



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Além das encostas naturais mais íngremes, taludes de corte e aterros com geometria desfavorável, por exemplo altura e ângulo excessivos, bem como inadequação na execução, como compactação precária, também podem desencadear processos de escorregamentos.

Recalque do solo: afundamento lento da superfície do terreno, por aplicação de cargas sobre ele, como, por exemplo, a passagem de veículos, e a consequente compactação do solo, que proporciona a redução do volume de vazios, também denominada de porosidade, sem haver, no entanto, uma remoção dos sólidos que o constituem. Em geral, este processo ocorre quando há uma compactação deficiente ou desigual no reaterro de escavações. Pode ter também condição agravante para o recalque, o aumento de vazios intersticiais do solo por rebaixamento induzido do nível do aquífero freático.

*iv. Regularização topográfica*

O processo de regularização topográfica será realizado em áreas com ocorrência de voçorocas. Nesta, as laterais deverão ser suavizadas, sendo a cobertura vegetal imediatamente introduzida, utilizando-se as espécies herbáceas pioneiras. Deverá ser feito o isolamento da área a ser regularizada de forma a impedir o transito de animais e pessoas, acelerando o processo de estabilização da superfície. O isolamento deve ser realizado pelo cercamento com tela, ou qualquer outro material que garanta a limitação do trânsito na área. Caso seja observado o afloramento de água subterrânea na base da voçoroca, esta deve ser drenada e conduzida ao curso d'água mais próximo. Em situações de voçorocas em avançado estágio de aprofundamento, deve-se adotar técnicas adicionais de controle do desbarrancamento e fluxo de sedimentos, como a introdução de paliçadas e barramentos transversais. Também devem ser adotadas técnicas de controle do escoamento superficial na área acima da voçoroca, segundo técnicas que serão descritas nos itens posteriores.

*v. Revegetação*

Todos os procedimentos de revegetação, adotados para as áreas descobertas, deverão ser realizados da mesma forma descrita no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

*vi. Descompactação do solo*

A descompactação do solo por meio de operações mecanizadas deverá ser realizada apenas em áreas onde houve selamento da superfície do solo por ocasião das obras de instalação do empreendimento, excetuando-se as áreas localizadas no



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



canteiro de obras. O rompimento da camada superficial compactada deverá ser realizado preferencialmente por grade pesada, ocorrendo concomitantemente o processo de revegetação da área. A preferência pela grade dá-se pela possibilidade de melhor incorporação do fertilizante e corretivo, os quais deverão ser aplicados em cobertura antes do procedimento de descompactação. No caso de impossibilidade de utilização da grade pesada, a descompactação deverá ocorrer por escarificação. As operações de adubação e sementeira da cobertura vegetal nas áreas a serem descompactadas deverão ser realizadas de acordo com os procedimentos descritos no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

*vii. Sistema de contenção do escoamento superficial*

Devido aos volumes de chuvas que pode cair na região, nas áreas a serem revegetadas ou áreas com declive mais acentuado poderão ser introduzidos terraços para a redução da velocidade do escoamento superficial da água no intuito de reduzir a intensidade de perdas de material da superfície, e conseqüentemente o assoreamento de corpos d'água. Os terraços devem ser executados de acordo com os procedimentos descritos no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

*viii. Manutenção das estradas e acessos que terão o fluxo de veículos aumentado pela obra*

Essas atividades devem levar em consideração as áreas com alto grau de risco geotécnico. É preferível manter a estrada ou caminho em um nível elevado, com inclinação de 3% do eixo para as laterais e uma drenagem das sarjetas que deverá ser dissipada nas proximidades. Longos trajetos da água da chuva nas sarjetas provocam aprofundamento da erosão. O principal problema de conservação das estradas de terra está ligado ao greide da estrada em relação ao terreno natural.

Geralmente o leito situa-se em nível inferior ao do terreno natural lateral, seja devido aos cortes, seja pelo trabalho da erosão. Nesta situação, há uma tendência da estrada funcionar como um canal de drenagem, concentrando muitas vezes as águas da periferia, enquanto o desejável é a dispersão da água que cai sobre o leito para o terreno natural protegido pela vegetação. A manutenção feita apenas com motoniveladora pode favorecer a erosão, recomendando-se ainda a compactação com rolo.

O recobrimento de alguns trechos poderá ser com saibro ou outro material da região com bom índice de suporte e, em pontos mais baixos e/ou alargamentos, com necessidade de adição de materiais, é sugerida uma camada inicial inferior com enrocamento, cuja resistência e durabilidade é superior ao do saibro, facilitando também a drenagem interior.



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Deve-se dar preferência a unidades de extração de rochas e saibro, devidamente projetadas e licenciadas. A proteção do leito da estrada poderá ser feita com pedras na forma de seixos ou material britado.

*ix. Monitoramento da eficiência das atividades previstas no programa*

A efetividade das operações de prevenção e controle de processos erosivos deverá ser verificada através da observação periódica da cobertura vegetal e do solo. Esta é uma etapa que deve ser iniciada junto com a o início dos trabalhos, antes da implantação do empreendimento e prosseguir indefinidamente. Interdependente da fase de manutenção, o monitoramento pode ser dividido em duas etapas. A primeira que inclui o acompanhamento de todas as atividades propostas em relação aos procedimentos acima especificados. E a segunda que irá controlar a eficácia das medidas executadas, reavaliando-as constantemente. Por isso, deve ser verificado permanentemente:

- As margens dos reservatórios, pois devem apresentar-se sem indícios de processos erosivos (solo exposto, sulcos e voçorocas) e de movimentos de massa (ondulações e degraus no terreno, trincamento em edificações, inclinações de árvores, postes e moirões de cercas, trincamento em pavimento e blocos de rocha instáveis);
- Locais em que a ação de terceiros (lavouras, construções diversas) tenha potencialidade para gerar instabilizações, seja através de uma ação direta, seja através do comprometimento do sistema de drenagem;
- Os taludes de corte e aterro, pois devem apresentar-se revegetados, sem indícios de erosão ou de movimentos; sem solo aparente e sem sinais de excessiva velocidade de escoamento das águas pluviais;
- O estado de conservação dos dispositivos de drenagem, que também deverão estar constantemente desobstruídos;
- Os pontos de deságue das valetas e canaletas. Não devem estar destruindo a vegetação existente, nem provocando erosão.

A seguir é apresentado um modelo de planilha de acompanhamento das condições da superfície do solo após a instalação dos dispositivos de controle e prevenção de erosão para auxílio no planejamento das manutenções.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



PLANILHA PARA CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE DO SOLO

**1. Dados gerais**

• Preenchida por:	• Data: ___/___/___	• Ficha Nº:
• Coordenadas:	• Fotos:	
• Localização: ( ) Talude de Corte	( ) Talude de Aterro	
( ) Jazida	( ) Lavoura	( ) Bota-fora
( ) Caminho de serviço:		
( ) Outros, especificar:		
• Ações de terceiros: ( ) Sim ( ) Não		
• Cadastramento anterior: ( ) Sim – Data: ___/___/___ ( ) Não		
• Em caso positivo: Houve evolução do problema? ( ) Sim ( ) Não		
Foram realizadas obras? ( ) Sim ( ) Não		
• Especificar o tipo de obra realizado:		
• Existe projeto de estabilização: ( ) Sim ( ) Não		
• Motivo do cadastramento: ( ) Normal ( ) Evento climático adverso ( ) Avisado por terceiros		

**2. Dimensões da Ocorrência**

• Comprimento: m	• Largura: m	• Profundidade: m
• Outra dimensão relevante:		

**3. Tipo de Ocorrência**

• Erosão laminar ( )		
• Erosão linear: ( ) Sulco	( ) Ravina	( ) Voçoroca ( ) Interna (piping)
• Instabilização: ( ) Rastejo	( ) Escorregamento	( ) Queda/rolamento de blocos
( ) Corridas de massa ( ) Outros, especificar:		
• Recalques: ( ) Deformação na superfície	( ) Deformação na fundação	
( ) Rompimento de aterro ( ) Outra, especificar:		

**4. Causas Associadas**

• Cobertura Vegetal ( ) Deficiente ( ) Ausente	• Inclinação acentuada ( )	
• Altura e volume de material ( )	• Infiltração ou Saturação ( )	
• Drenagem superficial ( ) Insuficiente ( ) Inexistente	• Evolução da erosão ( )	
• Drenagem profunda ( ) Insuficiente ( ) Inexistente	• Compactação inadequada ( )	
• Intrínsecas ( )	• Descalçamento ( )	• Desplacamento ( )
• Material heterogêneo ( )	• Estruturas residuais ( )	• Corpo de tálus ( )
• Drenagem imprópria ( ) manejo agrícola ( ) implantação de obras ( ) acesso a propriedades		



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

• ( ) Outra, especificar:

**5. Impacto Observado**

• Supressão de formações ciliares ( )	• Situação potencial para acidentes ( )
• Interferência nas obras ( )	• Prejuízos a lindeiros ( )
• Interferência ao acesso às obras: ( )	• Degradação da paisagem ( )
• Interferência com Unidades de Conservação ( )	• Assoreamento de curso de água ( )
• Interferência em Área de Preservação Permanente – APP ( )	
• ( ) Outra, especificar:	

**6. Gravidade da Situação**

• À segurança do tráfego ( ) Oferece perigo ( ) Não oferece perigo
( ) Evolução pode oferecer perigo
• Às áreas adjacentes ( ) Oferece perigo ( ) Não oferece perigo
( ) Evolução pode oferecer perigo

**7. Croqui com Localização das Fotos**

**8. Observações**




Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**g) Cronograma executivo e de relatórios**

As etapas de identificação e controle de processos erosivos deverão ser conduzidas até a estabilização do sistema. O programa teve início antes da fase de reinício das obras, onde foram identificados processos já instalados e procedidas às adequações das ações de monitoramento, sendo também desenvolvido durante toda a fase de instalação do empreendimento.

Deverão ser elaborados relatórios mensais de monitoramento interno, e semestrais para envio ao órgão ambiental das atividades de identificação, monitoramento e controle de processos erosivos de forma integrada ao Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais.

Atividade	Periodicidade	Fase de Implantação (meses)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Identificação de processos erosivos	Diário														
Ações de prevenção/recuperação durante a obra	Diário														
Monitoramento do controle da erosão	Diário														
Elaboração de relatórios de monitoramento interno	Mensal														
Elaboração de relatórios periódicos para envio ao órgão ambiental, a partir da emissão da LIER n° 410/2018	Semestral														
Emissão de relatório final ao órgão ambiental	Final														





Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**h) Equipe**

Engenheiros Agrônomos, Ambientais, Florestais, técnicos agrícolas e florestais, e pessoal de apoio diretamente envolvido.

Quadro 11 - Relação de profissionais sugeridos para o Programa de Identificação, Monitoramento e Controle de Processos Erosivos.

Profissional	Quantidade	Função
Coordenador Técnico	01 Engenheiro Agrônomo, Ambiental ou Florestal	- Coordenação das atividades - Identificação dos processos erosivos - Definição das medidas a serem executadas - Acompanhamento dos trabalhos - Monitoramento do controle da erosão
Equipe de execução	Técnicos agrícolas florestais e	- Acompanhamento dos trabalhos - Monitoramento do controle da erosão
Auxiliares de campo	A definir	- Execução das medidas de controle da erosão definidas

**i) Responsáveis Técnicos pela atualização/revisão do Programa**

Eng. Agrônomo Nelson Jorge Esquivel Silveira, CREA-RS 67.895 - Registro CTF 194.452 – ART n° 10027938.

Eng. Ambiental Anderson Spolavori Pereira, CREA-RS 184.330 - Registro CTF 5.678.124 – ART n° 10027135.

Em anexo, é apresentada a ART dos responsáveis técnicos pela atualização/revisão deste Programa (Anexo I).

**j) Instituições Envolvidas**

Órgãos ambientais e/ou instituições atuantes na área de conservação e recuperação ambiental, além do empreendedor, Empreiteira e/ou empresa contratada para execução dos serviços.

**k) Relação com outros Programas**

O presente programa tem relação com o Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais; Programa Ambiental da Construção; Programa de Recuperação de Áreas Degradada; Programa de Manejo da Vegetação/ Supressão de Vegetação e Limpeza da Área; Programa de Proteção, Reposição Florestal e Monitoramento da APP; Programa de Educação Ambiental e de Comunicação Social; e Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



## I) Referências Bibliográficas

Foram consultadas a legislação aplicável e o diagnóstico/prognóstico ambiental do empreendimento, além de:

BERTONI, J. & LOMBRADI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1990. 355 p.

### 4.1.4. Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Proliferação de Macrófitas

#### a) Introdução

A construção de uma barragem e a alteração do fluxo hídrico pela formação do reservatório, área de remanso e alteração do nível da água de um rio pode causar uma série de alterações na qualidade das suas águas.

No reservatório formado, a criação de ambiente lântico possibilita a deposição dos sedimentos transportados pelo rio, bem como um significativo acúmulo de nutrientes e alterações nas características térmicas e de oxirredução da água. Somado a isso, o aumento das áreas rasas nas margens estimula a proliferação de macrófitas aquáticas, que podem vir a causar múltiplos problemas à operação do reservatório e ao uso de suas águas.

A transformação de ambientes lóticos em lânticos ou semi-lânticos, pela formação de reservatórios, cria ambientes propícios ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas. A partir do enchimento, alterações de morfometria do reservatório, de fatores físico-químicos associados à coluna da água e sedimento, e a disponibilidade de matrizes na região de influência do empreendimento irão determinar sua dinâmica de colonização. Fatores como a redução da velocidade da água, aumento da heterogeneidade espacial nas margens do reservatório e incremento de nutrientes poderão exercer um efeito positivo sobre a comunidade, resultando em um aumento da riqueza e abundância destas.

Mesmo com a reconhecida importância ecológica das macrófitas aquáticas para o ecossistema aquático, o seu crescimento excessivo é indesejável sob pena de vir a comprometer os usos múltiplos das águas. Em reservatórios, os maiores problemas ocasionados pela proliferação excessiva de macrófitas estão associados aos usos de água para recreação, aumento da evapotranspiração, problemas de saúde pública, e à produção de energia elétrica. A redução da passagem de luz pela lâmina d'água, decorrente da proliferação de macrófitas aquáticas, principalmente das espécies flutuantes, pode ser danosa à qualidade da água.



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Adicionalmente, usos da água tal qual irrigação agrícola, abastecimento público, recreação e lazer exigem determinados níveis de qualidade da água que devem ser verificados quanto à sua adequação.

**b) Justificativa**

O monitoramento da qualidade da água do arroio Jaguari, antes, durante e após a obra da barragem se faz de grande importância na verificação das alterações ambientais causadas pela obra e pelo posterior estabelecimento da barragem e formação do reservatório, além da verificação da compatibilidade dos padrões exigidos de qualidade de água para cada um dos usos a que se propõe.

Adicionalmente, a implantação da barragem estimulará a expansão de empreendimentos agrícolas na região, pela disponibilidade de água para irrigação, o que poderá incrementar os impactos sobre a qualidade da água do arroio Jaguari em função do maior uso de fertilizantes, herbicidas e possível incremento na perda de solo por processos erosivos.

A possibilidade de disseminação e proliferação de macrófitas aquáticas poderá criar alguns problemas durante a operação do reservatório, ao uso da água e também alterar significativamente sua qualidade no caso de uma mortandade massiva de indivíduos. O monitoramento do desenvolvimento e proliferação de macrófitas aquáticas na barragem do arroio Jaguari indicará a necessidade de ações preventivas nestas situações.

Deve-se ressaltar que o estabelecimento de comunidades/agrupamentos de macrófitas aquáticas em reservatórios é um indício de sua reestruturação ecológica às novas características do corpo d'água. Essas espécies podem ser importantes fontes de alimento, esconderijo e locais de desova e reprodução para diversos grupos da comunidade aquática.

**c) Objetivos**

Objetivo Geral

Monitorar a qualidade da água no curso do rio, para verificar a ocorrência de possíveis alterações causadas pelo efeito da obra de implantação do empreendimento, barramento e reservatório.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



### Objetivos Específicos

- Reconhecer a situação da qualidade da água e da presença de macrófitas aquáticas no arroio Jaguari antes da instalação da barragem;
- Identificar as variáveis prioritárias a serem monitoradas de acordo com as alterações causadas pela intervenção da obra, estabelecimento do reservatório e também segundo as atividades antrópicas desenvolvidas na bacia a montante;
- Monitorar os efeitos da obra de construção da barragem bem como de todas as suas atividades específicas sobre a qualidade da água do arroio;
- Monitorar a qualidade da água disponível para uso antrópico armazenada no reservatório, bem como a adequação da sua qualidade a determinado uso;
- Monitorar o crescimento de macrófitas aquáticas;
- Elaborar um plano de manejo de macrófitas aquáticas, considerando sua importância ecológica para as comunidades aquáticas;
- Controlar as proliferações excessivas no reservatório.

#### **d) Metas**

- Realizar 100% das campanhas de monitoramento previstas;
- Atendimento por total e completo ao escopo amostral pré-definido, em cada campanha de monitoramento;
- Obtenção e comparação dos índices e parâmetros definidos neste programa ambiental, em cada campanha de monitoramento;
- Caracterizar as condições limnológicas da água na área de influência direta (AID) da Barragem do arroio Jaguari, em escalas espacial e temporal, detectando as principais alterações em função da implantação e operação do empreendimento.
- Elaboração dos relatórios técnicos e gerenciais de acordo com o cronograma.

#### **e) Público-Alvo**

O público-alvo deste programa pode ser definido como todos os agentes ou participantes do empreendimento, desde funcionários de empresas contratadas para

construção do empreendimento, até moradores e órgãos públicos envolvidos no processo de licenciamento ambiental.

## f) Metodologia

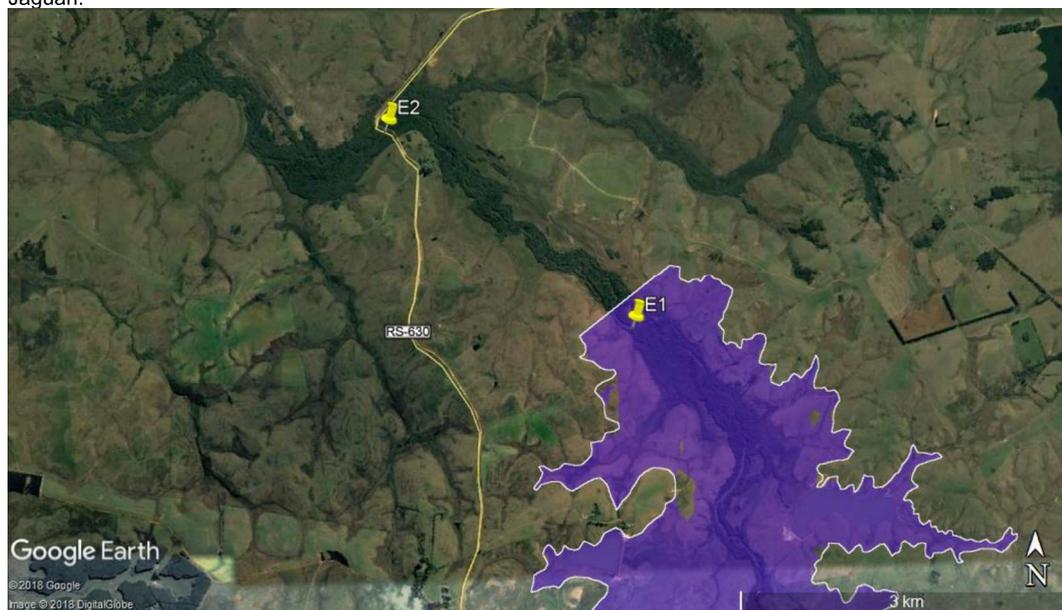
### i. Monitoramento Físico-químico

Para fase de implantação do empreendimento, o monitoramento físico-químico, será realizado com coletas de água em duas estações amostrais no arroio Jaguari. Uma à montante do Barramento (Estação 1), e outra à jusante do Barramento (Estação 2), conforme apresentadas na Tabela 5 e esquematizado na Figura 7.

Tabela 5 - Coordenadas das estações de monitoramento de qualidade da água do arroio do Jaguari, para fase de implantação do empreendimento.

Estação	Coordenadas em Graus Decimais
Estação 1 (E1)	Lat. -30.639433° / Long. -54.418453°
Estação 2 (E2)	Lat. -30.623211° / Long. -54.441842°

Figura 7 - Distribuição das estações amostrais de monitoramento físico-químico de água superficial no arroio do Jaguari, para fase de implantação do empreendimento. Em azul, futura área de alague da Barragem do arroio Jaguari.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

O monitoramento físico-químico da qualidade da água será realizado em três fases, cada qual com periodicidade, distribuição amostral e variável monitorada própria.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



A primeira fase contará com uma campanha de monitoramento somente, que visa o levantamento de dados de referência para caracterização da qualidade da água do arroio Jaguari nas condições atuais (realizada ainda no ano de 2018).

Para o arroio Jaguari, o enquadramento de suas águas é orientado pela Resolução do Conselho de Recursos Hídricos (CRH) n° 190, de 11 de maio de 2016, onde está indicado que, para área monitorada – Segmento da Barragem até a foz, o enquadramento em Classe de Uso é caracterizado como Água Doce Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Portanto, os parâmetros analisados nestas duas estações amostrais, serão comparados entre si, bem como os valores apresentados na Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, para água doce classe 2. Complementará os levantamentos já realizados para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e fases anteriores de monitoramento (entre os anos de 2009 e 2012), e estabelecerá valores de *background* para posterior comparação.

A segunda fase representa o monitoramento da qualidade da água durante a obra, realizando coletas trimestrais a partir da realização da análise realizada na primeira fase. As análises deverão contemplar os parâmetros estabelecidos no *background* conquistado na primeira fase. Esses parâmetros serão apresentados a este órgão ambiental após execução da primeira fase, em relatórios semestrais de supervisão ambiental, sempre comparados como os valores apresentados na Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, para água doce classe 2, conforme orientado pela Resolução do Conselho de Recursos Hídricos (CRH) n° 190/2016.

A terceira fase do monitoramento objetiva a identificação da influência do reservatório e do barramento sobre a qualidade da água do arroio Jaguari durante o primeiro ano da sua operação. As coletas deverão ser distribuídas em três estações de monitoramento sendo: uma a montante do reservatório (E1), acima do trecho com influência do remanso; uma no reservatório (E2), onde deverão ser coletadas amostras em, no mínimo, dois níveis; e uma a jusante da barragem (E3), conforme apresentadas na Tabela 6 e esquematizado na Figura 8.

Tabela 6 - Coordenadas das estações de monitoramento de qualidade da água do arroio Jaguari, para fase de operação do empreendimento.

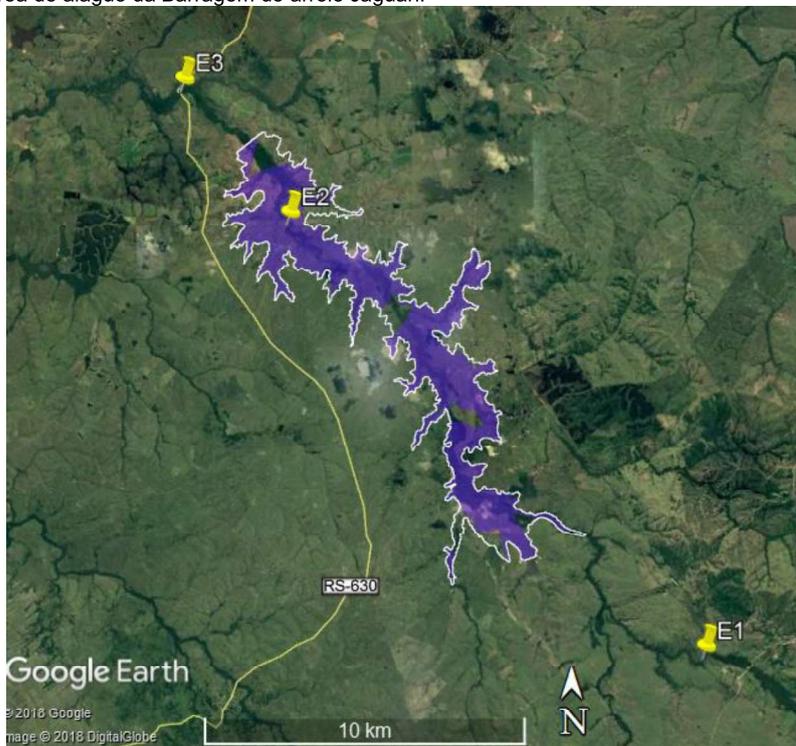
Estação	Coordenadas em Graus Decimais
Estação 1 (E1)	Lat. -30.783272° / Long. - -54.272203°
Estação 2 (E2)	Lat. -30.660950° / Long. -54.407357°
Estação 3 (E3)	Lat. -30.623211° / Long. -54.441842°



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Figura 8 - Distribuição das estações amostrais no arroio Jaguari, para fase de operação do empreendimento. Em azul, futura área de alagade da Barragem do arroio Jaguari.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Para esta terceira fase, a periodicidade deverá ser semanal no primeiro mês e após este, mais três coletas trimestrais. Além dos parâmetros que serão estabelecidos na segunda fase de monitoramento, e apresentados nos relatórios semestrais de supervisão ambiental das obras do empreendimento, também deverão ser monitorados os parâmetros de referência específicos para os usos os quais a água será destinada. Estes detalhes deverão ser definidos posteriormente, após a execução e resultados da primeira e segunda fase de monitoramento físico-químico.

Para a terceira fase, o enquadramento de suas águas também será orientado pela Resolução do Conselho de Recursos Hídricos (CRH) n° 190, de 11 de maio de 2016, onde está indicado que, para a Estação E1, o enquadramento em Classe de Uso será caracterizado como Água Doce Classe 1 da Resolução CONAMA 357/2005; para E2 e E3 o enquadramento em Classe de Uso será caracterizado como Água Doce Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Todas as análises físico-químicas deverão ser realizadas por Laboratório especializado e credenciado, com acreditação do INMETRO, que fornecerá o material e realizará a análise dos resultados.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



a) Índices Ambientais

Em todas as fases, e, baseado nos resultados analíticos de qualidade da água, deverão ser calculados dois índices de qualidade da água, o (i) Índice de Qualidade de Água (IQA), e (ii) Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA).

Índices de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade de Água (IQA) é uma espécie de nota atribuída à qualidade da água, podendo variar de zero a cem. Seu cálculo é realizado com base nos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio amoniacal, fosfato total e turbidez (FEPAM, 2019).

Para a avaliação e padronização da qualidade da água, utilizou-se o Índice de Qualidade da Água desenvolvido pelo National Sanitation Foundation (IQA-NSF) aptado com a retirada do parâmetro temperatura, e utilizando o nitrogênio amoniacal em lugar do nitrato. O cálculo do IQA é feito por meio do produto ponderado dos parâmetros, segundo a seguinte fórmula:  $IQA = \prod q_i^{w_i}$ , onde:

IQA = Índice de Qualidade da Água da NSF (um número de zero a cem);

$q_i$  = qualidade relativa da  $i$ ésima variável - Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise)

$w_i$  = peso relativo da  $i$ ésima variável;

$i$  = número de ordem da variável.

O IQA adotado utilizará as faixas de qualidade apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Faixas de qualidade de IQA.

Valores	Classe
91<IQA<100	Excelente
71<IQA<90	Boa
51<IQA<70	Regular
26<IQA<50	Ruim
0<IQA<25	Muito Ruim

Fonte: FEPAM, 2019.



Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA)

O IVA tem como o objetivo a avaliação da qualidade das águas visando a proteção da fauna e flora aquáticas. É composto por dois subíndices, o (i) Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática (IPMCA), e (ii) Índice do Estado Trófico (IET).

O Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática (IPMCA), é composto pelos parâmetros essenciais para a preservação da vida aquática (PE) e substâncias tóxicas (ST). Dentre os PEs tem-se o oxigênio dissolvido, o pH e a toxicidade a organismos padrões de laboratório; e dentre as STs, tem-se os metais pesados, entre outras. Segundo Santos (2001), para cada parâmetro é considerada uma faixa de variação, estabelecidos para os níveis de qualidade, conforme as condições da água, sendo definida pela ponderação do índice.

A Tabela 8 apresenta as classes de qualidade da água de acordo com os valores de IPMCA, os quais podem ser obtidos por meio da seguinte equação:

$$IPMCA = PE \cdot ST$$

onde:

IPMCA = Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática;

PE = valor da maior ponderação do grupo de parâmetros essenciais;

ST = média dos três valores máximos das ponderações do grupo de substâncias tóxicas.

Tabela 8 - Valores e classes de qualidade da água Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática (IPMCA).

IPMCA	Qualidade das águas
1	Boa
2	Regular
3 e 4	Ruim
≥6	Péssima

Fonte: CETESB, 1999.

O segundo subíndice do IVA corresponde ao Índice do Estado Trófico (IET), o qual classifica a água em relação ao enriquecimento de nutrientes, por meio do teor de fósforo total e clorofila-a. O IET para fósforo - IET(P) e para a clorofila-a - IET(CL) podem ser obtidos pelas seguintes equações:

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [\ln (80,32/P)/\ln 2] \};$$

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [(2,04 - 0,695 \ln CL)/\ln 2] \};$$



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



Onde:

IET = Índice do Estado Trófico;

P = concentração de fósforo total (µg/L);

ln = logarítmo natural;

CL = concentração de clorofila a (µg/L).

A Tabela 9 apresenta as classes de estado trófico de ambientes aquáticos para os valores de IET, os quais podem ser calculados por meio dos valores de IET (P) e IET (CL), pela seguinte equação:

$$IET = [IET (P) + IET (CL)] / 2$$

Onde:

IET = Índice do Estado Trófico;

P = concentração de fósforo total (µg/L);

CL = concentração de clorofila a (µg/L).

Tabela 9 - Valores e classes de qualidade da água do Índice do Estado Trófico (IET).

Critério	Classe do IET	Estado trófico
$IET \leq 44$	1	Oligotrófico
$44 < IET \leq 54$	2	Mesotrófico
$54 < IET \leq 74$	3	Eutrófico
$IET > 74$	4	Hipereutrófico

Fonte: CETESB, 1999.

Com base nos dois subíndices descritos (IPMCA e IET), o Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) pode ser calculado pela seguinte equação:

$$IVA = (1,2 \times IPMCA) + IET$$

Onde:

IVA = Índice de Proteção da Vida Aquática;

IPMCA = Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática;

IET = Índice do Estado Trófico.

Os intervalos de valores e classes de qualidade da água para o IVA são apresentadas pela Tabela 10.



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Tabela 10 - Valores e classes de qualidade da água do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA)

Critério	Qualidade das águas
IVA=2,2	Ótima
IVA=3,2	Boa
3,4<IVA≤4,4	Regular
4,6<IVA≤6,8	Ruim
IVA>7,6	Péssima

Fonte: CETESB, 1999.

ii. *Macrófitas aquáticas*

Para fase de implantação do empreendimento, o monitoramento de macrófitas será realizado com coletas em quatro estações amostrais no arroio Jaguari. Uma (Estação 1) localizada em um açude próximo a margem esquerda no trecho superior do arroio Jaguari; a segunda (Estação 2) em um açude próximo a margem esquerda; a terceira (Estação 3) no arroio Jaguari a montante do barramento, no trecho situado próximo ao açude da estação de coleta anterior; e a quarta (Estação 4) no arroio Jaguari a montante do barramento, no trecho situado próximo ao açude da estação de coleta anterior, conforme apresentadas na Tabela 5 e esquematizado na Figura 7.

Tabela 11 - Coordenadas das estações de monitoramento de macrófitas aquáticas do arroio Jaguari, para fase de implantação do empreendimento.

Estação	Coordenadas em Graus Decimais
Estação 1 (E1)	Lat. -30.756506° / Long. -54.328942°
Estação 2 (E2)	Lat. -30.656536° / Long. -54.420550°
Estação 3 (E3)	Lat. -30.639433° / Long. -54.418453°
Estação 4 (E4)	Lat. -30.623200° / Long. -54.442481°

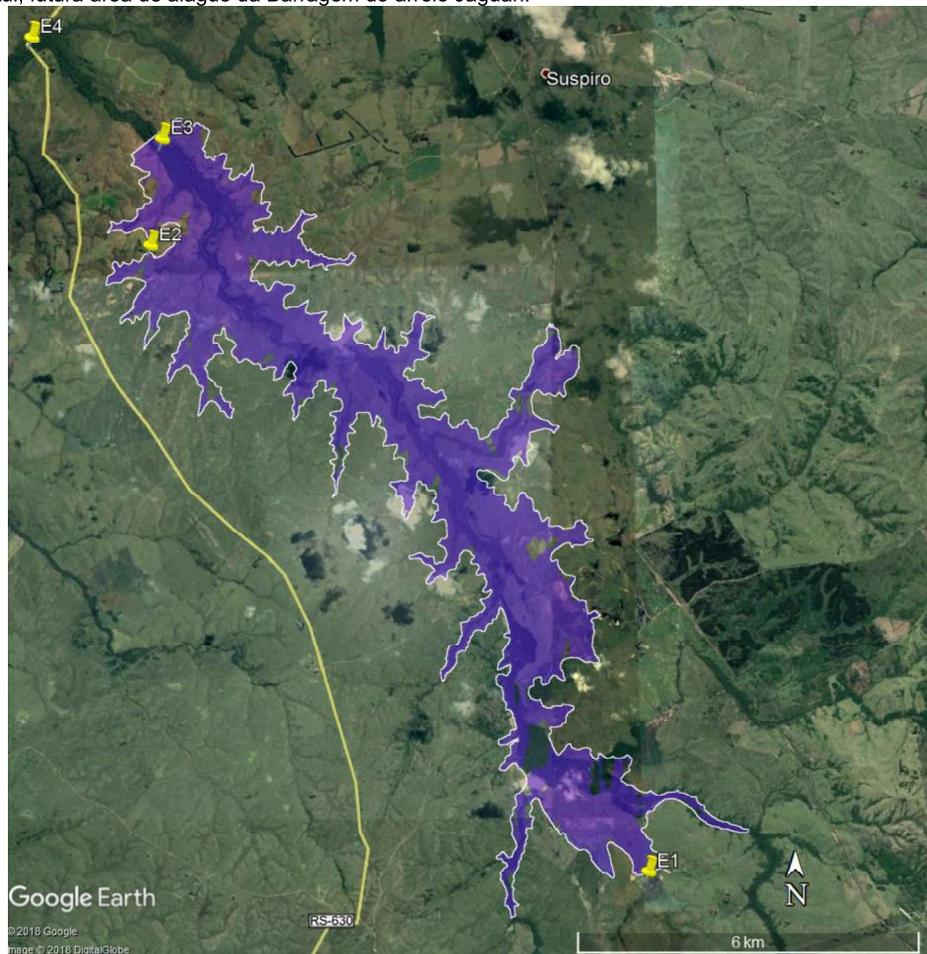


Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



Figura 9 - Distribuição das estações amostrais no arroio Jaguari, para fase de implantação do empreendimento. Em azul, futura área de alagade da Barragem do arroio Jaguari.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Para análise qualitativa das macrófitas aquáticas, serão percorridos 10 m de margem (triplicata), na mancha mais representativa de cada estação de coleta para coleta de diferentes espécies. O material botânico coletado deverá ser acondicionado em sacos plásticos e depois prensado de madeira e, posteriormente, desidratado em forno de Pasteur a 60°C.

A avaliação quantitativa das macrófitas aquáticas terá por enfoque central a caracterização da estrutura biomassa, riqueza e diversidade de espécies. Para esta coleta será utilizado um delimitador cilíndrico (Figura 10) o qual permite aprisionar as macrófitas no seu interior sem que estas se desloquem para fora ou para dentro da área amostral, resultando em erro de amostragem. A área do amostrador utilizado para a coleta quantitativa de macrófitas será de 0,025 m<sup>2</sup>. Serão obtidas cinco réplicas em cada estação de coleta na mancha mais representativa do ambiente



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

aquático. O material removido da área demarcada pelo amostrador será ensacado e levado até o laboratório.

Figura 10 - Delimitador cilíndrico utilizado para coleta de macrófitas.



Fonte: Bourscheid, 2018.

No laboratório, o material será lavado em água corrente com a finalidade de se remover o sedimento aderido, conforme recomendação de Pompêo & Moschini-Carlos (2003). As espécies serão separadas em envelopes confeccionados em papel jornal, previamente identificados, para posterior desidratação em forno de Pasteur a 60°C. Para efeito da quantificação da biomassa, será considerado todo o material vegetal (morto e vivo), incluindo folhas, flores, pecíolos e raízes, sendo os resultados expressos em termos de biomassa total da macrófita por grama de peso seco por metro quadrado (gPS.m<sup>-2</sup>), com a finalidade de subsidiar o manejo da comunidade de macrófitas.

A avaliação da densidade das plantas segurará o padrão de estimativa visual através de escala de abundância relativa (Braun-Blanquet, 1964), dividido nas seguintes classes: 1 - Muito Escasso; 2 - Escasso; 3 - Pouco Abundante; 4 - Abundante e 5 - Muito Abundante.

Para a determinação da área de cobertura das macrófitas aquáticas, é atribuído “nível 0” quando não há macrófitas aquáticas; “nível I” sendo notada apenas a presença; “nível II” para infestação leve; “nível III” para infestação média; “nível IV” para infestação grave; e “nível V” para infestação crítica, conforme método proposto por Vega (1997).

Durante a fase de implantação do empreendimento, a periodicidade das coletas e análises de macrófitas aquáticas nas quatro estações deverá ser trimestral, por no mínimo um ano.

Para fase de operação do empreendimento, o monitoramento das macrófitas aquáticas deverá observar as variações temporais e espaciais das comunidades/agrupamentos. Temporalmente, será avaliado o desenvolvimento de



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



macrófitas após a formação do lago, associado ao ambiente lântico e ao aumento do aporte de nutrientes. Especialmente, será avaliado o potencial para o desenvolvimento de macrófitas aquáticas através da análise dos fatores estimulantes às macrófitas em cada compartimento do reservatório. Detalhes do monitoramento de macrófitas para fase de operação do empreendimento, e periodicidades deverão ser definidos posteriormente, após a execução e resultados do monitoramento realizado durante a fase de implantação.



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**g) Cronograma executivo e de relatórios**

Para esta fase de implantação, deverão ser elaborados relatórios trimestrais de monitoramento interno, e semestrais para envio ao órgão ambiental das atividades de monitoramento da qualidade da água e macrofitas aquáticas de forma integrada ao Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais.

Atividade	Periodicidade	Fase de Implantação (meses)																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Coletas de água da segunda fase do monitoramento físico-químico	Trimestral																	
Monitoramento de Macrofitas	Trimestral																	
Elaboração de relatórios de monitoramento interno	Trimestral																	
Elaboração de relatórios periódicos para envio ao órgão ambiental, a partir da emissão da LIER nº 410/2018	Semestral																	
Emissão de relatório final ao órgão ambiental	Final																	





Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Atividade	Periodicidade	Fase de Operação (meses)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Coletas de água da terceira fase do monitoramento físico-químico	Semanal no primeiro mês, e Trimestral após															
Levantamento de focos de dispersão de macrófitas aquáticas e Monitoramento dos agrupamentos no reservatório	-															
Elaboração de relatórios de monitoramento interno	Trimestral															
Elaboração de relatórios periódicos para envio ao órgão ambiental	Anual															

O cronograma com a periodicidade do monitoramento de macrófitas na fase de pré- operação e operação deverá ser definido logo após a execução e resultados das campanhas realizadas nesta fase de implantação.





Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**h) Equipe**

Engenheiros Agrônomos, Ambientais, Florestais, Biólogos e pessoal de apoio diretamente envolvido.

Quadro 12 - Relação de profissionais sugeridos para o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Macrofitas Aquáticas.

Profissional	Quantidade	Função
Coordenador Técnico	01 Engenheiro Agrônomo, Ambiental ou Florestal	- Coordenação das atividades - Acompanhamento dos trabalhos - Elaboração de relatórios
Biólogo	01	- Coleta das amostras de campo para envio ao laboratório; - Coleta de amostras e análise das macrofitas aquáticas; - Elaboração de relatórios
Auxiliares de campo	A definir	- Apoio na execução das atividades de campo

**i) Responsáveis Técnicos pela atualização/revisão do Programa**

Eng. Ambiental Anderson Spolavori Pereira, CREA-RS 184.330 - Registro CTF 5.678.124 – ART n° 10027135.

Em anexo, é apresentada a ART do responsável técnico pela atualização/revisão deste Programa (Anexo I).

**j) Instituições Envolvidas**

Órgãos ambientais, empreendedor, empreiteira e/ou empresa contratada para execução dos serviços, laboratórios especializado e credenciado.

**k) Relação com outros Programas**

O presente programa tem relação com o Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais; Programa Ambiental da Construção; Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos; Programa de Recuperação de Áreas Degradada; Programa de Monitoramento Climatológico; Programa de Monitoramento Sedimentológico; Programa de Manejo da Vegetação/ Supressão de Vegetação e Limpeza da Área; Programa de Proteção, Reposição Florestal e Monitoramento da APP; Programa de Educação Ambiental e de Comunicação Social; e Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



### I) Referências Bibliográficas

BRAUN-BLANQUET, J. 1964. **Fitosociologia; bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Trad. da 3.ed.rev.aum., Blume, Madrid, 820 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005** - *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Brasília, DF, Mar. 2005.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS –CRH. **Resolução nº 190, de 11 de maio de 2016** – Aprova o Enquadramento das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria. Porto Alegre, RS, Jun.2016.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – FEPAM. **Índice de Qualidade das Águas**. 2019. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>>. Acesso em jan. 2019.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. **Macrófitas aquáticas e perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos, SP: RiMa Editora, 124 p.

SANTOS, Z.S. 2001. **Simulação da qualidade da água de bacia urbano-rural utilizando QUAL2E**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 78p.

VEGA, L.M.F. **Contribución al Estudio de Plantas Acuáticas en Embalses Hidroeléctricos**. El caso Itaipu (Margem Derecha). Ciudad del Este: Itaipu Binacional, 1997.



#### **4.1.5. Programa de Monitoramento da Flutuação do Lençol Freático**

##### **a) Introdução**

A interferência da construção de barramentos sobre o meio ambiente manifesta-se, entre outros aspectos e em menor ou maior proporção, nas características hidrogeológicas da região do Empreendimento. Isso ocorre durante todas as etapas do Empreendimento: construção, enchimento do reservatório e operação, e a intensidade e abrangência dessa interferência dependerá do comportamento hidrodinâmico do(s) aquífero(s) atingido(s) pelas obras.

Assim, a implantação de um programa de monitoramento da flutuação do lençol freático vem contribuir para o conhecimento do comportamento hidrogeológico da área desde a implantação do Empreendimento até a sua operação. Desta forma, é possível analisar esse parâmetro periodicamente em função das diferentes etapas do Empreendimento e avaliar sua influência sobre a região, o que permitirá a adoção de medidas corretivas, se possível e se necessárias, com o objetivo de atenuar impactos negativos e também para otimizar eventuais efeitos benéficos resultantes da elevação do nível das águas subterrâneas regionais.

##### **b) Justificativa**

As alterações previstas para a construção de barragens iniciam-se durante a fase de construção com os trabalhos de remoção de solo e/ou rocha que interferem na dinâmica das águas superficiais e subsuperficiais, e podem provocar alterações de natureza hidrogeotécnica nos maciços afetados.

Na implantação das obras, as mudanças mais significativas estão situadas no entorno do eixo da barragem. Os trabalhos de desvio do rio para a execução de fundações e instalação de estruturas determinam mudanças no padrão de escoamento subterrâneo, através do rebaixamento do nível freático. Ainda durante esta etapa, caso haja a necessidade de emprego de explosivos para a remoção de rochas, poderá ocorrer a formação de novas fraturas, gerando alterações no comportamento hidrodinâmico dos aquíferos.

Na etapa de enchimento e operação do reservatório, as modificações esperadas estão associadas à elevação do nível freático, nas áreas situadas muito próximas ao lago gerado, e a inversão do fluxo das águas subterrâneas, o que poderá gerar novas áreas alagadas, o aparecimento de nascentes, a elevação do nível d'água subterrânea, além da modificação da qualidade dessas águas. A intensidade, abrangência e importância dessas alterações dependerão do comportamento hidrodinâmico do(s) aquífero(s) atingido(s) pelas obras, das formas de abastecimento público e particular de entorno, da existência no entorno de formas de disposição de resíduos industriais e domésticos, assim como das demais



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



atividades desenvolvidas nas circunvizinhanças e também do próprio Empreendimento.

Em vista disso, este Programa se faz necessário, pois as modificações decorrentes da obra repercutem nas características hidrogeológicas, geotécnicas e agrícolas da região e, por isso, há a necessidade do monitoramento da flutuação do lençol freático para a caracterização das águas subterrâneas, a fim de avaliar a magnitude das alterações prognosticadas.

### **c) Objetivos**

#### Objetivo Geral

Conhecer e monitorar as alterações hidrodinâmicas que ocorrerão no(s) aquífero(s) devido à construção da barragem, ao enchimento do reservatório e sua operação.

#### Objetivos Específicos

- Identificar as zonas mais susceptíveis aos efeitos da elevação do nível freático nas proximidades do reservatório, por ocasião do enchimento e/ou da operação deste empreendimento;
- Avaliar possíveis benefícios decorrentes da elevação do nível do lençol freático e propor medidas para otimizar esses benefícios;
- Conhecer o comportamento das águas subterrâneas afetadas pela elevação do nível e pela inversão do fluxo em reservatório formado por barragens.

### **d) Metas**

- Atendimento por total e completo ao escopo amostral pré-definido;
- Obtenção e comparação dos índices definidos neste programa ambiental, em cada campanha de monitoramento;
- Caracterizar a hidrodinâmica do(s) aquífero(s) após construção da barragem;
- Elaboração dos relatórios técnicos e gerenciais de acordo com o cronograma.



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**e) Público-Alvo**

Este Programa é direcionado a todos os gestores e agentes executivos responsáveis pela construção, enchimento e operação da barragem, quer sejam integrantes da equipe permanente, quer sejam colaboradores.

**f) Metodologia**

A metodologia aqui apresentada tem como elemento fundamental a caracterização da água subterrânea em termos hidrodinâmicos para que se possa evidenciar e avaliar a influência do Empreendimento nas atividades humanas locais.

Dentro dessa premissa podem ser definidas as seguintes fases metodológicas:

*i. Instalação de poços de monitoramento*

As atividades a desenvolvidas nesta etapa consistem basicamente na definição do número de poços e na sua localização. Esses poços servirão para o monitoramento do nível freático no período de construção, enchimento e operação do reservatório.

A escolha dos locais para a instalação e o número de poços levam em conta os seguintes fatores:

- ✓ Os poços tubulares deverão estar situados no entorno do reservatório e em área de falhamentos;
- ✓ Deverão ser locados de maneira que estejam próximos a ocorrência de água superficial, pois estudos de inter-relação entre águas superficiais e subterrâneas poderão ser feitos visando a conhecer o comportamento das águas subterrâneas sob o efeito do Empreendimento;
- ✓ Devem ser georreferenciados para posterior identificação em mapa;
- ✓ Poderão ser utilizados posteriormente como poços permanentes de monitoramento dentro da área do Empreendimento;
- ✓ Construídos de acordo com as normas técnicas vigentes e por pessoal capacitado, acompanhado por um profissional responsável.

Em meados de 2009, foram realizadas todas as atividades necessárias para definição do número de poços e localização dos mesmos, as quais seguem:

- Aquisição de fotografias aéreas na escala 1:60.000 com a finalidade de interpretação lito-estrutural das unidades presentes na área da Barragem;
- Avaliação de boletins de sondagem existente na área da barragem;



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



- Reconhecimento em campo das unidades geológicas presentes na área do empreendimento.

O reconhecimento em campo foi realizado em pontos específicos da área do empreendimento, através de estradas secundárias, buscando o reconhecimento de unidades geológicas identificados em fotografias aéreas e em mapas geológicos disponíveis.

Desta forma, foram pré-estabelecidos à instalação de 07 (sete) Piezômetros, demarcados os locais estratégicos para o monitoramento dos níveis piezométricos na área do reservatório, cuja sua localização está apresentado na Tabela 12 e esquematizado na Figura 11.

Tabela 12 - Localização dos Piezômetros.

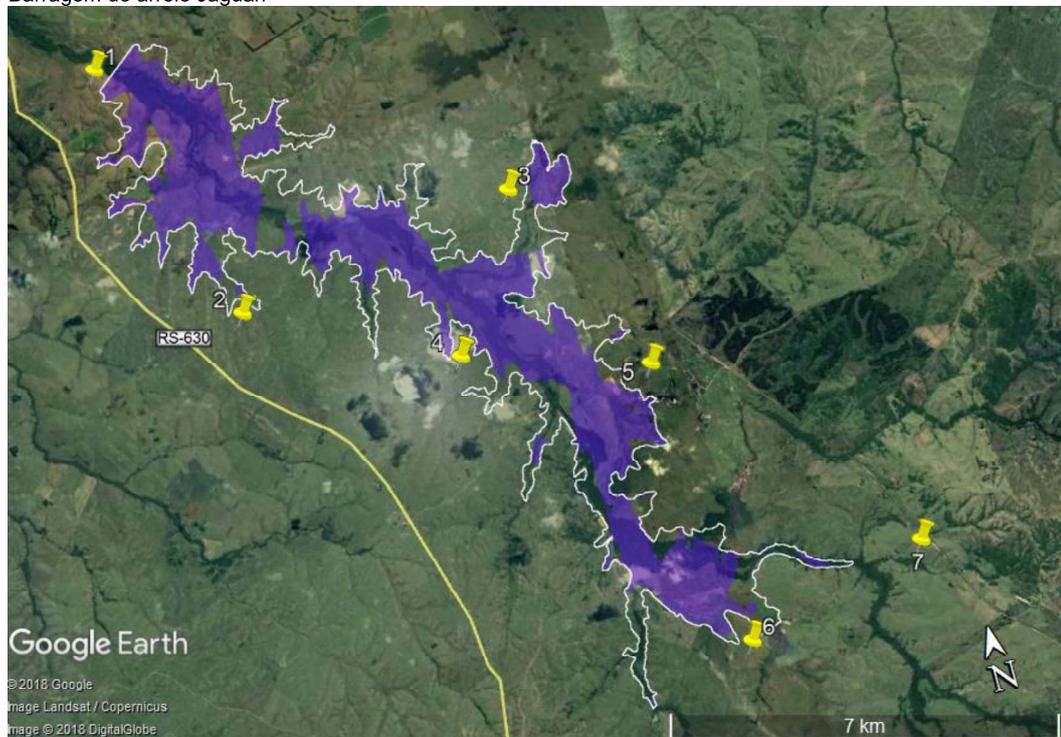
Piezometro	Local	Coordenadas Geográficas	
		Lat.	Long
1	Margem esquerda jusante do reservatório	-30.638659°	-54.425054°
2	Margem esquerda, meio final do reservatório	-30.684224°	-54.409884°
3	Margem direita, meio final do reservatório	-30.676166°	-54.355151°
4	Margem esquerda, meio inicial do reservatório	-30.700594°	-54.372238°
5	Margem direita, meio inicial do reservatório	-30.709979°	-54.337955°
6	Margem esquerda, meio inicial do reservatório	-30.757864°	-54.333735°
7	Margem direita, montante do reservatório	-30.749385°	-54.297943°



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

Figura 11 - Distribuição dos Piezômetros ao entorno do empreendimento. Em azul, futura área de alague da Barragem do arroio Jaguari



Ressalta-se que as coordenadas/localização dos Piezômetros são indicativas, sendo que em campo poderão ser alteradas pelas condições de terreno.

Em virtude do desconhecimento da situação atual do nível piezométrico e da profundidade da rocha sã, não é possível estabelecer-se uma profundidade de perfuração dos poços. A construção desses poços deve ser feita de acordo com as normas técnicas vigentes e por pessoal capacitado, acompanhado por um profissional responsável. Na conclusão da instalação dos piezômetros deverá ser fornecido um relatório descritivo contendo o boletim técnico e o perfil individual de sondagem com base na descrição das amostras coletadas e nas informações do diário de perfuração, com ART do profissional responsável. É interessante que todas as fases e amostragem realizadas sejam acompanhadas também de documentação fotográfica.

Os poços deverão ser revestidos na parte superior no contato com a zona de alteração, com a finalidade de isolá-lo dessa zona e com isso eliminar a entrada das águas do freático. A partir dessa zona os poços não terão revestimento, se estiverem localizados em aquíferos que assim o permitam. A Figura 12 apresenta o perfil esquemático desse tipo de poço.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



No caso de poços situados em locais que apresentem litologias sedimentares em que não há a sustentação do furo de sondagem, deverá ser prevista a instalação de revestimento (Figura 13).

Figura 12 - Perfil esquemático demonstrativo de poço de monitoramento, sem revestimento.

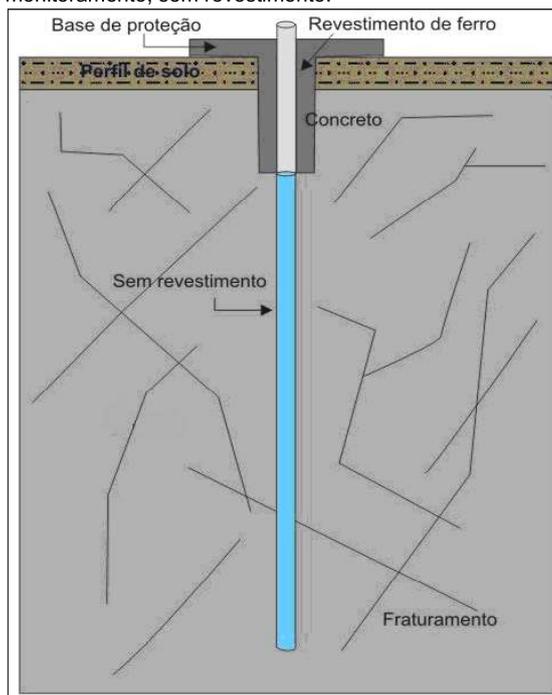
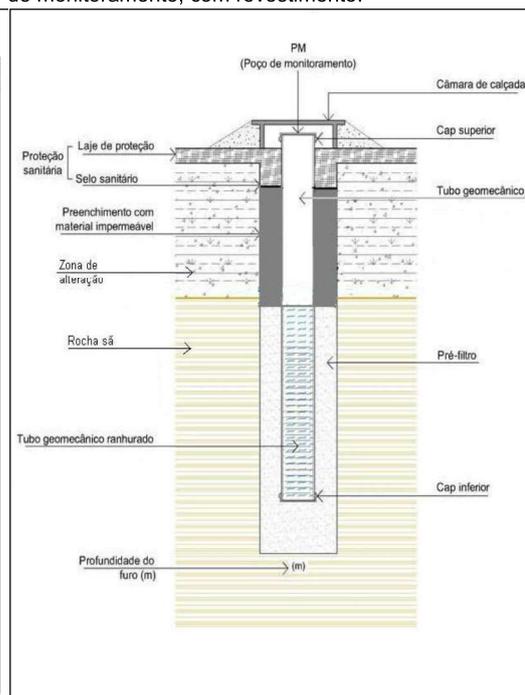


Figura 13 - Perfil esquemático demonstrativo de poço de monitoramento, com revestimento.



Uma caixa de proteção (câmara de calçada na Figura 13) em ferro galvanizado com pelo menos 4mm de espessura e articulada deverá ser instalada na superfície, com a finalidade de isolar e proteger os poços do contato externo, evitando a entrada de água e o lançamento de dejetos para o seu interior.

Após a sua construção os poços deverão ser limpos por meio de bombeamento até que a turbidez da água desapareça.

Sugere-se ainda, como forma de identificação dos locais de instalação dos poços, que seja feito a sinalização dos mesmos. Após a implantação dos poços de monitoramento, torna-se necessária a sua manutenção quer seja através de limpeza ao redor dos mesmos, quer seja através do cercamento de proteção ou mesmo de conservação da tampa de proteção.

*ii. Medição do nível freático*

Após a instalação dos poços deverá ser feita a medição do nível freático através de instrumental apropriado e concomitante com o estágio de



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

desenvolvimento da obra: construção, enchimento e operação, para que seja possível a correlação e avaliação dos reflexos de cada um dos estágios da obra na flutuação do lençol freático. A periodicidade desta medição deverá ser feita com base no cronograma de execução da obra e de acordo com cada uma das fases: construção, enchimento e operação de forma a ser ter uma regularidade de dados.

*iii. Apresentação e análise dos resultados:*

Os resultados obtidos de cada campanha deverão ser apresentar sob a forma de relatório contendo a análise do parâmetro monitorado.

**g) Cronograma executivo e de Relatórios**

Para a fase de implantação, deverão ser elaborados relatórios mensais de monitoramento interno, e semestrais para envio ao órgão ambiental das atividades de monitoramento da flutuação do lençol freático de forma integrada ao Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais. Para fase de operação, deverão ser elaborados relatórios mensais de monitoramento interno, e anuais para envio ao órgão ambiental.

Levando em consideração a construção dos poços, que deverá ser realizado durante as obras civis da barragem, prevê-se:

- Durante a implantação da Barragem: Campanhas mensais, por 12 meses;
- No enchimento: uma no início de enchimento e uma no final do enchimento;
- Durante a operação do empreendimento: Campanhas mensais durante o primeiro ano, e bimestrais no segundo ano.

**h) Equipe**

A construção desses poços deve ser realizada por pessoal/empresas capacitadas, acompanhado por profissional responsável, preferencialmente Geólogo.

Para o monitoramento, sugerem-se Geólogos, Engenheiros Agrônomos, Ambientais, e Civis.



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



Quadro 13 - Relação de profissionais sugeridos para o Programa de Monitoramento da Flutuação do Lençol Freático.

Profissional	Quantidade	Função
Geólogos, Engenheiros Agrônomos, Ambientais, e/ou Cíveis	01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordenação das atividades</li> <li>- Acompanhamento dos trabalhos de instalação dos Piezômetros;</li> <li>- Execução do monitoramento;</li> <li>- Elaboração de relatórios.</li> </ul>

**i) Responsáveis Técnicos pela atualização/revisão do Programa**

As atividades realizadas para definição do número de poços e localização dos mesmos, bem como o reconhecimento de campo, ocorrida em meados de 2009, foi de responsabilidade do Geólogo e Engenheiro Agrônomo Luiz Nildo Ferreira Dutra, CREA-RS 75.045.

A revisão deste é do Engenheiro Civil Cylon Fernandes Rosa Neto, CREA-RS 44.757 - Registro CTF 194.403 – ART n° 10027830; e Eng. Ambiental Anderson Spolavori Pereira, CREA-RS 184.330 - Registro CTF 5.678.124 – ART n° 10027135.

Em anexo, é apresentada a ART dos responsáveis técnicos pela atualização/revisão deste Programa (Anexo I).

**j) Instituições Envolvidas**

Órgãos ambientais, pessoal/empresas atuantes na área de instalação de piezômetros, empreendedor, empreiteira e empresa contratada para execução de monitoramento.

**k) Relação com outros Programas**

O presente programa tem relação com o Plano de Gerenciamento das Ações Ambientais; Programa Ambiental da Construção; Programa de Educação Ambiental e de Comunicação Social; e Plano Ambiental de Conservação e uso do Entorno do Reservatório – PACUERA.

**l) Referências Bibliográficas**

Foram consultadas a legislação aplicável e o diagnóstico/prognóstico ambiental do empreendimento.



#### **4.1.6. Programa de Monitoramento Climatológico**

##### **a) Introdução**

A caracterização climática da área de estudo tem importância pela grande influência que este elemento tem nas diversas atividades humanas, na flora e na fauna.

A implantação de reservatórios de acumulação hídrica pode causar alterações no microclima regional, sendo os efeitos mais pronunciados, principalmente, em função da dimensão da lâmina d'água e das condições topográficas de confinamento do reservatório, bem como quando a região do empreendimento seja local de origem de sistemas de movimentação de ar.

O reservatório da barragem do arroio Jaguari é de porte médio, com área inundada de aproximadamente 2.752 ha na cota de 155m (Nível Máximo de Cheia), e prevista para ser implantado em formas de relevo pouco acidentadas, não sendo local de origem de sistemas de movimentação de ar. Embora tais aspectos não suscitem que a região sofrerá mudanças climáticas significativas, as mesmas deverão ocorrer em baixa escala. Os parâmetros climáticos que tendem a passar por alterações, são os seguintes: temperatura, umidade relativa do ar, ventos e nebulosidade.

Entre esses parâmetros, a temperatura deve passar por maiores modificações em função do reservatório. Os valores extremos de temperatura deverão ser atenuados, num efeito muito semelhante aquele exercido pelo mar sobre as regiões litorâneas, chamado de ação termoreguladora. Tal alteração deverá ocorrer nos locais próximos ao reservatório, tendendo a se propagar mais no sentido dos ventos. Dessa forma, poderá ocorrer uma diminuição da amplitude térmica diária, mensal e anual, nos arredores do reservatório.

O aumento da superfície líquida para evaporação deverá resultar no incremento do teor de umidade atmosférica. Também deverá ocorrer no local um aumento no número de dias com orvalho, principalmente nas manhãs com ventos fracos ou de calmaria.

A mudança na rugosidade da superfície deverá provocar alteração no perfil vertical dos ventos. Com a diminuição do atrito, esses tenderão a aumentar mais rapidamente com a altura. Por outro lado, a mudança do tipo de superfície produz alterações no balanço vertical de radiação solar, pelas diferentes propriedades físicas da água em relação ao solo. Essas diferenças são suficientes, em escala micro, para, sob ação de vento geostrófico fraco ou nulo, induzir um mecanismo de brisa no local.

A precisa quantificação das modificações climáticas de âmbito local, só será possível com um contínuo monitoramento a ser iniciado durante a construção da barragem, recomendando-se a instalação de uma estação meteorológica na Área de



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



Influência Direta do empreendimento que, em conjunto com as estações já existentes e em operação nas proximidades, formarão a rede de monitoramento e coleta de dados suficientes para os estudos desejados.

### **b) Justificativa**

A implantação do empreendimento, em nível microclimático, poderá resultar, em longo prazo, em pequenas alterações em algumas variáveis climáticas, tais como umidade relativa do ar, temperatura e evaporação, na área inundada e nas adjacências do reservatório.

Todavia, ainda que não sejam previstas mudanças significativas de clima em decorrência da implantação Barragem do arroio Jaguari, o monitoramento se faz necessário para a criação de um banco de dados climatológicos para a área do empreendimento, que permita o acompanhamento da evolução das variáveis climáticas.

A instalação de uma estação climatológica irá ampliar as redes estadual e nacional de monitoramento, complementando os dados existentes e que são oriundos das estações próximas. Os dados resultantes serão úteis não apenas para o empreendimento em estudo, mas, também, poderão ser para outros projetos a serem desenvolvidos na região.

### **c) Objetivos**

#### Objetivo Geral

Manter um registro das condições climáticas para avaliação da ocorrência, ou não, de alterações no microclima local.

#### Objetivos Específicos

- Caracterizar o comportamento das variáveis climáticas na região de influência do empreendimento;
- Registrar o comportamento dos parâmetros climáticos locais antes e após a formação do reservatório;
- Contribuir para a ampliação do banco de dados climatológicos das redes estadual e nacional;



Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari

Janeiro/2019

**d) Metas**

- Instalação de uma estação meteorológica na área da Barragem do arroio jaguari, pelo menos um ano antes do enchimento do reservatório;
- Registro, diário ou semanal, de acordo com o equipamento, de todas as observações geradas na estação;
- Registro do comportamento dos parâmetros climáticos locais antes e após a formação do reservatório;
- Elaboração dos relatórios técnicos e gerenciais de acordo com o cronograma.

**e) Público-Alvo**

Poderão servir como público-alvo deste Programa, além do próprio empreendedor, a comunidade lindeira, órgãos ambientais, órgãos competentes de cunho de monitoramento de desenvolvimento de pesquisas voltadas para o clima e condições meteorológicas atuantes na região, e órgãos voltados para o monitoramento e desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos aspectos de vazão fluvial na região em questão.

**f) Metodologia**

O monitoramento climatológico, a ser desenvolvido no âmbito da Barragem do arroio Jaguari, será efetuado pontualmente na área do Canteiro de Obras, próximo ao barramento e vertedouro. Para a área do futuro reservatório e seu entorno, as análises deverão considerar os resultados desse monitoramento e outros dados da região, de forma complementar.

Este Programa promoverá a instalação de uma estação climatológica automática na área do empreendimento; as observações deverão ter início pelo menos um ano antes do enchimento do reservatório, ainda durante a construção da barragem, o que contribuirá para a obtenção de uma referência para comparações futuras.

A seleção dos parâmetros climatológicos a serem monitorados baseou-se, principalmente, na necessidade de serem posteriormente incorporados aos bancos de dados existentes nos diversos órgãos federais e estaduais. Além disso, considerou-se também a representatividade e sensibilidade do parâmetro às mudanças previstas com a implantação do empreendimento.

Os parâmetros a serem considerados no monitoramento são:

- ✓ Precipitação pluviométrica



Janeiro/2019

Plano Básico Ambiental (PBA)  
Barragem do arroio Jaguari



- ✓ Temperatura interna e externa
- ✓ Umidade relativa do ar
- ✓ Anemômetro
- ✓ Direção do vento
- ✓ Temperatura aparente do vento
- ✓ Pressão barométrica

Os equipamentos e instrumentos a serem instalados na estação são:

▪ **Painel LCD**

- ✓ Dimensões 22 x 14 5 cm;
- ✓ Tela sensível ao toque com luz de fundo *Higlo*;
- ✓ Alimentação: pilhas ou energia elétrica;
- ✓ Saída de dados serial padrão RS-232 permitindo conexão a computadores.

▪ **Anemômetro:**

- ✓ Medida de velocidade do vento de 0 a 200 km/h, com resolução de 0,65 km/h;
- ✓ Indicação de direção do vento de 0 a 359°, com resolução de 1°.

▪ **Termômetro (externo) e higrômetro**

- ✓ Medida de temperatura externa na faixa entre -14 e 70°C;
- ✓ Medida de umidade relativa do ar de 0 a 96%, com resolução de 1%;
- ✓ Medida de temperatura do vento (sensação térmica) de 0 a 50°C.

▪ **Termômetro (interno), Barômetro e Higrômetro (interno)**

- ✓ Medida de temperatura interna no intervalo entre -5 e 50°C;
- ✓ Medida de umidade relativa do ar de 0 a 96%, com resolução de 1%;
- ✓ Medida de pressão barométrica de 795 a 1050 mb, com resolução de 1 mb.