



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.

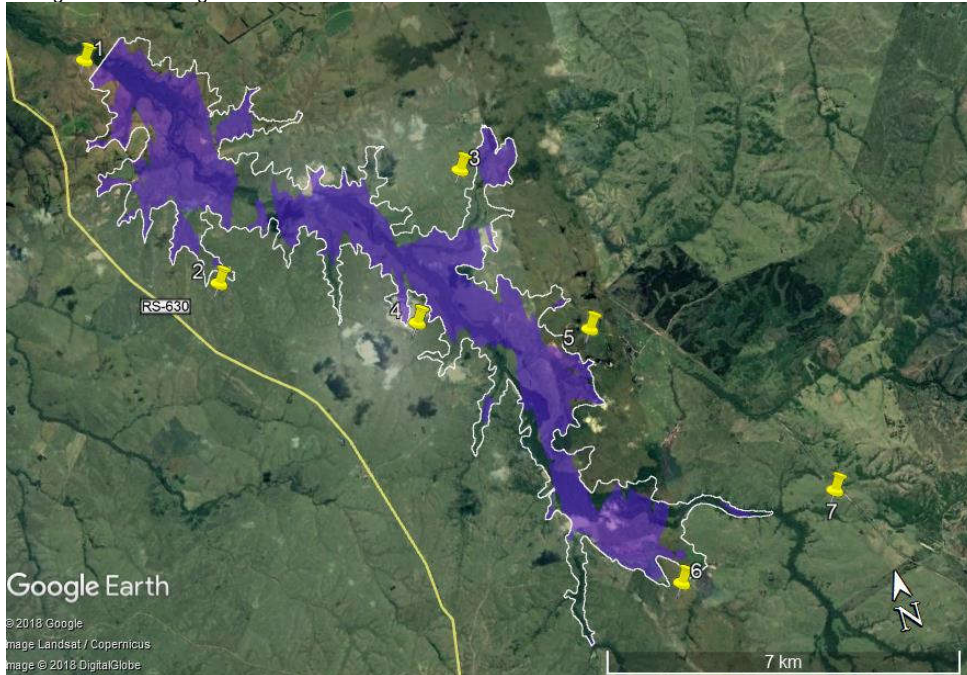
Desta forma, foram pré-estabelecidos à instalação de 07 (sete) Piezômetros, demarcados os locais estratégicos para o monitoramento dos níveis piezométricos na área do reservatório, cuja sua localização está apresentado na Tabela 12 e esquematizado na Figura 11.

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°



Figura 11 - Distribuição dos Piezômetros ao entorno do empreendimento. Em azul, futura área de alagade 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.

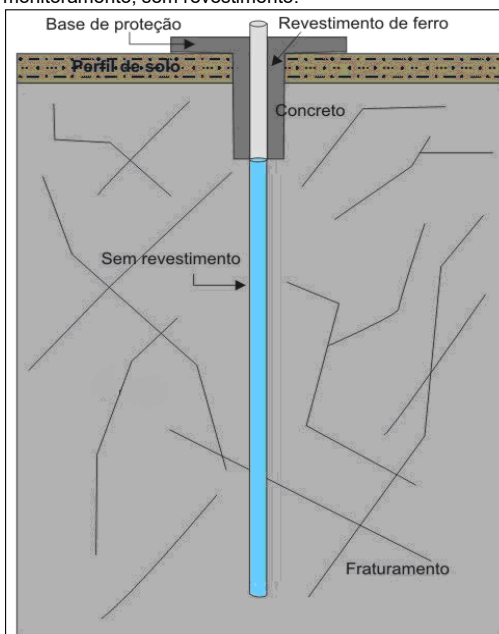
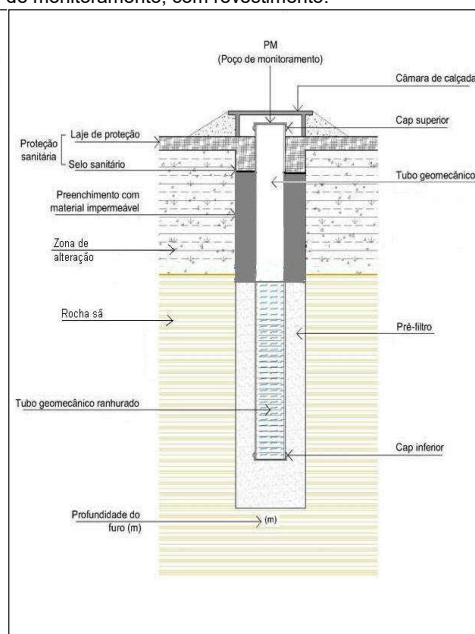


Figura 13 - Perfil esquemático demonstrativo de poço de monitoramento, com revestimento.



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 feita 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 Ambientais, Agrônomos, e/ou Civis	01	- Coordenação das atividades - Acompanhamento dos trabalhos de instalação dos Piezômetros; - Execução do monitoramento; - Elaboração de relatórios.

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.