6 dias, 7 dias e 8 dias. Para cada extração de dados foi gerada uma curva, que a seguir foi comparada com a curva real, com a finalidade de escolher o intervalo ideal de tempo entre as medições, que seja aplicável e que de suporte a ferramenta. Para esta comparação foi utilizado o cálculo do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), que é feito com o uso da Equação 02.

$$r^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \right)^2 \quad (2)$$

Os resultados das comparações entre as curvas de frequência podem ser vistos no item 4.4 do capítulo a seguir.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos os resultados obtidos em cada uma das atividades da metodologia. Os resultados brutos do monitoramento alternativo estão no Apêndice C e os resultados do monitoramento convencional estão no Anexo C.

### 4.1 Avaliação do uso da sonda multi-parâmetro

Nesta etapa do estudo realizou-se a comparação entre os valores dos parâmetros de qualidade obtidos por meio da sonda multiparâmetro e a análise laboratorial convencional. Foi realizada a comparação utilizando o coeficiente de correlação para uma série temporal de 5 determinações concomitantes para os 5 pontos que tiveram monitoramento convencional. Para exemplificar, na Tabela 1 mostram-se as séries para o parâmetro OD no ponto P09.

Tabela 1– Determinações do monitoramento convencional e alternativo para o ponto P09, localizado a jusante do Salto Pirapó.

Data	OD (mg/L)	
	Alternativo	Convencional
16/04/2012	7,65	8,9
30/04/2012	9,1	9,5
14/05/2012	8,82	9,1
28/05/2012	8,43	9,3
11/06/2012	9,57	11

Para cada parâmetro e para cada ponto foi verificada a correlação entre as séries do monitoramento convencional e alternativo (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Coeficientes de correlação entre medições com a sonda e no laboratório.

Parâmetro	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 9
Temperatura	0,92	0,71	0,50	0,60	0,73
Turbidez	0,47	0,39	0,03	0,21	-0,16
pH	-0,68	-0,14	0,65	0,31	0,28
Oxigênio Dissolvido	0,22	0,43	-0,20	0,95	0,80
Eletrocondutividade	0,06	0,61	0,53	0,25	0,37
Sólidos Totais Dissolvidos	-0,41	0,29	0,26	0,90	0,94

Os parâmetros que apresentaram as menores correlações foram Turbidez, pH e Eletrocondutividade, com correlações em sua maioria menores que 0,5 e até mesmo negativas, o que mostra uma relação inversa entre as determinações.

O parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos apesar de ter uma correlação de -0,41 para o ponto P04, apresentou alta correlação nos pontos P07 e P09. Assim também foi para Oxigênio dissolvido, que para os pontos P07 e P09, ambos no TVR, apresentou correlações de 0,95 e 0,80 respectivamente.

A correlação entre os parâmetros pode ter sido baixa em alguns casos devido ao manejo das amostras, tanto na coleta como no armazenamento e no transporte. É sabido que tanto o tempo como a forma de transporte de amostras afeta naturalmente grande parte dos parâmetros de qualidade da água a serem determinados, e cabe aqui ressaltar que dos pontos de amostragem até o laboratório onde foram feitas as análises, são percorridos aproximadamente 280 km.

Rode & Suhr (2007) listam uma série de fatores que causam incertezas nos dados de qualidade da água em rios, citando entre eles o transporte e a conservação das amostras. Citam ainda as incertezas causadas por imprecisão nos equipamentos ou na calibração dos mesmos.

Com a finalidade de eliminar a incerteza devida ao tempo e forma de transporte, foram realizadas determinações com a sonda multiparâmetro no próprio laboratório e comparadas com determinações feitas simultaneamente com os equipamentos do laboratório, estando as amostras sob as mesmas condições no momento das análises. Foram utilizadas três amostras aleatórias para a comparação, coletadas no Rio Ibicuí da Armada e em dois pequenos afluentes deste, para serem utilizadas apenas para a comparação dos equipamentos. Os resultados da correlação dos parâmetros para esta análise podem ser vistos na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Correlação entre os parâmetros medidos em laboratório com a sonda e os equipamentos do laboratório simultaneamente.

Parâmetro	Correlação
Temperatura	0,99
Turbidez	0,99
pH	0,99
OD	0,75
EC	0,99
STD	0,65

Os resultados da aplicação do coeficiente de correlação mostraram que os parâmetros medidos com a sonda e no laboratório tiveram correlação positiva e significativa para todos os parâmetros, sendo a mais baixa no valor de 0,65.

Como a correlação refere-se apenas a variabilidade, a observação das determinações mostra o quanto os dados estão próximos ou não, em termos de valores. A proximidade nos valores mostra a eficácia na aplicabilidade da proposta, pois os valores devem ser razoavelmente aceitáveis, de modo que possam ser comparados com um valor limite quando do monitoramento como forma de gatilho sanitário. No **Quadro 11** podem ser observados os valores obtidos nas determinações feitas com a sonda e com os equipamentos do laboratório para as três amostras utilizadas.

Amostra	Temp (°C)		Turb (NTU)		pH		OD (mg/L)		EC (uS/cm)		STD (mg/L)	
	Lab	Sonda	Lab	Sonda	Lab	Sonda	Lab	Sonda	Lab	Sonda	Lab	Sonda
1	21,7	22,4	2,8	4,8	6,09	5,99	8,7	9,1	23,5	0	83	0
2	21,5	22,1	27,7	29,8	7,17	6,75	9,1	9,04	201	192	210	120
3	20,7	21,5	70,1	90,6	6,64	6,47	9,4	9,5	60,8	18	197	12

Quadro 11 – Determinações com a sonda e com equipamentos do laboratório.

Em geral os valores ficaram razoavelmente próximos, principalmente nos valores de OD e pH. Os valores que ficaram mais distantes foram os de condutividade elétrica e de STD, provavelmente por erro de calibração na sonda, pois foi registrado um valor de condutividade igual a zero, o que não condiz com o tipo de amostra utilizada.

Também cabe ressaltar a pequena diferença registrada na temperatura, fato que pode ter ocasionado a diferença entre os demais parâmetros como o OD, que tem sua concentração corrigida em função da temperatura.

Em uma análise comparativa semelhante com a feita neste estudo, entre um kit comercial de análise de água e análises feitas por titulação, Taliuli et al (2011) encontraram variações que chegavam de 12% até 30% dependendo do parâmetro. Eles recomendaram a utilização do kit apenas para a avaliação de OD, onde as variações foram menores.

Por fim, cabe a colocação de que esta comparação não foi feita com o intuito de avaliar qual dos métodos é o correto ou mais preciso, pois ambos os métodos possuem erros e incertezas associados, mas sim avaliar a aplicabilidade da sonda. Quanto às determinações, a comparação indicou a possibilidade da utilização da sonda, pois para um equipamento que será utilizado como ferramenta simples de gestão, os valores se mostraram razoavelmente próximos aos obtidos com equipamentos e métodos usuais de laboratório.

Quanto à praticidade no uso da sonda, tempo necessário para as determinações *in loco*, e segurança do operador no uso do equipamento, todas as avaliações foram positivas nas constatações feitas no levantamento de dados para o estudo.

#### **4.2 Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água**

Neste item serão discutidos, o comparativo entre as vazões do TVR e da área incremental, e os perfis longitudinais de concentração de oxigênio dissolvido, com a finalidade de verificar de que forma ocorre o impacto nas concentrações ao longo do trecho.

A relação entre as vazões vertidas pelas comportas no TVR, e as vazões medidas no Riacho Lajeado das Pedras, que representa o aporte da área incremental, pode ser vista na Tabela 4.

É possível perceber que a relação entre as vazões foi baixíssima, não ultrapassando 0,0013 em nenhum momento do período observado, ou seja, a vazão do Lajeado das Pedras não passou de 0,13 % da vazão do Rio Ijuí no TVR.

Essa informação nos levou a aceitação da hipótese de que a contribuição da área incremental ao TVR é muito pequena, não chegando nem a 1%, devendo o estudo considerar que a qualidade da água que escoar no trecho de vazão reduzida é apenas o resultado dos

processos que ocorrem até a seção do barramento, e do manejo das comportas que liberam a água para o TVR.

Tabela 4 - Relação entre vazões do Lajeado das Pedras e Rio Ijuí (TVR da UHE PSJ).

Data	Vazão (m <sup>3</sup> /s)		LDP* RI**	Data	Vazão (m <sup>3</sup> /s)		LDP* RI**	Data	Vazão (m <sup>3</sup> /s)		LDP* RI**
	LDP*	RI**			LDP*	RI**			LDP*	RI**	
14/04/2012	0,037	28,1	0,0013	04/05/2012	0,016	21,7	0,0007	24/05/2012	0,014	19,4	0,0007
15/04/2012	0,03	28,1	0,0011	05/05/2012	0,016	21,7	0,0007	25/05/2012	0,014	16,3	0,0009
16/04/2012	0,018	25,3	0,0007	06/05/2012	0,016	21,7	0,0007	26/05/2012	0,014	16,3	0,0009
17/04/2012	0,017	30	0,0006	07/05/2012	0,016	21,7	0,0007	27/05/2012	0,018	16,3	0,0011
18/04/2012	0,017	26,2	0,0006	08/05/2012	0,016	21,7	0,0007	28/05/2012	0,014	24,3	0,0006
19/04/2012	0,017	25,6	0,0007	09/05/2012	0,016	21,7	0,0007	29/05/2012	0,012	24,3	0,0005
20/04/2012	0,018	25,3	0,0007	10/05/2012	0,016	21,7	0,0007	30/05/2012	0,015	23,4	0,0006
21/04/2012	0,018	25,3	0,0007	11/05/2012	0,016	21,7	0,0007	31/05/2012	0,013	25,3	0,0005
22/04/2012	0,017	28,1	0,0006	12/05/2012	0,016	21,7	0,0007	01/06/2012	0,013	22,5	0,0006
23/04/2012	0,016	28,1	0,0006	13/05/2012	0,016	21,7	0,0007	02/06/2012	0,013	20,1	0,0006
24/04/2012	0,016	29,9	0,0005	14/05/2012	0,016	21,7	0,0007	03/06/2012	0,014	20,1	0,0007
25/04/2012	0,016	29,9	0,0005	15/05/2012	0,016	21,7	0,0007	04/06/2012	0,013	28,1	0,0005
26/04/2012	0,025	29,9	0,0008	16/05/2012	0,016	21,7	0,0007	05/06/2012	0,013	23,4	0,0006
27/04/2012	0,017	30,0	0,0006	17/05/2012	0,016	20,1	0,0008	06/06/2012	0,012	18,7	0,0006
28/04/2012	0,017	30,0	0,0006	18/05/2012	0,016	20,1	0,0008	07/06/2012	0,012	20,1	0,0006
29/04/2012	0,017	30,0	0,0006	19/05/2012	0,016	20,9	0,0008	08/06/2012	0,012	20,9	0,0006
30/04/2012	0,017	22,0	0,0008	20/05/2012	0,016	20,9	0,0008	09/06/2012	0,012	18,7	0,0006
01/05/2012	0,016	21,7	0,0007	21/05/2012	0,016	14,9	0,0011	10/06/2012	0,015	18,7	0,0008
02/05/2012	0,016	21,7	0,0007	22/05/2012	0,016	20,9	0,0008	11/06/2012	0,025	28,1	0,0009
03/05/2012	0,016	21,7	0,0007	23/05/2012	0,015	19,4	0,0008	12/06/2012	0,018	28,1	0,0006

\*LDP-Lajeado das Pedras

\*\*RI-Rio Ijuí

Para reforçar esta hipótese, está o fato de que a área incremental não possui nenhum centro urbano ou industrial que possa contribuir com cargas orgânicas elevadas. Como já foi visto na Figura 9 do capítulo 3, a ocupação do solo é basicamente de florestas, campos, e atividades agrícolas, que não são as mais perigosas em termos de aporte de cargas orgânicas e contaminação pesada, quando comparadas com áreas que abrigam criações confinadas, por exemplo. Todavia, deve-se salientar que é comum na região noroeste do estado a utilização de resíduos da cultura de suínos como adubo orgânico, sendo estes dispostos no solo por meio de aspersão. Então por mais que não existam indícios de cargas concentradas, como indústrias e grandes criações em confinamento, as cargas difusas podem ser acentuadas por esta prática comum na região, o que requer um estudo mais detalhado no que se refere às cargas do Lajeado das Pedras, para ter-se uma resposta definitiva da sua real contribuição.

Contudo, diante da análise feita com as vazões e considerada a hipótese de que os processos que ocorrem até a chegada da água no barramento e a operação da usina são os



principais agentes na alteração da qualidade da água, partiu-se para a investigação do comportamento do oxigênio dissolvido ao longo do perfil longitudinal do rio, desde a entrada no complexo hidrelétrico, a montante da UHE São José, até a saída, a jusante da UHE Passo do São João.

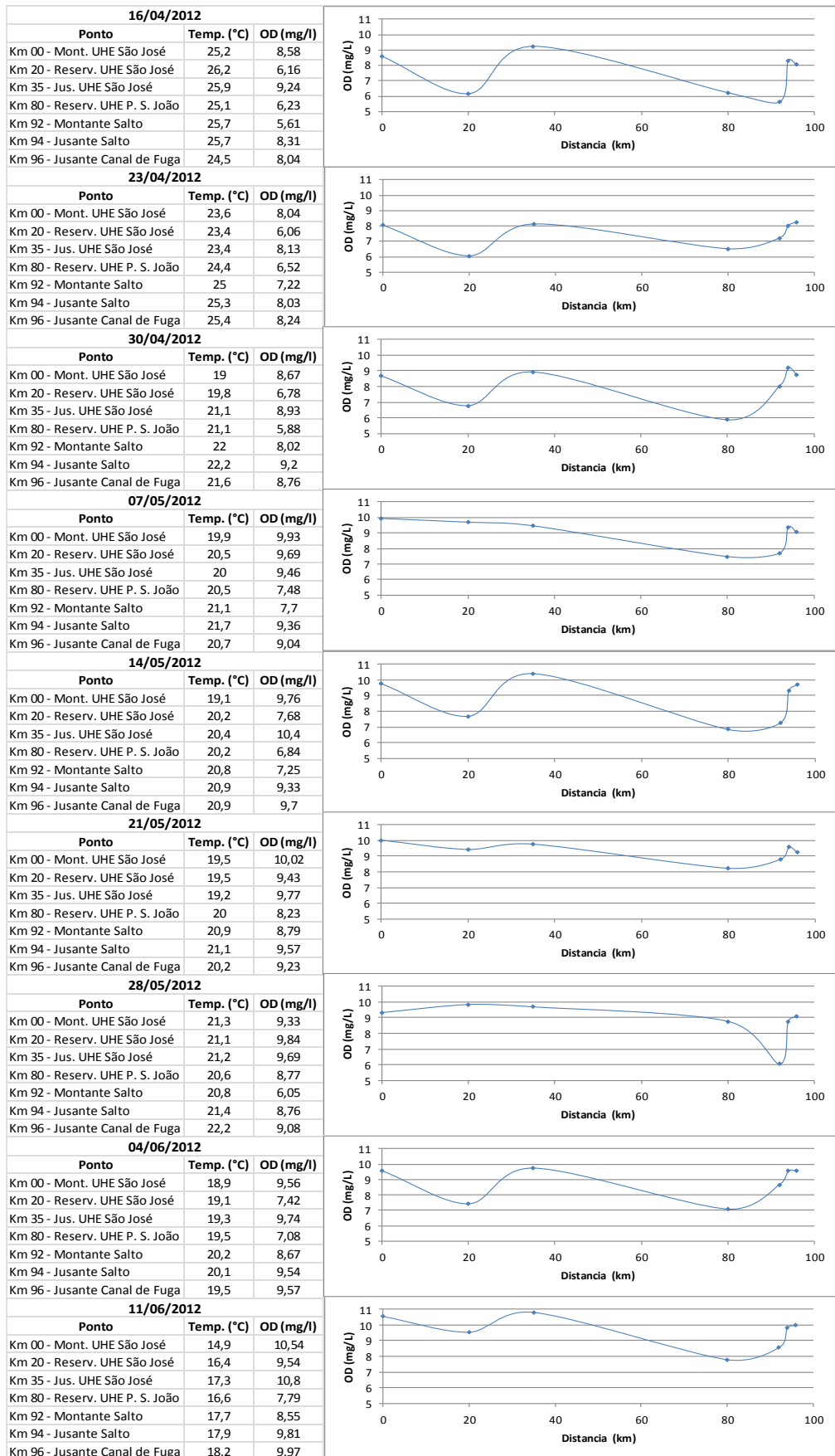
As licenças de operação da UHE São José (Anexo B) e da UHE Passo do São João (Anexo A), em seus itens que abordam sobre a qualidade da água e vazões remanescentes, deixam claro que, tanto a implantação dos empreendimentos, com suas respectivas estruturas e lagos, quanto à vazão mantida para jusante de seus barramentos, não podem alterar as características qualitativas que existiam antes da implantação dos empreendimentos.

Para embasar esta diretriz, as licenças ainda trazem a classificação do curso d'água, segundo a Resolução do CONAMA 357/2005, que deve ser mantida para o trecho de rio onde estão os aproveitamentos. A classe determinada como condição a ser mantida é a Classe II. Recorrendo aos limites estabelecidos para cada classe da resolução supracitada, observa-se que dos diversos limites mínimos e máximos estabelecidos para Classe II, está o limite mínimo de oxigênio dissolvido, que para referida classe é de 5 mg/L.

Analisando os resultados obtidos nas campanhas realizadas (Quadro 12), vemos que em nenhum dos pontos houve concentração menor que 5 mg/L, o que para uma primeira interpretação, indica que a evolução dos processos de degradação ocorridos nos reservatórios, e que as vazões que estão sendo mantidas a jusante dos barramentos, não estão comprometendo a qualidade da água, no que se refere ao parâmetro oxigênio dissolvido, mesmo com a supressão da faixa de vazões desviada para a turbina.

Por outro lado, é importante salientar que existem sim alterações na concentração de oxigênio dissolvido ao longo do trecho onde estão instaladas as usinas. A tendência em quase todas as campanhas realizadas é que os níveis de concentração de oxigênio dissolvido ficaram próximos à saturação nas seções do ponto P01 (Km 00), P03 (Km 35), P09 (Km 94) e P10 (Km 96), e sofreram reduções consideráveis nas seções P02 (Km 20), P05 (Km 80) e P07 (Km 92).

Na seção do ponto P01 (Km 00), que é o ponto de entrada no complexo hidrelétrico, está caracterizada toda a área de drenagem que está a montante deste ponto, com seus aportes e interações ao longo do percurso. Pelo fato da bacia não possuir grandes centros urbanos, com suas respectivas contribuições elevadas de carga orgânica, e o rio manter características lóxicas até este ponto, o que contribui para oxigenação, as concentrações de oxigênio dissolvido mantiveram-se próximas a saturação.



Quadro 12 – Perfis longitudinais de oxigênio dissolvido medidos nos pontos de monitoramento ao longo do complexo hidrelétrico UHE São José – UHE Passo do São João.

Já na seção do ponto P02 (Km 20), em quase todas as campanhas observou-se a redução da concentração de oxigênio dissolvido em relação à seção anterior. Esta redução é atribuída principalmente a dois fatores, característicos de reservatórios. Primeiramente, pelo fato de ser um reservatório ainda recente, portanto com elevada taxa de degradação da matéria orgânica que existia no local, existe um consumo maior do oxigênio dissolvido. O outro fator é a condição lântica promovida pelas características do reservatório, que apesar de a geração funcionar a fio d'água, exibe uma total mudança nas condições de fluxo existentes antes da instalação do barramento. Essa condição lântica acaba eliminando uma parcela da oxigenação, que se dá por turbulência, restando apenas a oxigenação por difusão molecular.

Na seção do ponto P03 (Km 35), foi possível observar que os níveis de oxigênio dissolvido voltaram à patamares muito próximos aos da seção do ponto P01 (Km 00), que representa a condição natural do rio. Esse acréscimo nos níveis de oxigênio em relação ao ponto anterior se dá principalmente pelo fato do retorno do rio ao regime lótico, tendo em vista que este ponto está à jusante do barramento da UHE São José, e ainda fora da área de influência do reservatório da UHE Passo do São João, a jusante.

Na seção do ponto P05 (Km 80) a tendência de redução nos níveis de oxigênio dissolvido observada na seção P02 (Km 20) foi repetida, e provavelmente pelos mesmos fatores, visto que a seção Km 80 está situada no lago da UHE Passo do São João, que tem a formação ainda mais recente que o da UHE São José. A UHE Passo do São João também funciona a fio d'água, mas assim como a usina precedente também possui um reservatório que muda o regime do rio de lótico para lântico, ou semi-lântico.

Na seção do ponto P07 (Km 92), ao contrário da seção do ponto P03 (Km 35) que está na mesma condição de jusante de um barramento e em regime lótico, o incremento na concentração de oxigênio não foi o mesmo, sendo muito pequeno em algumas das campanhas, e até tendo reduções em relação aos níveis do reservatório em outras, não alcançando nunca os níveis observados na seção Km 00. A explicação para esta diferença em relação à seção Km 35, está na configuração das estruturas vertentes da usina.

Tanto a UHE São José, como a UHE Passo do São João possuem comportas segmento, que efluem a água que está no fundo do reservatório. Esse tipo de estrutura hidráulica prejudica a oxigenação do rio a jusante do barramento por dois motivos principais.

O primeiro é o fato de estar na parte inferior da coluna d'água de um reservatório, situação de inferior qualidade no que se refere a oxigênio dissolvido, tendo em vista que está fora da zona de aeração por difusão molecular, e muito menos apresenta qualquer movimentação que gere turbulência e uma possível oxigenação, sem mencionar que os

processos de degradação de matéria orgânica ocorrem com muito mais intensidade nas camadas mais profundas.

O segundo motivo decorre do fato de que no momento que a água passa pelas comportas, e a coluna que exercia a pressão sob o gás oxigênio deixa de existir, este “explode” na superfície em forma de bolhas (Figura 16), assim como os demais gases dissolvidos, como o metano.



Figura 16 – Perda de oxigênio dissolvido à jusante do barramento da UHE Passo do São João.

Todavia, na UHE São José que não opera com trecho de vazão reduzida, a saída da água das turbinas acontece na mesma seção de saída das comportas, tendo em vista que ela opera com geração no “pé da barragem”. Isso reduz o efeito das comportas, uma vez que a água que passa pelas turbinas não é do fundo do reservatório, e nem tem um gradiente negativo de pressão tão grande.

Na UHE Passo do São João esta situação pode ser solucionada com a conclusão da construção de uma comporta basculante, que já está em fase final, e que eflui a água do reservatório que está mais próxima da superfície.

Na seção do ponto P09 (Km 94) os níveis voltaram a aproximar-se dos observados no Km 00, possivelmente como consequência da grande turbulência promovida pela existência de uma série de quedas d'água de altura e extensão significativas, denominada Salto do Pirapó.

Na seção do ponto P10 (Km 96), trecho de restituição de vazão que representa a soma da vazão turbinada e vertida para a alça de vazão reduzida, as concentrações ficaram muito próximas às observadas na seção anterior e na seção Km 00, mostrando que, no que se refere ao parâmetro oxigênio dissolvido, a qualidade da água efluente ao complexo hidrelétrico é muito semelhante a afluenta.

Contudo, ela sofre alterações importantes no percurso, principalmente no TVR, o que reforça a demanda por uma ferramenta de controle que sirva de gatilho na tomada de decisão dos processos de operação da usina.

### **4.3 Variabilidade da qualidade da água na seção**

Para que a estratégia, que busca ser simples, funcione necessitando apenas de um operador, é necessário que as determinações com a sonda sejam feitas em locais próximos a margem, dispensando a utilização de barcos ou de estruturas complexas de acesso.

Então para saber se as observações feitas próximas a margem eram representativas dos valores encontrados no decorrer da seção, foi feita uma análise de variabilidade das concentrações de OD na seção, conforme a metodologia descrita no item 3.2.5 do capítulo 3.

As análises foram feitas para o ponto P07 – Montante Salto, e para o ponto P09 – Jusante Salto, em três dias consecutivos. Os resultados são mostrados na forma de gráficos (**Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22**) onde aparecem o valor determinado de concentração de oxigênio para cada parte da seção, e os desvios em relação a média ao longo da seção. Ainda nas mesmas figuras são visualizados os perfis de velocidade ao longo da seção, obtidos através da determinação da vazão com o *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP).

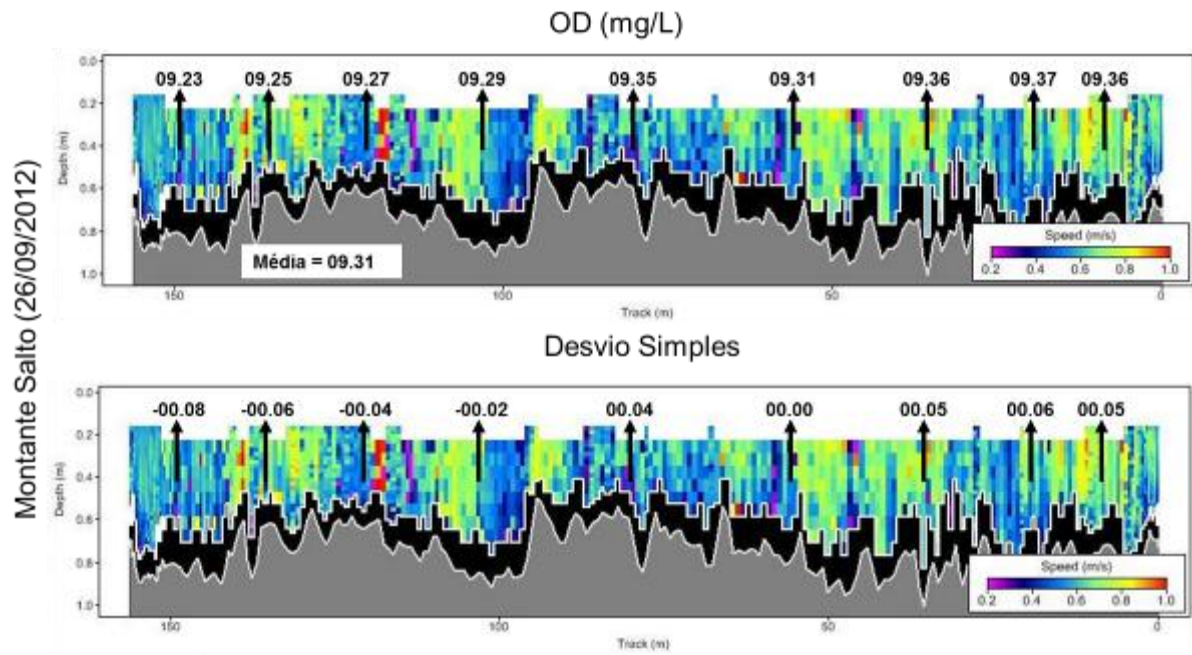


Figura 17 – Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 26/09/2012

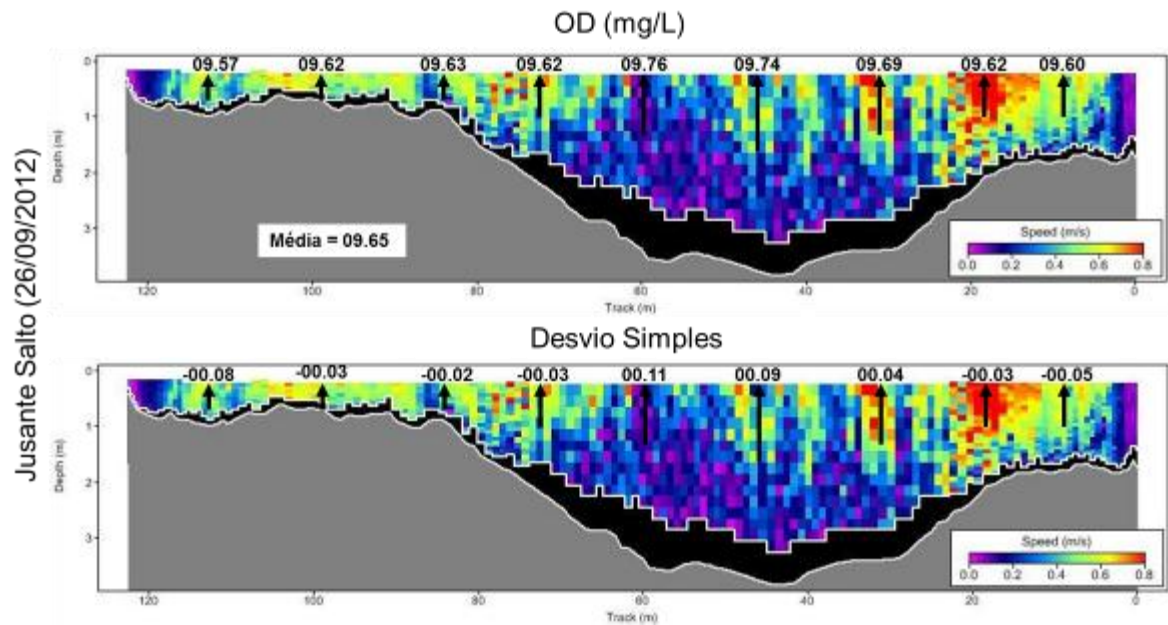


Figura 18 – Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 26/09/2012.



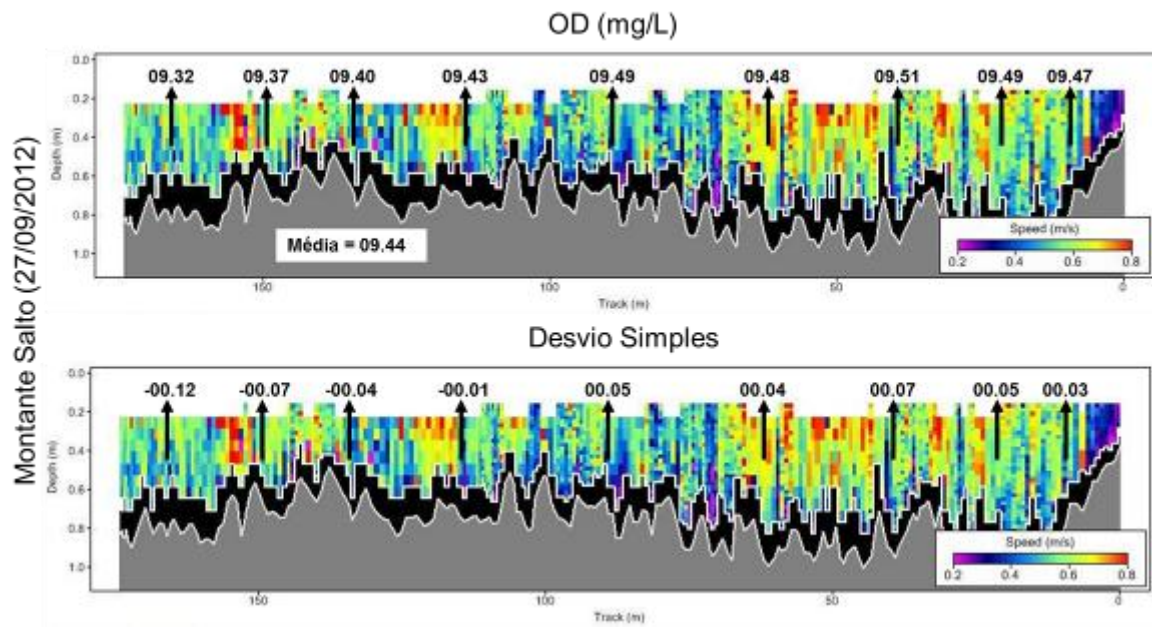


Figura 19 - Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 27/09/2012.

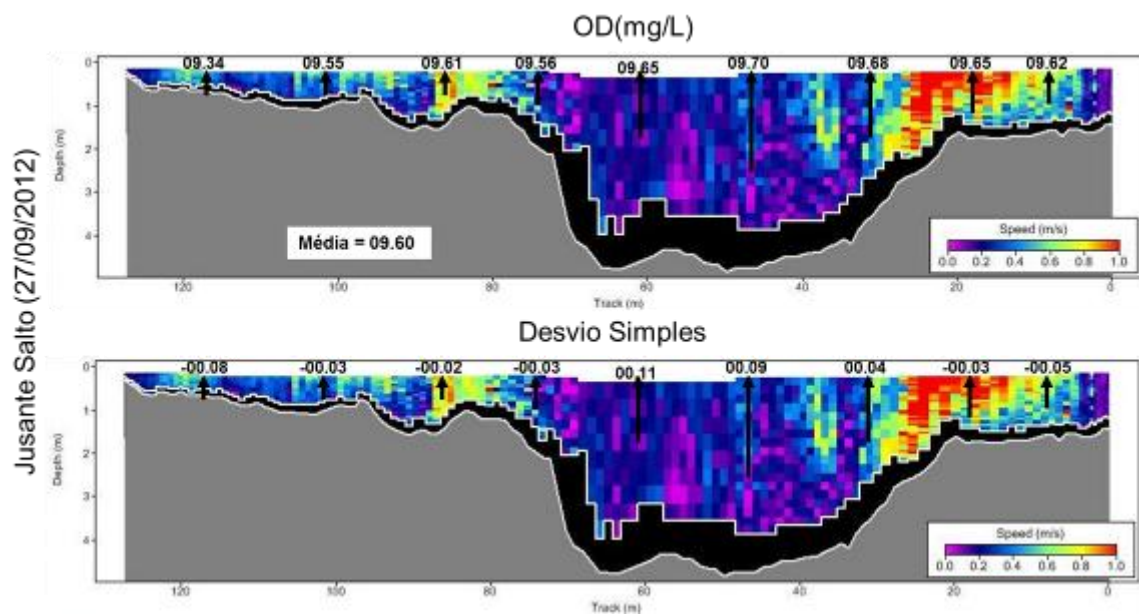


Figura 20 - Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 27/09/2012.

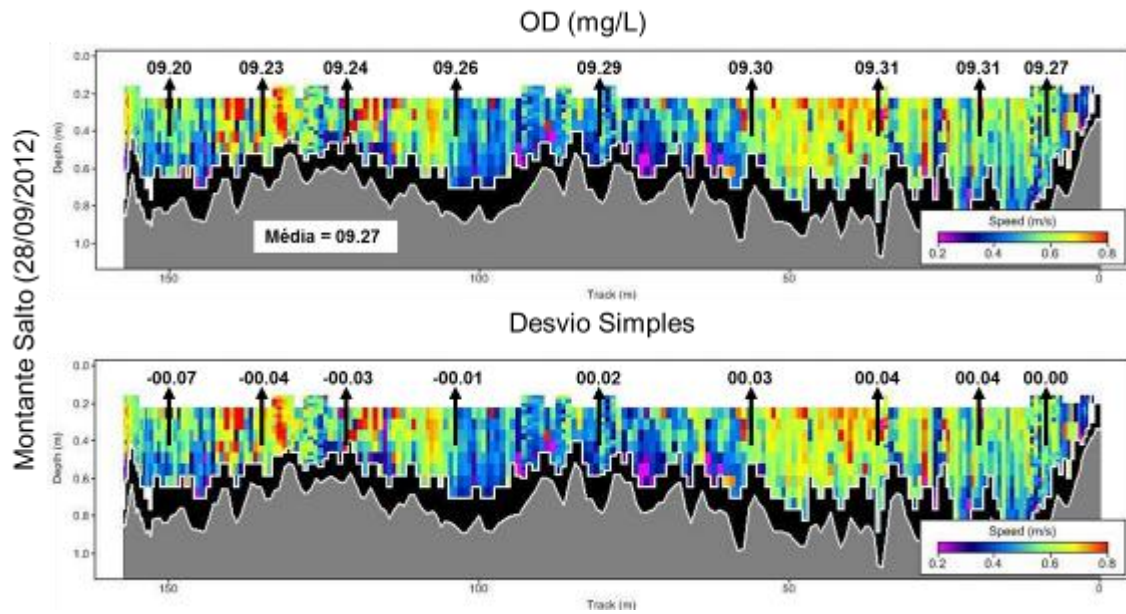


Figura 21 - Concentrações de OD na seção do ponto P07 no dia 28/09/2012.

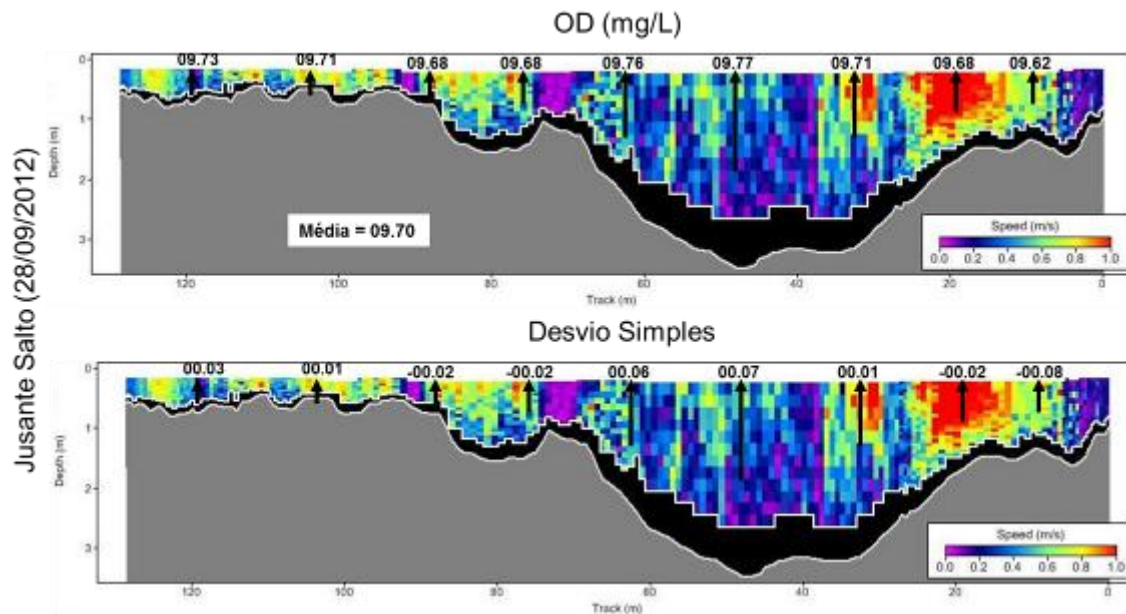


Figura 22 - Concentrações de OD na seção do ponto P09 no dia 28/09/2012.

Em linhas gerais é possível perceber que os maiores valores de concentração de OD estão situados próximos ao centro da seção, para ambos os pontos em todas as medições. Os maiores desvios ficaram em torno de 0,11 mg/L em relação a média.



Ao analisar a relação da variabilidade das concentrações com a variabilidade da velocidade na seção, não se encontrou um padrão, pois assim como foram apresentadas concentrações maiores em velocidades menores para algumas medições, foram apresentadas concentrações menores para velocidades menores em outras medições.

O esperado era que onde fossem apresentadas as maiores velocidades, principalmente na seção do ponto P07 – Montante Salto que tem pouca profundidade, fossem apresentados maiores valores de concentração de OD, pelo fato de a oxigenação acontecer com maior facilidade devido a turbulência, contudo este padrão não foi identificado.

Se estabelecermos um critério de aceitação de 2% de variabilidade, é possível visualizar na **Figura 23** que apenas um valor observado, na seção do Ponto 9 – Jusante Salto para o dia 27/09/2012, ficou fora da faixa de aceitação. Isso reforça a utilização da sonda para determinações próximas as margens, pois a variabilidade não é significativa para as seções fluviais dos pontos P07 e P09.

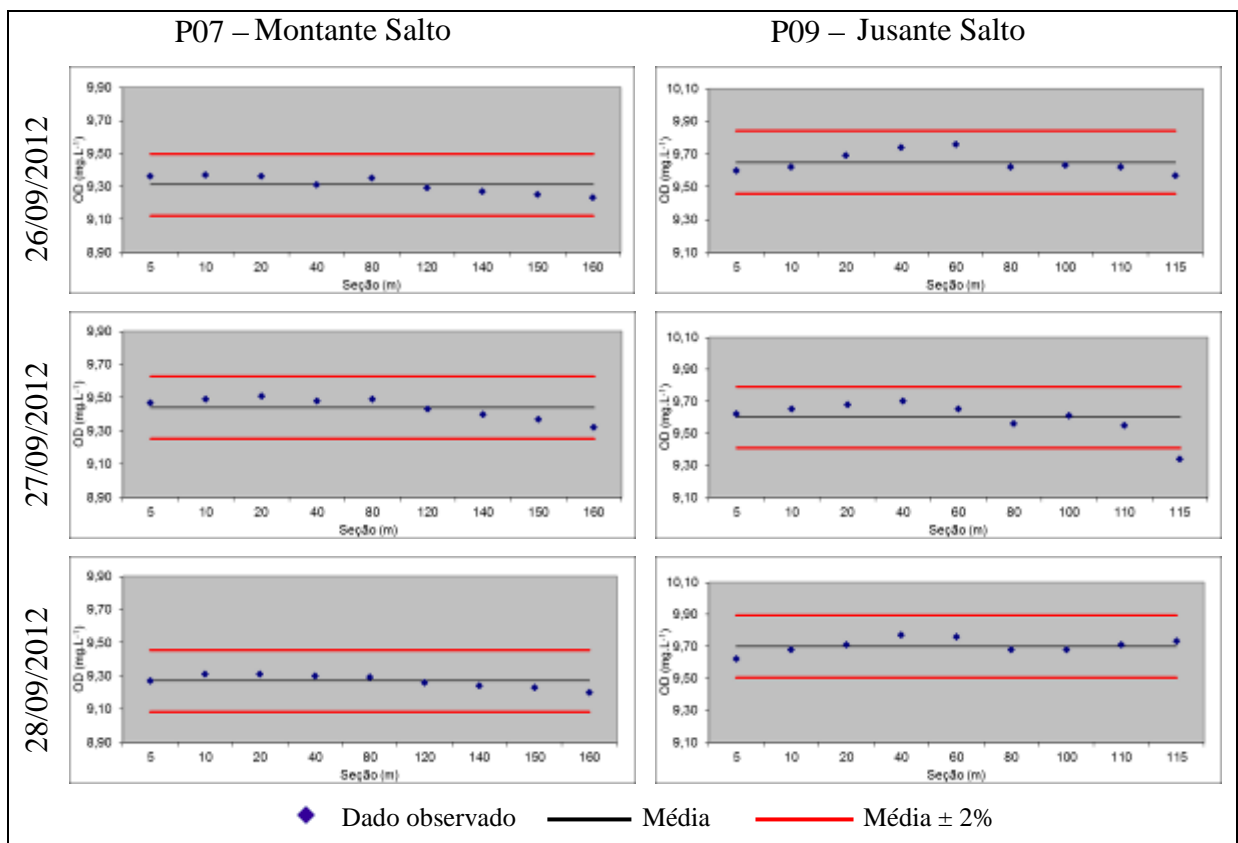


Figura 23 – Concentrações de OD na seção, média e faixa de  $\pm 2\%$  em relação à média.

Contudo, esta variabilidade só não tem significância porque não existem aportes significativos de cargas ao longo do TVA. Rode & Suhr (2007), realizaram estudo semelhante em várias seções ao longo do Rio Elba na Alemanha, e encontraram variações de até 50% para alguns parâmetros, que eles atribuíram às misturas incompletas de grandes afluentes do Rio Elba. Cabe aqui ressaltar que esta variabilidade é uma característica de cada seção, e pode ser avaliada rapidamente para efeito de interpretação dos resultados encontrados.

#### 4.4 Definição da frequência de monitoramento ideal para estratégia

Aqui serão apresentados os resultados obtidos na definição da frequência de monitoramento para a estratégia, que busca o intervalo de tempo entre as determinações com a sonda multiparâmetro. Para a aplicabilidade da estratégia, busca-se o maior intervalo de tempo que permita reproduzir o comportamento da curva real.

Primeiro serão discutidos os resultados do ponto P07 e posteriormente os resultados do ponto P09. Começando pela comparação da média móvel dos valores observados com os dados brutos, como pode ser visto na **Figura 24**, é percebida a variação nictemeral dos valores observados. Essa variação está diretamente ligada às alterações das condições de temperatura, pressão atmosférica, e atividade microbiológica que ocorrem no decorrer do dia, e que conseqüentemente alteram as concentrações de Oxigênio Dissolvido.

Assim como neste estudo, Fulan et al (2009) estudando a variação nictemeral dos parâmetros físicos na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, encontraram as maiores concentrações de OD no horário das 12 horas, atribuindo esta alteração principalmente à incidência de luminosidade sobre as comunidades produtoras.

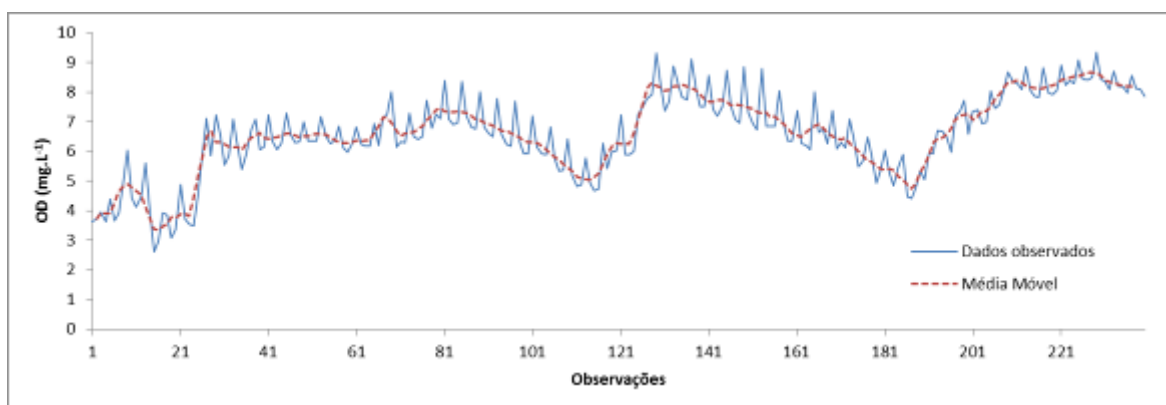


Figura 24 – Dados observados e média móvel de oxigênio dissolvido para o ponto P07 Montante Salto.

Depois de calculada a média móvel, a curva resultante foi comparada através do coeficiente de determinação com as curvas das medições feitas às 6 horas, às 12 horas, às 18 horas e a 00 hora dos dias de levantamento (Figura 25).



Figura 25 – Comparação entre a média móvel de oxigênio dissolvido e os valores observados nos diferentes horários de monitoramento para o Ponto7 – Montante Salto.

Essa comparação foi feita para escolher uma curva real para o parâmetro, que foi a que apresentou o  $r^2$  mais próximo de 1. A curva das 6 horas teve o  $r^2$  igual a 0,952, a das 12 horas teve o  $r^2$  igual a 0,959, a das 18 horas teve  $r^2$  igual a 0,928 e a da 00 hora teve  $r^2$  igual a 0,886.

A curva observada das medições das 12 horas, por apresentar o  $r^2$  mais próximo de 1 foi considerada a curva real a ser comparada para definir a frequência de monitoramento.

Outro fator que pesou para a escolha do o horário das 12 horas foi a aplicabilidade deste horário em escala real. Se a estratégia busca ser simples, utilizando apenas um operador que vá até a margem do rio, em uma incursão noturna essa possibilidade já é descartada, tendo em vista a garantia da segurança do operador, que necessitará de apoio para o acesso em período noturno.

Todavia, Hunding (1973) afirma que no período noturno há uma redução na disponibilidade de oxigênio, em virtude da respiração das comunidades aquáticas, caracterizando este período como importante no que se refere a monitoramento das concentrações de oxigênio.

O segundo passo para a definição da frequência de monitoramento é a comparação entre a curva real, e as curvas geradas com diferentes frequências de monitoramento extraídas dos dados brutos, a saber: 2 dias, 3 dias, 4 dias (Figura 26), 5 dias, 6 dias, 7 dias e 8 dias (Figura 27).

Os coeficientes de determinação das diferentes frequências comparadas com a curva real podem ser observados no Quadro 13.

<b>Frequência</b>	<b><math>r^2</math></b>
2 dias	0,952
3 dias	0,886
4 dias	0,866
5 dias	0,791
6 dias	0,678
7 dias	0,709
8 dias	0,564

Quadro 13 – Coeficientes de determinação de diferentes frequências para o ponto P07.

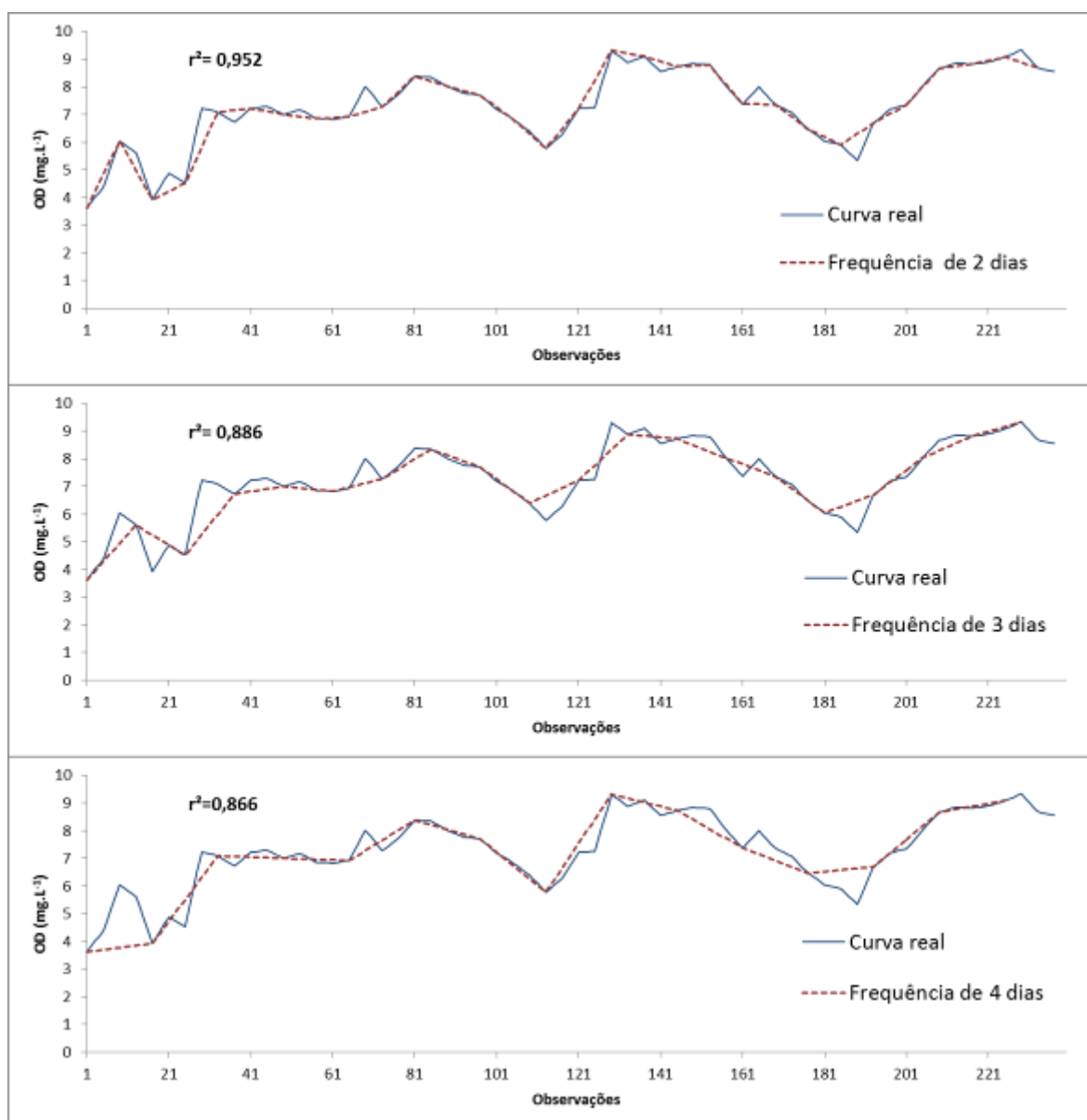


Figura 26 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 2, 3 e 4 dias para o Ponto 7-Montante Salto.

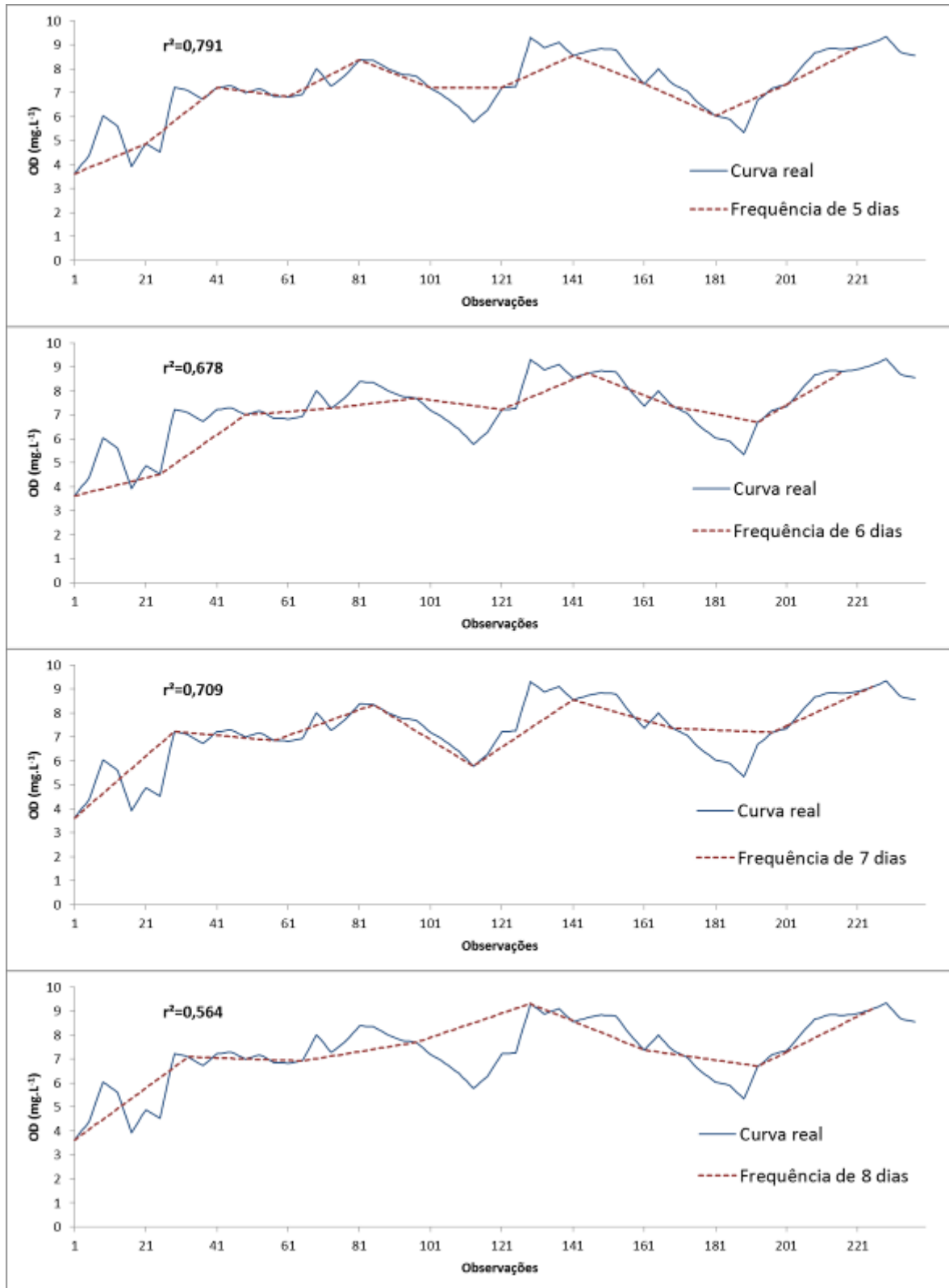


Figura 27 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 5, 6, 7 e 8 dias para o Ponto 7-Montante Salto.

Após o cálculo do coeficiente de determinação para as diferentes frequências, estes foram plotados em um gráfico que pode ser visto na Figura 28.

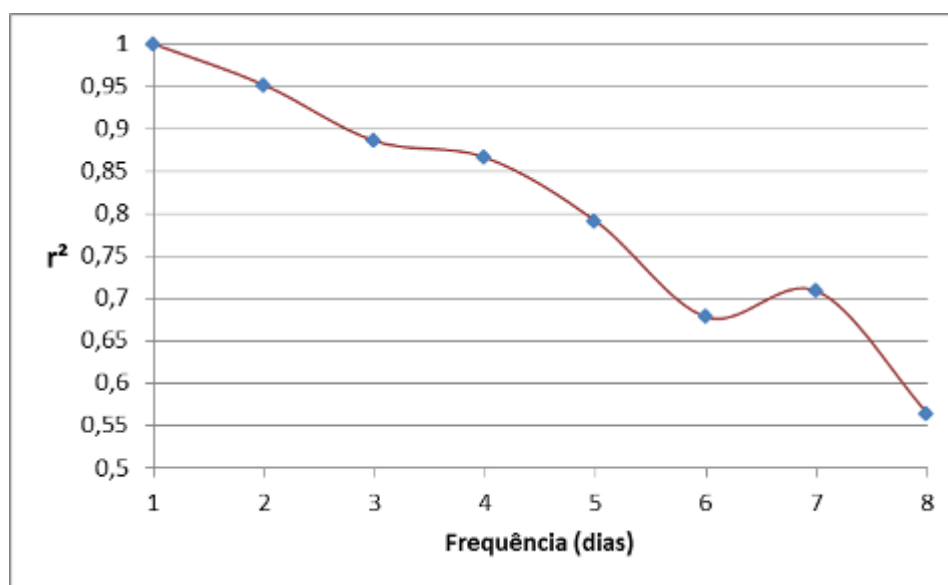


Figura 28 – Coeficiente de determinação para as diferentes frequências no ponto P07.

Como é possível observar, o coeficiente tem um decréscimo até a frequência de 3 dias, então mantém-se praticamente estável até a frequência de 4 dias, voltando a decrescer fortemente até a frequência de 6 dias. Na frequência de 7 dias ele tem um acréscimo e volta a cair consideravelmente até a frequência de 8 dias.

Se optarmos por uma frequência de monitoramento de 4 dias, podemos ter a melhor relação custo benefício, pois ela não se diferencia muito da frequência de monitoramento de 3 dias em termos de representatividade, e mantêm-se com o coeficiente de determinação acima de 0,85, sendo que isso representa 85% de representatividade da variância da curva real.

Se a opção fosse por intervalos maiores de tempo, nota-se que a representatividade da curva real para frequências maiores que 5 é sempre menor que 80%, e isso diminui a segurança de operação do TVR no que se refere a qualidade da água.

Se a opção for por intervalos menores, com uma frequência de 3 dias a representatividade não será muito diferente da frequência de 4 dias. E frequências menores que 3 dias já começam a tornar a ferramenta onerosa, pois aproximam o monitoramento do diário.



Para a definição do intervalo de tempo para o Ponto 9 – Jusante Salto os resultados foram bastante próximos aos anteriores.

A variação nictemeral também foi fortemente percebida, porém com uma amplitude menor que no Ponto 7-Montnte Salto (Figura 29). Possivelmente essa redução da amplitude na variação nictemeral das concentrações de OD seja devida a intensa oxigenação promovida pela turbulência natural que ocorre no salto, e que acaba mantendo as concentrações sempre próximas a saturação.

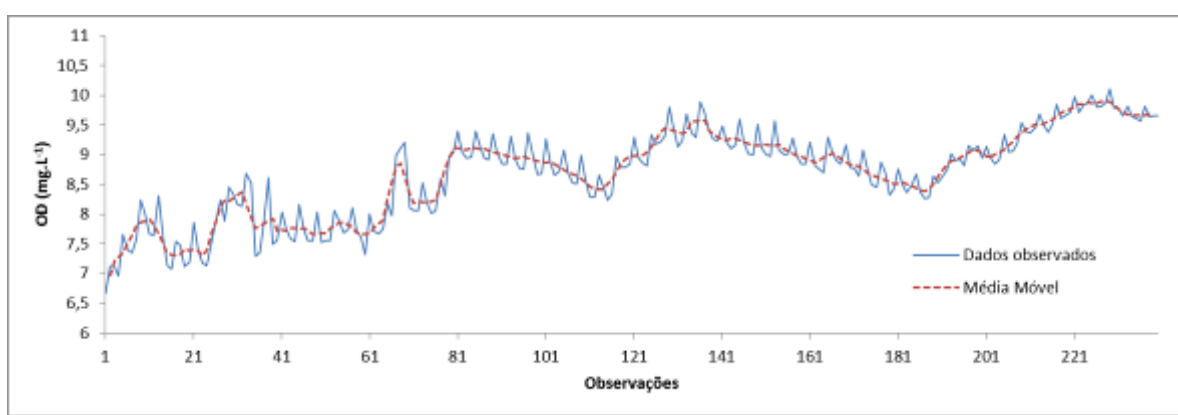


Figura 29 – Dados observados e média móvel de oxigênio dissolvido para o Ponto 9-Jusante Salto

Na comparação entre as curvas de cada horário de medição e a curva da média móvel (Figura 30), os cálculos dos coeficientes de determinação mostraram os seguintes resultados: 0,957 para as 6 horas, 0,978 para as 12 horas, 0,947 para as 18 horas e 0,921 para 00 hora.

Assim como para o ponto P07 a escolha foi pelo o horário das 12 horas para representar a curva real pelo fato de apresentar o maior coeficiente de determinação e pelos fatos já citados anteriormente.

A comparação entre as diferentes frequências e a curva real pode ser observada na Figura 31, para as frequências de 2 dias, 3 dias e 4 dias, e na Figura 32, para as frequências de 5 dias, 6 dias, 7 dias e 8 dias.

Os resultados dos coeficientes de determinação para as diferentes frequências foram os seguintes: 0,961 para 2 dias, 0,916 para 3 dias, 0,864 para 4 dias, 0,855 para 5 dias, 0,809 para 6 dias, 0,801 para 7 dias e 0,757 para 8 dias.



Figura 30 – Comparação entre a média móvel de oxigênio dissolvido e os valores observados nos horários de monitoramento para o Ponto 9 Jusante Salto.

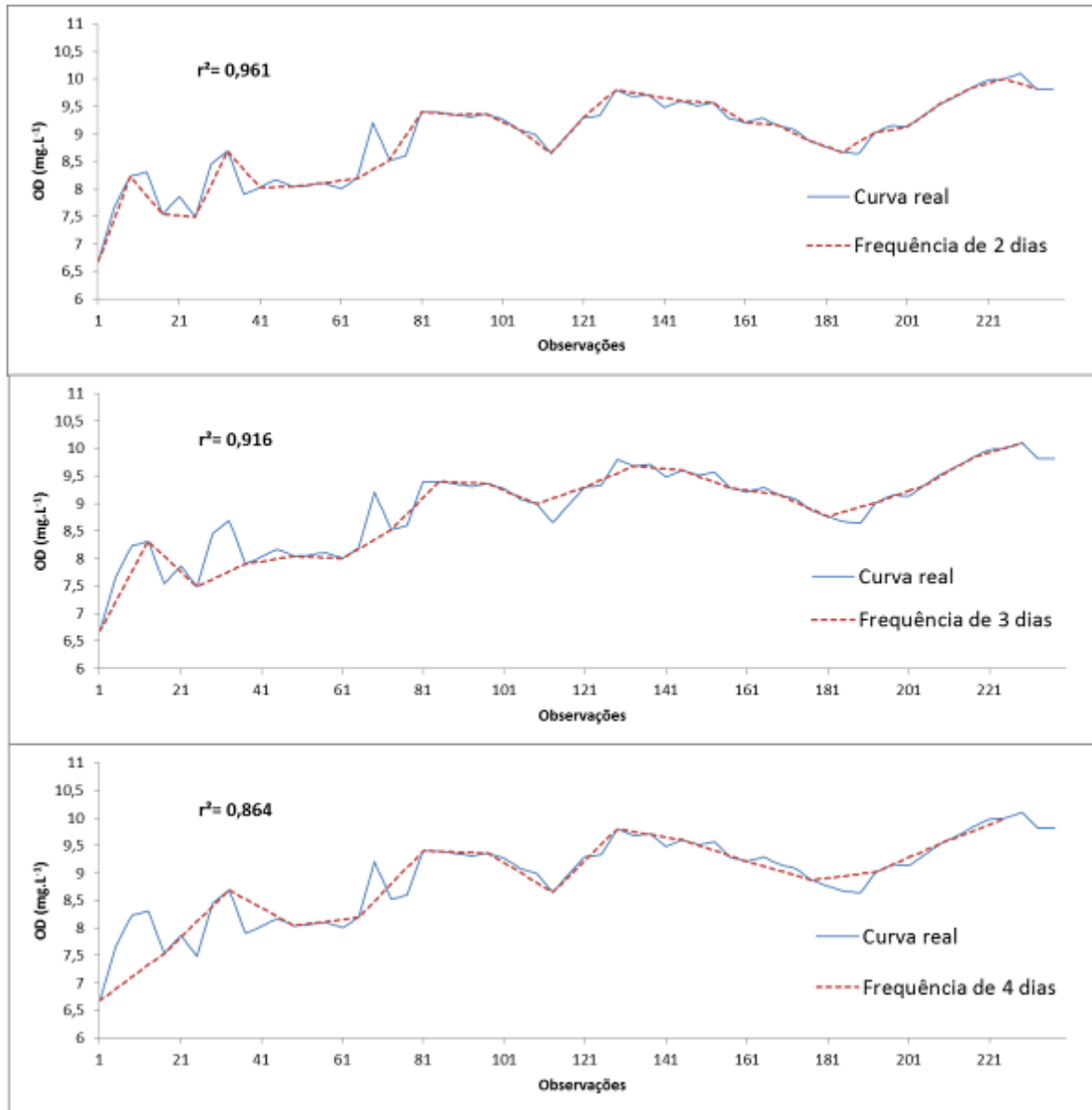


Figura 31 - Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 2, 3 e 4 dias para o Ponto 9 -Jusante Salto.

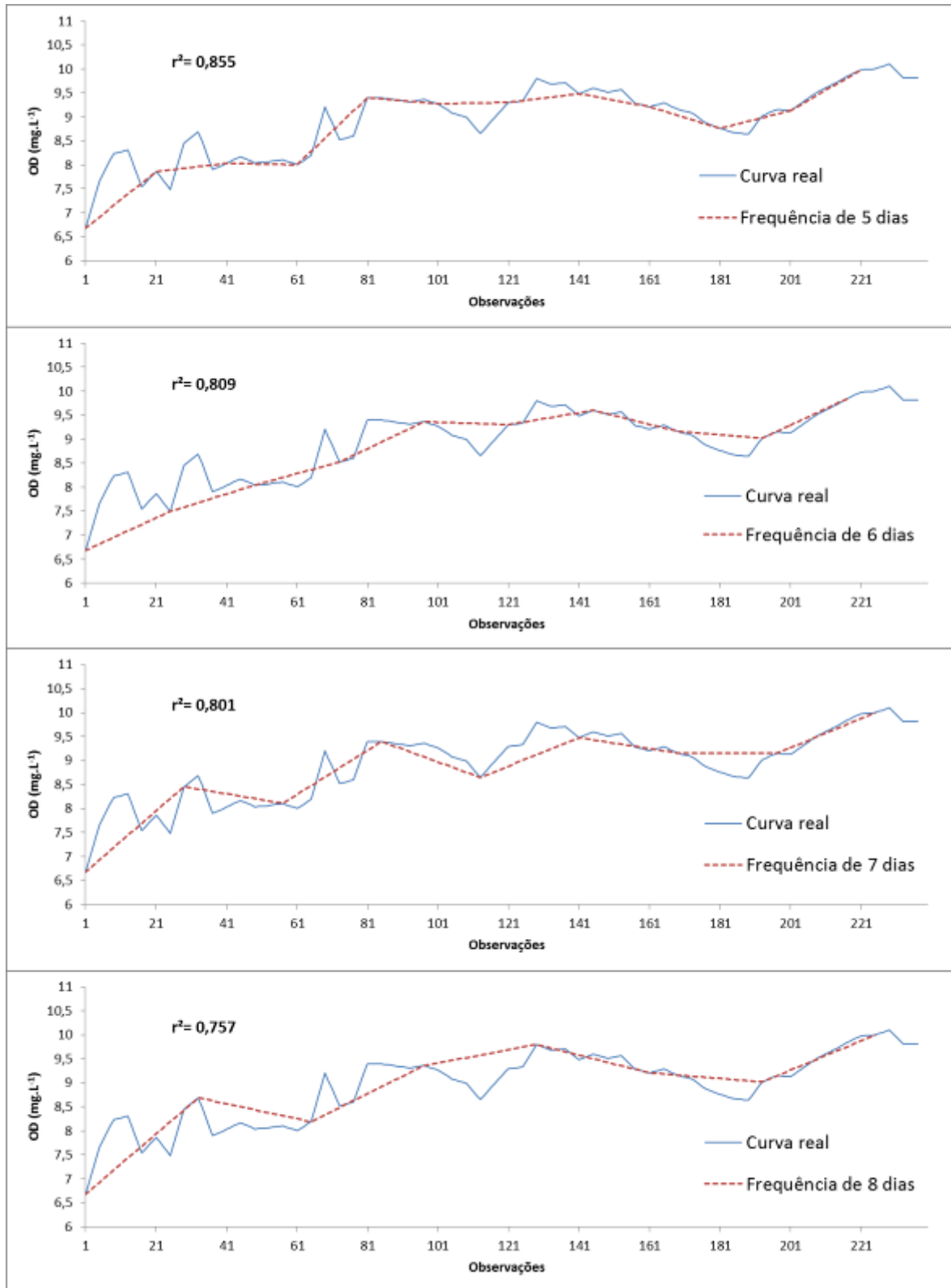


Figura 32 – Comparação entre a curva real de oxigênio dissolvido e as curvas com frequências de 5, 6, 7 e 8 dias para o Ponto 9-Jusante Salto.

Assim como para o ponto P07, os resultados dos coeficientes de determinação das diferentes frequência de monitoramento para o ponto P09 foram plotados em um gráfico (Figura 33) para definir qual seria a frequência escolhida para a estratégia.

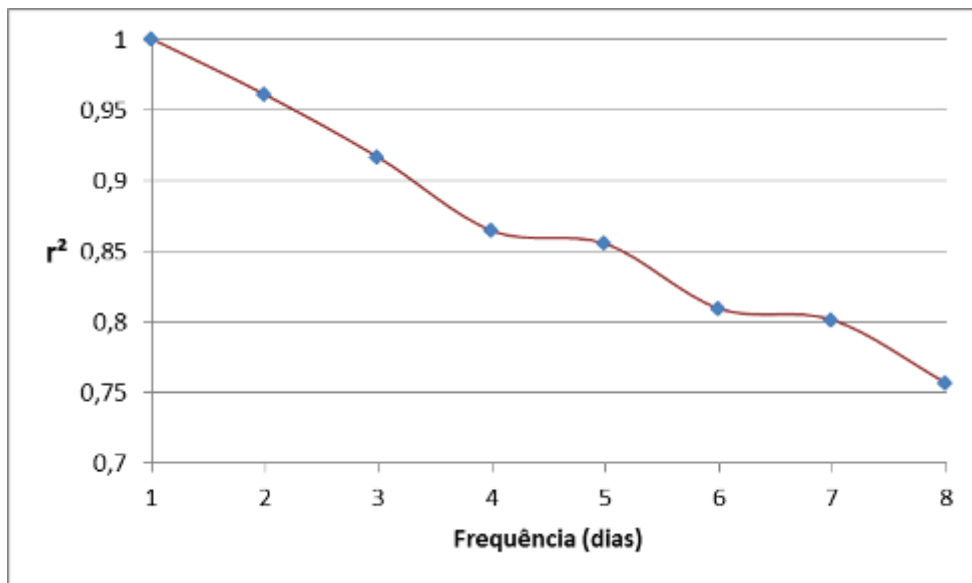


Figura 33 – Coeficiente de determinação para as diferentes frequências no Ponto 9.

Como é possível observar, o  $r^2$  tem um decréscimo acentuado e constante até a frequência de 4 dias, permanecendo praticamente estável até a frequência de 5 dias. Tem um novo decréscimo até a frequência de 6 dias, mantendo-se até a frequência de 7 dias e voltando a cair na frequência de 8 dias.

Se o critério de representatividade de 85% da variabilidade for mantido, uma frequência de 5 dias seria suficiente para ser aplicada ao monitoramento no ponto P09. Todavia, como no ponto P07 a frequência escolhida foi de 4 dias, para manter a praticidade da estratégia, para o ponto P09 a frequência adotada deve ser de 4 dias também.

Tendo em vista que uma semana tem 7 dias, um intervalo de 4 dias tornaria a gestão um pouco complicada, podendo-se optar por exemplo por duas medições na semana, uma na segunda-feira e outra na quinta-feira, a fim de manter a praticidade do processo.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a realização deste estudo foi possível chegar as seguintes conclusões:

- É possível utilizar um sistema de monitoramento em tempo-quase real, que apoie o licenciamento ambiental, com a utilização de uma sonda multiparâmetro. A sonda mostrou-se adequada no auxílio à gestão, tendo em vista que seu uso é prático e dinâmico. A utilização da sonda então possibilitaria o monitoramento, através de um operador, que em tempo hábil poderia disponibilizar a informação ao gestor, para que este tomasse as decisões no que diz respeito à manutenção da qualidade da água no TVR.

- Na comparação com os métodos usuais de análise dos parâmetros feitos em laboratório, a sonda mostrou resultados próximos e com forte correlação, sendo confiável nas determinações para a maioria dos parâmetros testados, e representando um instrumento eficaz de avaliação *in loco*.

- Foi possível observar que UHE PSJ tem influência na qualidade da água, reduzindo as concentrações de oxigênio dissolvido à jusante do seu barramento, o que reforça a importância de um monitoramento que ofereça resultados em tempo quase real.

- A utilização de amostragem feita próxima à margem do rio é representativa para a seção, tendo em vista que a variabilidade ao longo da seção não é significativa. Isto possibilita que a estratégia mantenha sua premissa de simplicidade e robustez, dependendo apenas de um operador e ficando independente de barcos e de estruturas de acesso mais sofisticadas.

- Conclui-se ainda que, para ambos os pontos do TVR, uma frequência de 4 dias é suficiente para uma estratégia de monitoramento em suporte ao licenciamento, funcionando como apoio a operação de um gatilho sanitário no reservatório. A adaptação desta frequência de monitoramento para a semana pode ser, por exemplo, a realização de determinações nas segundas e quintas-feiras.

Como conclusão geral deste estudo fica a proposição de uma estratégia de monitoramento baseada na utilização de uma sonda multiparâmetro, onde o operador fará as determinações próximas a margem do rio, com uma frequência de monitoramento de 4 dias, ou duas vezes por semana, disponibilizando os dados em tempo hábil, para que o gestor visualize a evolução da qualidade da água no TVR.

Como recomendação poderia, por exemplo, ficar a cargo do gestor quando do alerta sanitário, tomar as decisões referentes à operação das vazões no TVR, seja por liberação de maior vazão, ou apenas por alternância entre comportas segmento (de fundo) e basculante

(superficial), a fim de manter as exigências do licenciamento ambiental, no que se refere à qualidade da água no TVR.

Recomenda-se ainda a avaliação do uso desta estratégia de monitoramento para qualquer aproveitamento hidrelétrico que opere com trecho de vazão reduzida, desde que sejam feitas adaptações conforme as características particulares de cada aproveitamento. Estas adaptações envolveriam o conhecimento da variabilidade na seção, os aportes da área incremental, e as variações temporais dos parâmetros de qualidade no TVR.

Para os pequenos aproveitamentos que não dispõem de grande aporte financeiro, a estratégia pode operar sozinha, reduzindo os custos com o monitoramento. Para os grandes aproveitamentos, onde o recurso financeiro é mais disponível, ela pode operar paralelamente a estratégias de monitoramento em tempo real com sensores fixos por telemetria, garantindo a redundância, sempre importante em qualquer processo de segurança.

Cabe aqui também recomendar que se busque, através de um esforço em conjunto dos órgãos de fiscalização ambiental, tanto estaduais como federais, e da Agência Nacional de Energia Elétrica, a discussão sobre a possibilidade de reduzir o número de parâmetros exigidos nos monitoramentos a que fica obrigado o empreendedor, e aumentar a frequência destes, para que se tenha mais segurança sanitária na operação destes empreendimentos.

Como recomendação para estudos futuros, fica aberta a possibilidade de pesquisa para estabelecimento de estratégias de monitoramento em tempo quase-real em suporte ao licenciamento de outros tipos de empreendimentos, como indústrias que precisam lançar seus efluentes, e teriam o gatilho na redução do lançamento, ou em suporte a outorga de irrigação, que teria o gatilho na redução da tomada d'água em situações emergenciais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGSOLVE, **Sonda multiparametrica para qualidade da água**, Disponível em: <[http://www.agsolve.com.br/produto\\_detalhe.php?cod=1082](http://www.agsolve.com.br/produto_detalhe.php?cod=1082)> Acessado em: 17 de fevereiro de 2012.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **O Estado das Águas no Brasil - 1999: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. Brasília, DF: MME [et al.]. 334 p. 1999.

ANEEL. **Matriz de Energia Elétrica 2012**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>> Acesso em 26 mar. 2012.

APHA–AWWA-WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995.953p.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Water Quality for Agriculture. Tradução H.R. Ghety e J. F. de Medeiros, UFPB, Campina Grande PB.1991.217p.

BANCO MUNDIAL, **Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate**. Relatório síntese. 2008

BENDA, L, et al., **The Network Dynamics Hypothesis: How Channel Networks Structure Riverine Habitats**. Bioscience, 54(5):413-427, 2004

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6ª ed. Viçosa-MG. UFV.1995. 657p.

BESSA, P. de A. **Direito Ambiental**. 10ª ed. Ed. Lumem Júris. Rio de Janeiro 2007.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3ª ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. 1986. 640p.

BRANCO, S. M., **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1978. 620p.



BRASIL, Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 01 de setembro de 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm) Acessado em: 15 de março de 2012.

BROWN, C. S. & KING, J. M. Environmental flows: concepts and methods. In: DAVIS, R. & HIRJI, R. (Eds.). **Water Resources and Environment**. Technical Note, Ci. Washington, DC: The World Bank, 2003.

BUNN, S. E. & ARTHINGTON, A. H., Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management**, 30(4): 492-507, 2002.

CAMARGO, A.F.M. et al., The influence of the physiography and human activities on the limnological characteristics of the lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil. **Acta Limnológica**. Brasil, 1996 8: 231-243.

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 1994. p.253

CARVALHO, R.A ; OLIVEIRA, M.C.V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo. 3ª ed.: editora SENAC. São Paulo, 2003.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Operação e manutenção de E.T.A.** São Paulo: Secretaria de Obras Públicas, 1978.

CETESB, **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1ª ed. São Paulo, 1987 155p.

CHIPP, H., **Usinas a fio d'água: um novo desafio para a segurança energética.**, CERPCH, disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/not01.php?id=6161>> , acessado em: 15 de março de 2011.

COIMBRA, R. C. Monitoramento da qualidade da água. In: PORTO, R. L. (Org.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: EDUSP; Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. P. 391-411. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 3)

COLLISCHONN, W. et al., Em busca do Hidrograma Ecológico. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Nov. 2005, **Anais**. CD-ROM.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 06, de 16 de setembro de 1987, editada regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente aquelas nas quais a União tenha interesse relevante como a geração de energia elétrica, no intuito de harmonizar conceitos e linguagem entre os diversos intervenientes no processo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 17 de setembro de 1987. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res87/res0687.html> Acessado em: 25 de março de 2012.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986, estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acessado em: 25 de março de 2012.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html> Acessado em: 26 de março de 2012.

CRUZ, J. C., **Disponibilidade Hídrica para Outorga: Avaliação de Aspectos Técnicos e Conceituais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 189 p. (Tese. Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). 2001.

CRUZ, R. C.; CRUZ, J. C.; SILVEIRA, G. L.; VILLELA, F. S.; Vazões ecológicas e remanescentes em rios alterados por barragens: Estudo de caso. In: **Ciência e Ambiente**, UFSM, Santa Maria, RS, v. 1, n. 41, 2010, p. 175-190

CRUZ, R.C., **Prescrição de vazão ecológica: aspectos conceituais e técnicos para bacias com carência de dados**. Porto Alegre: UFRGS. Tese (Doutorado em Ecologia), Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005 135p.

CRUZ, R. C. ; SILVEIRA, G. L. da ; RIGHES, A. A.; SILVEIRA, A. L. L. da ; MACIEL FILHO, C. L.; BURIOL, G. A. ; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, W. ; VILELLA, F. S.; ROSÁRIO, A. S. do ; PIERIN, L. R., **RELATÓRIO DE ANDAMENTO DA ETAPA 2. ESTUDO DE CASO UHE MONTE CLARO. CONTRATO AEM/S Nº. 1082/2004 efetuado entre a FEPAM e a FATEC**. Desenvolvimento de metodologias de avaliação de impacto de condicionantes significativas do meio físico (vazão remanescente e qualidade da

água) e sua relação com as variáveis operacionais do sistema de geração de energia hidrelétrica.. 2006.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1ª Edição. São Paulo. CETESB, 1992.

ELETOBRAS, **Manual Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas**. ELETOBRÁS. 1984.

ELETROSUL, **UHE Passo do São João – Informações sobreo programa básico ambiental**, Diretoria de Engenharia., 47., 2011

FEEMA, DZ-942.R-7 **Efluentes Líquidos - Diretriz do programa de auto controle de efluentes líquidos - PROCON ÁGUA**, 1990

FEPAM - FUDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Qualidade das Águas do Rio Gravataí - período 1992 a 1994**. Porto Alegre, RS: FEPAM. 66 p. 1996.

FULAN, J. A., DAVANSO, R. C. S., HENRY, R., **A variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água influencia a abundância dos macroinvertebrados aquáticos?**, Revista Brasileira de Biociências, Instituto de Biociências da UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GASTALDINI, M. C. C. & MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D & PAIVA, E. M. C. D. (Org.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. 1.ed. Porto Alegre: Metrópole indústria gráfica, p.429-452, 2001.

GORDON, N. D.; McMAHON, T. A.; FINLAYSON, B. L.; GIPPEL, C. J. & NATHAN, R. . **J. Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 429 p.

GUEDES, H. A. S. et al, Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V16, n5, Campina Grande, PB, 2012.

HAIR, J. F.;ANDERSON,et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre, 2005.

HELLER, L.; DE PÁDUA, V. L.; **Abastecimnto de água para consumo humano**, 2ª edição revisada e atualizada; Editora UFMG, Belo Horizonte, 2010.

HOLLING, C. S. (Ed.). **Adaptive environmental assessment and management**. London: John Wiley & Sons, 1978.

LANNA, A. E.; BENETTI, A. D. **Estabelecimento de critérios para definição da vazão ecológica no Rio Grande do Sul**, relatório 1 – revisão do estado da arte. Porto Alegre: Secretária de Meio Ambiente / Fundação Estadual de Proteção Ambiental. 49p, 2000.

LEME, LEME ENGENHARIA LTDA., **Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte – Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)**, Belo Horizonte, MG, 2009a.

LEME, LEME ENGENHARIA LTDA., **Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte – Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**, Belo Horizonte, MG, 2009b.

MAGALHÃES JUNIOR, A.P. **A situação do monitoramento das águas no Brasil-Instituições e iniciativas**. RBRH.- Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol.5,nº3, jul/set.2000,p.113-115. Porto Alegre/RS:ABRH, 2000.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S Brasil). Qualidade da água do Rio Principal. **Ciência & Cultura**, 39 (2): 164-185. 1987

MARDIA, K.V.; KENT, J. T. & BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979.

MEDAUAR, O. (Org). **Coletânea de legislação de direito ambiental**. 5ª ed. Ed. Revista dos Tribunais. São Paulo. 2006.

MOTA, S., **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187 p.

MPF. **Deficiência em estudo de impacto ambiental. Síntese de uma experiência**. Ministério Público Federal. 4ª Câmara de Supervisão e Coordenação: Escola Superior do Ministério Público da União. Brasília. 2004.

NAIMAN, R. J. et al., Legitimizing fluvial ecosystems as users of water: an overview. **Environmental Management**, 30(4): 455-467, 2002.

PEREIRA, P. J. C. R., **Desafios do licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas: um estudo de caso da UHE Itapebi** . Rio de Janeiro: UFRJ, 2011

POFF, L. N. et al., **The Natural Flow Regime: a paradigm for river conservation and restoration**. *BioScience*, 47(11):769-784, 1997

POSTEL, S. & CARPENTER, S. **Freshwater Ecosystem Services**. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Gretchen C. Daily. Washington, D.C., USA., Island Press. 1997

POSTEL, S. & RICHTER, B., **Rivers for Life: Managing Water for People and Nature**. Washington, D. C.: Island Press, 2003. 253 p.

RODE, M. & SUHR, U., Uncertainties in selected river water quality data, **Hydrology and Earth System Sciences**, 2007

SARMENTO, R., PELISSARI, V. B., Determinação da vazão residual dos rios: Estado da arte. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13., 1999, Belo Horizonte, MG. **Livro de Resumos BH**: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999, p.153.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmental engineering**. 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994. 658p.

SHEEREN, L. W., **Análise das características da Bacia Hidrográfica Ijuí (U90), utilizando imagens de satélite CBERS**. Parecer do Ministério Público. DAT-MA nº 2849/2008, Porto Alegre, 2008.

SILVA, A.G. **Turismo e Impactos Sócio - ambientais no Litoral Sul de João Pessoa**, **Pb**. 6º Encontro de Geógrafos da América Latina . Argentina, 1997.

SILVA, R. L. L.; PICCILLI, D. G. A.; SILVEIRA, G. L.; PADILHA, D. G.; HORN, J. F. C.; **Incremento da variável uso do solo na análise relativa à erosão da metodologia MMA**. In: XIX Simpósio brasileiro de recursos hídricos, 2011, Maceió. XIX Simpósio brasileiro de recursos hídricos, 2011.

SILVEIRA, G. L.; CRUZ, R. C.; CRUZ, J. C.; VILLELA, F. S.; Vazões ecológicas e remanescentes em rios alterados por barragens. In: **Ciência e Ambiente**, UFSM, Santa Maria, RS, v. 1, n. 41, 2010, p. 161-174

SOARES, P. F., **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. 2001. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SOUZA, C. F., **Vazões ambientais em hidrelétricas: Belo Monte e Manso**. Tese de doutorado submetida ao programa de pos-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental da universidade federal do rio grande do sul. IPH-URGS. 2009

TALIULI, Y. S. et al, Avaliação da precisão de um kit comercial de análise de água por comparação com a titulometria. In: VI Jornada de iniciação científica, desenvolvimentoo tecnológico e inovação. **Anais**. Vitória, ES. 2011.

TUCCI, C. E. M., **Desafio crescente da energia no Brasil**, In: Blog do Tucci, disponível em: <<http://rhama.net/wordpress/?p=208>> , acessado em: 15 de março de 2011.

VICINI, L., **Análise multivariada da teoria à pratica**. CCNE, UFSM, Santa Maria, 2005.

VON SPERLING, M.; **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. 243 p.

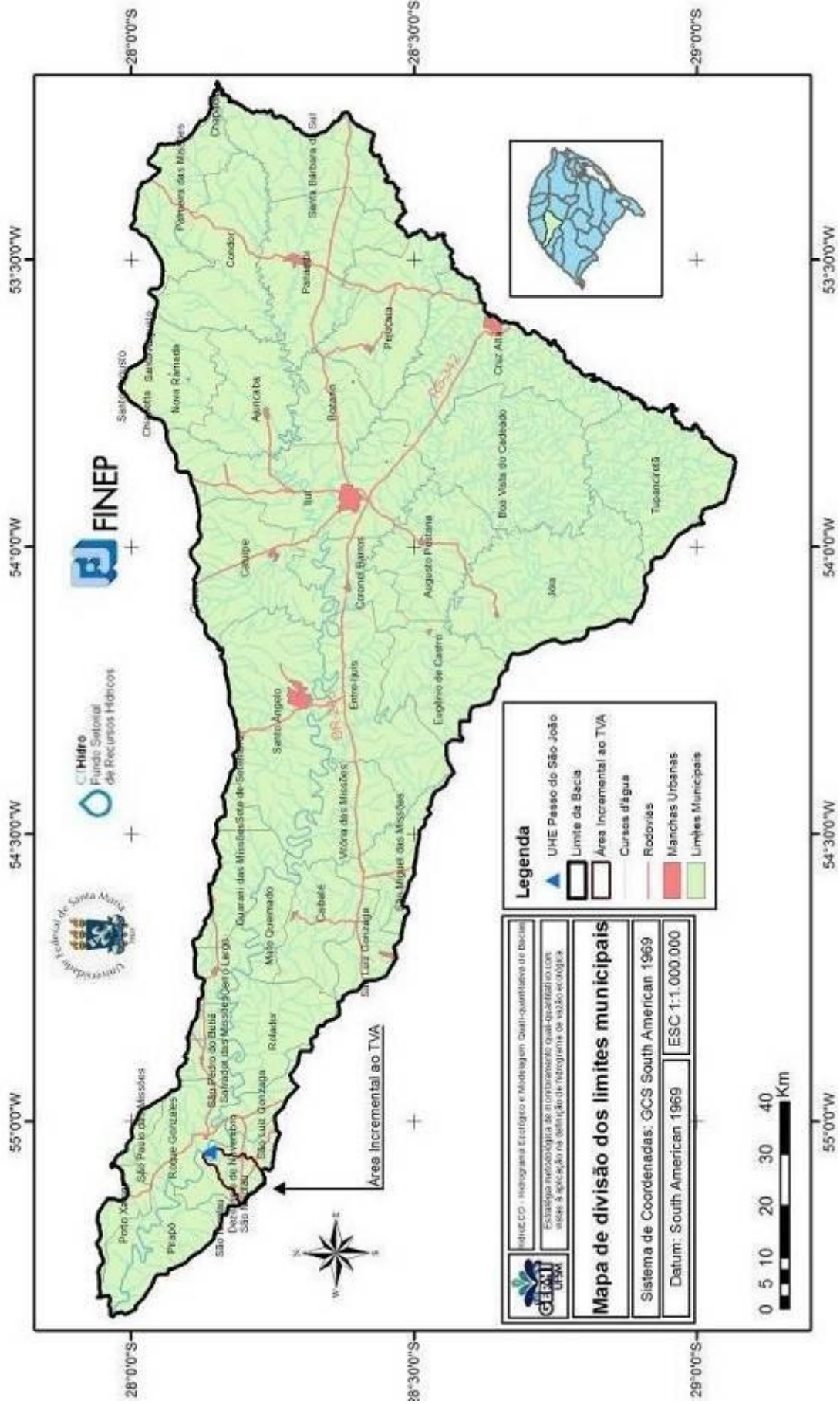
ZUMACH, R. **Enquadramento de curso de água Rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau**. Florianópolis, 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

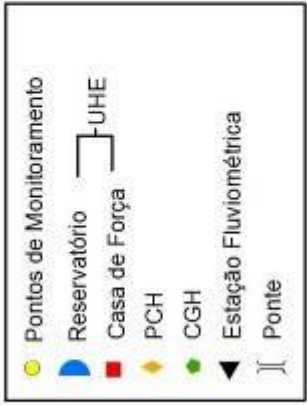
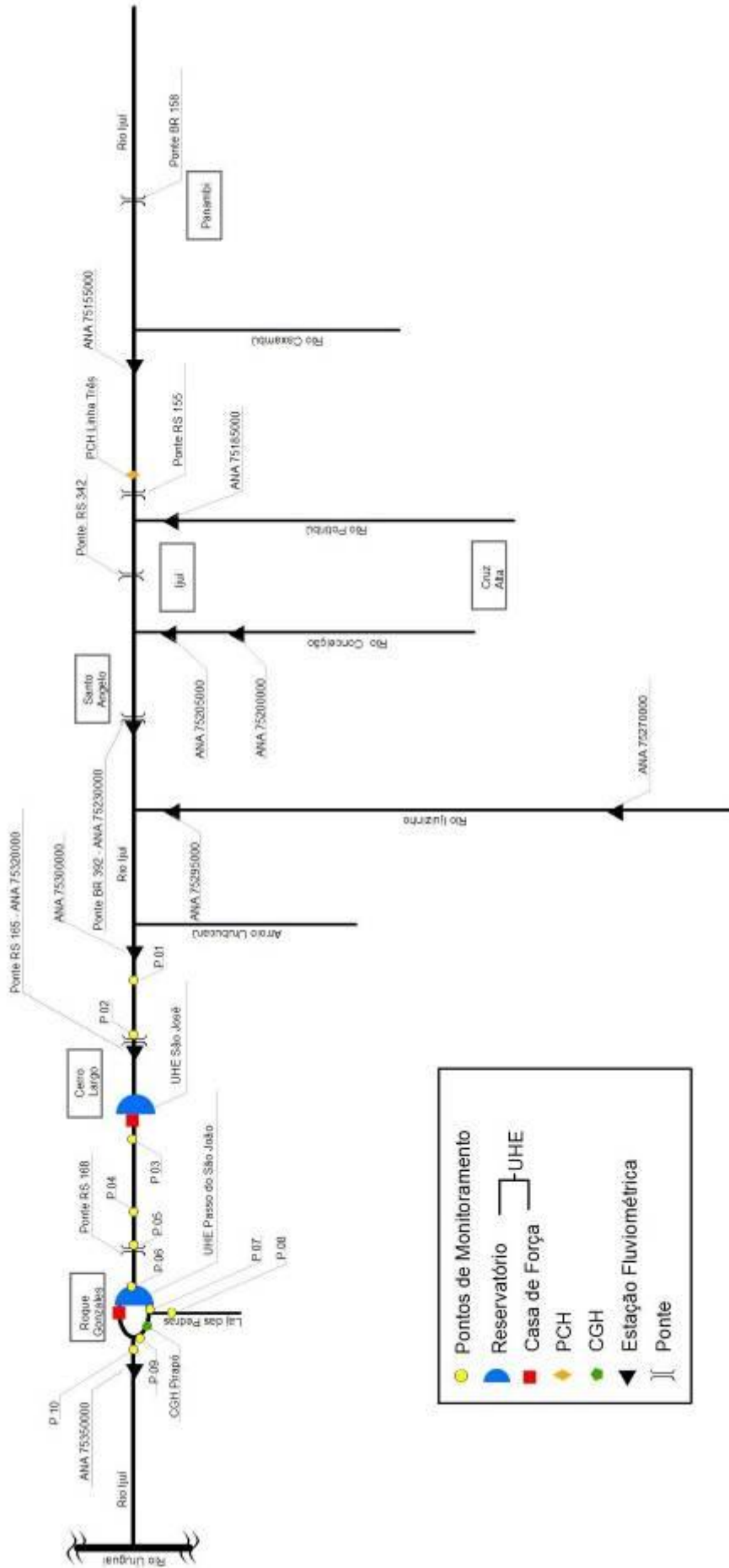
## APÊNDICES

## **Apêndice A**

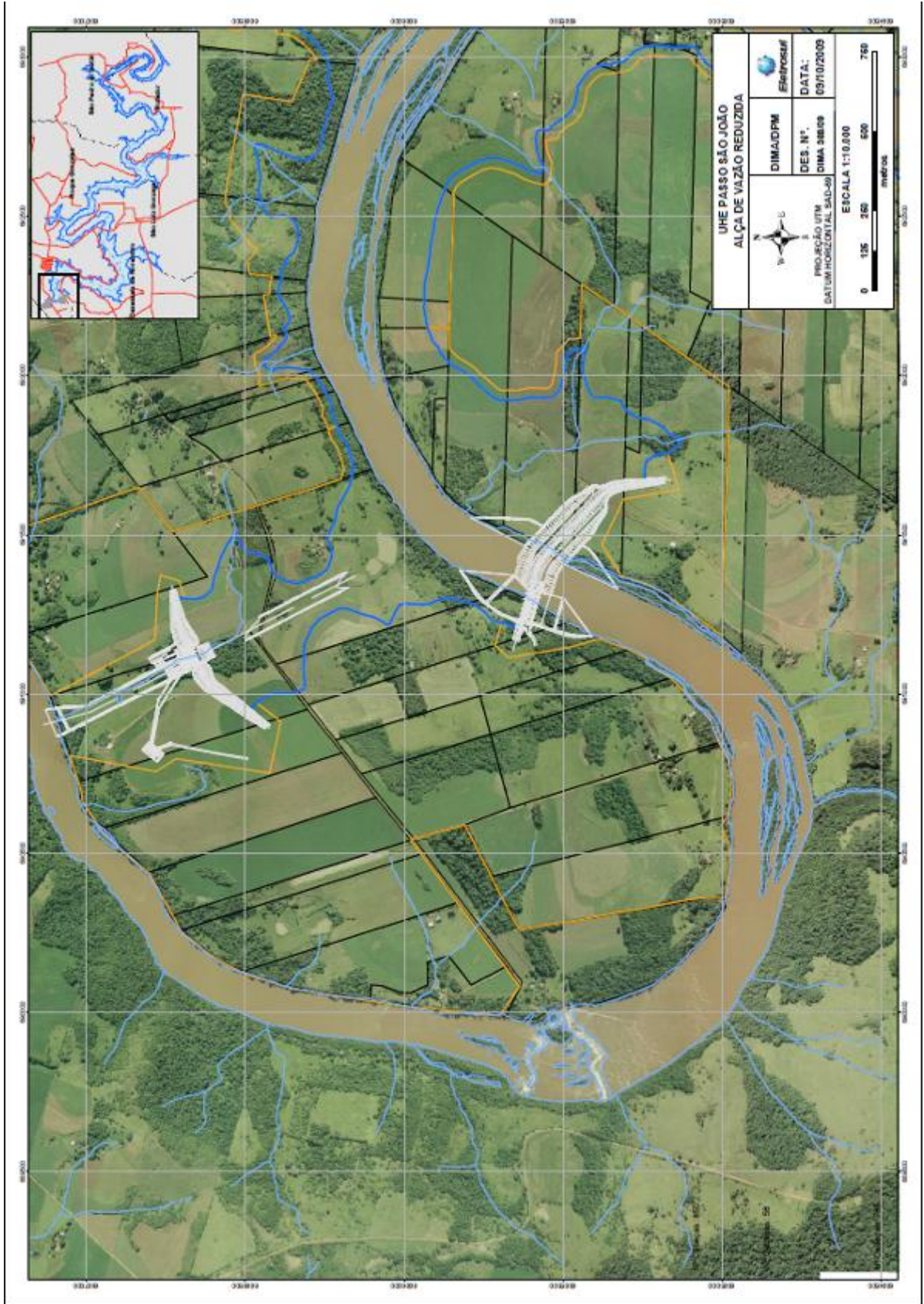
### **Base Cartográfica**



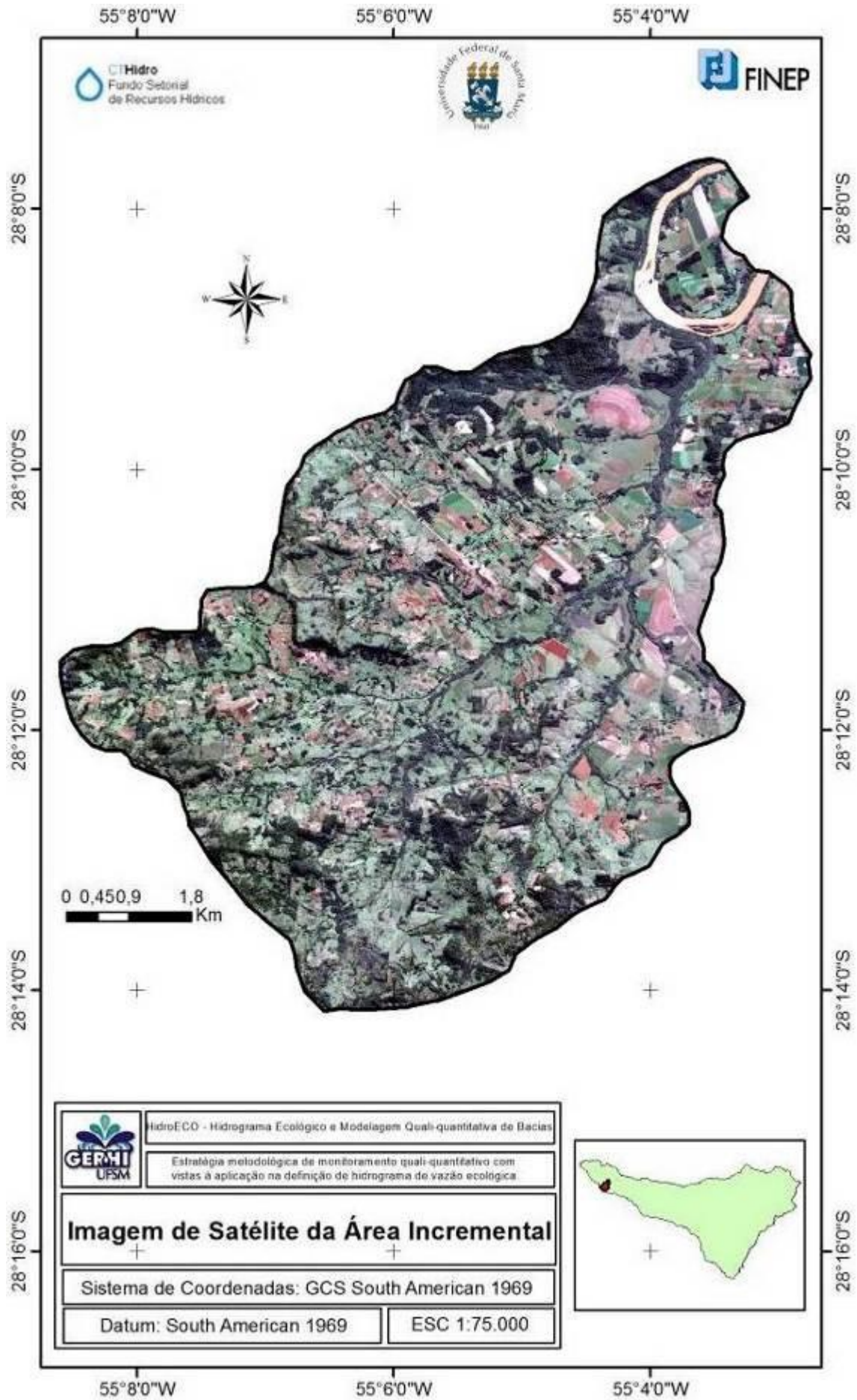


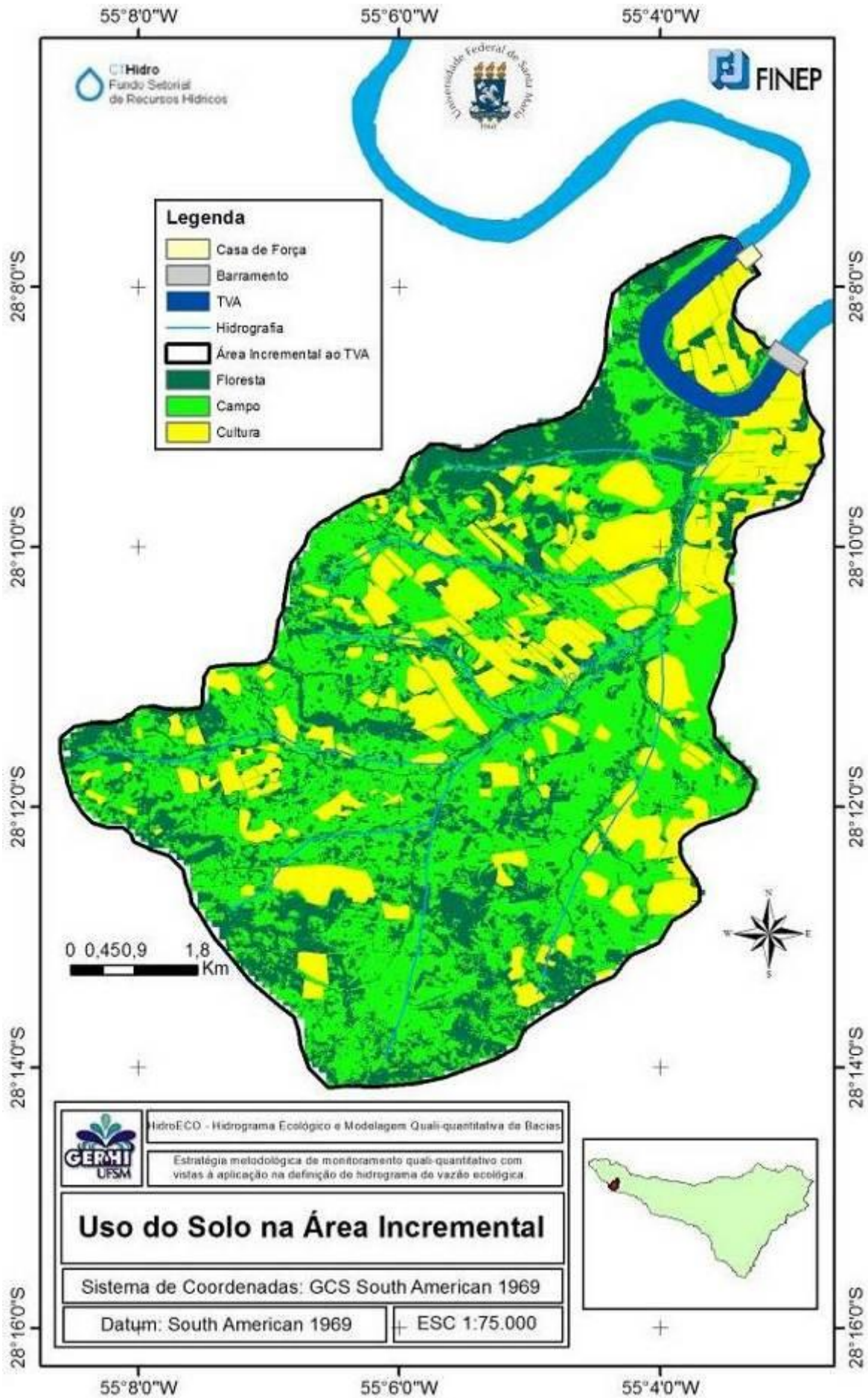












## **Apêndice B**

### **Detalhes dos pontos de monitoramento**

Ponto 1 – Montante UHE São José – Km 00

O Ponto 1 localiza-se a montante do reservatório da UHE SJ, com coordenadas 28°12'59,71" S e 54°40'07,26" O, na estrada que vai de Cerro Largo para Rolador passando pela balsa. Este ponto permite o conhecimento da situação da qualidade da água antes de entrar no complexo de reservatórios.

Neste ponto existe uma balsa que proporciona a travessia de veículos sobre o Rio Ijuí. A mesma balsa foi utilizada como plataforma para a utilização da sonda. Neste ponto só foram feitas análises com a sonda multiparâmetro, com frequência semanal, não sendo realizada campanha convencional devido a dificuldade de estabelecer logística de coleta que permitisse transporte das amostras para os laboratórios, tendo em vista que alguns parâmetros tem limitação de tempo de coleta até a análise. Essa limitação se aplica também aos pontos 2, 3, 8 e 10.

Ponto 2 – Reservatório UHE São José – Km 20

O Ponto 2 está localizado no reservatório da UHE São José, com coordenadas 28°10'38,84" S e 54°44'23,00" O, sob a Ponte da RS 165, mais conhecida como Ponte Mística. Este ponto já está caracterizado como área de reservatório pois tem as condições de fluxo alteradas, não existindo condições lógicas. Sendo assim, ele se torna importante para o entendimento da influência da mudança de fluxo nas características qualitativas da água. O acesso à utilização da sonda se dá pelas estruturas da ponte. Assim como o ponto anterior, este não possui coleta para análise em laboratório, pelos mesmos motivos citados anteriormente.

Ponto 3 – Jusante UHE São José – Km 35

O Ponto 3 fica a jusante do barramento da barragem da UHE São José, com coordenadas 28°10'52,48" S e 54°50'07,37" O, ele está situado na travessia de balsa entre os municípios de Salvador das Missões e Rolador. Neste ponto as características já são de rio, pois já não possui mais as características do reservatório da UHE São José, e ainda não sofre a influência da barragem que o sucede, a da UHE Passo do São João.

Todo este contexto faz com que este ponto caracterize o cenário de transição entre os dois reservatórios integrantes do complexo, se tornando um ponto importante de monitoramento.

A balsa existente no local serviu de plataforma para a utilização da sonda multiparâmetro, não sendo realizada coleta convencional para este ponto por motivos já citados.

*Ponto 4 – Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168*

O Ponto 4 fica no reservatório da UHE Passo do São João, com coordenada 28°08'31,66" S e 55°00'25,15" O, à aproximadamente 4,5 km a montante da Ponte da RS 168, que vai de Roque Gonzales à São Luiz Gonzaga. Esse é o primeiro dos três pontos no lago da UHE PSJ, tem coleta convencional e frequência de monitoramento de 14 dias, que é feita com a utilização de embarcação.

*Ponto 5 – Lago UHE PSJ Ponte RS 168 – Km 80*

O Ponto 5 fica sob a Ponte da RS 168, com coordenadas 28°10'07,24" S e 55°00'09,33" O. Este ponto tem coleta convencional com frequência de 14 dias, feita através de embarcação, e monitoramento com a sonda a cada 7 dias, feito com embarcação e a partir da estrutura da ponte. Este ponto, assim como o anterior, caracteriza-se pela ausência de regime lóxico. A importância do monitoramento neste ponto, juntamente com o anterior, está na análise das alterações na qualidade da água a medida que o reservatório vai se afastando das características lóxicas e aproximando-se das características lênticas.

*Ponto 6 – Lago UHE PSJ Barramento*

O Ponto 6 está situado na bóia mais próxima ao barramento da UHE PSJ, com coordenadas 28°08'14,34" S e 55°02'49,65" O. Este ponto tem coleta convencional com frequência de 14 dias, utilizando embarcação, e dos pontos do reservatório da UHE PSJ é o que tem o regime lêntico mais caracterizado.

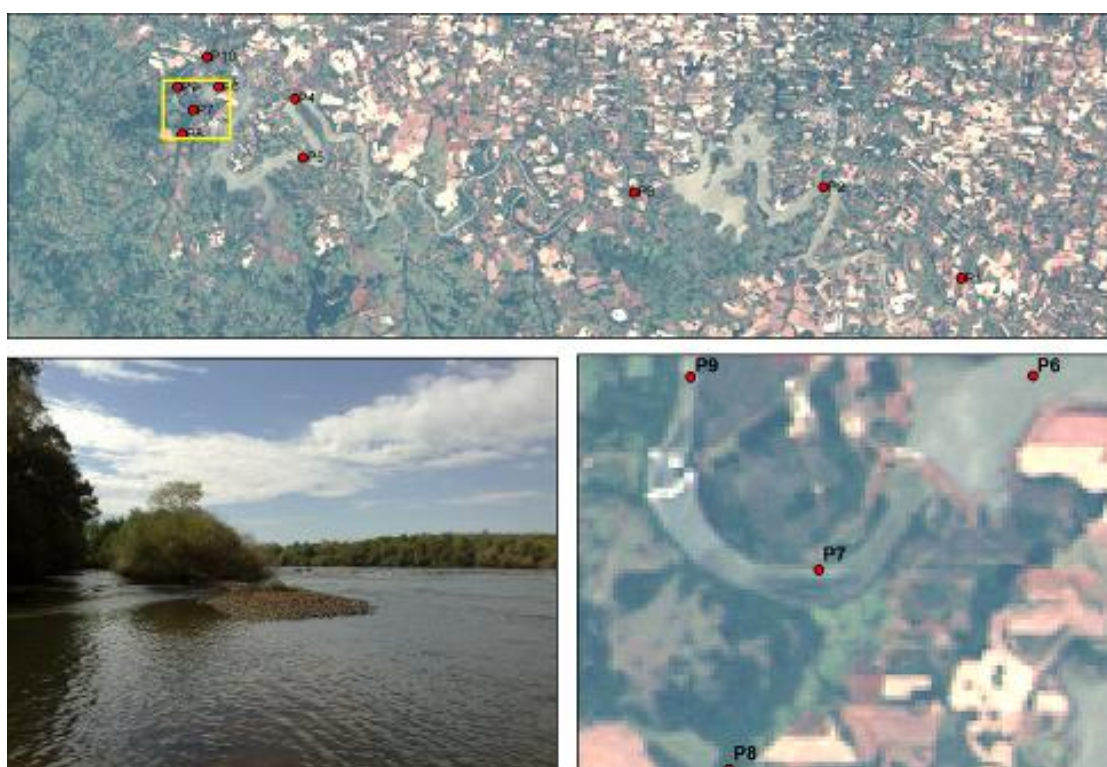
Este ponto serve para fazer o fechamento da análise da evolução dentro do reservatório, e também conhecer as condições da água que vai fluir no TVR, objeto principal deste estudo.



### Ponto 7 – Montante Salto – Km 92

O Ponto 7 é o primeiro ponto no TVR, com coordenadas  $28^{\circ}08'51,75''$  S e  $55^{\circ}03'27,81''$  O. Este ponto está situado no antigo Balneário Granito, à Montante do Salto Pirapó, e antes da contribuição do principal afluente da Área Incremental ao TVR. Este ponto foi monitorado com frequência de 6 horas, e é parte integrante da análise principal do estudo deste projeto.

Este primeiro ponto no TVR é de suma importância para o conhecimento da influência da operação das estruturas hidráulicas nas características qualitativas da água. Para este ponto foram coletados os dados de vazão, sendo estes os dados fornecidos pelo setor de operação da usina, referentes as vazões efluentes das comportas segmento.



### Ponto 8 – Riacho Lajeado das Pedras

O Ponto 8 está localizado no Riacho Lajeado das Pedras, sob coordenadas  $28^{\circ}09'31,67''$  S e  $55^{\circ}03'46,83''$  O. Este é o único ponto que não está localizado no Rio Ijuí, mas sua importância está no fato de ele monitorar o curso d'água que corresponde a drenagem de

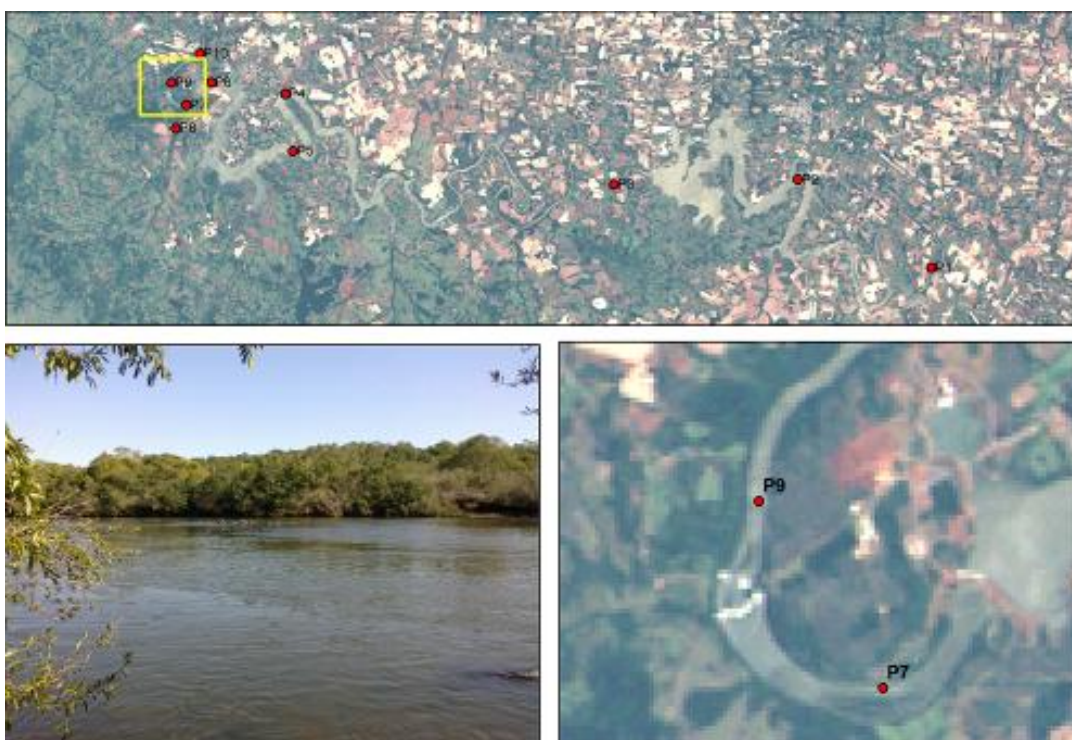
aproximadamente 90% da área incremental ao TVR, sendo representante das possíveis cargas que serão diluídas ao chegarem ao curso principal, o Rio Ijuí.

Este ponto foi monitorado através de sonda multiparâmetro, com frequência diária, e não foram feitas coletas convencionais pelas dificuldades logísticas citadas anteriormente. Os dados de vazão para este ponto foram obtidos através de medição com molinete fluviométrico modelo Gurley.

#### Ponto 9 – Jusante Salto – Km 94

O Ponto 9 está situado no TVR, a jusante do Salto Pirapó, no antigo balneário Cachoeirão com coordenadas  $28^{\circ}08'19,95''$  S e  $55^{\circ}03'57,19''$  O. Este ponto teve frequência de monitoramento de 6 horas, e juntamente com o ponto de montante do Salto, faz parte da análise central deste estudo.

A importância deste ponto está na análise da evolução da qualidade da água dentro do TVR, tendo em vista as possíveis alterações causadas pelo aporte da área incremental e pela oxigenação natural promovida pelo Salto Pirapó. Para este ponto, assim como para o ponto 7, foram coletados os dados de vazão, sendo estes os dados fornecidos pelo setor de operação da usina, referentes as vazões efluentes das comportas segmento.



Ponto 10 – Jusante Canal de Fuga UHE PSJ – Km 96

O Ponto 10 está situado no trecho de restituição de vazões, ou seja, após a confluência das vazões vertidas e turbinadas pela Usina. Sob coordenadas 28°07'27,35" S e 55°03'05,80" O, este ponto tem frequência de monitoramento de 7 dias, e é de suma importância para o fechamento da análise da evolução dos parâmetros ao final do complexo, sendo o resultado de todas as alterações decorrentes das interações existentes no sistema em cascata.

Neste ponto existe uma balsa que faz a travessia de veículos sobre o Rio Ijuí, e a mesma foi utilizada como base para o levantamento com sonda multiparâmetro, não sendo realizada coleta convencional por motivos já citados.

## **Apêndice C**

### **Resultados do monitoramento alternativo**

**- Ponto 1 – Montante UHE São José**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	14:44:17		25.2	998	11.8	08.03	-074.6	+0195.1	08.58	39	25641	25	00.01
23/04/2012	09:07:33		23.6	1001	14.4	07.91	-068.1	+0174.4	08.04	56	18181	36	00.02
30/04/2012	16:22:00		19.0	1004	12.5	07.85	-063.5	+0199.0	08.67	38	29411	24	00.01
07/05/2012	08:43:30		19.9	1002	10.9	07.98	-063.0	+0174.7	09.93	49	22222	31	00.02
14/05/2012	15:57:14		19.1	998	21.4	08.05	-068.1	+0165.8	09.76	41	27027	26	00.02
21/05/2012	08:45:16		19.5	1002	15.8	07.98	-065.0	+0158.5	10.02	44	25000	28	00.02
28/05/2012	16:28:34		21.3	994	29.8	08.00	-065.9	+0129.9	09.33	45	23255	29	00.02
04/06/2012	08:42:51		18.9	995	18.2	07.80	-054.3	+0136.0	09.56	44	25000	28	00.02
11/06/2012	16:20:01		14.9	995	23.4	08.01	-065.0	+0118.1	10.54	38	31250	24	00.01

**-Ponto 2 – Reservatório UHE São José**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	15:08:04		26.2	998	38.7	07.78	-059.7	-0023.1	06.16	37	26315	24	00.01
23/04/2012	09:33:54		23.4	1001	41.1	07.70	-055.7	+0157.4	06.06	43	23809	27	00.02
30/04/2012	16:48:05		19.8	1003	44.1	07.65	-051.6	+0194.2	06.78	38	28571	24	00.01
07/05/2012	09:12:56		20.5	1002	34.9	07.92	-059.5	+0176.5	09.69	50	21739	32	00.02
14/05/2012	16:21:17		20.2	997	41.7	07.57	-040.5	+0164.5	07.68	45	23809	29	00.02
21/05/2012	09:09:01		19.5	1001	34.7	07.74	-050.7	+0167.6	09.43	42	26315	27	00.02
28/05/2012	16:51:41		21.1	993	29.9	07.85	-057.2	+0139.1	09.84	45	23809	29	00.02
04/06/2012	09:15:39		19.1	997	42.4	07.54	-038.9	+0143.0	07.42	44	25000	28	00.02
11/06/2012	16:43:54		16.4	996	41.7	07.67	-046.3	+0115.9	09.54	41	28571	26	00.02

**-Ponto 3 – Jusante UHE São José**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	15:50:35		25.9	1000	18.7	07.85	-063.7	+0104.7	09.24	36	27027	23	00.01
23/04/2012	10:13:53		23.4	1005	11.4	07.79	-060.4	+0146.6	08.13	40	25641	26	00.02
30/04/2012	17:27:43		21.1	1006	25.4	07.76	-058.8	+0166.9	08.93	37	28571	24	00.01
07/05/2012	09:52:45		20.0	1005	46.2	07.83	-054.1	+0181.9	09.46	43	25000	27	00.02
14/05/2012	17:00:36		20.4	1001	36.1	08.09	-071.1	+0138.8	10.40	39	27777	25	00.01
21/05/2012	09:43:49		19.2	1004	32.3	07.84	-055.7	+0154.8	09.77	38	28571	24	00.01
28/05/2012	17:27:50		21.2	996	33.2	07.74	-050.6	+0131.4	09.69	40	26315	26	00.02
04/06/2012	09:52:34		19.3	999	34.1	07.61	-043.6	+0141.1	09.74	39	27777	25	00.01
11/06/2012	17:21:49		17.3	999	35.5	07.80	-054.0	+0088.6	10.80	35	32258	22	00.01

**-Ponto 4 – Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	09:52:21		25.6	1004	07.2	07.68	-053.5	+0253.3	06.33	37	26315	24	00.01
30/04/2012	09:02:11		20.5	1010	09.1	07.50	-043.2	+0198.8	06.07	38	28571	24	00.01
14/05/2012	08:53:55		20.3	1003	15.2	07.43	-032.7	+0184.1	08.54	39	27777	25	00.01
28/05/2012	08:43:43		20.2	999	16.9	07.36	-028.3	+0151.9	08.30	39	27777	25	00.01
11/06/2012	08:56:04		16.2	1002	27.3	07.33	-026.6	+0168.2	07.82	32	35714	20	00.01

**-Ponto 5 – Lago UHE PSJ Ponte RS 168**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	10:04:15		25.1	1004	08.4	07.55	-046.6	+0241.7	06.23	36	27777	23	00.01
23/04/2012	17:01:20		24.4	1002	04.5	07.73	-057.0	+0167.2	06.52	42	23809	27	00.02
30/04/2012	08:48:13		21.1	1009	08.9	07.52	-045.0	+0205.0	05.88	38	27777	24	00.01
07/05/2012	10:28:25		20.5	1006	07.0	07.51	-035.6	+0181.0	07.48	45	23809	29	00.02
14/05/2012	08:40:02		20.2	1004	15.1	07.34	-027.0	+0192.2	06.84	39	27777	25	00.01
21/05/2012	10:16:24		20.0	1004	24.6	07.54	-038.8	+0170.0	08.23	40	27027	26	00.02
28/05/2012	08:32:42		20.6	999	14.9	07.47	-035.0	+0141.9	08.77	40	27027	26	00.02
04/06/2012	10:26:25		19.5	999	19.8	07.37	-029.5	+0131.6	07.08	39	27777	25	00.01
11/06/2012	08:44:16		16.6	1001	25.0	07.36	-028.2	+0160.6	07.79	34	34482	22	00.01

**-Ponto 6 – Lago UHE PSJ Barramento**

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	10:25:41		25.7	1003	05.9	07.66	-052.5	+0229.7	08.18	31	31250	20	00.01
30/04/2012	08:24:57		21.8	1008	08.6	07.65	-052.2	+0192.3	05.17	38	27777	24	00.01
14/05/2012	08:16:16		20.7	1003	15.6	07.52	-038.7	+0183.4	08.35	39	27027	25	00.01
28/05/2012	08:11:26		20.7	999	19.2	08.08	-071.0	+0104.0	10.30	42	25641	27	00.02
11/06/2012	08:21:20		17.6	1002	23.5	07.37	-028.7	+0154.7	07.27	36	31250	23	00.01

**-Ponto 7 – Montante Salto**

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
13/04/2012	12:00:00	11:50:35	56,6	25.2	999	06.8	06.94	-016.4	+0194.1	03.62	16	62500	10	00.00
13/04/2012	18:00:00	18:26:21	18	24.8	994	09.4	07.02	-012.5	+0258.1	03.73	26	38461	16	00.01
14/04/2012	00:00:00	00:08:03	18	24.6	998	10.9	07.00	-011.2	+0270.1	03.96	26	38461	16	00.01
14/04/2012	06:00:00	07:01:21	28,1	24.8	993	07.2	07.00	-010.7	+0287.1	03.64	26	38461	16	00.01
14/04/2012	12:00:00	11:52:05	28,1	25.1	998	07.4	07.35	-031.8	+0256.1	04.39	33	30303	21	00.01
14/04/2012	18:00:00	17:52:33	28,1	24.7	998	08.3	07.02	-012.2	+0292.5	03.66	29	34482	18	00.01
15/04/2012	00:00:00	23:40:07	28,1	24.7	1000	10.2	07.59	-046.0	+0267.7	03.91	31	32258	20	00.01
15/04/2012	06:00:00	06:42:44	28,1	24.8	1002	09.4	07.47	-038.4	+0282.2	04.94	30	33333	19	00.01
15/04/2012	12:00:00	11:34:55	28,1	25.6	1005	10.3	07.46	-038.9	+0224.5	06.05	31	31250	20	00.01
15/04/2012	18:00:00	17:57:34	28,1	24.8	1002	10.0	07.28	-029.9	+0220.3	04.45	33	30303	21	00.01
16/04/2012	00:00:00	23:32:01	24,3	24.6	1003	06.9	06.83	-002.9	+0292.2	04.14	32	31250	20	00.01
16/04/2012	06:00:00	08:15:25	24,3	24.7	1005	09.9	07.78	-058.8	+0270.7	04.48	33	30303	21	00.01
16/04/2012	12:00:00	11:48:20	25,3	25.7	1005	07.5	07.41	-037.4	+0219.2	05.61	33	29411	21	00.01
16/04/2012	18:00:00	17:50:37	25,3	24.9	1002	09.1	07.00	-013.8	+0154.5	04.00	36	27777	23	00.01
17/04/2012	00:00:00	23:27:51	26,2	24.5	1002	09.8	07.41	-037.9	+0159.3	02.62	35	28571	22	00.01
17/04/2012	06:00:00	07:01:59	30	24.6	1003	11.0	07.52	-044.1	+0188.4	02.97	35	28571	22	00.01
17/04/2012	12:00:00	11:58:25	30	25.4	1005	07.5	07.59	-048.5	+0209.1	03.93	35	27777	22	00.01
17/04/2012	18:00:00	17:57:03	26,2	24.8	1003	09.8	07.48	-042.0	+0216.0	03.86	34	29411	22	00.01
18/04/2012	00:00:00	23:28:21	30	24.6	1004	09.7	07.55	-045.1	+0232.8	03.09	34	29411	22	00.01
18/04/2012	06:00:00	06:56:54	30	24.6	1004	10.9	07.53	-044.7	+0237.3	03.38	35	28571	22	00.01
18/04/2012	12:00:00	11:53:12	26,2	25.5	1006	06.7	07.50	-043.0	+0255.1	04.87	35	27777	22	00.01
18/04/2012	18:00:00	17:57:58	18,9	24.9	1001	08.3	07.41	-038.4	+0223.4	03.73	34	29411	22	00.01
19/04/2012	00:00:00	23:40:10	30	24.8	1002	13.1	07.45	-037.9	+0234.2	03.56	33	30303	21	00.01
19/04/2012	06:00:00	06:57:23	30	24.8	1000	09.8	07.43	-039.2	+0201.6	03.49	35	28571	22	00.01
19/04/2012	12:00:00	12:01:53	25,6	24.8	1005	08.3	07.45	-039.5	+0249.8	04.52	36	27777	23	00.01
19/04/2012	18:00:00	17:54:52	25,3	24.5	998	10.3	07.43	-037.7	+0256.7	05.86	35	28571	22	00.01
20/04/2012	00:00:00	23:37:34	25,3	24.8	1002	09.7	07.49	-042.8	+0241.5	07.12	34	29411	22	00.01
20/04/2012	06:00:00	06:55:37	25,3	24.7	1000	09.5	07.46	-040.5	+0263.2	05.87	36	27777	23	00.01
20/04/2012	12:00:00	12:47:49	25,3	25.6	999	08.8	07.45	-040.7	+0238.2	07.23	35	27777	22	00.01
20/04/2012	18:00:00	17:59:38	25,3	24.8	997	07.6	07.24	-025.4	+0205.6	06.57	36	27777	23	00.01



Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
21/04/2012	00:00:00	23:45:45	25,3	24.6	999	09.4	07.14	-021.7	+0177.8	05.55	36	27777	23	00.01
21/04/2012	06:00:00	06:45:42	25,3	24.6	1001	11.3	07.27	-028.5	+0248.7	05.85	35	28571	22	00.01
21/04/2012	12:00:00	11:53:00	25,3	25.4	1003	10.4	07.44	-038.3	+0194.3	07.09	34	28571	22	00.01
21/04/2012	18:00:00	17:43:03	25,3	24.6	1002	08.5	07.43	-038.4	+0229.4	06.20	34	29411	22	00.01
22/04/2012	00:00:00	23:35:28	25,3	24.4	1006	06.4	07.22	-026.0	+0253.5	05.40	36	27777	23	00.01
22/04/2012	06:00:00	06:45:03	28,1	24.5	1006	03.4	07.54	-044.5	+0237.2	05.88	38	26315	24	00.01
22/04/2012	12:00:00	11:55:11	28,1	25.1	1007	03.2	07.57	-046.1	+0221.2	06.73	39	25641	25	00.01
22/04/2012	18:00:00	17:49:10	28,1	24.6	1003	04.2	07.38	-036.6	+0148.6	07.08	37	27027	24	00.01
23/04/2012	00:00:00	00:26:21	28,1	24.5	1004	03.6	07.64	-052.0	+0197.7	06.08	39	25641	25	00.01
23/04/2012	06:00:00	06:58:07	28,1	24.3	1004	02.4	07.53	-046.1	+0175.8	06.15	39	25641	25	00.01
23/04/2012	12:00:00	12:12:58	28,1	25.0	1005	03.6	07.58	-048.6	+0186.5	07.22	39	25641	25	00.01
23/04/2012	18:00:00	17:36:24	29,9	24.2	1004	03.9	07.62	-050.4	+0128.4	06.33	38	26315	24	00.01
24/04/2012	00:00:00	23:36:24	29,9	23.8	1005	06.0	07.46	-041.3	+0183.6	06.06	35	28571	22	00.01
24/04/2012	06:00:00	06:38:38	29,9	23.7	1005	02.1	07.53	-045.6	+0237.6	06.26	36	27777	23	00.01
24/04/2012	12:00:00	12:24:59	29,9	24.6	1003	04.6	07.66	-053.0	+0236.1	07.29	39	25641	25	00.01
24/04/2012	18:00:00	17:54:12	29,9	23.9	1002	05.6	07.59	-048.9	+0189.4	06.55	37	27027	24	00.01
25/04/2012	00:00:00	23:39:02	29,9	23.6	1003	04.2	07.57	-047.9	+0210.7	06.29	37	27777	24	00.01
25/04/2012	06:00:00	06:40:58	29,9	23.5	1002	04.0	07.53	-044.5	+0205.7	06.32	40	25641	26	00.02
25/04/2012	12:00:00	12:21:28	29,9	23.8	1000	03.8	07.64	-052.1	+0205.9	07.00	38	26315	24	00.01
25/04/2012	18:00:00	17:48:34	29,9	23.6	996	04.6	07.70	-054.7	+0210.5	06.36	39	26315	25	00.01
26/04/2012	00:00:00	00:14:53	29,9	23.5	995	04.8	07.61	-049.4	+0229.3	06.35	38	27027	24	00.01
26/04/2012	06:00:00	06:38:42	29,9	23.4	995	04.5	07.60	-049.0	+0216.4	06.35	39	26315	25	00.01
26/04/2012	12:00:00	12:20:16	29,9	23.8	998	03.6	07.50	-043.7	+0219.7	07.18	38	26315	24	00.01
26/04/2012	18:00:00	17:56:07	28,1	23.2	999	04.6	07.68	-054.0	+0191.0	06.49	38	27027	24	00.01
27/04/2012	00:00:00	23:32:42	28,1	23.0	1001	05.2	07.54	-045.8	+0187.5	06.28	38	27027	24	00.01
27/04/2012	06:00:00	06:37:19	28,1	22.8	1003	05.4	07.46	-041.5	+0211.7	06.35	37	27777	24	00.01
27/04/2012	12:00:00	12:28:56	30	23.5	1003	04.3	07.52	-045.2	+0206.6	06.85	39	26315	25	00.01
27/04/2012	18:00:00	17:43:09	31,8	22.9	1001	05.0	07.63	-050.7	+0195.1	06.11	37	27777	24	00.01
28/04/2012	00:00:00	22:57:18	31,8	22.7	1002	05.9	07.51	-044.7	+0210.7	05.97	37	27777	24	00.01
28/04/2012	06:00:00	06:32:46	30	22.2	995	04.5	07.60	-049.0	+0216.4	06.24	39	26315	25	00.01
28/04/2012	12:00:00	13:04:22	30	22.7	999	05.8	07.50	-043.6	+0197.0	06.83	37	27777	24	00.01
28/04/2012	18:00:00	18:32:44	30	22.6	999	07.6	07.70	-054.7	+0185.1	06.23	37	27777	24	00.01
29/04/2012	00:00:00	23:59:34	30	22.4	1002	06.9	07.64	-052.1	+0166.8	06.17	37	27777	24	00.01
29/04/2012	06:00:00	06:38:00	30	22.1	1005	06.9	07.55	-046.5	+0194.1	06.18	37	28571	24	00.01
29/04/2012	12:00:00	11:54:43	30	22.4	1007	05.9	07.58	-048.1	+0184.3	06.92	38	27027	24	00.01
29/04/2012	18:00:00	18:37:28	22	22.0	1007	08.6	07.66	-052.8	+0210.9	06.22	37	28571	24	00.01
30/04/2012	00:00:00	23:32:26	22	21.5	1008	08.8	07.71	-042.5	+0155.3	07.10	25	41666	16	00.01
30/04/2012	06:00:00	07:28:21	22	21.4	1010	07.4	07.73	-042.6	+0168.3	07.25	23	45454	14	00.01
30/04/2012	12:00:00	12:27:29	22	22.0	1010	06.6	07.54	-034.1	+0167.1	08.02	28	37037	18	00.01
30/04/2012	18:00:00	18:13:04	21,7	21.6	1008	07.2	07.51	-043.9	+0135.5	06.16	38	27777	24	00.01
01/05/2012	00:00:00	23:26:53	21,7	21.2	1010	09.6	07.53	-045.0	+0197.2	06.33	36	29411	23	00.01
01/05/2012	06:00:00	06:43:17	21,7	21.1	1010	09.9	07.48	-042.1	+0212.0	06.31	37	28571	24	00.01
01/05/2012	12:00:00	11:54:18	21,7	21.6	1010	06.4	07.66	-052.4	+0193.1	07.27	37	28571	24	00.01
01/05/2012	18:00:00	17:55:20	21,7	21.3	1007	10.5	07.57	-047.4	+0210.1	06.51	38	27777	24	00.01
02/05/2012	00:00:00	23:28:47	21,7	21.1	1008	10.4	07.42	-038.0	+0225.7	06.40	37	28571	24	00.01
02/05/2012	06:00:00	06:54:12	21,7	20.9	1008	10.2	07.42	-039.3	+0219.6	06.51	36	29411	23	00.01
02/05/2012	12:00:00	12:18:49	21,7	21.8	1009	06.7	07.56	-047.3	+0216.6	07.72	39	27027	25	00.01
02/05/2012	18:00:00	17:33:15	21,7	21.3	1007	09.2	07.81	-061.5	+0123.6	06.78	39	27027	25	00.01
03/05/2012	00:00:00	23:36:27	21,7	20.5	1007	09.4	07.66	-043.7	+0157.8	07.26	43	25000	27	00.02
03/05/2012	06:00:00	06:41:40	21,7	20.5	1008	10.1	07.64	-043.1	+0171.8	07.10	45	23809	29	00.02
03/05/2012	12:00:00	12:28:19	21,7	21.4	1009	06.8	07.59	-039.8	+0195.8	08.38	44	23809	28	00.02
03/05/2012	18:00:00	18:06:09	21,7	20.7	1006	09.8	07.63	-042.1	+0184.6	07.09	44	24390	28	00.02
04/05/2012	00:00:00	23:23:09	21,7	20.4	1006	10.1	07.63	-042.7	+0184.5	06.90	45	23809	29	00.02
04/05/2012	06:00:00	06:43:24	21,7	20.3	1006	10.6	07.50	-035.2	+0187.0	06.97	42	25641	27	00.02
04/05/2012	12:00:00	12:17:42	21,7	21.5	1006	06.4	07.63	-043.1	+0201.4	08.34	44	23809	28	00.02
04/05/2012	18:00:00	17:29:49	21,7	20.7	1003	07.6	07.59	-040.8	+0199.6	07.21	46	23255	29	00.02

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
05/05/2012	00:00:00	22:54:37	21,7	20.5	1005	10.4	07.55	-038.1	+0185.6	06.83	42	25641	27	00.02
05/05/2012	06:00:00	05:58:57	21,7	20.4	1005	09.8	07.58	-039.9	+0194.5	06.76	45	23809	29	00.02
05/05/2012	12:00:00	12:10:49	21,7	21.3	1005	06.9	07.63	-041.6	+0202.0	08.02	47	22727	30	00.02
05/05/2012	18:00:00	17:41:26	21,7	20.7	1004	11.5	07.45	-032.9	+0176.2	06.82	45	23809	29	00.02
06/05/2012	00:00:00	23:26:44	21,7	20.5	1005	12.6	07.55	-037.5	+0184.2	06.62	44	24390	28	00.02
06/05/2012	06:00:00	06:56:57	21,7	20.5	1006	13.4	07.47	-033.0	+0199.3	06.50	45	23809	29	00.02
06/05/2012	12:00:00	12:05:56	21,7	21.2	1006	11.2	07.39	-029.1	+0203.0	07.77	45	23255	29	00.02
06/05/2012	18:00:00	18:09:38	21,7	20.7	1002	13.6	07.44	-031.2	+0178.7	06.60	45	23809	29	00.02
07/05/2012	00:00:00	23:10:13	21,7	20.3	1004	13.8	07.32	-024.3	+0187.5	06.25	45	23809	29	00.02
07/05/2012	06:00:00	06:39:45	21,7	20.2	1005	12.4	07.29	-022.7	+0179.8	06.18	45	23809	29	00.02
07/05/2012	12:00:00	12:17:45	21,7	21.1	1007	11.2	07.51	-035.0	+0180.7	07.70	48	22222	31	00.02
07/05/2012	18:00:00	17:51:08	21,7	20.4	1006	18.3	07.50	-034.9	+0175.0	06.34	44	24390	28	00.02
08/05/2012	00:00:00	23:16:12	21,7	20.2	1007	12.4	07.32	-024.5	+0173.6	05.93	46	23255	29	00.02
08/05/2012	06:00:00	06:44:46	21,7	20.2	1007	12.9	07.25	-020.2	+0181.7	05.93	46	23255	29	00.02
08/05/2012	12:00:00	12:17:35	21,7	21.2	1006	09.2	07.58	-039.5	+0166.3	07.20	47	22727	30	00.02
08/05/2012	18:00:00	17:53:37	21,7	20.4	1003	21.0	07.39	-029.1	+0167.4	06.15	46	23255	29	00.02
09/05/2012	00:00:00	23:32:32	21,7	20.2	1003	13.1	07.31	-023.4	+0170.9	05.91	43	25000	27	00.02
09/05/2012	06:00:00	06:38:29	21,7	20.3	1002	13.4	07.14	-014.4	+0184.5	05.88	46	23255	29	00.02
09/05/2012	12:00:00	12:19:34	21,7	21.0	1001	10.9	07.43	-030.8	+0197.1	06.83	46	23255	29	00.02
09/05/2012	18:00:00	17:57:56	21,7	20.4	997	16.2	07.40	-028.4	+0161.0	05.75	45	23809	29	00.02
10/05/2012	00:00:00	23:31:13	21,7	20.3	998	13.1	07.35	-025.3	+0166.9	05.33	46	23255	29	00.02
10/05/2012	06:00:00	06:39:50	21,7	20.3	996	13.3	07.07	-009.9	+0178.9	05.36	46	23255	29	00.02
10/05/2012	12:00:00	12:13:37	21,7	21.0	996	10.8	07.34	-025.7	+0170.3	06.40	48	22222	31	00.02
10/05/2012	18:00:00	18:03:31	21,7	20.4	994	19.1	07.65	-044.8	+0146.6	05.19	39	27777	25	00.01
11/05/2012	00:00:00	00:00:13	21,7	20.3	995	18.3	07.40	-030.2	+0168.3	04.83	42	25641	27	00.02
11/05/2012	06:00:00	06:37:05	21,7	20.3	995	17.6	07.30	-025.1	+0166.5	04.87	41	26315	26	00.02
11/05/2012	12:00:00	12:14:11	21,7	20.5	996	17.5	07.38	-029.3	+0160.3	05.78	42	25641	27	00.02
11/05/2012	18:00:00	17:54:23	21,7	20.4	994	18.9	07.18	-018.2	+0181.8	04.95	41	26315	26	00.02
12/05/2012	00:00:00	23:26:04	21,7	20.2	996	19.1	07.29	-023.8	+0175.7	04.67	40	27027	26	00.02
12/05/2012	06:00:00	06:40:00	21,7	20.2	999	16.8	07.23	-020.3	+0184.3	04.72	40	27027	26	00.02
12/05/2012	12:00:00	12:00:50	21,7	21.0	1002	16.9	07.40	-030.5	+0173.4	06.27	42	25641	27	00.02
12/05/2012	18:00:00	18:00:51	21,7	20.3	1000	20.4	07.26	-022.5	+0190.3	05.43	40	27027	26	00.02
13/05/2012	00:00:00	23:26:06	21,7	20.2	1003	18.9	07.24	-021.6	+0193.0	05.99	39	27777	25	00.01
13/05/2012	06:00:00	06:41:37	21,7	20.0	1003	18.8	07.30	-024.6	+0194.7	06.05	39	27777	25	00.01
13/05/2012	12:00:00	11:50:38	21,7	20.9	1004	18.1	07.39	-029.8	+0194.0	07.22	39	27027	25	00.01
13/05/2012	18:00:00	18:20:07	21,7	20.5	1002	19.0	07.39	-028.9	+0155.0	05.90	40	27027	26	00.02
14/05/2012	00:00:00	23:26:05	21,7	20.2	1004	19.7	07.18	-018.3	+0189.8	05.88	39	27777	25	00.01
14/05/2012	06:00:00	07:20:41	21,7	20.0	1005	18.7	07.30	-025.2	+0192.6	06.02	38	28571	24	00.01
14/05/2012	12:00:00	12:16:35	21,7	20.8	1004	18.7	07.38	-029.2	+0173.6	07.25	39	27027	25	00.01
14/05/2012	18:00:00	17:47:14	21,7	20.5	1004	20.9	07.35	-027.6	+0159.8	07.48	40	27027	26	00.02
15/05/2012	00:00:00	23:30:57	21,7	20.3	1006	20.9	07.34	-027.3	+0202.2	07.77	39	27777	25	00.01
15/05/2012	06:00:00	06:39:59	21,7	20.2	1006	19.8	07.39	-030.7	+0197.3	07.93	39	27777	25	00.01
15/05/2012	12:00:00	11:53:41	21,7	21.0	1006	15.8	07.62	-043.5	+0177.8	09.31	41	26315	26	00.02
15/05/2012	18:00:00	17:56:20	21,7	20.2	1002	17.4	07.45	-034.1	+0157.6	08.27	39	27777	25	00.01
16/05/2012	00:00:00	23:37:24	21,7	19.9	1005	18.5	07.32	-026.0	+0151.8	07.36	39	27777	25	00.01
16/05/2012	06:00:00	06:42:08	21,7	19.9	1005	18.0	07.29	-025.0	+0200.9	07.70	39	27777	25	00.01
16/05/2012	12:00:00	12:28:13	21,7	20.9	1006	16.7	07.63	-043.6	+0135.7	08.88	39	27027	25	00.01
16/05/2012	18:00:00	17:57:08	21,7	20.1	1004	19.1	07.57	-040.0	+0190.7	08.32	39	27777	25	00.01
17/05/2012	00:00:00	23:29:51	20,1	19.8	1006	19.8	07.34	-026.7	+0159.8	07.83	39	27777	25	00.01
17/05/2012	06:00:00	06:34:35	20,1	19.7	1006	18.2	07.38	-029.4	+0173.7	07.75	39	27777	25	00.01
17/05/2012	12:00:00	12:18:57	20,1	20.8	1006	17.5	07.59	-041.8	+0169.8	09.11	41	26315	26	00.02
17/05/2012	18:00:00	17:44:11	20,1	20.1	1002	19.5	07.55	-039.3	+0168.9	08.14	40	27027	26	00.02
18/05/2012	00:00:00	23:36:44	20,1	19.9	1003	20.5	07.35	-027.6	+0167.6	07.51	39	27777	25	00.01
18/05/2012	06:00:00	06:39:46	20,1	19.8	1004	19.3	07.30	-025.6	+0183.6	07.51	39	27777	25	00.01
18/05/2012	12:00:00	12:21:32	20,1	20.6	1005	17.9	07.43	-032.5	+0184.7	08.55	40	27027	26	00.02
18/05/2012	18:00:00	17:54:58	20,9	20.0	1002	20.9	07.44	-032.6	+0131.6	07.44	39	27777	25	00.01



Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
19/05/2012	00:00:00	23:27:15	20,9	19,9	1003	19,9	07,33	-027,2	+0168,8	07,20	39	27777	25	00,01
19/05/2012	06:00:00	06:53:15	20,9	19,9	1003	19,8	07,43	-032,5	+0167,7	07,52	39	27777	25	00,01
19/05/2012	12:00:00	11:46:01	20,9	20,3	1004	18,2	07,45	-034,0	+0171,2	08,73	40	27027	26	00,02
19/05/2012	18:00:00	17:57:53	20,9	20,2	1001	21,0	07,46	-034,4	+0160,1	07,52	39	27777	25	00,01
20/05/2012	00:00:00	23:26:06	20,9	20,0	1003	20,0	07,35	-027,9	+0157,4	07,08	40	27027	26	00,02
20/05/2012	06:00:00	06:36:59	20,9	19,8	1001	19,3	07,33	-026,9	+0164,5	06,95	39	27777	25	00,01
20/05/2012	12:00:00	11:54:54	20,9	20,6	1004	18,1	07,55	-039,8	+0166,2	08,84	41	26315	26	00,02
20/05/2012	18:00:00	18:07:02	20,9	20,2	1003	19,2	07,41	-031,5	+0174,5	07,31	39	27777	25	00,01
21/05/2012	00:00:00	23:21:38	20,5	20,0	1006	21,9	07,19	-019,1	+0162,0	06,97	39	27777	25	00,01
21/05/2012	06:00:00	06:38:29	17,4	19,7	1005	18,9	07,19	-018,9	+0183,2	06,74	38	28571	24	00,01
21/05/2012	12:00:00	12:16:31	14,9	20,9	1005	18,0	07,66	-044,7	+0177,7	08,79	41	26315	26	00,02
21/05/2012	18:00:00	17:51:22	14,9	20,1	1002	19,6	07,27	-022,5	+0174,3	06,85	40	27027	26	00,02
22/05/2012	00:00:00	23:30:43	14,9	19,9	1004	18,7	07,24	-021,5	+0161,3	06,85	40	27027	26	00,02
22/05/2012	06:00:00	06:37:02	20,1	19,9	1004	19,9	07,20	-019,3	+0176,9	06,86	40	27027	26	00,02
22/05/2012	12:00:00	12:26:19	20,9	20,7	1003	17,1	07,33	-027,0	+0165,4	08,03	41	26315	26	00,02
22/05/2012	18:00:00	17:49:38	19,4	20,2	1001	21,3	07,31	-025,7	+0172,3	06,93	40	27027	26	00,02
23/05/2012	00:00:00	23:28:40	19,4	20,0	1002	19,6	07,21	-018,8	+0167,7	06,35	39	27777	25	00,01
23/05/2012	06:00:00	06:42:31	19,4	19,8	1002	20,5	07,20	-018,8	+0159,5	06,36	40	27027	26	00,02
23/05/2012	12:00:00	12:20:39	19,4	20,3	1002	18,6	07,45	-033,2	+0165,7	07,38	40	27027	26	00,02
23/05/2012	18:00:00	17:41:48	19,4	20,1	1002	20,6	07,25	-022,0	+0177,7	06,27	40	27027	26	00,02
24/05/2012	00:00:00	23:35:40	19,4	20,0	1003	19,6	07,11	-013,8	+0177,8	06,21	40	27027	26	00,02
24/05/2012	06:00:00	06:37:20	19,4	20,1	1002	18,7	07,21	-020,0	+0163,9	06,08	40	27027	26	00,02
24/05/2012	12:00:00	12:23:53	19,4	20,4	1002	17,9	07,47	-034,2	+0142,5	08,00	41	26315	26	00,02
24/05/2012	18:00:00	17:51:18	16,3	20,2	1001	18,8	07,27	-024,4	+0172,7	06,65	41	26315	26	00,02
25/05/2012	00:00:00	23:35:48	16,3	20,0	1002	20,6	07,28	-024,1	+0140,3	06,76	40	27027	26	00,02
25/05/2012	06:00:00	06:38:26	16,3	19,9	1002	19,1	07,17	-017,3	+0169,4	06,28	39	27777	25	00,01
25/05/2012	12:00:00	12:27:11	16,3	20,8	1001	17,3	07,41	-031,2	+0120,5	07,36	42	25641	27	00,02
25/05/2012	18:00:00	17:40:36	16,3	20,2	1000	19,6	07,12	-014,7	+0173,5	06,10	41	26315	26	00,02
26/05/2012	00:00:00	23:28:10	16,3	20,1	1001	19,2	07,14	-015,9	+0160,8	06,29	40	27027	26	00,02
26/05/2012	06:00:00	07:30:48	16,3	19,9	1001	19,1	07,03	-009,6	+0138,6	06,13	40	27027	26	00,02
26/05/2012	12:00:00	11:35:22	16,3	20,8	1002	06,3	07,20	-019,2	+0126,6	07,07	42	25641	27	00,02
26/05/2012	18:00:00	17:26:26	16,3	20,2	1000	18,9	07,12	-014,8	+0128,3	06,37	42	25641	27	00,02
27/05/2012	00:00:00	23:36:52	16,3	20,0	1000	02,2	07,04	-010,2	+0109,8	05,49	40	27027	26	00,02
27/05/2012	06:00:00	07:22:50	16,3	19,9	998	18,7	07,11	-014,1	+0113,2	05,67	40	27027	26	00,02
27/05/2012	12:00:00	11:46:16	16,3	20,6	998	17,4	07,18	-017,3	+0096,5	06,47	42	25641	27	00,02
27/05/2012	18:00:00	17:50:46	16,3	20,2	997	18,2	07,13	-015,1	+0122,9	05,77	42	25641	27	00,02
28/05/2012	00:00:00	00:10:59	19,4	20,0	999	19,1	07,13	-014,9	+0147,7	04,95	41	26315	26	00,02
28/05/2012	06:00:00	07:21:48	22,5	20,2	1000	18,5	07,18	-017,6	+0148,5	05,38	41	26315	26	00,02
28/05/2012	12:00:00	12:31:58	24,3	20,8	1000	17,0	07,25	-022,2	+0146,7	06,05	42	25641	27	00,02
28/05/2012	18:00:00	18:09:02	24,3	20,2	999	19,2	07,03	-009,2	+0161,2	05,28	41	26315	26	00,02
29/05/2012	00:00:00	23:31:57	24,3	20,1	1000	19,4	07,24	-021,0	+0161,3	04,85	40	27027	26	00,02
29/05/2012	06:00:00	06:40:14	24,3	20,2	1000	18,5	07,11	-014,4	+0157,5	05,43	41	26315	26	00,02
29/05/2012	12:00:00	12:15:13	24,3	20,8	1001	18,0	07,16	-016,7	+0182,5	05,90	41	26315	26	00,02
29/05/2012	18:00:00	17:59:18	23,4	20,2	997	21,4	07,13	-014,6	+0180,1	04,47	41	26315	26	00,02
30/05/2012	00:00:00	23:31:37	23,4	20,2	997	18,6	06,98	-005,6	+0150,7	04,42	41	26315	26	00,02
30/05/2012	06:00:00	06:39:26	23,4	20,2	998	18,6	07,17	-017,5	+0190,3	04,79	41	26315	26	00,02
30/05/2012	12:00:00	12:19:38	23,4	20,4	1002	18,9	07,35	-027,7	+0162,1	05,33	42	25641	27	00,02
30/05/2012	18:00:00	17:55:39	25,3	20,2	1002	20,8	07,19	-018,1	+0165,2	05,06	39	27777	25	00,01
31/05/2012	00:00:00	23:31:21	25,3	20,2	1005	21,0	07,19	-018,9	+0158,1	05,91	41	26315	26	00,02
31/05/2012	06:00:00	06:42:39	25,3	20,2	1005	18,6	07,33	-026,3	+0143,7	05,92	41	26315	26	00,02
31/05/2012	12:00:00	12:16:22	25,3	20,8	1005	17,1	07,37	-029,2	+0169,4	06,70	42	25641	27	00,02
31/05/2012	18:00:00	17:57:52	25,3	20,5	1004	18,1	07,29	-024,2	+0141,6	06,67	42	25641	27	00,02
01/06/2012	00:00:00	23:29:06	25,3	20,3	1006	19,8	07,38	-029,4	+0145,5	06,46	41	26315	26	00,02
01/06/2012	06:00:00	06:40:18	22,5	20,1	1008	18,1	07,24	-020,9	+0162,5	05,98	41	26315	26	00,02
01/06/2012	12:00:00	12:25:05	22,5	20,7	1007	17,6	07,37	-028,9	+0160,5	07,19	42	25641	27	00,02
01/06/2012	18:00:00	17:49:33	20,1	20,4	1004	20,2	07,38	-029,8	+0160,2	07,35	42	25641	27	00,02

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
02/06/2012	00:00:00	23:30:53	20,1	20,2	1002	19,3	07,39	-030,5	+0146,9	07,71	42	25641	27	00,02
02/06/2012	06:00:00	06:38:14	20,1	20,1	1001	18,9	07,31	-025,7	+0146,1	06,59	42	25641	27	00,02
02/06/2012	12:00:00	11:40:02	20,1	20,4	1001	18,1	07,48	-035,5	+0169,4	07,35	42	25641	27	00,02
02/06/2012	18:00:00	17:44:31	20,1	20,4	997	18,2	07,34	-027,3	+0171,3	07,40	42	25641	27	00,02
03/06/2012	00:00:00	23:32:18	20,1	20,3	997	18,9	07,27	-023,4	+0127,6	06,94	42	25641	27	00,02
03/06/2012	06:00:00	06:38:59	20,1	20,0	998	17,5	07,21	-020,2	+0165,4	06,98	41	26315	26	00,02
03/06/2012	12:00:00	12:12:03	20,1	20,5	1000	17,6	07,47	-035,3	+0152,3	08,04	42	25641	27	00,02
03/06/2012	18:00:00	18:13:07	20,1	20,2	996	21,5	07,41	-031,5	+0166,5	07,45	40	27027	26	00,02
04/06/2012	00:00:00	23:17:11	23,4	20,0	997	20,3	07,32	-026,5	+0141,0	07,58	42	25641	27	00,02
04/06/2012	06:00:00	06:38:15	28,1	20,1	999	19,0	07,45	-034,0	+0150,5	08,07	41	26315	26	00,02
04/06/2012	12:00:00	12:18:12	28,1	20,2	1000	18,7	07,59	-041,7	+0150,4	08,67	41	26315	26	00,02
04/06/2012	18:00:00	18:04:10	28,1	20,0	1001	19,1	07,43	-032,1	+0149,5	08,36	41	26315	26	00,02
05/06/2012	00:00:00	23:32:10	28,1	19,8	1004	22,1	07,51	-037,9	+0152,9	08,30	39	27777	25	00,01
05/06/2012	06:00:00	06:39:55	23,4	19,5	1005	19,9	07,46	-034,1	+0152,6	08,08	39	27777	25	00,01
05/06/2012	12:00:00	12:22:10	23,4	20,1	1006	18,7	07,68	-046,4	+0143,2	08,85	41	26315	26	00,02
05/06/2012	18:00:00	17:57:45	18,7	19,4	1003	22,2	07,52	-037,9	+0154,0	08,07	39	27777	25	00,01
06/06/2012	00:00:00	23:22:32	18,7	19,0	1005	20,4	07,58	-040,8	+0154,0	07,86	39	28571	25	00,01
06/06/2012	06:00:00	06:38:59	18,7	18,8	1008	20,2	07,44	-033,1	+0129,4	07,83	39	28571	25	00,01
06/06/2012	12:00:00	12:22:14	18,7	19,7	1010	18,9	07,65	-045,2	+0145,1	08,82	40	27027	26	00,02
06/06/2012	18:00:00	17:59:56	18,7	18,9	1010	22,1	07,45	-034,0	+0142,5	07,97	40	27777	26	00,02
07/06/2012	00:00:00	23:35:28	20,1	18,7	1017	23,6	07,48	-035,4	+0151,7	07,92	36	30303	23	00,01
07/06/2012	06:00:00	06:46:26	20,1	18,4	1017	21,3	07,47	-035,1	+0161,7	08,06	36	31250	23	00,01
07/06/2012	12:00:00	11:48:52	20,1	18,9	1016	21,0	07,73	-049,3	+0120,7	08,89	39	28571	25	00,01
07/06/2012	18:00:00	17:50:55	18,7	18,4	1011	23,4	07,49	-035,7	+0098,8	08,23	38	29411	24	00,01
08/06/2012	00:00:00	23:54:52	18,7	18,3	1012	22,1	07,50	-036,5	+0155,7	08,38	36	31250	23	00,01
08/06/2012	06:00:00	06:43:11	18,7	18,1	1011	22,7	07,48	-035,9	+0161,5	08,30	37	30303	24	00,01
08/06/2012	12:00:00	12:24:27	20,9	18,7	1012	22,1	07,63	-043,7	+0130,8	09,08	38	29411	24	00,01
08/06/2012	18:00:00	17:51:28	20,9	18,1	1010	24,0	07,47	-034,7	+0158,2	08,44	38	29411	24	00,01
09/06/2012	00:00:00	23:34:31	20,9	17,9	1011	23,9	07,43	-032,7	+0166,1	08,40	37	30303	24	00,01
09/06/2012	06:00:00	06:39:02	20,9	17,7	1009	24,1	07,43	-032,7	+0165,1	08,51	34	33333	22	00,01
09/06/2012	12:00:00	11:34:00	18,7	18,3	1008	22,1	07,72	-048,7	+0152,5	09,33	38	29411	24	00,01
09/06/2012	18:00:00	18:11:38	18,7	17,7	1002	25,6	07,52	-037,6	+0094,8	08,44	37	30303	24	00,01
10/06/2012	00:00:00	23:31:23	18,7	17,3	1004	23,8	07,42	-031,6	+0161,1	08,36	35	32258	22	00,01
10/06/2012	06:00:00	06:47:18	18,7	17,6	1002	24,1	07,49	-035,9	+0174,2	08,10	35	32258	22	00,01
10/06/2012	12:00:00	11:53:11	18,7	17,5	1004	23,5	07,71	-048,2	+0159,4	08,69	34	33333	22	00,01
10/06/2012	18:00:00	17:55:03	18,7	17,7	1002	23,9	07,44	-032,8	+0182,2	08,22	36	31250	23	00,01
11/06/2012	00:00:00	23:30:14	18,7	17,5	1002	23,9	07,40	-031,0	+0142,2	08,18	36	31250	23	00,01
11/06/2012	06:00:00	07:27:59	23,4	17,4	1002	23,8	07,29	-024,4	+0152,5	07,97	35	32258	22	00,01
11/06/2012	12:00:00	12:17:13	28,1	17,7	1002	23,5	07,49	-035,0	+0104,8	08,55	35	32258	22	00,01
11/06/2012	18:00:00	18:06:34	28,3	17,5	1001	23,7	07,39	-030,4	+0131,5	08,13	36	31250	23	00,01
12/06/2012	00:00:00	23:50:11	28,3	17,3	1001	23,8	07,18	-018,2	+0205,5	08,08	36	31250	23	00,01
12/06/2012	06:00:00	07:26:22	28,1	17,3	1001	23,4	07,39	-029,8	+0186,8	07,85	35	32258	22	00,01

### -Ponto 8 – Riacho Lajeado das Pedras

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
14/04/2012	09:02:42	0,037	22,9	994	12,7	07,67	-050,6	+0289,7	05,57	195	5319	126	00,09
15/04/2012	10:20:48	0,03	21,2	1004	13,5	07,83	-059,7	+0277,0	05,71	202	5291	131	00,10
16/04/2012	13:28:35	0,018	21,1	1003	14,2	07,87	-064,0	+0221,8	07,38	217	4950	141	00,10
17/04/2012	08:34:40	0,017	18,7	1005	17,0	07,39	-036,1	+0223,5	06,10	217	5154	141	00,10
18/04/2012	08:38:11	0,017	18,4	1005	15,1	07,42	-037,7	+0238,8	06,26	216	5235	140	00,10
19/04/2012	08:33:53	0,017	19,8	1003	16,9	07,44	-039,2	+0238,9	06,35	223	4926	144	00,11
20/04/2012	08:34:53	0,018	18,7	1000	09,6	07,62	-049,8	+0254,4	05,90	212	5263	137	00,10
21/04/2012	08:26:20	0,018	19,3	1003	12,7	07,28	-029,2	+0249,9	06,58	213	5208	138	00,10
22/04/2012	08:28:26	0,017	19,1	1007	18,9	07,50	-041,1	+0237,7	05,73	230	4854	149	00,11
23/04/2012	16:21:55	0,016	19,0	1003	07,1	07,74	-056,9	+0245,1	07,11	233	4807	151	00,11
24/04/2012	08:07:12	0,016	16,6	1004	09,0	07,38	-036,1	+0251,6	06,38	228	5154	148	00,11
25/04/2012	10:55:07	0,016	16,8	1000	09,7	07,47	-041,5	+0233,0	06,91	228	5102	148	00,11
26/04/2012	15:58:45	0,025	17,6	998	17,0	07,77	-058,8	+0216,9	07,40	219	5263	142	00,10
27/04/2012	15:01:27	0,017	17,6	1001	08,9	07,87	-064,6	+0176,1	08,12	219	5263	142	00,10
28/04/2012	17:46:15	0,017	15,6	999	12,9	07,43	-039,4	+0221,6	07,88	214	5586	139	00,10

Data	Hora	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
29/04/2012	11:05:35	0,017	14.8	1006	16.2	07.50	-043.1	+0210.5	07.68	204	5917	132	00.10
30/04/2012	10:21:33	0,017	13.6	1010	03.5	08.07	-061.6	+0151.4	09.45	149	8333	96	00.07
01/05/2012	08:37:31	0,016	11.8	1011	23.6	07.52	-043.8	+0208.2	08.34	198	6451	128	00.09
02/05/2012	16:35:20	0,016	13.5	1006	18.8	08.11	-077.4	+0131.7	09.14	214	5813	139	00.10
03/05/2012	17:23:37	0,016	14.8	1005	15.0	08.19	-073.9	+0180.2	10.04	232	5208	150	00.11
04/05/2012	16:35:14	0,016	15.5	1003	13.5	08.17	-073.1	+0204.0	10.11	249	4807	161	00.12
05/05/2012	16:58:30	0,016	16.9	1003	08.5	08.32	-081.0	+0166.1	09.61	254	4566	165	00.12
06/05/2012	15:30:40	0,016	17.9	1002	12.6	08.13	-071.7	+0164.7	09.29	265	4310	172	00.13
07/05/2012	10:59:45	0,016	16.6	1007	16.5	08.01	-063.9	+0141.3	08.78	260	4504	169	00.13
08/05/2012	08:35:06	0,016	15.9	1007	15.9	07.79	-050.8	+0178.4	07.76	265	4464	172	00.13
09/05/2012	08:34:42	0,016	15.9	1002	14.1	07.77	-050.1	+0180.1	07.66	265	4464	172	00.13
10/05/2012	08:41:12	0,016	16.0	997	13.8	07.85	-054.4	+0165.7	07.52	274	4329	178	00.13
11/05/2012	16:04:59	0,016	18.0	994	16.8	08.02	-066.5	+0130.7	08.69	238	4784	154	00.11
12/05/2012	08:36:39	0,016	17.2	1001	18.5	07.58	-041.3	+0186.5	07.27	237	4854	154	00.11
13/05/2012	14:27:20	0,016	16.2	1002	21.2	08.12	-072.1	+0167.5	09.68	233	5025	151	00.11
14/05/2012	10:07:44	0,016	12.3	1005	22.1	07.91	-058.8	+0193.6	08.55	219	5780	142	00.10
15/05/2012	09:27:33	0,016	12.8	1007	26.6	07.71	-047.7	+0217.7	08.85	223	5617	144	00.11
16/05/2012	09:07:16	0,016	13.2	1006	24.0	07.85	-056.0	+0193.6	08.65	225	5524	146	00.11
17/05/2012	08:48:18	0,016	13.8	1007	24.1	07.72	-048.9	+0178.3	08.42	228	5405	148	00.11
18/05/2012	15:21:31	0,016	15.9	1002	20.6	08.07	-069.1	+0151.4	09.84	239	4950	155	00.11
19/05/2012	10:50:40	0,016	15.0	1005	21.9	07.96	-062.5	+0172.9	09.27	237	5102	154	00.11
20/05/2012	11:08:45	0,016	15.6	1004	20.2	07.93	-060.8	+0161.2	08.94	239	5000	155	00.11
21/05/2012	10:42:55	0,016	15.6	1006	21.0	07.93	-060.8	+0169.0	08.39	239	5000	155	00.11
22/05/2012	11:05:39	0,016	16.2	1004	19.2	07.93	-060.8	+0161.9	08.42	242	4854	157	00.12
23/05/2012	08:49:30	0,015	15.6	1002	20.5	07.81	-054.0	+0165.4	07.86	244	4901	158	00.12
24/05/2012	08:44:00	0,014	16.2	1002	19.2	07.86	-057.1	+0170.2	08.18	245	4784	159	00.12
25/05/2012	11:00:04	0,014	16.1	1002	18.1	07.87	-057.6	+0160.4	08.25	249	4761	161	00.12
26/05/2012	14:19:02	0,014	17.0	999	24.4	08.19	-068.7	+0207.9	08.57	200	5813	130	00.10
27/05/2012	16:20:16	0,018	17.2	995	141.0	08.25	-072.1	+0188.6	08.68	185	6211	120	00.09
28/05/2012	10:03:05	0,014	16.9	1001	18.9	07.77	-052.2	+0145.4	07.76	245	4739	159	00.12
29/05/2012	10:35:45	0,012	18.6	1001	16.3	07.78	-053.1	+0166.0	07.43	254	4444	165	00.12
30/05/2012	09:02:27	0,015	20.4	1001	16.9	07.77	-052.7	+0147.7	06.89	252	4310	163	00.12
31/05/2012	08:25:52	0,013	16.3	1006	19.4	07.69	-047.2	+0160.0	06.34	243	4830	157	00.12
01/06/2012	08:41:16	0,013	14.5	1008	22.4	07.55	-039.2	+0169.6	07.49	233	5235	151	00.11
02/06/2012	09:17:10	0,013	13.6	1001	23.7	07.71	-048.1	+0150.2	08.20	237	5235	154	00.11
03/06/2012	11:30:51	0,014	15.4	1000	20.4	07.94	-061.4	+0161.7	09.13	243	4926	157	00.12
04/06/2012	10:59:37	0,013	14.8	1000	21.7	07.81	-053.7	+0146.3	08.23	239	5050	155	00.11
05/06/2012	08:34:37	0,013	12.3	1006	27.9	07.89	-058.2	+0127.3	08.21	225	5617	146	00.11
06/06/2012	11:14:03	0,012	10.5	1011	27.2	07.93	-059.9	+0154.9	10.01	223	5882	144	00.11
07/06/2012	09:04:40	0,012	08.4	1017	29.6	07.96	-061.4	+0131.0	10.25	210	6493	136	00.10
08/06/2012	11:17:01	0,012	07.0	1013	31.6	08.01	-063.4	+0150.4	11.16	209	6711	135	00.10
09/06/2012	08:29:45	0,012	06.2	1009	33.7	08.03	-064.8	+0148.7	11.55	201	7042	130	00.10
10/06/2012	09:45:50	0,015	07.8	1004	33.6	08.10	-069.0	+0158.3	11.53	205	6711	133	00.10
11/06/2012	10:28:50	0,025	10.3	1002	30.7	07.94	-060.5	+0161.8	10.44	206	6369	133	00.10
12/06/2012	08:49:42	0,018	11.2	1001	28.4	07.89	-058.1	+0157.5	09.60	217	5952	141	00.10

**-Ponto 9 – Jusante Salto**

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	Vazão (m³/s)
13/04/2012	12:00:00	12:09:20	56,6	25.8	1001	06.2	07.28	-037.6	+0165.7	06.68	18	52631	11	00.00	56,6
13/04/2012	18:00:00	18:41:29	18	25.4	996	08.7	07.46	-039.5	+0211.0	07.12	29	33333	18	00.01	18
14/04/2012	00:00:00	00:33:45	18	24.6	999	10.1	06.98	-008.9	+0265.1	07.12	26	38461	16	00.01	18
14/04/2012	06:00:00	07:16:39	28,1	24.7	995	06.6	07.01	-012.2	+0296.1	06.96	28	35714	18	00.01	28,1
14/04/2012	12:00:00	12:04:29	28,1	25.5	999	07.4	07.60	-046.8	+0261.0	07.66	29	33333	18	00.01	28,1
14/04/2012	18:00:00	18:05:23	28,1	24.8	999	05.8	07.33	-031.3	+0276.2	07.40	30	33333	19	00.01	28,1
15/04/2012	00:00:00	23:57:55	28,1	24.3	1002	07.5	07.57	-044.4	+0276.2	07.35	28	35714	18	00.01	28,1
15/04/2012	06:00:00	06:56:11	28,1	24.2	1003	06.9	07.59	-046.0	+0271.9	07.59	28	35714	18	00.01	28,1
15/04/2012	12:00:00	11:48:21	28,1	25.9	1005	09.3	07.74	-054.7	+0227.4	08.23	29	33333	18	00.01	28,1
15/04/2012	18:00:00	18:10:36	28,1	25.4	1004	09.4	07.64	-051.2	+0246.2	08.00	32	30303	20	00.01	28,1
16/04/2012	00:00:00	23:48:05	24,3	24.1	1005	06.4	07.65	-051.6	+0268.3	07.67	31	32258	20	00.01	24,3
16/04/2012	06:00:00	08:34:11	24,3	24.0	1006	07.3	07.61	-049.3	+0254.5	07.65	31	32258	20	00.01	24,3
16/04/2012	12:00:00	11:59:59	25,3	25.7	1006	06.6	07.55	-046.2	+0209.4	08.31	31	31250	20	00.01	25,3
16/04/2012	18:00:00	18:02:39	25,3	25.9	1003	05.6	07.54	-045.3	+0129.2	07.61	35	27777	22	00.01	25,3
17/04/2012	00:00:00	23:44:45	26,2	24.1	1004	10.3	07.51	-042.8	+0155.0	07.13	35	28571	22	00.01	26,2
17/04/2012	06:00:00	07:12:55	30	24.1	1005	10.2	07.56	-046.2	+0180.6	07.08	33	30303	21	00.01	30
17/04/2012	12:00:00	12:08:40	30	25.9	1006	05.0	07.60	-049.4	+0196.1	07.54	34	28571	22	00.01	30
17/04/2012	18:00:00	18:08:45	26,2	25.4	1004	07.1	07.53	-045.3	+0200.4	07.49	33	29411	21	00.01	26,2
18/04/2012	00:00:00	23:45:33	30	24.1	1005	07.6	07.44	-040.7	+0219.0	07.12	34	29411	22	00.01	30
18/04/2012	06:00:00	07:09:44	30	24.1	1005	10.4	07.51	-043.2	+0228.1	07.20	33	30303	21	00.01	30
18/04/2012	12:00:00	12:05:30	26,2	26.1	1006	03.9	07.55	-046.7	+0228.3	07.86	34	28571	22	00.01	26,2
18/04/2012	18:00:00	18:09:44	18,9	25.4	1003	07.6	07.04	-016.0	+0259.1	07.39	34	28571	22	00.01	18,9
19/04/2012	00:00:00	23:54:55	30	24.6	1003	08.8	07.19	-025.1	+0246.1	07.18	35	28571	22	00.01	30
19/04/2012	06:00:00	07:09:21	30	24.6	1002	09.4	07.40	-037.3	+0199.4	07.14	34	29411	22	00.01	30
19/04/2012	12:00:00	12:11:29	25,6	24.6	1006	08.4	07.53	-044.5	+0243.5	07.49	35	28571	22	00.01	25,6
19/04/2012	18:00:00	18:07:17	25,3	24.1	1000	09.2	07.52	-044.4	+0248.8	07.83	34	29411	22	00.01	25,3
20/04/2012	00:00:00	23:54:32	25,3	24.4	1003	09.9	07.58	-047.9	+0230.7	08.24	34	29411	22	00.01	25,3
20/04/2012	06:00:00	07:07:15	25,3	24.3	1001	10.3	07.53	-045.0	+0254.3	07.89	35	28571	22	00.01	25,3
20/04/2012	12:00:00	12:58:37	25,3	26.2	1000	06.5	07.67	-053.4	+0215.3	08.46	35	27777	22	00.01	25,3
20/04/2012	18:00:00	18:11:16	25,3	25.3	998	07.4	07.49	-041.9	+0203.8	08.34	36	27777	23	00.01	25,3
21/04/2012	00:00:00	23:59:52	25,3	24.4	1001	05.2	07.48	-041.4	+0172.4	08.16	36	27777	23	00.01	25,3
21/04/2012	06:00:00	06:57:53	25,3	24.1	1003	03.6	07.40	-037.0	+0240.2	08.14	35	28571	22	00.01	25,3
21/04/2012	12:00:00	12:04:28	25,3	25.8	1005	04.4	07.62	-049.8	+0193.4	08.69	34	28571	22	00.01	25,3
21/04/2012	18:00:00	17:57:19	25,3	25.0	1004	06.3	07.02	-014.3	+0238.8	08.52	35	28571	22	00.01	25,3
22/04/2012	00:00:00	23:48:47	25,3	23.8	1008	05.4	07.44	-038.8	+0224.1	07.30	35	28571	22	00.01	25,3
22/04/2012	06:00:00	06:57:09	28,1	23.9	1008	04.5	07.50	-042.4	+0228.9	07.35	36	27777	23	00.01	28,1
22/04/2012	12:00:00	12:07:55	28,1	25.2	1008	01.3	07.70	-054.5	+0195.2	07.90	37	27027	24	00.01	28,1
22/04/2012	18:00:00	18:01:23	28,1	24.6	1004	03.9	07.52	-045.0	+0144.5	08.62	36	27777	23	00.01	28,1
23/04/2012	00:00:00	00:38:57	28,1	24.0	1005	04.1	07.61	-050.3	+0196.5	07.50	37	27027	24	00.01	28,1
23/04/2012	06:00:00	07:09:21	28,1	23.7	1005	02.5	07.55	-046.8	+0168.5	07.56	38	26315	24	00.01	28,1
23/04/2012	12:00:00	12:23:43	28,1	25.3	1006	03.6	07.69	-055.2	+0174.2	08.03	39	25641	25	00.01	28,1
23/04/2012	18:00:00	17:46:10	29,9	24.5	1005	03.2	07.65	-053.1	+0131.8	07.75	38	26315	24	00.01	29,9
24/04/2012	00:00:00	23:49:56	29,9	23.2	1007	03.2	07.30	-032.8	+0185.1	07.59	36	28571	23	00.01	29,9
24/04/2012	06:00:00	06:51:12	29,9	22.9	1006	02.5	07.59	-048.9	+0224.1	07.54	36	28571	23	00.01	29,9
24/04/2012	12:00:00	12:38:03	29,9	24.7	1005	01.9	07.81	-062.5	+0203.7	08.17	38	26315	24	00.01	29,9
24/04/2012	18:00:00	18:05:00	29,9	24.2	1002	01.7	07.71	-055.3	+0191.0	07.76	38	26315	24	00.01	29,9
25/04/2012	00:00:00	23:53:32	29,9	23.0	1004	04.3	07.53	-046.7	+0188.7	07.56	36	28571	23	00.01	29,9
25/04/2012	06:00:00	06:52:59	29,9	22.7	1002	04.5	07.60	-049.3	+0200.5	07.55	37	27777	24	00.01	29,9
25/04/2012	12:00:00	12:33:25	29,9	24.0	1002	01.4	07.76	-059.0	+0192.7	08.04	37	27027	24	00.01	29,9
25/04/2012	18:00:00	18:00:19	29,9	23.3	999	04.4	07.65	-052.1	+0189.2	07.53	37	27777	24	00.01	29,9
26/04/2012	00:00:00	00:27:54	29,9	23.1	998	04.3	07.61	-049.7	+0207.7	07.56	37	27777	24	00.01	29,9
26/04/2012	06:00:00	06:51:29	29,9	23.1	998	04.4	07.63	-051.4	+0168.4	07.56	37	27777	24	00.01	29,9
26/04/2012	12:00:00	12:31:44	29,9	23.7	1000	02.3	07.68	-054.3	+0198.9	08.06	36	27777	23	00.01	29,9
26/04/2012	18:00:00	18:09:41	28,1	23.3	1001	03.9	07.66	-053.7	+0181.6	07.91	37	27777	24	00.01	28,1

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmv	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	Vazão (m³/s)
27/04/2012	00:00:00	23:46:27	28,1	22.4	1003	05.0	07.55	-046.4	+0171.1	07.68	37	27777	24	00.01	28,1
27/04/2012	06:00:00	06:50:57	28,1	22.1	1005	04.4	07.59	-049.0	+0196.1	07.75	37	28571	24	00.01	28,1
27/04/2012	12:00:00	12:40:34	30	23.8	1005	03.1	07.64	-051.8	+0168.7	08.11	38	26315	24	00.01	30
27/04/2012	18:00:00	17:55:14	31,8	23.2	1002	04.2	07.67	-053.9	+0170.5	07.73	38	27027	24	00.01	31,8
28/04/2012	00:00:00	23:11:46	31,8	22.2	1003	05.7	07.49	-043.4	+0197.4	07.61	37	27777	24	00.01	31,8
28/04/2012	06:00:00	06:44:35	30	22.1	998	04.7	07.63	-051.4	+0168.4	07.32	37	27777	24	00.01	30
28/04/2012	12:00:00	13:19:01	30	22.4	1002	04.8	07.60	-049.2	+0174.4	08.00	36	28571	23	00.01	30
28/04/2012	18:00:00	18:46:13	30	22.3	1001	04.3	07.68	-054.1	+0184.1	07.72	36	28571	23	00.01	30
29/04/2012	00:00:00	00:14:20	30	21.9	1004	06.2	07.54	-046.7	+0159.4	07.67	34	30303	22	00.01	30
29/04/2012	06:00:00	06:50:41	30	21.5	1006	06.3	07.59	-048.6	+0182.9	07.76	36	29411	23	00.01	30
29/04/2012	12:00:00	12:05:20	30	22.1	1008	05.6	07.70	-056.0	+0150.9	08.19	37	28571	24	00.01	30
29/04/2012	18:00:00	18:47:49	22	21.7	1008	05.7	07.60	-049.2	+0182.0	07.97	35	29411	22	00.01	22
30/04/2012	00:00:00	23:45:18	22	21.0	1010	06.7	07.69	-041.9	+0158.3	08.99	25	41666	16	00.01	22
30/04/2012	06:00:00	07:46:32	22	20.6	1012	07.2	07.68	-040.6	+0165.8	09.10	26	41666	16	00.01	22
30/04/2012	12:00:00	12:40:09	22	22.2	1011	07.2	07.76	-046.3	+0178.7	09.20	28	37037	18	00.01	22
30/04/2012	18:00:00	18:23:06	21,7	21.4	1010	06.9	07.56	-047.2	+0136.0	08.10	37	28571	24	00.01	21,7
01/05/2012	00:00:00	23:39:49	21,7	20.5	1012	10.0	07.54	-046.0	+0179.0	08.07	37	29411	24	00.01	21,7
01/05/2012	06:00:00	06:54:39	21,7	20.3	1011	08.9	07.50	-044.0	+0201.1	08.06	35	30303	22	00.01	21,7
01/05/2012	12:00:00	12:05:25	21,7	21.8	1013	05.7	07.76	-058.5	+0163.8	08.52	37	28571	24	00.01	21,7
01/05/2012	18:00:00	18:06:41	21,7	21.6	1008	07.2	07.61	-049.6	+0189.1	08.19	37	28571	24	00.01	21,7
02/05/2012	00:00:00	23:43:43	21,7	20.5	1009	09.7	07.47	-041.8	+0207.1	08.02	37	29411	24	00.01	21,7
02/05/2012	06:00:00	07:06:43	21,7	20.3	1010	09.3	07.50	-043.2	+0202.5	08.05	35	30303	22	00.01	21,7
02/05/2012	12:00:00	12:35:43	21,7	22.2	1011	04.8	07.73	-056.6	+0187.0	08.60	37	27777	24	00.01	21,7
02/05/2012	18:00:00	17:46:32	21,7	22.2	1009	06.6	07.86	-064.9	+0119.0	08.31	39	26315	25	00.01	21,7
03/05/2012	00:00:00	23:51:08	21,7	20.1	1010	10.7	07.76	-049.9	+0139.3	08.97	41	26315	26	00.02	21,7
03/05/2012	06:00:00	06:54:17	21,7	20.0	1011	09.5	07.66	-044.5	+0173.4	09.04	39	27777	25	00.01	21,7
03/05/2012	12:00:00	12:40:49	21,7	22.0	1010	05.0	07.81	-053.5	+0198.2	09.40	44	23809	28	00.02	21,7
03/05/2012	18:00:00	18:18:58	21,7	21.5	1008	07.0	07.71	-047.3	+0172.5	09.05	45	23255	29	00.02	21,7
04/05/2012	00:00:00	23:35:47	21,7	20.0	1008	09.0	07.63	-042.8	+0182.2	08.95	43	25000	27	00.02	21,7
04/05/2012	06:00:00	06:56:35	21,7	19.8	1008	08.3	07.61	-041.8	+0185.3	08.96	42	25641	27	00.02	21,7
04/05/2012	12:00:00	12:29:22	21,7	22.0	1007	04.6	07.79	-052.4	+0199.6	09.40	45	23255	29	00.02	21,7
04/05/2012	18:00:00	17:42:05	21,7	21.8	1005	04.7	07.69	-046.9	+0198.8	09.15	47	22222	30	00.02	21,7
05/05/2012	00:00:00	23:06:56	21,7	20.2	1006	08.7	07.55	-035.9	+0182.5	08.95	43	25000	27	00.02	21,7
05/05/2012	06:00:00	06:12:44	21,7	20.0	1007	09.6	07.59	-040.1	+0190.8	08.92	43	25000	27	00.02	21,7
05/05/2012	12:00:00	12:21:29	21,7	21.9	1007	04.7	07.74	-049.4	+0197.3	09.35	45	23255	29	00.02	21,7
05/05/2012	18:00:00	17:52:46	21,7	21.5	1005	07.5	07.63	-042.1	+0175.3	09.04	48	22222	31	00.02	21,7
06/05/2012	00:00:00	23:42:17	21,7	20.4	1006	11.2	07.19	-016.6	+0201.3	08.85	45	23809	29	00.02	21,7
06/05/2012	06:00:00	07:08:52	21,7	20.2	1007	10.6	07.51	-035.9	+0196.3	08.84	44	24390	28	00.02	21,7
06/05/2012	12:00:00	12:16:59	21,7	21.8	1007	08.4	07.68	-046.0	+0188.0	09.31	46	22727	29	00.02	21,7
06/05/2012	18:00:00	18:20:42	21,7	21.0	1004	09.2	07.58	-040.2	+0175.0	08.93	48	22222	31	00.02	21,7
07/05/2012	00:00:00	23:23:43	21,7	20.1	1006	11.0	07.44	-032.1	+0185.9	08.77	45	24390	29	00.02	21,7
07/05/2012	06:00:00	06:51:44	21,7	19.7	1007	12.9	07.42	-030.4	+0176.6	08.76	43	25000	27	00.02	21,7
07/05/2012	12:00:00	12:31:09	21,7	21.7	1008	09.0	07.68	-046.0	+0184.7	09.36	46	22727	29	00.02	21,7
07/05/2012	18:00:00	18:02:31	21,7	21.5	1007	11.3	07.59	-040.1	+0171.2	08.98	49	21739	31	00.02	21,7
08/05/2012	00:00:00	23:30:37	21,7	20.0	1008	10.6	07.42	-030.3	+0175.5	08.67	45	24390	29	00.02	21,7
08/05/2012	06:00:00	06:56:57	21,7	19.7	1009	11.5	07.28	-024.3	+0182.6	08.69	45	24390	29	00.02	21,7
08/05/2012	12:00:00	12:28:25	21,7	21.7	1008	09.5	07.67	-045.5	+0168.1	09.27	46	22727	29	00.02	21,7
08/05/2012	18:00:00	18:04:53	21,7	21.5	1004	11.0	07.56	-039.3	+0165.4	08.87	45	23255	29	00.02	21,7
09/05/2012	00:00:00	23:45:41	21,7	20.1	1004	16.0	07.39	-029.0	+0170.4	08.66	45	24390	29	00.02	21,7
09/05/2012	06:00:00	06:53:18	21,7	19.8	1003	12.5	07.42	-031.2	+0173.9	08.72	43	25000	27	00.02	21,7
09/05/2012	12:00:00	12:30:42	21,7	21.8	1002	07.5	07.66	-043.8	+0176.3	09.08	46	22727	29	00.02	21,7
09/05/2012	18:00:00	18:10:57	21,7	20.9	999	11.3	07.49	-034.8	+0164.5	08.69	46	23255	29	00.02	21,7
10/05/2012	00:00:00	23:43:04	21,7	20.0	999	13.5	07.41	-029.6	+0167.8	08.52	45	24390	29	00.02	21,7
10/05/2012	06:00:00	06:54:06	21,7	19.8	997	12.4	07.31	-024.8	+0173.3	08.51	47	23255	30	00.02	21,7
10/05/2012	12:00:00	12:24:10	21,7	21.5	997	10.0	07.50	-035.8	+0173.1	08.99	48	22222	31	00.02	21,7
10/05/2012	18:00:00	18:15:04	21,7	21.0	996	15.8	07.65	-045.2	+0140.3	08.58	42	25641	27	00.02	21,7

Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	Vazão (m³/s)
11/05/2012	00:00:00	00:13:14	21,7	20.1	996	18.6	07.47	-035.3	+0161.4	08.29	41	26315	26	00.02	21,7
11/05/2012	06:00:00	06:49:11	21,7	20.1	996	18.1	07.44	-033.2	+0158.9	08.30	40	27027	26	00.02	21,7
11/05/2012	12:00:00	12:24:57	21,7	20.6	997	16.7	07.45	-033.5	+0158.6	08.65	41	26315	26	00.02	21,7
11/05/2012	18:00:00	18:05:01	21,7	20.8	995	16.6	07.45	-034.3	+0174.3	08.46	41	26315	26	00.02	21,7
12/05/2012	00:00:00	23:38:15	21,7	20.1	998	18.8	07.35	-028.3	+0170.8	08.24	38	28571	24	00.01	21,7
12/05/2012	06:00:00	07:01:29	21,7	19.8	1002	18.5	07.35	-028.5	+0187.0	08.34	38	28571	24	00.01	21,7
12/05/2012	12:00:00	12:11:19	21,7	21.1	1002	14.8	07.55	-040.1	+0168.7	08.98	42	25641	27	00.02	21,7
12/05/2012	18:00:00	18:11:24	21,7	20.5	1002	17.7	07.43	-032.6	+0184.8	08.78	41	26315	26	00.02	21,7
13/05/2012	00:00:00	23:39:21	21,7	19.4	1005	19.6	07.36	-028.9	+0186.1	08.78	38	28571	24	00.01	21,7
13/05/2012	06:00:00	06:53:14	21,7	19.2	1005	19.7	07.42	-032.1	+0189.1	08.84	36	30303	23	00.01	21,7
13/05/2012	12:00:00	12:01:36	21,7	20.8	1005	16.8	07.59	-042.1	+0176.9	09.30	38	27777	24	00.01	21,7
13/05/2012	18:00:00	18:32:28	21,7	20.6	1004	19.3	07.51	-037.3	+0147.5	08.95	39	27777	25	00.01	21,7
14/05/2012	00:00:00	23:36:57	21,7	19.5	1005	19.1	07.38	-029.6	+0177.6	08.86	38	28571	24	00.01	21,7
14/05/2012	06:00:00	07:39:43	21,7	19.2	1006	19.7	07.46	-034.6	+0198.6	08.82	37	29411	24	00.01	21,7
14/05/2012	12:00:00	12:28:36	21,7	20.9	1006	16.8	07.60	-042.8	+0164.1	09.33	39	27027	25	00.01	21,7
14/05/2012	18:00:00	17:58:16	21,7	20.6	1005	18.0	07.55	-039.7	+0161.8	09.18	40	27027	26	00.02	21,7
15/05/2012	00:00:00	23:43:37	21,7	19.7	1007	19.9	07.47	-035.5	+0193.2	09.22	38	28571	24	00.01	21,7
15/05/2012	06:00:00	06:53:50	21,7	19.5	1008	20.5	07.54	-039.3	+0190.8	09.32	38	28571	24	00.01	21,7
15/05/2012	12:00:00	12:07:29	21,7	21.2	1006	15.2	07.80	-054.7	+0138.5	09.80	39	27027	25	00.01	21,7
15/05/2012	18:00:00	18:06:46	21,7	20.9	1004	15.4	07.68	-046.7	+0145.5	09.44	41	26315	26	00.02	21,7
16/05/2012	00:00:00	23:53:32	21,7	19.6	1007	19.0	07.45	-033.9	+0144.7	09.14	38	28571	24	00.01	21,7
16/05/2012	06:00:00	06:54:39	21,7	19.4	1007	18.5	07.47	-035.0	+0189.4	09.23	37	29411	24	00.01	21,7
16/05/2012	12:00:00	12:38:18	21,7	21.4	1008	14.9	07.77	-052.7	+0132.0	09.68	39	27027	25	00.01	21,7
16/05/2012	18:00:00	18:08:24	21,7	20.8	1006	17.4	07.67	-046.0	+0172.2	09.36	41	26315	26	00.02	21,7
17/05/2012	00:00:00	23:47:05	20,1	19.6	1006	20.2	07.47	-035.9	+0136.6	09.29	38	28571	24	00.01	20,1
17/05/2012	06:00:00	06:49:49	20,1	19.2	1008	19.4	07.48	-035.5	+0169.3	09.89	38	28571	24	00.01	20,1
17/05/2012	12:00:00	12:31:19	20,1	21.1	1007	16.9	07.77	-052.5	+0158.9	09.71	39	27027	25	00.01	20,1
17/05/2012	18:00:00	17:57:41	20,1	20.8	1004	16.6	07.67	-046.6	+0161.3	09.42	39	27027	25	00.01	20,1
18/05/2012	00:00:00	23:48:40	20,1	19.5	1005	19.9	07.48	-035.8	+0154.0	09.26	38	28571	24	00.01	20,1
18/05/2012	06:00:00	06:51:43	20,1	19.4	1006	18.8	07.45	-034.4	+0174.1	09.23	37	29411	24	00.01	20,1
18/05/2012	12:00:00	12:33:49	20,1	21.2	1006	17.5	07.66	-045.9	+0164.4	09.48	39	27027	25	00.01	20,1
18/05/2012	18:00:00	18:07:42	20,9	20.6	1004	17.8	07.53	-038.4	+0133.7	09.21	39	27777	25	00.01	20,9
19/05/2012	00:00:00	23:40:24	20,9	19.6	1005	20.1	07.41	-031.3	+0144.9	09.11	38	28571	24	00.01	20,9
19/05/2012	06:00:00	07:05:09	20,9	19.5	1005	19.2	07.44	-033.9	+0164.3	09.16	38	28571	24	00.01	20,9
19/05/2012	12:00:00	11:56:02	20,9	20.6	1006	17.1	07.66	-046.1	+0164.6	09.60	40	27027	26	00.02	20,9
19/05/2012	18:00:00	18:06:13	20,9	20.6	1002	17.5	07.54	-040.2	+0153.5	09.21	40	27027	26	00.02	20,9
20/05/2012	00:00:00	23:40:01	20,9	19.7	1004	19.3	07.43	-031.9	+0143.4	09.02	39	27777	25	00.01	20,9
20/05/2012	06:00:00	06:48:53	20,9	19.4	1004	20.4	07.39	-029.9	+0157.8	09.00	38	28571	24	00.01	20,9
20/05/2012	12:00:00	12:06:32	20,9	20.7	1005	14.0	07.61	-043.9	+0155.1	09.51	38	27777	24	00.01	20,9
20/05/2012	18:00:00	18:18:23	20,9	20.7	1005	16.9	07.52	-038.8	+0163.1	09.10	39	27027	25	00.01	20,9
21/05/2012	00:00:00	23:35:06	20,5	19.9	1007	19.8	07.34	-028.3	+0160.3	09.01	39	27777	25	00.01	20,5
21/05/2012	06:00:00	06:51:29	17,4	19.4	1006	20.3	07.45	-034.1	+0164.6	08.98	37	29411	24	00.01	17,4
21/05/2012	12:00:00	12:37:00	14,9	21.1	1006	15.8	07.70	-048.2	+0160.8	09.57	39	27027	25	00.01	14,9
21/05/2012	18:00:00	18:01:49	14,9	20.9	1004	16.5	07.50	-037.0	+0164.4	09.08	41	26315	26	00.02	14,9
22/05/2012	00:00:00	23:44:05	14,9	19.6	1005	19.3	07.33	-026.9	+0152.4	09.00	39	27777	25	00.01	14,9
22/05/2012	06:00:00	06:49:39	20,1	19.5	1006	19.8	07.38	-029.4	+0169.5	09.02	39	27777	25	00.01	20,1
22/05/2012	12:00:00	12:37:29	20,9	21.4	1004	17.8	07.61	-043.4	+0146.4	09.28	40	26315	26	00.02	20,9
22/05/2012	18:00:00	18:01:14	19,4	20.8	1002	17.0	07.47	-035.8	+0162.2	08.98	41	26315	26	00.02	19,4
23/05/2012	00:00:00	23:42:52	19,4	19.8	1004	19.6	07.36	-028.6	+0128.4	08.85	39	27777	25	00.01	19,4
23/05/2012	06:00:00	06:55:16	19,4	19.4	1002	19.7	07.33	-027.6	+0153.3	08.84	38	28571	24	00.01	19,4
23/05/2012	12:00:00	12:40:28	19,4	20.5	1004	15.0	07.60	-042.7	+0156.0	09.21	40	27027	26	00.02	19,4
23/05/2012	18:00:00	17:53:55	19,4	20.3	1003	18.2	07.44	-033.7	+0170.3	08.81	40	27027	26	00.02	19,4
24/05/2012	00:00:00	23:49:36	19,4	19.9	1004	19.0	07.33	-027.9	+0168.3	08.76	40	27027	26	00.02	19,4
24/05/2012	06:00:00	06:51:06	19,4	19.9	1004	18.9	07.31	-025.7	+0157.7	08.70	39	27777	25	00.01	19,4
24/05/2012	12:00:00	12:35:17	19,4	20.6	1003	16.3	07.56	-040.7	+0143.7	09.29	40	27027	26	00.02	19,4
24/05/2012	18:00:00	18:03:44	16,3	21.1	1002	16.7	07.49	-036.9	+0162.2	09.05	41	26315	26	00.02	16,3
25/05/2012	00:00:00	23:49:15	16,3	19.7	1003	19.1	07.41	-031.2	+0128.9	08.90	39	27777	25	00.01	16,3
25/05/2012	06:00:00	06:53:02	16,3	19.4	1003	19.9	07.35	-028.6	+0140.6	08.84	39	27777	25	00.01	16,3
25/05/2012	12:00:00	12:37:34	16,3	21.1	1002	15.3	07.57	-041.1	+0108.3	09.16	41	26315	26	00.02	16,3
25/05/2012	18:00:00	17:53:45	16,3	21.1	1001	15.9	07.47	-034.6	+0165.3	08.78	42	25641	27	00.02	16,3
26/05/2012	00:00:00	23:41:22	16,3	19.9	1002	17.0	07.33	-026.4	+0158.0	08.77	40	27027	26	00.02	16,3
26/05/2012	06:00:00	07:44:30	16,3	19.4	1002	19.7	07.26	-023.1	+0093.6	08.64	38	28571	24	00.01	16,3
26/05/2012	12:00:00	11:47:21	16,3	20.7	1003	27.6	07.46	-035.1	+0090.9	09.08	41	26315	26	00.02	16,3
26/05/2012	18:00:00	17:40:12	16,3	21.1	1001	16.2	07.37	-029.2	+0090.9	08.77	43	25000	27	00.02	16,3



Data	Hora	Hora Real	Vazão (m³/s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)	Vazão (m³/s)
27/05/2012	00:00:00	23:51:51	16,3	19,7	1002	19,4	07,22	-022,0	+0096,3	08,49	39	27777	25	00,01	16,3
27/05/2012	06:00:00	07:36:23	16,3	19,6	999	18,7	07,24	-021,8	+0100,3	08,45	41	27027	26	00,02	16,3
27/05/2012	12:00:00	11:57:35	16,3	20,5	1000	16,3	07,37	-028,9	+0101,2	08,87	41	26315	26	00,02	16,3
27/05/2012	18:00:00	18:01:18	16,3	20,7	999	16,4	07,40	-030,2	+0136,4	08,70	41	26315	26	00,02	16,3
28/05/2012	00:00:00	00:21:35	19,4	19,9	1001	20,1	07,27	-023,9	+0115,7	08,32	41	26315	26	00,02	19,4
28/05/2012	06:00:00	07:41:08	22,5	20,1	1002	18,7	07,26	-023,5	+0121,5	08,43	41	26315	26	00,02	22,5
28/05/2012	12:00:00	12:42:41	24,3	21,4	1001	15,0	07,43	-032,8	+0144,3	08,76	42	25000	27	00,02	24,3
28/05/2012	18:00:00	18:18:57	24,3	20,9	1001	16,2	07,35	-028,4	+0148,6	08,50	42	25641	27	00,02	24,3
29/05/2012	00:00:00	23:44:47	24,3	20,1	1001	19,2	07,27	-023,6	+0145,7	08,37	41	26315	26	00,02	24,3
29/05/2012	06:00:00	06:53:13	24,3	20,1	1002	18,1	07,25	-022,8	+0136,3	08,49	40	27027	26	00,02	24,3
29/05/2012	12:00:00	12:27:51	24,3	21,5	1001	15,1	07,41	-031,7	+0160,9	08,67	41	25641	26	00,02	24,3
29/05/2012	18:00:00	18:11:21	23,4	20,9	999	16,5	07,33	-027,8	+0172,4	08,37	42	25641	27	00,02	23,4
30/05/2012	00:00:00	23:44:15	23,4	20,1	999	18,4	07,15	-016,5	+0132,3	08,27	40	27027	26	00,02	23,4
30/05/2012	06:00:00	06:53:16	23,4	20,3	1000	17,9	07,31	-025,9	+0180,9	08,28	41	26315	26	00,02	23,4
30/05/2012	12:00:00	12:32:21	23,4	20,8	1003	17,1	07,38	-029,6	+0122,2	08,64	41	26315	26	00,02	23,4
30/05/2012	18:00:00	18:08:23	25,3	20,3	1003	17,4	07,27	-023,0	+0164,8	08,52	41	26315	26	00,02	25,3
31/05/2012	00:00:00	23:45:01	25,3	19,8	1007	21,6	07,36	-029,1	+0148,1	08,64	40	27027	26	00,02	25,3
31/05/2012	06:00:00	06:55:12	25,3	19,6	1007	19,5	07,43	-032,8	+0139,7	08,74	41	27027	26	00,02	25,3
31/05/2012	12:00:00	12:26:47	25,3	20,8	1006	16,6	07,59	-042,1	+0149,1	09,02	42	25641	27	00,02	25,3
31/05/2012	18:00:00	18:10:37	25,3	20,4	1004	16,6	07,42	-032,7	+0143,8	08,90	42	25641	27	00,02	25,3
01/06/2012	00:00:00	23:41:21	25,3	20,0	1008	20,1	07,39	-030,1	+0136,1	08,93	41	26315	26	00,02	25,3
01/06/2012	06:00:00	06:53:20	22,5	19,5	1009	19,7	07,40	-031,5	+0140,9	08,81	41	27027	26	00,02	22,5
01/06/2012	12:00:00	12:35:27	22,5	20,9	1008	14,4	07,56	-040,4	+0137,9	09,15	43	25000	27	00,02	22,5
01/06/2012	18:00:00	18:01:35	20,1	20,8	1004	17,8	07,54	-039,1	+0143,5	09,07	42	25641	27	00,02	20,1
02/06/2012	00:00:00	23:42:37	20,1	19,7	1004	20,6	07,44	-033,1	+0142,9	09,15	40	27027	26	00,02	20,1
02/06/2012	06:00:00	06:52:51	20,1	19,5	1002	20,4	07,46	-034,4	+0119,1	08,95	41	27027	26	00,02	20,1
02/06/2012	12:00:00	11:50:53	20,1	20,2	1002	17,8	07,59	-042,6	+0163,2	09,13	41	26315	26	00,02	20,1
02/06/2012	18:00:00	17:54:29	20,1	20,5	999	16,9	07,46	-034,6	+0152,5	08,95	42	25641	27	00,02	20,1
03/06/2012	00:00:00	23:45:26	20,1	20,1	999	18,1	07,40	-031,0	+0127,1	08,85	41	26315	26	00,02	20,1
03/06/2012	06:00:00	06:52:12	20,1	19,8	1000	18,5	07,39	-030,2	+0150,8	08,92	41	26315	26	00,02	20,1
03/06/2012	12:00:00	12:22:14	20,1	20,5	1001	18,1	07,56	-040,0	+0136,0	09,33	41	26315	26	00,02	20,1
03/06/2012	18:00:00	18:24:40	20,1	20,3	999	19,1	07,50	-037,2	+0155,7	09,05	41	26315	26	00,02	20,1
04/06/2012	00:00:00	23:28:34	23,4	19,7	998	20,1	07,44	-033,1	+0107,8	09,06	40	27027	26	00,02	23,4
04/06/2012	06:00:00	06:51:44	28,1	19,8	1001	20,0	07,48	-035,4	+0124,9	09,19	40	27027	26	00,02	28,1
04/06/2012	12:00:00	12:30:51	28,1	20,1	1001	19,3	07,68	-047,6	+0136,7	09,54	41	26315	26	00,02	28,1
04/06/2012	18:00:00	18:15:23	28,1	19,8	1002	17,3	07,53	-037,4	+0131,6	09,39	41	26315	26	00,02	28,1
05/06/2012	00:00:00	23:45:09	28,1	19,3	1005	22,2	07,55	-040,8	+0139,4	09,36	39	27777	25	00,01	28,1
05/06/2012	06:00:00	06:51:39	23,4	18,7	1007	20,5	07,57	-040,8	+0125,7	09,45	38	29411	24	00,01	23,4
05/06/2012	12:00:00	12:33:44	23,4	20,2	1007	18,1	07,78	-052,8	+0077,6	09,68	40	27027	26	00,02	23,4
05/06/2012	18:00:00	18:08:43	18,7	19,5	1005	20,6	07,66	-046,1	+0129,0	09,50	39	27777	25	00,01	18,7
06/06/2012	00:00:00	23:34:45	18,7	18,2	1006	21,2	07,57	-041,1	+0142,6	09,38	38	29411	24	00,01	18,7
06/06/2012	06:00:00	06:51:23	18,7	17,8	1010	21,5	07,54	-038,7	+0101,1	09,51	37	30303	24	00,01	18,7
06/06/2012	12:00:00	12:32:24	18,7	19,4	1012	17,7	07,79	-053,5	+0138,5	09,84	39	27777	25	00,01	18,7
06/06/2012	18:00:00	18:10:07	18,7	19,1	1012	19,3	07,60	-042,9	+0126,5	09,61	40	27777	26	00,02	18,7
07/06/2012	00:00:00	23:49:01	20,1	17,4	1018	23,3	07,47	-034,7	+0131,2	09,67	35	32258	22	00,01	20,1
07/06/2012	06:00:00	06:59:14	20,1	17,3	1019	22,6	07,62	-042,6	+0145,6	09,72	36	31250	23	00,01	20,1
07/06/2012	12:00:00	11:58:40	20,1	18,4	1018	20,2	07,75	-051,4	+0122,7	09,98	39	28571	25	00,01	20,1
07/06/2012	18:00:00	18:01:27	18,7	18,3	1013	22,2	07,67	-046,8	+0093,4	09,71	38	29411	24	00,01	18,7
08/06/2012	00:00:00	00:07:56	18,7	17,3	1013	23,5	07,59	-041,8	+0142,4	09,83	35	32258	22	00,01	18,7
08/06/2012	06:00:00	06:58:22	18,7	17,0	1013	23,4	07,58	-041,6	+0135,9	09,87	33	34482	21	00,01	18,7
08/06/2012	12:00:00	12:34:39	20,9	18,6	1013	21,6	07,76	-051,9	+0108,4	10,00	38	29411	24	00,01	20,9
08/06/2012	18:00:00	18:03:11	20,9	18,1	1011	22,5	07,66	-046,0	+0113,7	09,80	38	29411	24	00,01	20,9
09/06/2012	00:00:00	23:46:22	20,9	17,3	1012	24,6	07,55	-039,6	+0127,2	09,82	34	33333	22	00,01	20,9
09/06/2012	06:00:00	06:53:49	20,9	17,0	1010	24,1	07,55	-039,9	+0141,7	09,87	34	33333	22	00,01	20,9
09/06/2012	12:00:00	11:44:44	18,7	17,7	1010	22,7	07,76	-052,1	+0111,7	10,10	35	32258	22	00,01	18,7
09/06/2012	18:00:00	18:21:58	18,7	18,3	1005	23,8	07,65	-045,6	+0096,8	09,79	37	30303	24	00,01	18,7
10/06/2012	00:00:00	23:43:54	18,7	16,8	1005	24,2	07,50	-037,0	+0150,7	09,79	33	34482	21	00,01	18,7
10/06/2012	06:00:00	06:59:17	18,7	17,0	1004	23,9	07,55	-039,9	+0166,9	09,66	34	33333	22	00,01	18,7
10/06/2012	12:00:00	12:03:20	18,7	17,3	1005	23,6	07,66	-045,7	+0151,6	09,82	34	33333	22	00,01	18,7
10/06/2012	18:00:00	18:06:36	18,7	17,6	1002	22,9	07,55	-039,5	+0145,2	09,64	36	31250	23	00,01	18,7
11/06/2012	00:00:00	23:42:19	18,7	17,5	1003	23,6	07,51	-037,6	+0134,6	09,61	36	31250	23	00,01	18,7
11/06/2012	06:00:00	07:45:43	23,4	17,4	1004	24,5	07,44	-033,0	+0152,1	09,57	36	31250	23	00,01	23,4
11/06/2012	12:00:00	12:28:51	28,1	17,9	1004	22,8	07,57	-041,0	+0073,6	09,81	36	31250	23	00,01	28,1
11/06/2012	18:00:00	18:19:07	28,3	17,6	1002	23,9	07,42	-032,5	+0130,3	09,64	35	32258	22	00,01	28,3
12/06/2012	00:00:00	00:03:02	28,3	17,1	1002	24,1	07,31	-026,0	+0175,1	09,65	36	32258	23	00,01	28,3
12/06/2012	06:00:00	07:36:12	28,1	17,0	1002	23,5	07,52	-038,0	+0166,3	09,66	36	32258	23	00,01	28,1

**-Ponto 10 – Jusante Canal de Fuga**

Data	Hora	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Temp (C)	Baro (mb)	Turb (NTU)	pH	pHmV	ORP (REDOX)	DO (mg/L)	EC (uS/cm@25C)	RES (Ohms.cm)	TDS (mg/L)	SAL (ppt)
16/04/2012	12:13:09		24.5	1006	07.4	07.74	-057.5	+0204.6	08.04	30	33333	19	00.01
23/04/2012	18:00:11		25.4	1005	08.2	07.74	-058.5	+0145.9	08.24	37	26315	24	00.01
30/04/2012	18:41:54		21.6	1010	08.7	07.56	-047.2	+0136.0	08.76	37	28571	24	00.01
07/05/2012	12:43:48		20.7	1008	07.5	07.71	-047.4	+0171.2	09.04	46	23255	29	00.02
14/05/2012	18:11:51		20.9	1005	14.9	07.70	-048.9	+0143.8	09.70	39	27027	25	00.01
21/05/2012	12:50:22		20.2	1006	18.1	07.61	-043.2	+0158.9	09.23	40	27027	26	00.02
28/05/2012	18:30:22		22.2	1001	13.4	07.54	-039.1	+0140.6	09.08	42	24390	27	00.02
04/06/2012	12:42:58		19.5	1001	18.4	07.75	-051.1	+0104.2	09.57	39	27777	25	00.01
11/06/2012	18:31:55		18.2	1002	21.5	07.51	-037.8	+0116.3	09.97	37	30303	24	00.01



**ANEXOS**

## **Anexo A**

### **Licença de operação da UHE Passo do São João**



Processo n.º  
11590-05.67 / 10-9

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO LI N.º 01257 / 2010-DL**

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual n.º 9.077 de 04/06/90 e com seus Estatutos aprovados pelo Decreto n.º 33.765, de 28/12/90, registrado no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, no uso das atribuições que lhe confere a Lei n.º 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto n.º 99.274, de 06/06/90 e com base nos autos do processo administrativo n.º 11590-05.67/10-9 expede a presente LICENÇA DE INSTALAÇÃO nas condições e restrições abaixo especificadas.

**I - Identificação:**

**EMPREENDEDOR:** 149439 – ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.  
CPF / CNPJ: 00.073.957/0001-68  
**ENDEREÇO:** RUA DEPUTADO ANTONIO EDU VIEIRA N.º 999  
PANTANAL  
88040-901 FLORIANÓPOLIS - SC

**EMPREENHIMENTO:** 135957 – UHE PASSO SÃO JOÃO  
**LOCALIZAÇÃO:** RIO IJUÍ, BACIA HIDROGRÁFICA URUGUAI – U090  
MUNICÍPIOS DE DEZESSEIS DE NOVEMBRO, ROLADOR, ROQUE  
GONZALES, SÃO LUIZ GONZAGA E SÃO PEDRO DO BUTIÁ - RS

**COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

Estrutura	Latitude	Longitude
Barramento	-28,1411111	-55,0519445
Casa de força	-28,1316667	-55,0538889

**A PROMOVER A INSTALAÇÃO RELATIVA À ATIVIDADE DE: BARRAGEM PARA GERAÇÃO DE ENERGIA,  
USINA HIDRELÉTRICA PASSO SÃO JOÃO**

**RAMO DE ATIVIDADE:** 3.458,20  
**POTÊNCIA:** 77 MW  
**EXTENSÃO DO CANAL DE ADUÇÃO:** 415 m  
**EXTENSÃO DO TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA:** 4.100 m  
**ÁREA DO RESERVATÓRIO:** 2.060 ha

**II - Condições e Restrições:**

**1. Quanto à Flora:**

- 1.1 Deverá ser realizada a limpeza da área a ser alagada, anteriormente ao processo de enchimento do reservatório de acordo com a Lei Federal 3824, de 23 de novembro de 1960, com acompanhamento de responsável técnico, devendo ser justificada tecnicamente o não atendimento integral desta condicionante;
- 1.2 Não poderá ser efetuada a supressão da vegetação durante a fase de nidificação da fauna silvestre.
- 1.3 Para qualquer outra supressão de vegetação que se fizer necessária, respeitando o período reprodutivo da maioria das espécies, deverá ser solicitada autorização junto à FEPAM.
- 1.4 Deverá ser removida toda a serrapilheira da área a ser alagada, devendo a mesma ser utilizada na recuperação das áreas de mata-fora e canteiro de obras, bem como para produção das mudas para a reposição.
- 1.5 Deverá ser armazenada a camada de solo orgânico para posterior utilização na recuperação das áreas degradadas.
- 1.6 A supressão de vegetação deverá atender o disposto no Alvará 0014932 de 02/03/2010 do Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP com validade até 01/03/2011.
- 1.7 Deverá ser efetuado o resgate e transplante dos exemplares de bromeliáceas, cactáceas, orchidáceas, *Ficus luschnathiana*, *Ficus cestrifolia* e *Erythrina falcata* que estiverem em local acessível aos equipamentos necessários ao transplante na área de impacto direto da obra, deverá ser indicado em mapa e em tabela com coordenadas geográficas o local de origem e o local para onde serão transplantados e deverá ser feito o acompanhamento fitossanitário destes indivíduos.

- 1.8 Não poderão ser suprimidos exemplares da flora ameaçada de extinção na categoria Em Perigo (Decreto Estadual 42.099/02) nem protegida ou imune (Lei Estadual 9.519/92 e Portaria n.º 94 IBAMA), devendo os mesmos ser transplantados.
- 1.9 É vedada a utilização de fogo e de processos químicos para todas as formas de intervenções na vegetação nativa, em qualquer fase da implantação do empreendimento.

**2. Quanto à Área de Preservação Permanente:**

- 2.1 Deverá ser mantida faixa de preservação permanente de largura variável e de no mínimo 30 metros no entorno do reservatório, desde seu nível mais alto medido horizontalmente (Resolução CONAMA n.º 302/02).
- 2.2 Deverão ser agregados à faixa de preservação permanente do reservatório os ecossistemas (remanescentes florestais e campos) considerados relevantes para a biodiversidade.
- 2.3 A área total da faixa de preservação permanente e mais os remanescentes incorporados a mesma deverá ter uma área igual ou superior ao valor da mesma considerando os 100 metros, conforme áreas já propostas pelo empreendedor e constantes do processo administrativo do empreendimento (APP de 1675 hectares).
- 2.4 A reposição florestal obrigatória deverá priorizar as áreas da faixa ciliar do reservatório e as áreas de captação da microbacia envolvida, em especial as áreas de interesse para conservação da fauna, com manutenção dos padrões da estrutura fitossociológica original desses ambientes.
- 2.5 Deverá ser dada a continuidade ao plantio de mudas da reposição florestal, perfazendo um total de 1.040.477 mudas nativas, sendo que destas, 330.000 mudas deverão ser plantadas no ano de 2010, em uma área de 270,7 ha, sendo que para a fase pós-enchimento do reservatório deverão ser plantadas 340.000 mudas em uma área de 259,2 ha.
- 2.6 Deverá ser dada a continuidade ao monitoramento das mudas já plantadas e o manejo através do controle de formigas cortadeiras, de capinas de coroamento, do tutoramento de mudas, da adubação de cobertura e da reposição das mudas mortas.
- 2.7 A Área de Preservação Permanente, juntamente com os limites dos corredores de acesso ao lago implantados para dessedentação animal, conforme previsto e acordado dentro Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, deverão ser cercados prevendo-se a devida manutenção ou reposição das cercas utilizadas.

**3. Quanto à Qualidade da Água:**

- 3.1 Deverá ser dada continuidade ao programa de monitoramento da qualidade da água, conforme proposto no PBA incluindo-se, no mínimo, uma campanha de monitoramento adicional até quinze dias antes da data prevista para o enchimento do reservatório.
- 3.2 Os resultados deste monitoramento deverão ser interpretados e comparados com a Resolução CONAMA 357/2005.
- 3.3 Todos os dados de monitoramento deverão ser estruturados e fornecidos em meio digital, de acordo com orientação da FEPAM, para sua inclusão em banco de dados.

**4. Quanto à Vazão Remanescente:**

- 4.1 A energia a ser gerada pelo empreendimento ao longo do tempo, deverá ser compatibilizada com a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres e a manutenção dos usos da água atuais, através da definição da adequada vazão remanescente a jusante do barramento, assegurando, no mínimo, condição de Classe 2 conforme a Resolução CONAMA n.º 357/05.
- 4.2 O tempo de permanência das condições de qualidade da água, depois da instalação do empreendimento, deverá ser semelhante ao existente antes da construção do mesmo.
- 4.3 A vazão remanescente deve ser suficiente para assegurar a preservação da biota aquática a jusante, bem como os usos existentes, durante o enchimento do reservatório e operação da Usina Hidrelétrica.
- 4.4 Deverão ser consideradas as práticas relacionadas ao manejo adaptativo como uma boa alternativa para definição e acompanhamento das vazões a serem mantidas a jusante do barramento, principalmente na AVR. O conceito de uma prescrição de vazões com variação mensal (e não um valor constante), a partir de uma "franja de tensão", definida a partir de uma vazão de base, é adequada para a definição do regime hidrológico para a AVR.
- 4.5 Partindo-se da comparação entre os cenários indicados e a vazão do método de Tenant, adotado pela FEPAM em outros estudos, deverá ser adotado como ponto de partida que a base da franja na alça seja de 11 m³/s, de acordo com o Cenário **qEco b11** como ponto de partida para o manejo adaptativo, podendo os valores de vazão ser modificados conforme os resultados dos monitoramentos.
- 4.6 Neste cenário, as vazões mensais prescritas serão:

Vazões no Cenário qEco b11 (m³/s)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

20,9	21	15,3	11,3	11	25,5	33,8	40,8	61,3	46,2	36,6	27
------	----	------	------	----	------	------	------	------	------	------	----

- 4.7 A vazão poderá ser revisada com base nos resultados do monitoramento da qualidade da água na alça de vazão remanescente pós-enchimento e do manejo adaptativo durante a operação do empreendimento.
- 4.8 O dispositivo de passagem da vazão remanescente deverá possibilitar o aumento da vazão caso necessário.
- 4.9 A operação do sistema terá a obrigatoriedade de garantir a vazão remanescente estabelecida, mesmo que venha a acarretar a redução da potência gerada.
- 4.10 A vazão remanescente prevista deverá considerar os três usos da água já existentes no trecho da AVR: a geração de energia na CGH Pirapó, com capacidade de turbinamento de 10 m³/s, em dois conjuntos geradores de 5 m³/s cada, totalizando 756 kW; a manutenção da beleza cênica da paisagem no Salto Pirapó com base na análise de fotografias com registro da data e associada às respectivas vazões medidas em cada data e a migração de peixes.
- 4.11 A aprovação do sistema proposto de comportas e suas regras operativas será objeto de autorização específica para a manutenção dos usos atuais e futuros do trecho de vazão reduzida.
- 4.12 Deverá haver controle automático dos dados de vazão remanescente, vazão afluente e vazão turbinada, e a FEPAM deverá ter acesso on-line em tempo real a estes dados, que deverão ser apresentados nos relatórios trimestrais.
- 4.13 Deverá ser previsto um dispositivo de saída da vazão remanescente provisória que será utilizado durante o enchimento do reservatório, até que o dispositivo da vazão remanescente permanente seja atingido.

**5. Quanto ao monitoramento do nível estático e freático dos poços:**

- 5.1 Deverá ser dada continuidade às atividades previstas no PBA com a alteração na frequência das medições passando para a execução mensal durante o enchimento do reservatório, totalizando 16 medições, e antecipando 04 medições mensais nos meses que antecedem o barramento do rio.

**6. Quanto às instalações:**

- 6.1 A disposição de instalações como áreas de empréstimo, bota-foras, canteiro de obras, acessos e demais instalações associadas ao empreendimento deverão ser feitas conforme projeto apresentado e aprovado pela FEPAM, não podendo ser implantadas nas vertentes dos vales com cobertura florestal nativa ou com declividade superior a 45° consideradas de preservação permanente. Nas áreas com inclinação entre 25° e 45° não será permitido o corte raso da floresta (Art. 2º e 10º do Código Florestal Federal). Mesmo com declaração de utilidade pública, o uso destas áreas só será permitido se tecnicamente ficar comprovada a inexistência de outras áreas mais adequadas disponíveis.
- 6.2 Eventuais áreas de bota-foras, estoques de rocha, empréstimo de solo, jazidas ou pedreiras localizadas fora dos limites previstos dependerão de prévio licenciamento ambiental.
- 6.3 Deverão ser utilizadas somente as vias de acesso já existentes, sendo que a abertura de novas estradas dependerá de prévio licenciamento ambiental.
- 6.4 Deverá ser dada a continuidade à recuperação das áreas degradadas, organização e limpeza dos canteiros e acessos.
- 6.5 A interferência do empreendimento nas rotinas e hábitos da comunidade deverá ser compensada através da melhoria dos acessos locais e pela implantação de equipamentos de uso comunitário ou turístico.
- 6.6 As instalações sanitárias deverão possuir esgotamento próprio com tratamento de efluentes.
- 6.7 Deverá ser realizado treinamento de todos os funcionários envolvidos na implantação do empreendimento visando à adoção de posturas relacionadas à mitigação dos impactos ambientais relacionados às obras.
- 6.8 Deverão ser observadas as normas técnicas da ABNT-NBR 9061 e 9653 para escavação e desmonte com uso de explosivos, respectivamente. A área deverá ser sinalizada com placas informando sobre as detonações e seus horários, bem como à restrição da circulação de pessoas estranhas ao local. Os impactos ambientais oriundos do desmonte com explosivos (pressão acústica, vibração, ultra lançamentos) deverão ser monitorados periodicamente, utilizando-se de um sistema com maior segurança possível para minimização destes impactos.
- 6.9 Deverá ser considerado o Decreto 3665 de 20 de novembro de 2000, com relação às distâncias mínimas existentes entre as residências, ferrovias, rodovias e os depósitos de explosivos em função da quantidade de explosivos, acessórios e cordéis detonantes presentes nos depósitos.

**7. Quanto à Fauna:**

- 7.1 Deverá ser apresentado um projeto do mecanismo de transposição de fauna íctica, adequado às características biológicas e ecológicas das principais espécies migradoras da bacia, com base nos



resultados do monitoramento da ictiofauna em conjunto com a UHE São José de acordo com o cronograma previsto, visando operacionalizar a transposição das duas usinas hidrelétricas de modo eficiente destas espécies para jusante, garantindo sua passagem de retorno. (Art. 174, Capítulo V do Código Estadual do Meio Ambiente). Este mecanismo deverá apresentar flexibilidade operacional suficiente para que sejam feitos ajustes necessários à sua real efetividade.

- 7.2 Se necessário, anteriormente à instalação completa do mecanismo de transposição de peixes, os dois empreendedores (UHE Passo São João e UHE São José) deverão adotar métodos temporários de transposição de peixes com a finalidade de garantir a reprodução das espécies migradoras.
- 7.3 Deverá ser executado o controle e proibição da pesca e da caça na área da obra e do empreendimento.
- 7.4 Não é permitida a introdução de espécies da fauna íctica exóticas ou alóctones no rio ou no reservatório (Lei Federal n.º 9.605/98, regulamentada pelo Decreto Federal n.º 3.179/99).
- 7.5 Qualquer atividade de peixamento na área de influência do empreendimento só será possível com licenciamento específico e após análise criteriosa, baseada nos resultados do programa de monitoramento da ictiofauna.

#### **8. Quanto aos Programas Ambientais:**

- 8.1 Os programas do PBA deverão ter a sua continuidade de execução conforme já aprovados pela FEPAM e deverão incorporar os estudos solicitados.
- 8.2 Todos os dados de monitoramento deverão ser estruturados e fornecidos em meio digital, de acordo com orientação da FEPAM, para sua inclusão em banco de dados.
- 8.3 Deverá haver acompanhamento ambiental diário de responsável técnico ao longo da implantação do empreendimento incluindo a fase de enchimento do reservatório, devendo ser enviados relatórios trimestrais da execução dos programas, em papel e meio digital.
- 8.4 Deverá ocorrer a divulgação em página da empresa dos resultados dos programas que compõem o PBA e outros programas e monitoramento ambiental a serem executados durante a vida útil do empreendimento, concomitantemente à entrega dos produtos previstos.
- 8.5 O Programa de Implantação da Unidade de Conservação deverá ser desenvolvido a partir da aplicação de recursos da medida compensatória do empreendimento, conforme diretrizes a serem definidas pela Câmara Estadual de Compensação Ambiental – CECA/SEMA, de acordo com o disposto na Lei Federal n.º 9985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Capítulo IV, Art. 36), no Decreto Federal n.º 4.340/2002 (Capítulo VIII, artigos 31 a 33) e o disposto na Resolução CONSEMA n.º 001/2000. Os recursos da medida compensatória deverão ser investidos na Reserva Biológica do Ibirapuitã, na Reserva Biológica São Donato e Parque Estadual do Turvo conforme Termo de Compromisso e Aditivo firmados junto à CECA/SEMA.
- 8.6 Nos relatórios dos programas relativos ao meio sócio-econômico, deverão constar os resultados das atividades desenvolvidas, a comprovação do contato com as instituições e a população envolvida, e avaliação da eficácia das ações propostas em cada programa, incluindo os termos de acordo, as atas e lista de presença dos eventos realizados.

#### **9. Quanto ao Patrimônio Histórico-cultural:**

- 9.1 Deverá ser dada continuidade ao Programa de Resgate Socioambiental da Paisagem com a restauração de casa adquirida com essa finalidade na localidade de Poço Preto, município de Roque Gonzáles, e a sua transformação em "Casa da Memória" com a finalidade de recolher, conservar e valorizar de diversas formas, os registros dos elementos de valor cultural, histórico e paisagístico da região.
- 9.2 Implementação do projeto de levantamento, monitoramento e salvamento arqueológico, conforme aprovado pelo IPHAN (Portaria n.º 22, Anexo IV/4 de outubro de 2008).
- 9.3 Acompanhamento de arqueólogo responsável pelo programa de salvamento do patrimônio arqueológico durante as obras, para a identificação e salvamento de sítios arqueológicos, se houverem, conforme Portaria 191, de 18 de outubro de 2002, do IPHAN.
- 9.4 Deverá ser implantado um projeto de adequação paisagística que garanta a preservação do valor paisagístico do Salto Pirapó visando à preservação dos interesses turísticos do local.

#### **10. Quanto à movimentação de solo:**

- 10.1 Deverá ser previsto o armazenamento da camada de solo orgânico, para posterior utilização na recuperação das áreas degradadas.
- 10.2 Em caso de necessidade de empréstimo de material mineral a ser utilizado nas obras do empreendimento, este deverá ser oriundo de local devidamente licenciado por esta FEPAM.
- 10.3 O material excedente dos trabalhos de terraplenagem (bota-fora) deverá ser disposto em local próprio, devidamente licenciado por esta FEPAM.
- 10.4 As áreas de corte e aterro deverão ser taludadas e vegetadas.
- 10.5 Deverão ser tomadas as providências técnicas necessárias para a prevenção e contenção de erosão.

**11. Quanto à disposição de resíduos:**

- 11.1 Não poderão ser utilizados locais próximos aos recursos hídricos para descarte de bota-foras, considerando o seu leito maior sazonal.
- 11.2 Todos os resíduos gerados na implantação do empreendimento deverão ser comprovadamente destinados a locais devidamente licenciados por esta Fundação.
- 11.3 O resíduo advindo da bacia de contenção da área de lavagem dos caminhões betoneira não poderá ser disposto nos acessos secundários, na área das estruturas ou na área da propriedade, devendo o empreendedor contatar a prefeitura para viabilizar a disposição deste resíduo em local adequado.

**12. Quanto ao Uso Óleos Lubrificantes e Combustíveis:**

- 12.1 O armazenamento de combustíveis deverá atender às recomendações técnicas observando as exigências dos setores de saúde, agricultura e meio ambiente de acordo com normas técnicas da ABNT n.º: NBR n.º 9843/87, NB 1183/88, Lei Est. 9921/93, Decreto Est. 38356/98.
- 12.2 Caso a atividade utilize óleos lubrificantes em embalagens plásticas, deverá entrar em contato com o(s) fornecedor (es) atacadista(s) (fabricante ou fornecedor) para que estes realizem a coleta das embalagens plásticas pós-consumo. A coleta é gratuita e o coletor fornece comprovante de coleta em atendimento a Portaria SEMA/FEPAM n.º 001/2003. O telefone para contato com os distribuidores e fabricantes regularizados constam da Licença Ambiental destes, e estão disponíveis para consulta na página da FEPAM com o código da atividade 3117.00.
- 12.3 Caso a atividade adquira óleo lubrificante em embalagens plásticas apenas no comércio varejista, deverá fazer a devolução voluntária no ponto de compra. O comércio varejista de óleos lubrificantes (lojas, supermercados, etc.) não realiza a coleta das embalagens, mas é ponto de coleta dos fornecedores imediatos.
- 12.4 O local da troca de óleo lubrificante deverá possuir bacia de contenção sobre piso de concreto, para armazenagem de óleo lubrificante usado em tonéis. A bacia de contenção deve ser calculada para conter todo o volume do(s) tonel (is); não será aceito tanque subterrâneo para armazenagem de óleo lubrificante usado.
- 12.5 Os tanques de armazenagem de combustíveis deverão ser aéreos, dotados de bacia de contenção para conter eventuais vazamentos, conforme NBR n.º 7.505/95, da ABNT.
- 12.6 A pista de abastecimento de veículos deverá possuir piso impermeável na área de abastecimento de veículos e máquinas, com drenagem periférica (sem possibilidade de infiltrações para o subsolo) conectada com caixa separadora de água/óleo.
- 12.7 A lavagem veículos (carros, caminhões, tratores, etc.), máquinas e equipamentos, deverá ser realizada em rampas ou áreas dotadas de piso impermeável com drenagem para caixa separadora água/óleo.

**13. Demais condicionantes:**

- 13.1 Não será permitida a realização das operações de fechamento e enchimento dos reservatórios do empreendimento no período compreendido entre 01 de novembro e 31 de março, salvo situação excepcional de chuvas no período, com previsões superiores às médias anuais. Nos meses de abril a outubro não será permitida a realização de tais operações no caso de não se verificarem precipitações comparáveis às médias sazonais nos 30 dias anteriores à data programada.
- 13.2 O empreendedor deverá contar com equipe técnica habilitada responsável pela supervisão ambiental, lotada na área do empreendimento em tempo integral, para acompanhamento da implantação do empreendimento.
- 13.3 Deverá ser atendida a Resolução conjunta da ANEEL / ANA n.º 3, de 10 de agosto de 2010, que estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações pluviométricas e fluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos. Estas estações deverão estar implantadas e em operação seis meses antes da data pretendida para o enchimento do reservatório.
- 13.4 Implementação das negociações e aquisições de propriedades atingidas, conforme cronograma apresentado pelo empreendedor, devendo ser enviados à FEPAM, junto aos relatórios trimestrais dos programas do PBA, um relatório de acompanhamento destas ações, incluindo a comprovação das negociações (termos de acordo, escrituras, etc.).
- 13.5 Deverá ser garantida a participação da população diretamente atingida no processo decisório referente à resolução de todas as questões referentes às negociações das propriedades necessárias para implantação e operação do empreendimento.
- 13.6 Deverá ser garantida consulta à comunidade local na elaboração dos projetos de recomposição da infra-estrutura afetada pela formação do reservatório e demais obras da UHE Passo São João.
- 13.7 Deverá ser garantido o acesso das populações locais às oportunidades de emprego geradas pela implantação e operação do empreendimento, através de ações de cadastramento e capacitação da mão-de-obra local, mediante o estabelecimento de acordos ou convênios com entidades de classe nos municípios.



- 13.8 Deverão ser realizadas auditorias ambientais periódicas, atendendo o disposto no Capítulo XII do Código Estadual do Meio Ambiente.
- 13.9 Em caso de ocorrência de qualquer acidente que resulte em dano ambiental, o órgão licenciador deverá ser comunicado imediatamente.
- 13.10 No caso de mudanças ou relocação de estruturas, por circunstâncias não previstas, o empreendedor deverá comunicar antecipadamente o órgão licenciador e solicitar anuência.
- 13.11 O enchimento do reservatório, o desvio do rio, bem como a realização de testes de barramento e de maquinário, deverá ser autorizado previamente pela FEPAM.
- 13.12 Deverá ser fixada, em local de fácil visibilidade, placa para divulgação da presente licença, conforme modelo disponível na página da FEPAM, [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br). A placa deverá ser mantida durante todo o período de vigência da mesma.

**14. Apresentar no prazo de 120 dias:**

- 14.1 Projeto da Casa de Memória para exposição de peças recuperadas nos salvamentos a serem realizados e dos registros de elementos de valor cultural, histórico e paisagístico da região.
- 14.2 Deverá ser elaborado e apresentado à FEPAM, um projeto de adequação paisagística detalhado que garanta a preservação do valor paisagístico do Salto Pirapó visando à preservação dos interesses turísticos do local.

**III - Com vistas à RENOVAÇÃO DA LICENÇA DE INSTALAÇÃO, a empresa deverá apresentar:**

- 1- Requerimento solicitando a renovação da Licença de Instalação.
- 2- Cópia desta Licença.
- 3- Relatório, assinado pelo responsável técnico da supervisão ambiental, dando conta do estágio das obras e do andamento de todos os programas em andamento na implantação do empreendimento. O relatório deverá ser acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.
- 4- Comprovante do pagamento dos custos dos Serviços de Licenciamento Ambiental, conforme Resolução n.º 01/95-CONS. ADM, publicada no DOE em 01/09/95.

**IV - Com vistas à obtenção de AUTORIZAÇÃO GERAL PARA ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO, a empresa deverá apresentar:**

- 1- Requerimento solicitando a Autorização Geral para Enchimento do Reservatório.
- 2- Cópia desta Licença.
- 3- O Plano de Enchimento do Reservatório.
- 4- Relatório final de acompanhamento das ações de negociações e aquisições de propriedades atingidas, comprovando o atendimento total das ações previstas no cronograma apresentado.
- 5- Relatório final com a comprovação da relocação ou recomposição da infra-estrutura atingida pelo reservatório.
- 6- Comprovação da possibilidade de cumprimento das medidas propostas no Relatório Final de Consolidação da Análise de Risco do empreendimento.
- 7- Declaração de Liberação de Área, emitida pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, referente à área diretamente afetada pelo empreendimento, com base no Projeto de Levantamento e Salvamento Arqueológico da área diretamente afetada pelo empreendimento.
- 8- Comprovação de aquisição ou negociação das áreas referentes ao lago, barramento, canal de adução, casa de força e áreas de preservação permanente.
- 9- Termo de Acordo firmado entre a ELETROSUL e a CPFL, com relação à interferência da UHE Passo São João sobre a geração da CGH Pirapó.
- 10- Comprovante do pagamento dos custos dos Serviços de Licenciamento Ambiental, conforme Resolução n.º 01/95-CONS. ADM, publicada no DOE em 01/09/95.

**V - Com vistas à obtenção da LICENÇA DE OPERAÇÃO, a empresa deverá apresentar:**

- 1- Requerimento, solicitando a Licença de Operação 06 (seis) meses antes da data pretendida para a operação do reservatório.
- 2- Cópia desta Licença.
- 3- Cópia da publicação no diário oficial, jornal de circulação local e de grande circulação, da concessão da Licença de Instalação; Resolução CONAMA N.º 6, de 24 de janeiro de 1986.
- 4- Cópia da publicação do pedido de solicitação da licença de operação no diário oficial, jornal de circulação local e jornal de grande circulação; Resolução CONAMA N.º 6, de 24 de janeiro de 1986.
- 5- Relatório final de implantação da UHE, referente à execução dos Programas Ambientais e ao cumprimento das condições e restrições desta licença, assinado e rubricado pelo coordenador geral da supervisão ambiental, com respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs).
- 6- Comprovação do cumprimento das exigências desta LI, de acordo com o cronograma aprovado.





Processo n.º

11590-05.67 / 10-9

- 7- Cronograma completo contendo as seguintes previsões: Data pretendida para obtenção da licença de operação; Início do enchimento do reservatório; Início do comissionamento por cada unidade geradora; Início da operação comercial por cada unidade geradora.
- 8- Comprovação da realização das atividades previstas nos programas que compõem o Plano Básico Ambiental, de acordo com cronograma aprovado.
- 9- Planta da faixa de preservação do reservatório implantada, indicando as áreas que foram agregadas à faixa, correspondentes aos ecossistemas considerados relevantes para a conservação da biodiversidade.
- 10- Comprovação de que o empreendimento está pronto para entrar em operação (geração de energia).
- 11- Comprovação da aplicação dos recursos da medida compensatória, conforme Projeto de Aplicação de Recursos aprovado pela Câmara Estadual de Compensação Ambiental.
- 12- Documentação comprobatória dos custos totais da instalação do empreendimento para verificação dos percentuais aplicados no cumprimento da medida compensatória, em atendimento à Resolução CONSEMA n.º 001/2000.
- 13- Declaração de Liberação de Área, emitida pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, referente à área diretamente afetada pelo empreendimento, com base no Projeto de Levantamento e Salvamento Arqueológico da área diretamente afetada pelo empreendimento.
- 14- Proposta de Termo de Referência e cronograma de realização das auditorias ambientais periódicas, atendendo o disposto no Capítulo XII do Código Estadual do Meio Ambiente.
- 15- Comprovante do pagamento dos custos dos Serviços de Licenciamento Ambiental, conforme Resolução n.º 01/95-CONS. ADM, publicada no DOE em 01/09/95.

**Havendo alteração nos atos constitutivos, cópia da mesma deverá ser apresentada, imediatamente, à FEPAM, sob pena do empreendedor acima identificado continuar com a responsabilidade sobre a atividade/empreendimento licenciado por este documento.**

**Este documento licenciatório perderá sua validade caso os dados fornecidos pelo empreendedor não correspondam à realidade ou algum prazo estabelecido nas condições acima seja descumprido.**

**Para início de operação da atividade, o empreendedor deverá obter junto a este órgão a LICENÇA DE OPERAÇÃO, no prazo de validade da Licença de Instalação. Caso a atividade não venha a ser implantada neste período, o empreendedor deverá solicitar a renovação desta licença.**

**Esta licença não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais.**

**Esta licença deverá estar disponível no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização.**

**Data de emissão: Porto Alegre, 18 de Novembro de 2010.**

**Este documento licenciatório é válido para as condições acima no período de 18/11/2010 à 10/11/2015.**

**Este documento licenciatório foi certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida integridade de seu conteúdo e está à disposição na página [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br).**

fepam@.

## **Anexo B**

### **Licença de operação da UHE São José**



Processo n.º  
12861-05.67 / 09-4

**LICENÇA DE OPERAÇÃO**

LO N.º

7750 / 2010-DL

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual n.º 9.077, de 04/06/90, e com seus Estatutos aprovados pelo Decreto n.º 33.765, de 28/12/90, registrado no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, no uso das atribuições que lhe confere a Lei n.º 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto n.º 99.274, de 06/06/90 e com base nos autos do processo administrativo n.º 12861-05.67/09-4 concede a presente LICENÇA DE OPERAÇÃO nas condições e restrições abaixo especificadas.

**I - Identificação:**

**ENDEREÇO:** AV. DR CARDOSO DE MELO, 1855, BLOCO I, CONJ. 52, VILA OLÍMPIA  
SÃO PAULO – SP CEP 04548-005

**EMPREENDIMENTO:** 135958 – UHE SÃO JOSÉ

**LOCALIZAÇÃO:** RIO IJUÍ, BACIA HIDROGRÁFICA IJUÍ – U 090  
MUNICÍPIOS DE ROLADOR, SALVADOR DAS MISS-ÕES, CERRO LARGO E MATO QUEIMADO - RS

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Estrutura	Latitude	Longitude
Barramento	-28,175555	-54,815000
Casa de força	-28,175277	-54,815000

**A PROMOVER A INSTALAÇÃO RELATIVA À ATIVIDADE DE BARRAGEM PARA GERAÇÃO DE ENERGIA, USINA HIDRELÉTRICA SÃO JOSÉ**

**RAMO DE ATIVIDADE:** 3.458,20  
**POTÊNCIA:** 51 MW  
**ÁREA DO RESERVATÓRIO:** 2.346 ha

**II - Condições e Restrições:**

**1. Quanto às áreas de Preservação Permanente:**

- 1.1. Deverá ser mantida faixa de preservação permanente de largura variável e de no mínimo 30 metros no entorno do reservatório, desde seu nível mais alto medido horizontalmente (Resolução CONAMA n.º 302/02), agregando os ecossistemas considerados relevantes para a manutenção da biodiversidade, conforme traçado da APP apresentado (Processo Administrativo FEPAM 012861-05.67/09-4 páginas 150 e 151), totalizando uma APP de 221,27 hectares.
- 1.2. A área total da faixa de preservação permanente e mais os remanescentes incorporados a mesma deverá ter uma área igual ou superior ao valor da mesma considerando os 100 metros.
- 1.3. Deverá ser efetuado o repovoamento e adensamentos das matas ciliares na área de preservação permanente e a compensação ambiental referente à área suprimida, priorizando as áreas da faixa ciliar do reservatório e as áreas de captação da microbacia envolvida, com manutenção de padrões de estrutura fitossociológica original destes ambientes, finalizando o montante de 1.429.530 mudas.
- 1.4. Deverá ser dada a continuidade ao monitoramento das mudas já plantadas e o manejo através do controle de formigas cortadeiras, de capinas de coroamento, do tutoramento das mudas, da adubação de cobertura e da reposição das mudas mortas.
- 1.5. A área de preservação permanente deverá ser cercada em 51km, conforme mapa de proposição de cercamento (Processo Administrativo FEPAM 012861-05.67/09-4 pág. 32), respeitando as definições estabelecidas no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório – PACUERA.

LO N.º 7750 / 2010-DL

Identificador de Documento 435629

Folha 1/5

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler/RS  
Rua Carlos Chagas, 55 - Fone (51) 3288-9400 - FAX: (51) 3288-9526 - CEP 90030-020 - Porto Alegre - RS - Brasil  
[www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br) / [dl@fepam.rs.gov.br](mailto:dl@fepam.rs.gov.br)



Processo n.º  
12861-05.67 / 09-4

- 1.6. As cercas utilizadas nas áreas de APP e nos limites dos corredores para dessedentação animal deverão ser mantidas ou repostas sempre que necessário.
- 2. Quanto à vazão do rio à jusante:**
- 2.1. A energia a ser gerada pelo empreendimento ao longo do tempo, deverá ser compatibilizada com a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres e a manutenção dos usos da água atuais, assegurando, no mínimo, condição de Classe 2 conforme a Resolução CONAMA nº 357/05, até que seja definido o enquadramento dos recursos hídricos da Bacia do Rio Ijuí.
  - 2.2. O tempo de permanência das condições de qualidade da água, depois da implantação do empreendimento, deverá ser semelhante ao existente antes da construção do mesmo.
  - 2.3. Durante a operação do empreendimento deverá ser assegurada a vazão mínima remanescente igual a  $Q_{95}$ .
  - 2.4. A operação do sistema terá a obrigatoriedade de garantir a vazão remanescente estabelecida, mesmo que venha a acarretar a redução da potência gerada.
  - 2.5. Deverá haver controle automático dos dados de vazão remanescente, vazão afluente, vazão defluente e vazão turbinada, sendo que a FEPAM deverá ter acesso on-line em tempo real a estes dados, que deverão ser também apresentados nos relatórios trimestrais.
- 3. Quanto à qualidade da água:**
- 3.1. Deverá ser executado programa de monitoramento da qualidade da água do rio Ijuí, conforme proposto no PBA, com o acréscimo de um ponto de monitoramento no arroio Encantado.
  - 3.2. Os resultados do monitoramento deverão ser interpretados e comparados com a Resolução CONAMA 357/2005.
  - 3.3. Todos os dados de monitoramento deverão ser estruturados e fornecidos em meio digital, de acordo com orientação da FEPAM, para sua inclusão em banco de dados.
- 4. Quanto à fauna:**
- 4.1. Deverá ser implantado um mecanismo de transposição de fauna íctica, adequado às características biológicas e ecológicas das principais espécies migradoras da bacia, com base nos resultados do monitoramento da ictiofauna em conjunto com a UHE Passo São João, de acordo com o cronograma previsto, visando operacionalizar a transposição das duas usinas hidrelétricas de modo eficiente destas espécies para jusante, garantindo sua passagem de retorno. (Art. 174, Capítulo V do Código Estadual do Meio Ambiente). Este mecanismo deverá apresentar flexibilidade operacional suficiente para que sejam feitos ajustes necessários à sua real efetividade.
  - 4.2. Se necessário, anteriormente à instalação completa do mecanismo de transposição de peixes, os dois empreendedores (UHE Passo São João e UHE São José) deverão adotar métodos temporários de transposição de peixes com a finalidade de garantir a reprodução das espécies migradoras.
  - 4.3. Deverá ser executado o controle e proibição da pesca e da caça na área do empreendimento, de acordo com a legislação vigente.
  - 4.4. Não é permitida a introdução de espécies da fauna íctica exóticas ou alóctones no rio ou no reservatório (Lei Federal nº 9.605/98, regulamentada pelo Decreto Federal nº 3.179/99).
  - 4.5. Qualquer atividade de peixamento na área de influência do empreendimento só será possível com licenciamento específico e após análise criteriosa, baseada nos resultados do programa de monitoramento da ictiofauna.
- 5. Quanto à flora:**
- 5.1. Deverá ser continuado o monitoramento dos indivíduos transplantados, conforme programa do PBA.
  - 5.2. A reposição florestal obrigatória deverá priorizar as áreas da faixa ciliar do reservatório e as áreas de captação da microbacia envolvida, em especial as áreas de interesse para conservação da fauna, com manutenção dos padrões da estrutura fitossociológica original desses ambientes.
- 6. Quanto às instalações:**
- 6.1. Deverá ser atendida a Resolução conjunta da ANEEL / ANA nº 3, de 10 de agosto de 2010 que estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações pluviométricas e fluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos.
  - 6.2. Eventuais novas áreas de bota-foras, estoques de rocha, empréstimo de solo, jazidas ou pedreiras localizadas fora dos limites previstos dependerão de prévio licenciamento ambiental.





Processo n.º  
12861-05.67 / 09-4

- 6.3. Deverá ser dada a continuidade à recuperação das áreas degradadas, organização e limpeza dos canteiros e acessos.
- 6.4. As instalações sanitárias deverão possuir esgotamento próprio com tratamento de efluentes.
- 6.5. Deverá ser realizado treinamento de todos os funcionários envolvidos na operação do empreendimento visando à adoção de posturas relacionadas à mitigação dos impactos ambientais.

**7. Quanto aos Programas:**

- 7.1. Os programas do PBA deverão ser executados conforme aprovados pela FEPAM.
- 7.2. Deverá haver acompanhamento das atividades ambientais diariamente por responsável técnico habilitado ao longo de toda operação do empreendimento
- 7.3. Deverá ser dada continuidade ao Programa Ambiental para a Construção e ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.
- 7.4. Após o enchimento e operação do reservatório deverão ser retomadas as campanhas para monitoramento de processos erosivos.
- 7.5. Deverá ser dada continuidade ao monitoramento do nível estático e freático dos poços.
- 7.6. Deverá ser dada continuidade ao acompanhamento e monitoramento da população remanejada.
- 7.7. Os recursos da medida compensatória devem ser investidos em unidade(s) de conservação definida(s) pela Câmara Estadual de Compensação Ambiental – CECA/SEMA, de acordo com o disposto na Lei Federal nº 9985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Capítulo IV, Art. 36) e no Decreto Federal nº 4.340/2002 (Capítulo VIII, artigos 31 a 33) e o disposto na Resolução CONSEMA nº 001/2000, tendo sido aprovado a aplicação dos recursos no Parque Municipal Refúgio da Vida Silvestre Mato dos Silva em Chiapetta, no valor de R\$ 550.000,00 e na Reserva Biológica Municipal Moreno Fortes de Dois Irmãos das Missões, no valor de R\$ 550.000,00, devendo ser implantada conforme o termo de compromisso definido.
- 7.8. Deverá ser implementado o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno e das Águas do Reservatório da UHE São José.
- 7.9. Todos os dados decorrentes do desenvolvimento dos Programas Ambientais deverão ser estruturados e fornecidos em meio digital, de acordo com orientação da FEPAM, para sua inclusão em banco de dados.
- 7.10. A execução das atividades previstas nos programas ambientais do PBA deverão ser apresentadas trimestralmente a esta Fundação mediante entrega de relatórios trimestrais, em meio impresso e digital, contendo atividades realizadas e previstas, resultados cumulativos e fotos da execução dos serviços.
- 7.11. Deverá ocorrer a divulgação em sítio da empresa dos resultados dos programas que compõem o Projeto Básico Ambiental e outros programas e monitoramento ambiental a serem executados durante toda a vida útil do empreendimento, concomitantemente à entrega dos produtos.

**8. Quanto à movimentação de solo:**

- 8.1. Deverá ser previsto o armazenamento da camada de solo orgânico, para posterior utilização na recuperação das áreas degradadas.
- 8.2. Em caso de necessidade de empréstimo de material mineral, este deverá ser oriundo de local devidamente licenciado por esta FEPAM.
- 8.3. O material excedente dos trabalhos de terraplenagem (bota-fora) deverá ser disposto em local próprio, devidamente licenciado por esta FEPAM.
- 8.4. As áreas de corte e aterro deverão ser retaludadas e vegetadas, visando a sua harmonização com a paisagem do entorno.
- 8.5. Deverão ser tomadas as providências técnicas necessárias para a prevenção e contenção de processos erosivos.

**9. Quanto à disposição de resíduos:**

- 9.1. Não poderão ser utilizados locais próximos aos recursos hídricos para descarte de bota-foras, considerando o seu leito maior sazonal.
- 9.2. Todos os resíduos gerados na implantação do empreendimento deverão ser comprovadamente destinados a locais devidamente licenciados pela FEPAM.
- 9.3. O resíduo advindo da bacia de contenção da área de lavagem dos caminhões betoneira não poderá ser disposto nos acessos secundários, na área das estruturas ou na área da propriedade, devendo o



Processo n.º  
12861-05.67 / 09-4

empreendedor contatar a prefeitura para viabilizar a disposição deste resíduo em local adequado ou a sua reutilização.

**10. Quanto ao Uso Óleos Lubrificantes e Combustíveis**

- 10.1. O armazenamento de combustíveis deverá atender às recomendações técnicas observando as exigências dos setores de saúde, agricultura e meio ambiente de acordo com normas técnicas da ABNT n.º: NBR n.º 9843/87, NB 1183/88, Lei Est. 9921/93, Decreto Est. 38356/98.
- 10.2. Caso a atividade utilize óleos lubrificantes em embalagens plásticas, deverá entrar em contato com o(s) fornecedor (es) atacadista(s) (fabricante ou fornecedor) para que estes realizem a coleta das embalagens plásticas pós-consumo. A coleta é gratuita e o coletor fornece comprovante de coleta em atendimento a Portaria SEMA/FEPAM n.º 001/2003. O telefone para contato com os distribuidores e fabricantes regularizados constam da Licença Ambiental destes, e estão disponíveis para consulta no site da FEPAM com o código da atividade 3117.00.
- 10.3. Caso a atividade adquira óleo lubrificante em embalagens plásticas apenas no comércio varejista, deverá fazer a devolução voluntária no ponto de compra. O comércio varejista de óleos lubrificantes (lojas, supermercados, etc.) não realiza a coleta das embalagens, mas é ponto de coleta dos fornecedores imediatos.
- 10.4. O local da troca de óleo lubrificante deverá possuir bacia de contenção sobre piso de concreto, para armazenagem de óleo lubrificante usado em tonéis. A bacia de contenção deve ser calculada para conter todo o volume do(s) tonel (is); não será aceito tanque subterrâneo para armazenagem de óleo lubrificante usado.
- 10.5. Os tanques de armazenagem de combustíveis deverão ser aéreos, dotados de bacia de contenção para conter eventuais vazamentos, conforme NBR n.º 7.505/95, da ABNT.
- 10.6. A pista de abastecimento de veículos deverá possuir piso impermeável na área de abastecimento de veículos e máquinas, com drenagem periférica (sem possibilidade de infiltrações para o subsolo) conectada com caixa separadora de água/óleo.
- 10.7. A lavagem veículos (carros, caminhões, tratores, etc.), máquinas e equipamentos, deverá ser realizada em rampas ou áreas dotadas de piso impermeável com drenagem para caixa separadora água/óleo.

**11. Demais condicionantes:**

- 11.1. O empreendedor deverá contar com equipe técnica ambiental habilitada e lotada na área do empreendimento em tempo integral, para acompanhamento da implantação e operação do empreendimento.
- 11.2. Deverá ser desenvolvido um programa de comunicação social com o objetivo de estabelecer uma relação permanente entre a comunidade e o empreendimento.
- 11.3. Os resultados do monitoramento das negociações e aquisições de propriedades atingidas deverão ser enviados à FEPAM, junto aos relatórios trimestrais de acompanhamento dos programas do PBA, incluindo a comprovação das negociações (termos de acordo, escrituras, etc.) e o monitoramento do grau de satisfação da população relocada.
- 11.4. Deverão ser realizadas auditorias ambientais periódicas, atendendo o disposto no Capítulo XII do Código Estadual do Meio Ambiente.
- 11.5. Em caso de ocorrência de qualquer acidente que resulte em dano ambiental, o órgão licenciador deverá ser comunicado imediatamente.
- 11.6. No caso de mudanças ou relocação de estruturas, por circunstâncias não previstas, o empreendedor deverá comunicar antecipadamente o órgão licenciador e solicitar anuência.
- 11.7. Deverá ser fixada, em local de fácil visibilidade, placa para divulgação da presente licença, conforme modelo disponível no site da FEPAM, [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br). A placa deverá ser mantida durante todo o período de vigência da mesma.
- 11.8. Esta licença ambiental deverá ser fixada em local de fácil visibilidade através de placa conforme modelo disponível no site da FEPAM, [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br). A placa deverá ser mantida durante todo o período de vigência desta licença.



Processo n.º  
12861-05.67 / 09-4

**Apresentar no prazo de 60 dias**

1. Proposta de disponibilização diária e em tempo real dos dados de vazão afluente, remanescente, turbinada e defluente.
2. Proposta de um programa de comunicação social com o objetivo de estabelecer uma relação permanente entre a comunidade e o empreendimento.

**Com vistas à RENOVAÇÃO DA LICENÇA DE OPERAÇÃO, a empresa deverá apresentar:**

- 1- Requerimento, solicitando a Licença de Operação.
- 2- Cópia desta Licença.
- 3- Relatório referente à execução dos Programas Ambientais e ao cumprimento das condições e restrições desta licença, assinado e rubricado pelo coordenador geral da supervisão ambiental, com respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs).
- 4- Comprovação do cumprimento das exigências desta LO, de acordo com o cronograma aprovado.
- 5- Comprovante do pagamento dos custos dos Serviços de Licenciamento Ambiental, conforme Resolução n.º 01/95-CONS. ADM, publicada no DOE em 01/09/95.

**Havendo alteração nos atos constitutivos, cópia da mesma deverá ser apresentada, imediatamente, à FEPAM, sob pena do empreendedor acima identificado continuar com a responsabilidade sobre a atividade/empreendimento licenciado por este documento.**

**Este documento licenciatório perderá sua validade caso os dados fornecidos pelo empreendedor não correspondam à realidade ou algum prazo estabelecido nas condições acima seja descumprido.**

**Deverá ser solicitada renovação desta licença até 120 dias antes de seu vencimento, conforme Art. 18 § 4.º da Resolução CONAMA n.º 237/97.**

**Esta Licença não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais.**

**Esta licença deverá estar disponível no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização.**

**Data de emissão: Porto Alegre, 28 de Dezembro de 2010.**

**Este documento licenciatório é válido para as condições acima no período de 28/12/2010 à 27/12/2014.**

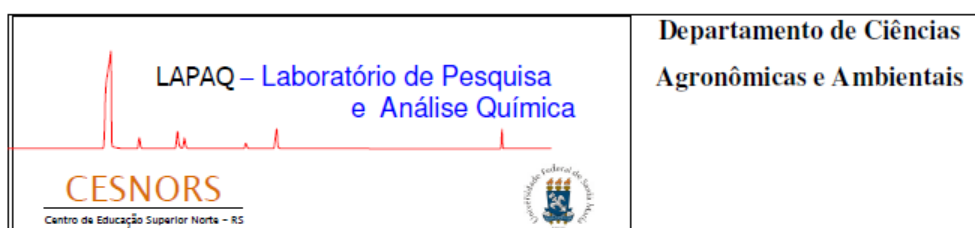
**Este documento licenciatório foi certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida integridade de seu conteúdo e está à disposição na página [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br).**

fepam@.

## **Anexo C**

### **Resultados do monitoramento convencional**





Departamento de Ciências  
Agronômicas e Ambientais

### Laudo Analítico: 01

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

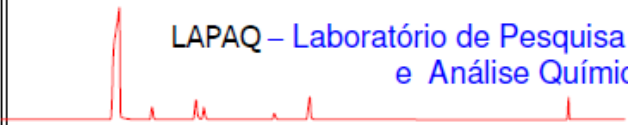

Material de análise: Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

1ª Coleta – Dia 16/04/2012

Parâmetros Analisados	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Temperatura (°C)	19,90	21,30	19,70	20,10	23,40
pH:	7,14	7,22	7,09	7,17	7,10
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Condutividade elétrica (µmho cm <sup>-1</sup> )	81,80	70,10	72,50	70,20	15,60
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0,80	0,76	0,50	0,70	0,93
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	0,70	0,71	0,68	0,67	0,67
Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	0,58	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,82
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	0,90	0,51	0,51	0,51	1,23
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	8,90	8,90	8,80	8,93	9,00
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Sólidos totais dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-
Turbidez (mg L <sup>-1</sup> )	1,61	1,75	1,66	1,59	2,40
Detergentes (mg L <sup>-1</sup> )	0,07	0,06	0,07	0,01	0,01

Legenda: mg L<sup>-1</sup> = miligramas por litro; °C = graus Celsius

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
---	---

**Laudo Analítico: 01**

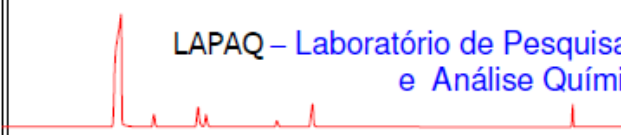

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Sedimentos

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

1ª Coleta – Dia 16/04/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto
Silício (SiO <sub>2</sub> )	265302,4	256112,5
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	90462,6	109529,0
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	71461,7	51785,3
Titânio (TiO <sub>2</sub> )	18422,6	77792,8
Cálcio (CaO)	7955,3	7281,0
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	12342,9	6666,7
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7587,1	7010,3
Bário (BaO)	6380,5	< 10
Manganês (MnO)	13438,2	3122,2
Potássio (K <sub>2</sub> O)	1420,9	982,3
Vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1060,8	< 10
Zircônio (ZrO <sub>2</sub> )	178,3	298,0
Cobre (CuO)	< 10	153,5
Zinco (ZnO)	75,6	117,0
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	175,4
Estrôncio (SrO)	62,7	< 10
Nióbio (NbO)	< 10	34,3
Ítrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10

 <p><b>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</b></p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
--	---

### Laudo Analítico: 01

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Água

**Local da Coleta -** Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

**1ª Coleta –** Dia 16/04/2012

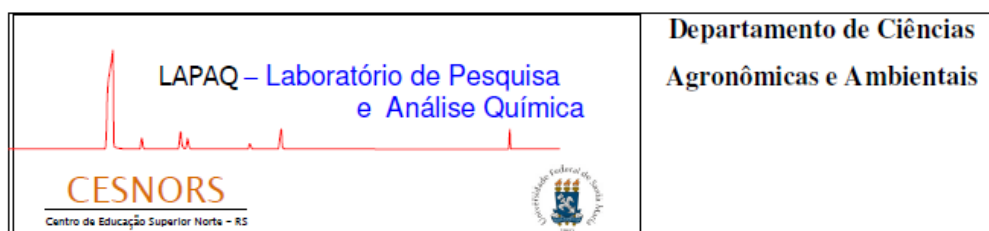
Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Cálcio (CaO)	253,6	30,9	148,9	21,8	62,6
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	117,2	54,6	82,9	58,7	67,9
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	56,3	65,1	68,9	57,5	0,0
Cobre (CuO)	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8

**Prof. Dr. Arci Dirceu Wastowski**

Químico Industrial – CRQ 5ª Região nº 034173

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS)  
Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA)  
Linha 7 de Setembro 2100, BR 386, Km 40 - *campus* de Frederico Westphalen  
CEP: 98400-000  
Frederico Westphalen- RS- Brasil

Fone (55) 99696809 e (55) 3744-8964 ramal 8738



Departamento de Ciências  
Agrônômicas e Ambientais

**Laudo Analítico: 02**

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

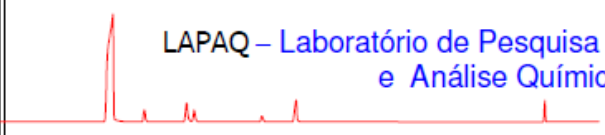

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

2ª Coleta – Dia 30/04/2012

Parâmetros Analisados	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Temperatura (°C)	20,50	20,60	21,20	20,30	20,50
pH:	7,06	7,22	7,14	7,05	7,11
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	20,71	24,57	29,13	20,36	31,24
Condutividade elétrica (µmho cm <sup>-1</sup> )	72,40	73,20	72,80	14,90	73,90
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	1,50	0,70	0,70	0,80	0,40
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	0,23	0,35	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	0,43	0,55	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	10,50	9,50	9,30	9,40	9,20
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	4,27	2,14	1,10	1,85	1,71
Sólidos totais dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	5,56	25,00	13,80	44,45	72,23
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	1,28	22,86	12,70	42,60	70,52
Turbidez (mg L <sup>-1</sup> )	4,10	4,70	4,10	3,10	3,90
Detergentes (mg L <sup>-1</sup> )	0,16	0,12	0,10	0,08	0,09

Legenda: mg L<sup>-1</sup> = miligramas por litro; °C = graus Celsius

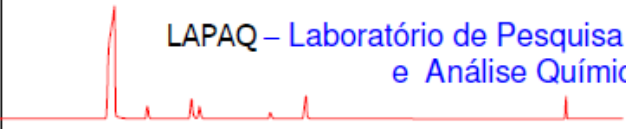

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
---	---

**Laudo Analítico: 02****Interessado:** Projeto HIDRO ECO**Material de análise:** Sedimentos

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

2ª Coleta – Dia 30/04/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto
Silício (SiO <sub>2</sub> )	286754,1	255475,7
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	101920,8	102948,9
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	60527,7	64406,5
Titânio (TiO <sub>2</sub> )	29679,7	12417,6
Cálcio (CaO)	7596,9	7940,1
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	9306,4	9210,7
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6648,0	6607,2
Bário (BaO)	< 10	< 10
Manganês (MnO)	6167,4	2796,2
Potássio (K <sub>2</sub> O)	1014,1	1473,9
Vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1226,1	625,7
Zircônio (ZrO <sub>2</sub> )	48,8	< 10
Cobre (CuO)	196,9	151,6
Zinco (ZnO)	118,0	< 10
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	77,5	103,0
Estrôncio (SrO)	< 10	93,8
Nióbio (NbO)	< 10	< 10
Ítrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10

 <p style="text-align: center;"><b>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
--	---

### **Laudo Analítico: 02**

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Água

**Local da Coleta -** Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

**2ª Coleta – Dia 30/04/2012**

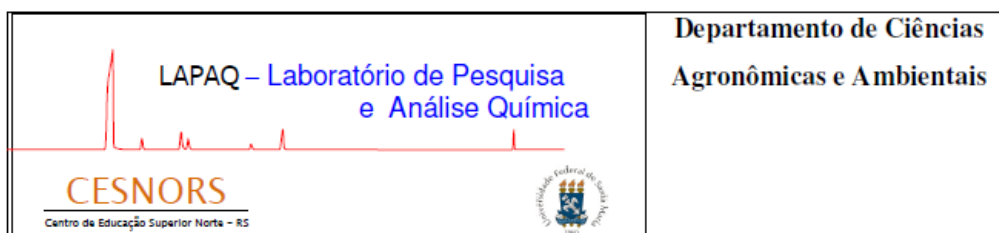
Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
<b>Cálcio (CaO)</b>	38,0	43,6	31,9	61,4	16,6
<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	59,1	60,4	63,1	62,2	58,9
<b>Enxofre (SO<sub>3</sub>)</b>	50,6	40,0	50,5	61,2	47,1
<b>Cobre (CuO)</b>	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7

**Prof. Dr. Arci Dirceu Wastowski**

Químico Industrial – CRQ 5ª Região nº 034173

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
 Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS)  
 Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA)  
 Linha 7 de Setembro 2100, BR 386, Km 40 - *campus* de Frederico Westphalen  
 CEP:98400-000  
 Frederico Westphalen- RS- Brasil

Fone (55) 99696809 e (55) 3744-8964 ramal 8738



**Laudo Analítico: 03**

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

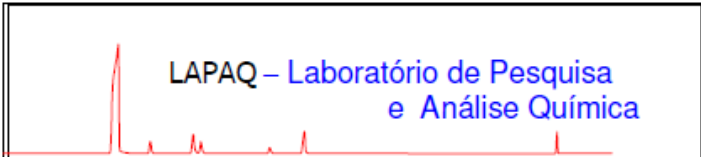

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

3ª Coleta – Dia 14/05/2012

Parâmetros Analisados	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Temperatura (°C)	20,50	20,60	21,20	20,30	20,50
pH:	7,06	7,22	7,14	7,05	7,11
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	21,41	20,00	20,53	21,06	22,11
Condutividade elétrica (µmho cm <sup>-1</sup> )	72,40	73,20	72,80	14,90	73,90
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	0,10	0,20	< 0,1
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	9,20	9,10	9,10	9,20	8,90
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	4,40	3,20	4,00	4,80	2,00
Sólidos totais dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	67,00	70,00	63,00	184,00	66,00
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	62,60	66,70	59,00	179,20	64,00
Turbidez (mg L <sup>-1</sup> )	3,20	2,90	2,90	3,00	3,20
Detergentes (mg L <sup>-1</sup> )	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10

Legenda: mg L<sup>-1</sup> = miligramas por litro; °C = graus Celsius

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte – RS</p> 	<p>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</p>
---	--

### Laudo Analítico: 03

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

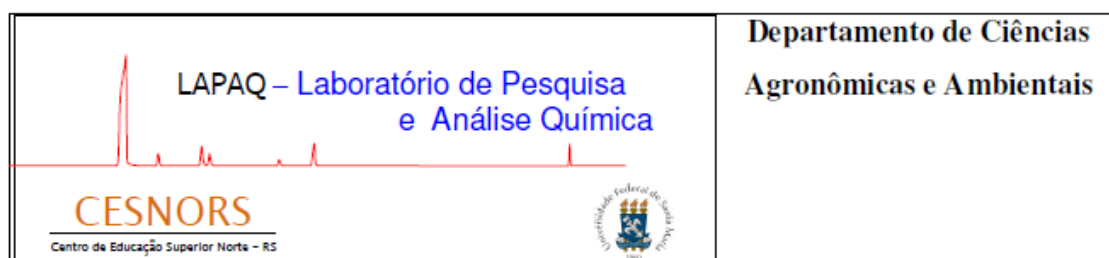
**Material de análise:** Sedimentos

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

3ª Coleta – Dia 14/05/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto
Silício (SiO <sub>2</sub> )	252922,8	313749,1
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	104621,2	115995,9
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	65553,5	47607,6
Titânio (TiO <sub>2</sub> )	54348,7	4987,0
Cálcio (CaO)	9130,6	7675,0
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	12522,8	9255,4
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7682,2	6940,1
Bário (BaO)	< 10	5669,5
Manganês (MnO)	9097,1	3608,9
Potássio (K <sub>2</sub> O)	1263,9	1746,4
Vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	< 10	< 10
Zircônio (ZrO <sub>2</sub> )	336,0	< 10
Cobre (CuO)	193,3	< 10
Zinco (ZnO)	118,3	< 10
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	140,5	371,5
Estrôncio (SrO)	46,6	55,4
Nióbio (NbO)	< 10	< 10
Ítrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10





Departamento de Ciências  
Agronômicas e Ambientais

### Laudo Analítico: 03

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

3ª Coleta – Dia 14/05/2012

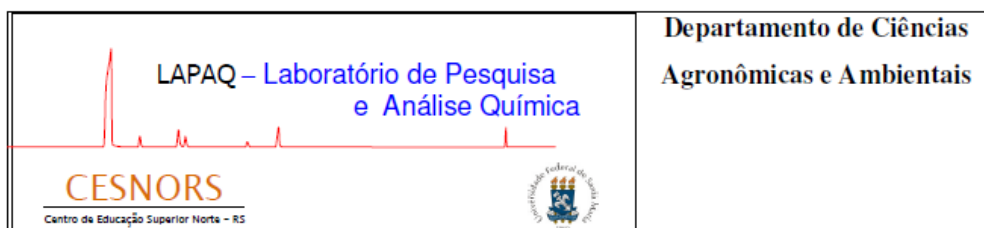
Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Cálcio (CaO)	64,2	16,7	31,9	19,1	28,0
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	63,9	60,4	59,1	58,8	58,2
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	0,0	53,2	52,0	47,4	0,0
Cobre (CuO)	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7

Prof. Dr. Arci Dirceu Wastowski

Químico Industrial – CRQ 5ª Região nº 034173

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS)  
Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA)  
Linha 7 de Setembro 2100, BR 386, Km 40 - *campus* de Frederico Westphalen  
CEP: 98400-000  
Frederico Westphalen- RS- Brasil

Fone (55) 99696809 e (55) 3744-8964 ramal 8738



Departamento de Ciências  
Agrônômicas e Ambientais

### Laudo Analítico: 04

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

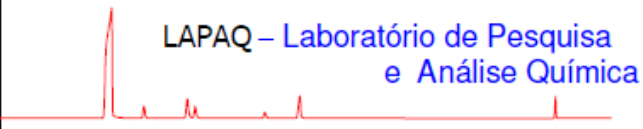

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

4ª Coleta – Dia 28/05/2012

Parâmetros Analisados	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Temperatura (°C)	21,00	20,90	21,20	20,80	21,40
pH:	6,98	7,02	7,72	7,46	7,36
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	60,01	51,94	59,31	58,61	48,96
Condutividade elétrica (µmho cm <sup>-1</sup> )	77,50	75,75	77,30	73,46	75,50
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0,10	0,10	0,20	0,20	1,70
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ortofósforo (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	9,40	9,30	9,30	9,40	9,50
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	2,00	1,20	0,80	1,60	22,00
Sólidos totais dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	72,00	66,00	77,00	74,00	127,00
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	70,00	64,80	76,20	72,40	105,00
Turbidez (mg L <sup>-1</sup> )	3,90	3,80	2,50	2,10	3,50
Detergentes (mg L <sup>-1</sup> )	0,10	0,08	0,07	0,07	0,08

Legenda: mg L<sup>-1</sup> = miligramas por litro; °C = graus Celsius

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
---	---

**Laudo Analítico: 04**

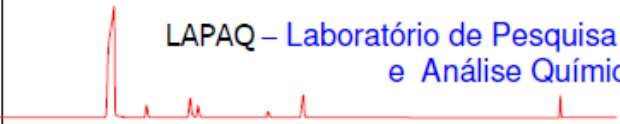

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Sedimentos

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

4<sup>a</sup> Coleta – Dia 28/05/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto
Silício (SiO <sub>2</sub> )	267103,6	285524,6
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	134409,5	62893,9
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	92865,5	60248,6
Titânio (TiO <sub>2</sub> )	36018,7	40584,2
Cálcio (CaO)	12725,5	6146,6
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	11495,4	7967,8
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8344,4	6541,6
Bário (BaO)	10782,2	< 10
Manganês (MnO)	8451,0	1668,6
Potássio (K <sub>2</sub> O)	1579,6	1642,8
Vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2263,8	< 10
Zircônio (ZrO <sub>2</sub> )	278,5	219,8
Cobre (CuO)	213,5	< 10
Zinco (ZnO)	132,8	85,5
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10
Estrôncio (SrO)	58,6	72,0
Nióbio (NbO)	31,5	< 10
Ítrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte – RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
---	---

### Laudo Analítico: 04

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

4ª Coleta – Dia 28/05/2012

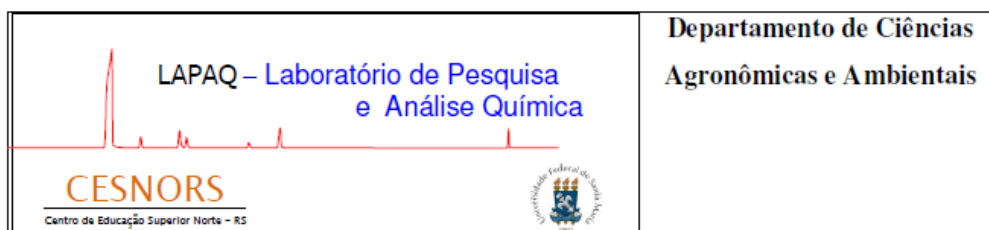
Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Cálcio (CaO)	21,4	34,4	18,3	274,8	159,1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	54,3	61,0	62,2	122,5	84,3
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	65,9	43,5	14,0	0,0	54,8
Cobre (CuO)	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8

Prof. Dr. Arci Dirceu Wastowski

Químico Industrial – CRQ 5ª Região nº 034173

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS)  
Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA)  
Linha 7 de Setembro 2100, BR 386, Km 40 - *campus* de Frederico Westphalen  
CEP: 98400-000  
Frederico Westphalen- RS- Brasil

Fone (55) 99696809 e (55) 3744-8964 ramal 8738



Departamento de Ciências  
Agronômicas e Ambientais

**Laudo Analítico: 05**

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

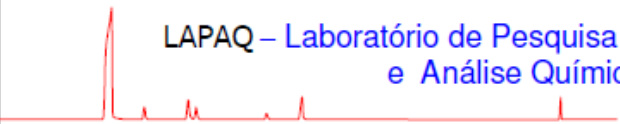

**Material de análise:** Água

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

5ª Coleta – Dia 11/06/2012

Parâmetros Analisados	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Temperatura (°C)	15,00	14,80	15,50	15,00	15,20
pH:	7,19	7,52	7,37	7,44	7,35
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	37,50	41,75	46,65	45,62	42,12
Condutividade elétrica (µmho cm <sup>-1</sup> )	71,00	71,10	71,40	70,50	70,40
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	1,30	1,70	1,50	1,50	1,80
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ortofósforo (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	10,70	11,00	10,80	10,60	11,00
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	5,20	6,40	6,80	6,80	7,60
Sólidos totais dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	81,00	68,00	79,00	74,00	119,00
Sólidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )	75,80	61,60	70,20	67,20	112,40
Turbidez (mg L <sup>-1</sup> )	3,45	2,55	2,80	2,95	3,70
Detergentes (mg L <sup>-1</sup> )	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05

Legenda: mg L<sup>-1</sup> = miligramas por litro; °C = graus Celsius

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p><b>CESNORS</b> Centro de Educação Superior Norte - RS</p> 	<p><b>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</b></p>
---	---

**Laudo Analítico: 05**

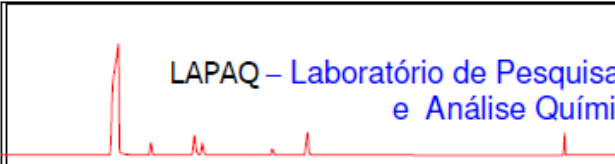

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Sedimentos

Local da Coleta - Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

5ª Coleta – Dia 11/06/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto
Silício (SiO <sub>2</sub> )	286124,3	281403,8
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	103181,9	100908,6
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	56184,4	63117,9
Titânio (TiO <sub>2</sub> )	32825,5	55745,3
Cálcio (CaO)	9494,9	7682,6
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	11051,8	10559,5
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6630,8	8140,6
Bário (BaO)	10513,1	< 10
Manganês (MnO)	6824,8	3108,6
Potássio (K <sub>2</sub> O)	982,3	1304,8
Vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1814,7	< 10
Zircônio (ZrO <sub>2</sub> )	205,9	356,2
Cobre (CuO)	< 10	149,144
Zinco (ZnO)	103,4	92,1
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	29,3	132,3
Estrôncio (SrO)	44,6	50,3
Nióbio (NbO)	< 10	27,9
Ítrio (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 10	< 10

 <p>LAPAQ – Laboratório de Pesquisa e Análise Química</p> <p>CESNORS Centro de Educação Superior Norte – RS</p> 	<p>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais</p>
--	--

### Laudo Analítico: 05

**Interessado:** Projeto HIDRO ECO

**Material de análise:** Água

**Local da Coleta -** Rio Ijuí –Roque Gonzáles - RS

**5ª Coleta –** Dia 11/06/2012

Elementos Químicos encontrados (Concentração Total) (mg/kg)	Ponto 01 P7-Montante Salto	Ponto 02 P9-Jusante Salto	Ponto 03 P6-Lago UHE PSJ Barramento	Ponto 04 P5-Lago UHE PSJ Ponte RS 168	Ponto 05 P4- Lago UHE PSJ Montante Ponte RS 168
Cálcio (CaO)	30,6	29,0	51,8	43,4	125,2
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	55,3	59,5	62,9	57,9	76,5
Enxofre (SO <sub>3</sub> )	66,8	66,6	0,0	35,2	53,0
Cobre (CuO)	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7

Prof. Dr. Arci Dirceu Wastowski

Químico Industrial – CRQ 5ª Região nº 034173

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
 Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS)  
 Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA)  
 Linha 7 de Setembro 2100, BR 386, Km 40 - *campus* de Frederico Westphalen  
 CEP:98400-000  
 Frederico Westphalen- RS- Brasil

Fone (55) 99696809 e (55) 3744-8964 ramal 8738