

**CONSIDERAÇÕES
SOBRE SUPRESSÃO
POR AFOGAMENTO
NA PCH BEIRA RIO**

Fevereiro 2026



PESQUEIRO ENERGIA S/A UNIDADE PCH BEIRA RIO

CONSIDERAÇÕES SOBRE SUPRESSÃO POR AFOGAMENTO NA PCH BEIRA RIO

**A.MULLER CONSULTORIA AMBIENTAL
INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT**

**Sengés e Jaguariaíva - PR
Fevereiro de 2026**

Considerações sobre Supressão por Afogamento na PCH Beira Rio

Apresentação

A Autorização para Supressão da Vegetação – ASV nº 2041.8.2023.72945 emitida pelo Instituto Água e Terra do Paraná – IAT, para execução da área do reservatório da Pequena Central Hidrelétrica – PCH Beira Rio, em edificação no rio Jaguariaíva, entre Sengés e Jaguariaíva, permitiu o corte de toda a vegetação situada em área que será alagada quando da formação do lago artificial daquela hidrelétrica.

Os trabalhos foram realizados em praticamente sua totalidade, não se completando inteiramente ao se defrontarem com situações pontuais onde a declividade rochosa das margens do rio impediram a realização da supressão pelos métodos convencionais, utilizando equipamentos mecânicos e manuais.

A extração do volume florestal, se fosse executado nestes poucos locais, implicaria em riscos significativos à saúde, e mesmo à vida dos operadores, eis que os trabalhos teriam que ser feitos por operadores suspensos por cabos – estilo rappel – portando equipamentos de corte, e sem muitas opções de escape diante da queda dos espécimes arbóreos cortados.

O presente documento tece considerações sobre a manutenção dessa vegetação, cujo abate – morte – ocorrerá por afogamento, ao se formar o reservatório da hidrelétrica.

SUMÁRIO

Apresentação	3
1. CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO	4
2. TIPOLOGIA VEGETAL.....	4
3. VEGETAÇÃO REMANESCENTE	5
4. EFEITOS AMBIENTAIS	6
5. DURAÇÃO DOS EFEITOS.....	7

1. CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

O reservatório da PCH Beira Rio terá 85,50 hectares, com profundidade máxima, nas proximidades da barragem, de 52 metros. Sua conformação típica é de um talvegue com inclinações colinosas desde seu ponto mais elevado até a linha d'água, com diferentes graus de inclinação, desde o mais suave até situações abutras em segmentos das margens, esculpidas das rochas arenosas da Formação Furnas.

Os trabalhos de supressão florestal foram executados por meios mecânicos, empregando motoserras e tratores de esteira (tipo Buldozer), pás carregadeiras e retroescavadeiras. Com estes se procedeu o corte e destoca, ou extração completa das árvores e arbustos da área que será alagada, em ambas as margens. Mais ainda, a própria serapilheira do piso florestal foi removida, eliminando-se até mesmo a vegetação rasteira. Todo produto dessa supressão foi adequadamente estaleirado e destinado observando os procedimentos legais correspondentes

2. TIPOLOGIA VEGETAL

A vegetação encontrada na área de alagamento da PCH Beira Rio pertence ao ecossistema do Cerrado (e Cerradão no fundo dos vales), portanto de rala a média densidade. Esta, de acordo com o inventário florestal, se apresentava fortemente contaminada com Pinus, uma espécie florestal de interesse industrial, com extraordinária capacidade de proliferação por anemocoria, exercendo franca concorrência com as formações nativas. Os segmentos sem a contaminação pela citada

exótica foram poucos: apenas 4,68 % da futura Área de Preservação Permanente foi avaliada com razoável pureza biótica.

As encostas acentuadas e paredões rochosos do rio Jaguariaíva apresentam condições edáficas extremamente rústicas. Este é um fator restritivo, mais acentuado quanto mais vertical for a face rochosa. A figura 01, obtida por drone, ilustra um local com a vegetação nos taludes rochosos. Estes ambientes se repetem em sete locais do curso do rio. Note-se que essa vegetação do Cerrado – que resiste até a incêndios florestais sazonais – conseguiu estabelecer ali alguma cobertura arbustiva-florestal, em precárias condições do substrato. Mesmo espécimes de *Pinus*, que tem maior capacidade de se desenvolver em ambientes rudes, apresentam ali um perfil incomum, de menor altura e ramos mais curtos, como pode ser notado na fotografia da capa deste documento.

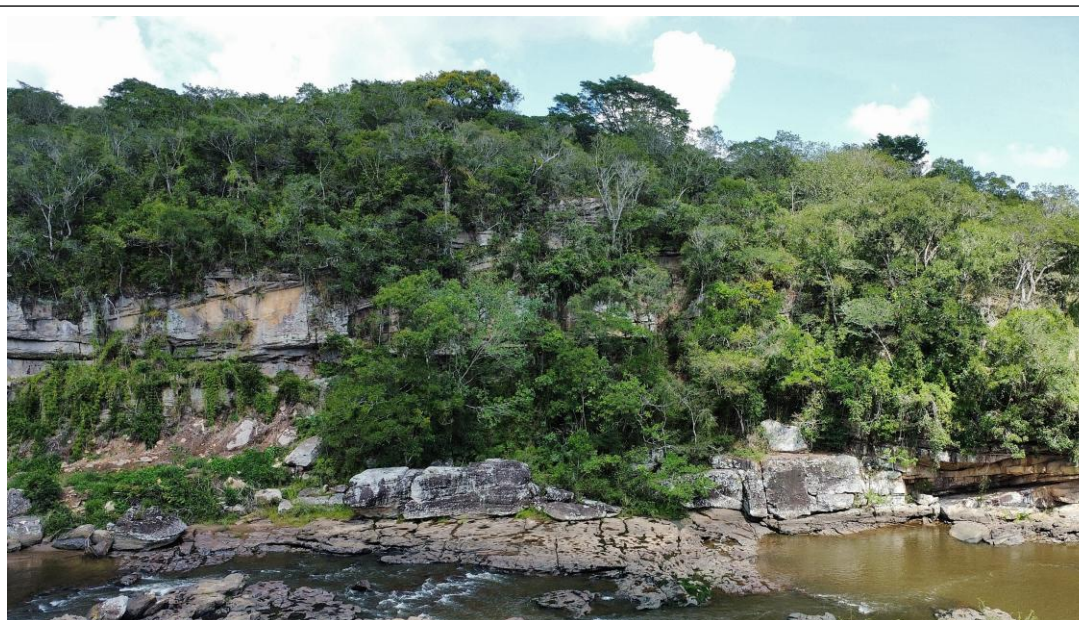


Figura 01: Talude rochoso típico, dando uma ideia das dificuldades para supressão

3. VEGETAÇÃO REMANESCENTE

Nos locais de estreitamento do rio, ou seja, nos trechos em que as águas escavaram mais acentuadamente as rochas areníticas da Formação Furnas, a supressão da vegetação dos taludes rochosos foram sobremaneira difíceis para trabalhos por meios mecânicos, e até mesmo os manuais, tanto para os abates como para a retirada do volume florestal.

São setores que se localizam no fundo do vale do rio Jaguariaíva, e se concentram em três pontos, descritos no quadro 01, com suas características gerais.

Quadro 01: Localização dos remanescentes da vegetação ciliar

Ponto	Localização do ponto central da área	Margem	Comprimento	Largura	Área (ha)	Profundidade da superfície
01	640.389,18 m E e 7.777.785,79 m S	MD	173 m	21 m	0,346	20 m
02	639.881,97 m E e 7.333.479,29 m S	ME	544 m	16 m	0,870	12 m
03	639.808,30 m E e 7.333.085,42 m S	MD	472 m	12 m	0,124	8 m
04	638.993,92 m E e 7.333.088,82 m S	ME	175 m	8 m	0,141	7 m
05	638.842,56 m E e 7.332.585,69 m S	ME	92 m	10 m	0,092	6 m
06	639.376,17 m E e 7.332,213,85 m S	MD	844 m	9 m	0,759	2 m
07	639.481,22 m E e 7.332.014,90 m S	ME	473 m	8 m	0,785	1 m
Total:					3,083 ha	

O nível das águas, ao se formar o reservatório estará na cota de elevação 612 metros ao nível do mar. Assim, ainda que a maioria dos pontos esteja situada a profundidades onde a vegetação ficará totalmente submersa, em dois pontos, a vegetação existente nos pontos 06 e 07 ficará parcialmente submersa, fato que atenua os efeitos de eutrofização, ainda que providências posteriores devam ser tomadas para a remoção dos troncos que ficarão parcialmente afogados, recomendado por uma questão de segurança da própria operação da Usina. A tipologia da vegetação a ser suprimida por afogamento, avaliando-se pelas fotos obtidas por drone, é mesma encontradas nas matas remanescentes.

4. EFEITOS AMBIENTAIS

Ao se afogar a matéria orgânica – qualquer que seja sua origem e conteúdo - tem início o processo natural de biodegradação, com alterações químicas das águas, em geral adversas para a maioria dos usos que se deseja fazer destas. Este processo é chamado de eutrofização – superalimentação do corpo d'água – cuja abundância de nutrientes provoca o desenvolvimento acelerado de algas. Ao proliferarem, estas consomem o oxigênio dissolvido (hipóxia) das águas, gerando alterações da cor, do gosto e do odor. Em situações extremas de consumo do OD, a degradação passa a ocorrer em um ambiente anaeróbico (sem oxigênio), que produz metano e gases sulfídricos.

Paiva (1982), citado por Muller (1995)¹, cita experiências que estimaram “ser necessário 118 quilos de oxigênio dissolvido na água para degradar uma tonelada de biomassa submersa”. Também menciona que “os professores Murgel Branco e Almeida Rocha apresentaram resultados mais detalhados de pesquisas feitas sobre a degradação da matéria orgânica, destacando as diferenças entre a degradação do material lenhoso, lignificado e do material verde ou tenro”.

Sabe-se que a decomposição das partes tenras da vegetação é a que causa os maiores impactos no corpo hídrico, em reações tão intensas como rápidas. A degradação das partes lenhosas inteiramente naufragadas é extremamente lenta, podendo-se admitir como desprezível (se parte desta ficar acima do nível d'água, o processo de degradação ocorrerá, justamente na faixa umidecida pela oscilação de nível, mesmo a causada por pequenas marolas. Em algum tempo, dependendo da resistência da madeira ao apodrecimento em ambiente úmido, o segmento superficial do tronco se romperá e flutuará).

O restabelecimento da qualidade das águas dependerá de sua reoxigenação. Esta ocorrerá pelas águas afluentes, pelos efeitos dos ventos provocando marolas, e pelas precipitações. Há fenômenos físicos internos nos corpos d'água mais profundos, sendo a mais marcante a termoclina. Esta se caracteriza formação de uma camada de transição térmica – e de densidade – no perfil vertical do corpo d'água. A termoclina separa, agindo como uma barreira térmica, as águas quentes superficiais das águas de menor gradiente térmico do fundo.

Com a barreira térmica e de densidade, esta faixa, relativamente estreita, apresenta também uma maior turbidez. A circulação das águas, impelida pelos ventos, se atém à faixa hídrica superficial, isolada pela termoclina. O relativo isolamento da região superficial do reservatório para a mais profunda afeta os ciclos de eutrofização. Nos períodos de inverno, quando decai a temperatura das águas superficiais, ao se igualar à temperatura da termoclina, esta desaparece, e a circulação das águas alcança as regiões mais profundas do reservatório, trazendo para a região eufótica (superficial, até onde penetra a luz), os nutrientes que estavam depositados no fundo do reservatório. Quando isso ocorre, reativa-se um novo ciclo de eutrofização, com redução drástica do oxigênio dissolvido, levando à morte os seres (peixes e outros animais aquáticos) que estavam no estrato superior do corpo d'água, por falta da taxa de oxigênio essencial.

5. DURAÇÃO DOS EFEITOS

O Protocolo da Embrapa para avaliar o volume de biomassa florestal, oferece método

¹ MULLER, A.C. **Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. São Paulo ; Editora Makron Books, 1995

interessante de avaliação dos volumes de biomassa florestal (Higa et al, 2014)². Esse documento propõe levantamentos da biomassa acima do solo, ou seja, do material tenro, tanto das copas das árvores como de bambus, lianas, etc., como da necromassa, representada pelos fatores mortos, tipo gravetos, ramos, fragmentos de madeiras, raízes e troncos caídos no piso floresta, da serrapilheira e das raíes.

A aplicação do método, contudo é inviável nas áreas ciliares onde há necessidade de se fazer a supressão por afogamento, já que o acesso de parcelas para coletas de amostras, medição de seu volume e do seu peso, não é factível. Houvessem tais acessos, ter-se-ia procedido à supressão.

Resta assim, estimar o tempo de recuperação que o corpo água necessitará para recuperar o teor de Oxigênio a um nível “saudável”. Os fatores envolvidos nesta estimativa consideraram o volume de água do reservatório pleno, porém a biodegradação ocorrerá desde o início da formação do reservatório, estimado em 19 dias. Esta condição – prazo para enchimento do reservatório – é ditada pela Engenharia. Na vazão normal do rio, o enchimento do reservatório ocorreria em $(12.654.000 \text{ m}^3 / 26,20 \text{ m}^3/\text{s}) = 482.977,09$ segundos, que equivalem a 5,59 dias. Os outros elementos destes cálculos constam do Quadro 02 apresentado a seguir:

Quadro 02: Elementos de cálculos do tempo de retorno da qualidade das águas

Fatores envolvidos nos cálculos	
Área do reservatório	855.000 m ²
Profundidade média do reservatório	14,80 m
Volume armazenado no reservatório	12.654.000 m ³
Volume médio de água afluente pelo rio Jaguariaíva	26,20 m ³ /s
Vazão sanitária ou ecológica	2,98 m ³ /s
Concentração média de Oxigênio Dissolvido	8,99 mgO ₂ /L
Tempo de residência das águas	518.400 seg (6 dias)
Tempo para preencher o volume da área do reservatório	1.641.600 seg (19 dias)
Concentração média/ha da matéria orgânica tenra no reservatório*	200 kg/m ³
Área alagada pelo reservatório às margens do rio	647.000 m ²

* Peso médio de matéria verde usada em silagem

Porém, parte das águas afluentes serão continuamente devolvidas (volume da vazão ecológica), ao curso natural do rio Jaguariaíva, para evita efeitos ambientais de ressecamento do rio, no Trecho de Vazão Reduzida. A vazão sanitária ou ecológica que

² HIGA, RCV, et al, 2014. **Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal**. Colombo, Pr : Embrapa Florestas : Documento / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 HIGA et al, 2014.



Figura 02: Rebrotas da vegetação na área de supressão. Volume similar ao de feno verde.

será liberada continuamente, desde o início da formação do reservatório será de 2,98 m³/s, cujo valor deve ser deduzido da vazão média afluente, permitindo-se calcular que o tempo que será necessário, na vazão média do rio, para a formação do reservatório, será de $(12.654.000 \text{ m}^3 / (26,20 \text{ m}^3/\text{s} \text{ de vazão média, menos } 2,98 \text{ m}^3/\text{s} \text{ da vazão ecológica}) = 6,30 \text{ dias}$.

Estimava-se que os trabalhos de supressão florestal se encerrariam em torno de 60 dias do início da formação do reservatório, porém estes foram concluídos em agosto de 2025. Com esta antecipação ocorreu uma rebrota vegetal nas margens do rio Jaguariaíva, como mostra a Figura 02. Esta vegetação é tenra, formada por variedades de capins e pequenos arbustos, uma biomassa provavelmente semelhante ao feno verde ou milho para silagem.

Admitindo-se a similaridade de volumes entre a vegetação regenerada na área do reservatório, somada aos requícios de matas ciliares de difícil retirada que será afogada, com a produção de feno para silagem (4 ton de matéria verde por hectare), admite-se um volume da ordem de $(64,70 \text{ ha} \times 4 \text{ ton/ha}) = 258.000 \text{ quilos de biomassa a ser degradada}$.

Considerando uma DBO média dessa biomassa, da ordem de 300mg/L, estima-se que para tratar uma tonelada de biomassa serão necessários em torno de 300 gramas de oxigênio dissolvido. A concentração de OD da área plena no reservatório, a uma taxa de 8,99mg/L (procedente das águas afluentes, não considerando os benefícios das marolas e das precipitações), seria de 113.759,46 quilogramas. Nesses termos, para degradar as 258 ton de biomassa admitidos na área do reservatório em formação, seriam necessários 77.400 quilogramas de Oxigênio Dissolvido.

No balanço, estima-se que o volume de águas a serem acumuladas no reservatório

terão condições de metabolizar a quantidade estimada de biomassa que será afogada, com “sobra” de 36.360 quilos de Oxigênio Dissolvido. Ocorrendo tal situação, não se estimam processos anaeróbicos da área do reservatório no período do enchimento.

Melhoram ainda mais estas condições o fato que a formação não ocorrerá em 5,59 dias, que seria possível considerando o volume pleno do reservatório na vazão média do rio, mas em 19 dias, previsto pela Engenharia. Com essa maior dilação do prazo de enchimento, a vazão a fluir pelas adufas da vazão sanitária será não a de 2,98 m³/s, mas 3,45 vezes mais, ou seja, uma vazão de 10,30m³/s. Este volume escoará parte importante das águas cujas características de OD serão afetadas pela biodegradação em curso.

Outra situação a ser levada em conta é que a porção foliar da vegetação ciliar situada nos setores de montante do reservatório, nas proximidades da ponte de serviço junto à Usina da PCH Pesqueiro, não será direta e imediatamente atingida, porque a baixa profundidade do alagamento só alcançará o fuste das árvores e o desfolhamento será progressivo. Ademais, a decisão da Engenharia de estender o período de alagamento fará com que as águas da biodegradação sejam trocadas mais rapidamente, atenuando progressivamente os efeitos da eutrofização.

Com base nessas considerações pode-se concluir que o processo de formação do reservatório possui boas condições para atenuar a criticidade dos impactos do afogamento da vegetação, sobre a qualidade das águas do rio Jaguariaíva, a jusante do barramento da PCH Beira Rio.

Curitiba para Sengés, fevereiro de 2026

A.MULLER Consultoria Ambiental