

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - VOLUME II

**Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I,
Brumadinho/MG - Áreas de Estudo**

Serviços Ecossistêmicos associados à Vegetação Nativa

29 de agosto de 2023



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - VOLUME II

**Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I,
Brumadinho/MG - Áreas de Estudo**

Serviços Ecossistêmicos associados à Vegetação Nativa

Vale

ago-23





Referências Cadastrais

Cliente:	Vale SA
Localização:	Brumadinho / MG
Título:	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Serviços Ecosistêmicos associados à Vegetação Nativa - Menezes I, Brumadinho/MG.
Contato:	Aidene Godinho - Gerente de Licenciamento da Reparação
E-mail:	central.ambiental.brumadinho@vale.com
Gerente:	Luanna Di Guimarães
Data do documento:	29 de agosto de 2023

Verificador/aprovador

Luanna Di Guimarães

Gerente Ambiental

Este documento é composto de 01 volume e está sendo entregue em 01 cópia digital.

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

Este documento foi preparado pela Arcadis com observância das normas técnicas recomendáveis e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Arcadis isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado



Sumário

1	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA	5
1.1	Introdução	5
1.2	Procedimentos Metodológicos	5
1.3	Resultados	9
1.3.1	Cobertura Vegetal Afetada	9
1.3.2	Avaliação dos Serviços Ecosistêmicos	11
1.3.2.1	Etapa A	11
1.3.2.2	Etapa B	14
1.3.2.3	Etapa C	21
1.4	Considerações Finais	23
1.5	Referências Bibliográficas	24

Tabelas

Tabela 1-1 - Natureza da relação entre os serviços ecosistêmicos prioritários e os impactos socioambientais	8
Tabela 1-2 - Grau de relevância da capacidade das classes de uso e ocupação do solo em fornecer um serviço ecosistêmico	9
Tabela 1-3 - Quantificação (em hectares) das classes de vegetação e uso do solo na ADA do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I	9
Tabela 1-4 - Serviços ecosistêmicos <i>potenciais</i> (por categoria) para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I	11
Tabela 1-5 - Impactos socioambientais identificados para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, com indicação do grau de importância (conforme a AIA do presente EIA)	13
Tabela 1-6 - Matriz B1: Relação entre os serviços ecosistêmicos prioritários e os impactos socioambientais identificados para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I (0 = nula, 1 = indireta ou 2 = direta)	15
Tabela 1-7 - Matriz B2: Grau de importância relativa dos impactos ambientais vinculadas ao fornecimento de serviços ecosistêmicos prioritários para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I	16
Tabela 1-8 - Matriz C1: Importância da capacidade das diferentes classes de vegetação presentes na ADA do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I em fornecer serviços ecosistêmicos	22



Figuras

Figura 1-1 - Etapas da metodologia de avaliação de serviços ecosistêmicos para Descaracterização da Barragem Menezes I	6
Figura 1-2 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal na Área Diretamente Afetada do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I	10



1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ASSOCIADOS À VEGETAÇÃO NATIVA

1.1 Introdução

Os serviços prestados pelos ecossistemas têm um papel vital no bem-estar do homem. Embora alguns serviços sejam facilmente reconhecidos, tais como alimentos, madeira e água potável, outros podem ser menos aparentes. A redução ou perda de alguns destes serviços e de seus benefícios podem gerar impactos socioambientais e econômicos que reverberam além dos danos ambientais (LANDSBERG *et al.*, 2013 *apud* LONGO & RODRIGUES, 2017).

O termo “serviços ecosistêmicos” é muitas vezes utilizado como sinônimo de “serviços ambientais”. Contudo, no projeto de lei sobre a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PL nº 792/2007), há uma diferenciação entre os dois termos, sendo os *serviços ecosistêmicos* definidos como benefícios relevantes para a sociedade, gerados pelos ecossistemas, ou seja, correspondem aos benefícios diretos e indiretos providos pelo funcionamento dos ecossistemas sem interferência antrópica. Já os *serviços ambientais* seriam aqueles que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou o melhoramento desses benefícios, sendo, portanto, associados a ações de manejo do homem em sistemas naturais (MUNK, 2015).

Neste estudo, adota-se o termo “serviços ecosistêmicos” (SE) conforme consta no “Termo de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para Atividades e ou Empreendimentos com necessidade de Corte ou Supressão de Vegetação do Bioma Mata Atlântica” (SEMAD-MG, 2021) e o conceito proposto por Harrington *et al.* (2010 *apud* MUNK, 2015), qual seja, benefícios que os homens reconhecem como obtidos a partir dos ecossistemas que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida, similar, portanto, ao que consta no projeto de lei de PSA supracitado.

1.2 Procedimentos Metodológicos

O presente estudo buscou identificar os serviços ecosistêmicos prioritários prestados pela vegetação nativa do bioma Mata Atlântica que será diretamente afetada com a implantação do empreendimento por meio da avaliação dos impactos socioambientais (AIA) identificados pelo presente EIA, considerados como os agentes de transformação, ou seja, as forças motrizes. Assim, a área de estudo desta avaliação de serviços ecosistêmicos é a mesma abrangida pela AIA apresentada no Volume II deste EIA.

A metodologia utilizada para a avaliação de serviços ecosistêmicos se baseou na abordagem de Longo & Rodrigues (2017) e Longo (2014), a qual foi aplicada para um empreendimento mineral localizado no Alto do Ribeira (SP), que teve como referencial teórico o trabalho de Van Oudenhoven *et al.* (2012). Essa metodologia é fundamentada em um modelo de avaliação não monetária com base em padrões das atividades humanas ao longo do tempo e do espaço, bem como na capacidade de diferentes classes de uso do solo em fornecer serviços ecosistêmicos. A presente avaliação, no entanto, focou especificamente nos serviços prestados pela vegetação nativa de Mata Atlântica que será suprimida.

A metodologia está organizada em três etapas (A, B e C), como mostra o fluxograma da abaixo.

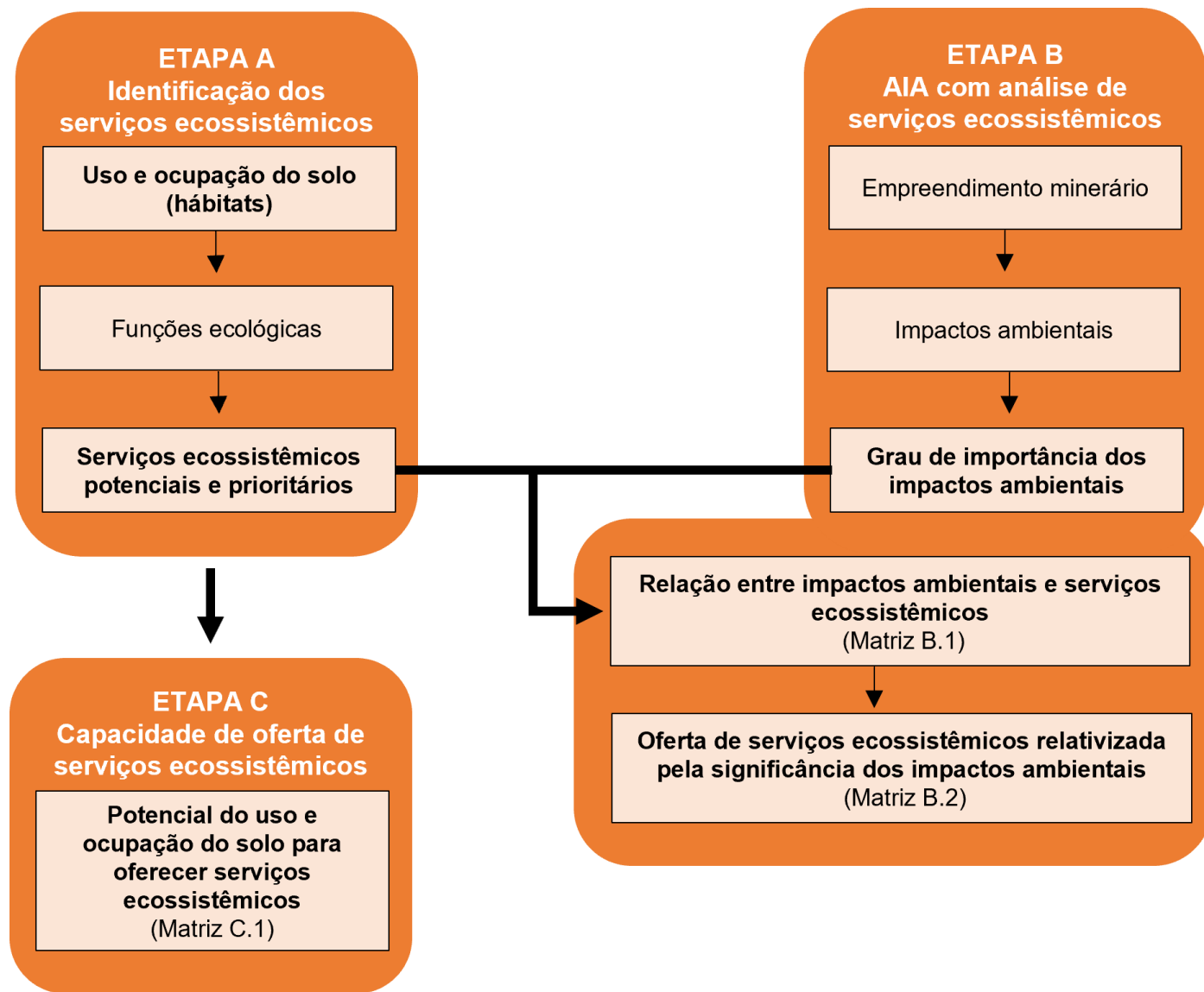


Figura 1-1 - Etapas da metodologia de avaliação de serviços ecossistêmicos para Descaracterização da Barragem Menezes I

Adaptado de: Longo & Rodrigues (2017), Longo (2014)

Na primeira etapa da avaliação (**Etapa A**), foi analisado o contexto socioambiental da área em estudo do empreendimento com base no diagnóstico realizado no âmbito deste EIA, considerando especialmente as tipologias de vegetação presentes e, de forma complementar, observando-se a rede hidrográfica, modelo do terreno, suscetibilidade aos processos do meio físico, qualidade da água e riqueza de espécies de flora e fauna.



Em seguida, foi elaborado um rol de *potenciais* serviços ecosistêmicos associados aos diferentes usos e ocupação do solo com base na referida análise socioambiental e com apoio de bibliografia (VAN OUDENHOVEN *et al.*, 2012; LONGO & RODRIGUES, 2017; VALE & HOUER, 2021). Os serviços ecosistêmicos potenciais foram enquadrados em quatro categorias, conforme definido pela Avaliação de Ecossistemas do Milênio (BRADSHAW *et al.*, 2016; SÁNCHEZ, 2014):



- **Serviços de suporte ou apoio**, por exemplo, ciclagem de nutrientes, produção primária e formação do solo;
- **Serviços de provisão**, por exemplo, combustíveis, fibras, alimentos, princípios ativos, recursos genéticos e água;
- **Serviços de regulação**, por exemplo, regulação do clima, purificação de água e do ar, e proteção contra inundações;
- **Serviços culturais**, por exemplo, educação, lazer, espiritualidade, simbolismos e valor estético.

Para a identificação de serviços ecosistêmicos *prioritários* para o empreendimento, buscou-se compreender os mecanismos que ligam o sistema ecológico ao bem-estar humano, ou seja, a capacidade do ecossistema de proporcionar algo que é potencialmente útil ao homem (POTSCHIN & HAINES-YOUNG, 2011). Assim, a identificação dos serviços *prioritários e efetivamente fornecidos* partiu da lista de *potenciais* serviços ecosistêmicos e considerou principalmente o contexto da localização da vegetação a ser diretamente afetada (em propriedade da Vale), bem como os aspectos físico-bióticos dos ecossistemas da área de estudo.

Na segunda etapa da análise (**Etapa B**), foi feita uma avaliação de como os impactos ambientais decorrentes do empreendimento interferem no potencial de oferta dos serviços ecosistêmicos prioritários elencados na Etapa A. Para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, essa avaliação foi realizada com base no *grau de importância* dos impactos após a aplicação das medidas, conforme determinado pela AIA deste EIA (**Volume III**), que considera um maior número de atributos para a avaliação dos impactos do que a metodologia de Longo & Rodrigues (2017).

Para os serviços ecosistêmicos prioritários identificados na Etapa A, foi estimada a possibilidade de ocorrência de um impacto interferir na *dinâmica das funções ecológicas* e, portanto, no fornecimento de serviços ecosistêmicos. Assim, construiu-se uma matriz (Matriz B1) relacionando os serviços ecosistêmicos prioritários e os impactos socioambientais, na qual em cada intersecção foi atribuído o valor (peso) referente à relação existente entre esses dois elementos, de acordo com a seguinte escala (Tabela 1-1):

Tabela 1-1 - Natureza da relação entre os serviços ecosistêmicos prioritários e os impactos socioambientais

Peso	Descrição
0	O impacto não apresenta relação relevante com o serviço ecosistêmico
1	O impacto apresenta relação indireta com o serviço ecosistêmico
2	O impacto apresenta relação direta com o serviço ecosistêmico

Adaptado de: Longo & Rodrigues (2017)

Posteriormente, construiu-se uma segunda matriz (Matriz B2), que correlaciona os valores do grau de importância de cada impacto com os serviços ecosistêmicos. A identificação dessa relação se deu por meio da multiplicação dos pesos resultantes da Matriz B1 (0, 1 ou 2) com os valores de relevância de cada impacto (1) baixo, (2) médio e (3) alto. A partir da soma dos valores da Matriz B2, foram identificados os impactos com maior potencial de interferir nos serviços ecosistêmicos, assim como os serviços ecosistêmicos mais suscetíveis a serem afetados.



Por fim, a **Etapa C** consistiu em caracterizar o potencial das diferentes classes de vegetação presentes na área de estudo para fornecer os serviços ecosistêmicos. Para tanto, foi elaborada uma matriz (Matriz C1), na qual em cada intersecção atribuiu-se o valor referente à capacidade de uma dada classe de vegetação em fornecer o serviço, de acordo com uma escala de consistência (**Tabela 1-2**):

Tabela 1-2 - Grau de relevância da capacidade das classes de uso e ocupação do solo em fornecer um serviço ecosistêmico

Escala	Descrição
0	Não apresenta capacidade relevante
1	Baixa capacidade relevante
2	Capacidade relevante
3	Média capacidade relevante
4	Alta capacidade relevante

Adaptado de: Longo & Rodrigues (2017)

1.3 Resultados

1.3.1 Cobertura Vegetal Afetada

A área da intervenção ambiental do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I possui apenas 2,02 hectares, distribuídos em cinco classes distintas de uso do solo, conforme apresentado no diagnóstico da flora e na tabela abaixo. Destas classes, apenas uma é de origem natural e as quatro demais de origem antrópica.

Para a execução do projeto será necessária a supressão de 0,92 ha de Floresta Estacional Semidecidual (FESD) em estágio médio de regeneração, dos quais 0,60 ha estão em Área de Preservação Permanente (APP). Também deverão ser suprimidos 60 indivíduos arbóreos de espécies nativas vivas presentes em 0,09 ha de áreas antropizadas com árvores isoladas, das quais, 0,08 ha estão em APP. A caracterização detalhada das classes de vegetação e uso do solo é apresentada no Diagnóstico de Flora deste EIA e o mapeamento das classes de uso do solo e cobertura vegetal da ADA pode ser observado na **Figura 1-2**.

Tabela 1-3 - Quantificação (em hectares) das classes de vegetação e uso do solo na ADA do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I

Categoria de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Em APP		Fora de APP		Total geral	Total geral
	(hectare)	%	(hectare)	%	(hectare)	%
FESD em estágio médio de regeneração	0,60	72,3	0,32	26,9	0,92	45,5
Maciço da barragem Menezes I	0	0,0	0,38	31,9	0,38	18,8
Espelho d'água da barragem Menezes I	0	0,0	0,44	37,0	0,44	21,8
Acessos e solo exposto	0,15	18,1	0,04	3,4	0,19	9,4
Área antropizada com árvores isoladas	0,08	9,6	0,01	0,8	0,09	4,5
Total Geral	0,83	100,0	1,19	100,0	2,02	100,0

Elaboração: Arcadis 2023



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\ARCADIS_GIS - Documentos\2_Projetos\VALE\01_08_01_50905_Vale_Brumadinho_Barragens\2_PROJETO\Menezes\Meio_Biotico\Meio_Biotico.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:23/05/2023

Figura 1-2 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal na Área Diretamente Afetada do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I

Elaboração: Arcadis, 2023



1.3.2 Avaliação dos Serviços Ecosistêmicos

Conforme apresentado na seção de metodologia, a presente avaliação foi realizada em três etapas (A, B e C). Os resultados são apresentados a seguir, separadamente por etapa.

1.3.2.1 Etapa A

Considerando as características da área de estudo e as fontes bibliográficas consultadas, foram levantados 19 *potenciais* serviços ecosistêmicos para a área de estudo do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, sendo três de suporte, quatro de provisão, oito de regulação e quatro culturais, conforme apresenta a **Tabela 1-4**. Deve-se ressaltar que, devido à ausência de áreas de cultivos agrícolas na ADA, não foi considerado como um potencial serviço a provisão de alimentos cultivados, que comumente é incluída em avaliações de serviços ecosistêmicos.

Tabela 1-4 - Serviços ecosistêmicos *potenciais* (por categoria) para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I

Tipo	Serviço Ecosistêmico	Sigla	Serviços prioritários
Suporte	Manutenção da produtividade primária do solo	S1	não
	Manutenção da ciclagem de nutrientes dos ecossistemas	S2	não
	Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética	S3	sim
Provisão	Provisão de recursos hídricos superficiais	P1	sim
	Provisão de alimentos não cultivados (mel de abelhas nativas, frutas, raízes)	P2	não
	Provisão de princípios ativos (fármacos e substâncias bioquímicas)	P3	não
	Provisão de matérias-primas (biomassa, fibras, ornamentos etc.)	P4	não
Regulação	Controle de processos do meio físico (erosão, deslizamentos e assoreamento)	R1	sim
	Manutenção de qualidade da água superficial	R2	sim
	Manutenção da qualidade do ar	R3	sim
	Manutenção do ciclo hidrológico	R4	sim
	Amenização de efeitos de eventos extremos	R5	não
	Controle de pestes e vetores de doenças	R6	sim
	Manutenção da polinização	R7	sim
	Sequestro de carbono	R8	sim
Culturais	Recreação e turismo	C1	não
	Fruição estética	C2	não
	Usos educacionais e científicos	C3	não
	Usos culturais, espirituais e religiosos	C4	não

Elaboração: Arcadis, 2023. Baseado em: Vale & Houer (2021), Longo & Rodrigues (2017), Sánchez (2014)



Dentre os 19 potenciais serviços ecosistêmicos identificados, nove foram enquadrados como *prioritários* e analisados na Etapa B. A desconsideração de 10 serviços como prioritários baseou-se principalmente no fato de que a vegetação que será suprimida está localizada na área de operação da Mina Córrego do Feijão, onde, há décadas, são desenvolvidas atividades de exploração, e, portanto, não estão sendo diretamente utilizadas por comunidades, não oferecendo assim funções, benefícios ou valores que possam ser considerados relevantes. Outro fator que contribuiu para a desconsideração de serviços ecosistêmicos como prioritários é a pequena dimensão da área de vegetação nativa a ser suprimida (0,92 ha). Cabe mencionar que a ADA do empreendimento não possui nenhum uso ou representa qualquer participação na produtividade e economia agropecuária do município.

Os 10 serviços considerados não prioritários são apresentados a seguir, com as suas respectivas justificativas para tal classificação:

- Manutenção da produtividade primária do solo (S1) e Manutenção da ciclagem de nutrientes dos ecossistemas (S2): ainda que a vegetação a ser suprimida contribua para os processos naturais de formação do solo da área onde está inserida, bem como para a ciclagem de nutrientes e fornecimento de energia utilizável, considerou-se que a perda desses serviços não será relevante, levando em conta não haver nenhum beneficiário, devido ao fato de a área estar localizada dentro do complexo minerador, aliada à pequena abrangência da área de supressão.
- Provisão de alimentos não cultivados (mel de abelhas nativas, frutas, raízes) (P2), Provisão de princípios ativos (fármacos e substâncias bioquímicas) (P3) e Provisão de matérias-primas (biomassa, fibras, ornamentos etc.) (P4): a vegetação a ser suprimida abriga relativa riqueza de espécies de flora e de fauna que poderiam fornecer ou constituir alimentos, matérias-primas e princípios ativos de interesse para a comunidade local ou para a sociedade de forma geral, no entanto, não há exploração desses recursos na ADA do empreendimento.
- Amenização de efeitos de eventos extremos (R5): a supressão em uma pequena área de vegetação nativa, além de indivíduos arbóreos isolados em área antrópica, não será suficiente para acarretar perda significativa nesse serviço ecosistêmico, considerando a manutenção da paisagem do entorno, formada por remanescentes vegetais.
- Recreação e turismo (C1), Fruição estética (C2), Usos educacionais e científicos (C3), Usos culturais, espirituais e religiosos (C4): a vegetação a ser suprimida não está disponível para esses usos, por estar localizada no complexo minerador da Vale. Cabe mencionar que o estudo de Vale & Hauer (2021) não cita serviços relacionados aos valores espirituais e culturais.

Na **Tabela 1-5**, são apresentados os 18 impactos identificados pelo presente EIA e o grau de importância obtido por meio da avaliação de impactos realizada no âmbito do presente EIA de cada um deles. Entre esses, **seis** impactos foram considerados de grau de importância alto, **três** de relevância médio e **nove** baixo. Entre os seis impactos com grau de importância alto, cinco estão relacionados ao meio biótico (quatro relacionados à fauna aquática e um à fauna terrestre) e um ao meio físico. Destaca-se que cinco impactos são de natureza positiva, sendo um na etapa de implantação e quatro na etapa de pós-descaracterização.



Tabela 1-5 - Impactos socioambientais identificados para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, com indicação do grau de importância (conforme a AIA do presente EIA)

MEIO	IMPACTO	Grau de importância	
Etapa de implantação			
Flora	Perda de cobertura vegetal nativa	Baixo	1
Flora	Perda de espécimes vegetais de especial interesse para a conservação	Baixo	1
Fauna terrestre	Perda e injúria de indivíduos da fauna terrestre silvestre	Baixo	1
Fauna terrestre	Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre silvestre	Baixo	1
Fauna aquática	Perda, fragmentação e redução da qualidade de habitats aquáticos	Alto	3
Fauna aquática	Perda e injúria de indivíduos da ictiofauna	Médio	2
Fauna aquática	Alteração na estrutura e composição das comunidades hidrobiológicas	Alto	3
Físico	Alteração da qualidade das águas superficiais e sedimentos de fundo	Baixo	1
Físico	Intensificação de processos de dinâmica superficial	Baixo	1
Físico	Alteração dos níveis de ruído e vibração	Baixo	1
Físico	Alteração das propriedades físico-químicas do solo	Baixo	1
Físico	Alteração na qualidade do ar	Baixo	1
Socioeconômico	Geração de expectativa da população*	Médio	2
Etapa de pós-decaracterização			
Fauna terrestre	Favorecimento de processos de sucessão ecológica*	Alto	3
Fauna aquática	Alteração da qualidade de habitats aquáticos*	Alto	3
Fauna aquática	Alteração na estrutura e composição das comunidades aquáticas*	Alto	3
Físico	Reabilitação ambiental de trecho do Córrego da Olaria*	Alto	3
Físico	Assoreamento do reservatório da Barragem Menezes II	Médio	2

(* Impactos positivos. Elaboração: Arcadis, 2023)



1.3.2.2 Etapa B

A Tabela 1-6 apresenta a Matriz B1, que relaciona os serviços ecosistêmicos prioritários e os impactos socioambientais da Tabela 1-5, indicando a relação entre eles (nula, direta ou indireta). A Matriz B1 embasou a Matriz B2 (Tabela 1-7), que apresenta o grau de importância (proveniente da AIA deste EIA) da ocorrência de um impacto interferir na dinâmica das funções ecológicas e, portanto, no fornecimento de serviços ecosistêmicos. Os valores de grau de importância relativa (GIR) (Matriz B2) variam de 0 a 100, sendo que, quanto mais próximo de 100, maior é o potencial de interferência na oferta do serviço ecosistêmico.

A Matriz B2a (Tabela 1-7) mostra que os serviços ecosistêmicos mais suscetíveis a serem afetados são “Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética” (GIR = 31,5%), o único serviço de suporte, juntamente com “Manutenção da qualidade da água superficial” (GIR = 31,5%), seguidos por “Controle de pragas e vetores de doenças” (GIR = 22,2%). Por outro lado, os serviços menos suscetíveis a sofrerem interferência são: “Manutenção da qualidade do ar” (GIR = 5,6%) e “Manutenção da polinização” (GIR = 6,5%).

Analisando os serviços ecosistêmicos por categoria, verifica-se que as maiores interferências devem ocorrer na categoria de suporte (GIR = 31,5%), seguida pelas categorias de regulação e de provisão (GIR = 14,8%).

Tabela 1-6 - Matriz B1: Relação entre os serviços ecossistêmicos prioritários e os impactos socioambientais identificados para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I (0 = nula, 1 = indireta ou 2 = direta)

IMPACTOS	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS									
	Suporte	Provisão	Regulação							
	Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética (S3)	Provisão de recursos hídricos superficiais (P1)	Controle de processos do meio físico (erosão, deslizamentos e assoreamento) (R1)	Manutenção de qualidade da água superficial (R2)	Manutenção da qualidade do ar (R3)	Manutenção do ciclo hidrológico (R4)	Controle de pestes e vetores de doenças (R6)	Manutenção da polinização (R7)	Sequestro de carbono (R8)	
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
Perda de cobertura vegetal nativa	2	1	2	1	1	1	1	1	2	
Perda de espécimes vegetais de especial interesse para a conservação	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
Perda e injúria de indivíduos da fauna terrestre silvestre	2	0	0	0	0	0	1	1	0	
Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre silvestre	1	0	0	0	0	0	1	1	0	
Perda, fragmentação e redução da qualidade de habitats aquáticos	1	1	1	1	0	1	1	0	0	
Perda e injúria de indivíduos da ictiofauna	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alteração na estrutura e composição das comunidades hidrobiológicas	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
Alteração da qualidade das águas superficiais e sedimentos de fundo	1	0	1	2	0	0	1	0	0	
Intensificação de processos de dinâmica superficial	1	2	2	2	0	0	0	0	0	
Alteração dos níveis de ruído e vibração	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
Alteração das propriedades físico-químicas do solo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
Alteração na qualidade do ar	1	0	0	0	2	0	0	0	0	
Geração de expectativa da população*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETAPA DE PÓS-DESCARACTERIZAÇÃO										
Favorecimento de processos de sucessão ecológica*	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
Alteração da qualidade de habitats aquáticos*	1	0	0	2	0	0	1	0	0	
Alteração na estrutura e composição das comunidades aquáticas*	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
Reabilitação ambiental de trecho do Córrego da Olaria*	1	2	2	2	0	1	1	0	0	
Assoreamento do reservatório da Barragem Menezes II	1	1	1	2	0	0	1	0	0	

(*) Impactos positivos. Elaboração: Arcadis, 2023

Tabela 1-7 - Matriz B2: Grau de importância relativa dos impactos ambientais vinculadas ao fornecimento de serviços ecossistêmicos prioritários para o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I

MEIO	IMPACTO	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS									SOMA	Grau de importância relativa por impacto
		Suporte	Provisão	Regulação								
		Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética (S3)	Provisão de recursos hídricos superficiais (P1)	Controle de processos do meio físico (erosão, deslizamentos e assoreamento) (R1)	Manutenção de qualidade da água superficial (R2)	Manutenção da qualidade do ar (R3)	Manutenção do ciclo hidrológico (R4)	Controle de pestes e vetores de doenças (R6)	Manutenção da polinização (R7)	Sequestro de carbono (R8)		
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO												
Flora	Perda de cobertura vegetal nativa	2	1	2	1	1	1	1	1	2	12	22%
Flora	Perda de espécimes vegetais de especial interesse para a conservação	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4	7%
Fauna terrestre	Perda e injúria de indivíduos da fauna terrestre silvestre	2	0	0	0	0	0	1	1	0	4	7%
Fauna terrestre	Dispersão forçada de indivíduos da fauna terrestre silvestre	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	6%
Fauna aquática	Perda, fragmentação e redução da qualidade de habitats aquáticos	3	3	3	3	0	3	3	0	0	18	33%
Fauna aquática	Perda e injúria de indivíduos da ictiofauna	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4%
Fauna aquática	Alteração na estrutura e composição das comunidades hidrobiológicas	3	0	0	3	0	0	3	0	0	9	17%
Físico	Alteração da qualidade das águas superficiais e sedimentos de fundo	1	0	1	2	0	0	1	0	0	5	9%
Físico	Intensificação de processos de dinâmica superficial	1	2	2	2	0	0	0	0	0	7	13%
Físico	Alteração dos níveis de ruído e vibração	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4%
Físico	Alteração das propriedades físico-químicas do solo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	6%
Físico	Alteração na qualidade do ar	1	0	0	0	2	0	0	0	0	3	6%
Socioeconômico	Geração de expectativa da população*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
ETAPA DE PÓS-DESCARACTERIZAÇÃO												
Fauna terrestre	Favorecimento de processos de sucessão ecológica*	3	0	3	3	3	3	3	3	3	24	44%
Fauna aquática	Alteração da qualidade de habitats aquáticos*	3	0	0	6	0	0	3	0	0	12	22%
Fauna aquática	Alteração na estrutura e composição das comunidades aquáticas*	3	0	0	3	0	0	3	0	0	9	17%
Físico	Reabilitação ambiental de trecho do Córrego da Olaria*	3	6	6	6	0	3	3	0	0	27	50%
Físico	Assoreamento do reservatório da Barragem Menezes II	2	4	4	4	0	2	2	0	0	18	33%
Soma		34	16	21	34	6	12	24	7	8		
Grau de importância relativa (por serviço ecossistêmico)		31,5%	14,8%	19,4%	31,5%	5,6%	11,1%	22,2%	6,5%	7,4%		
Grau de importância relativa (por categoria de serviço ecossistêmico)		31,5%	14,8%	14,8%								

(*) Impactos positivos. Elaboração: Arcadis, 2023



1.3.2.2.1 Principais serviços ecossistêmicos suscetíveis a interferências

Neste item, são comentados os serviços ecossistêmicos mais suscetíveis a sofrer interferência pelos impactos decorrentes do empreendimento, segundo a presente avaliação realizada. É de extrema relevância destacar novamente que a extensão de vegetação nativa de Mata Atlântica a ser suprimida para a implementação do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I é muito reduzida, apenas 0,92 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, além de 64 indivíduos de árvores isoladas. Nesse sentido, os serviços ecossistêmicos prioritários identificados neste estudo também podem ser considerados de magnitude muito pequena. Ainda assim, foram avaliados os serviços ecossistêmicos mais relevantes relacionados à vegetação a ser suprimida, independentemente da sua relevância não ser expressiva.

A. Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética (S3)

A biodiversidade e a variabilidade genética são importantes elementos diretamente relacionados ao equilíbrio ecológico, e, por consequência, à manutenção de ecossistemas naturais saudáveis. Este foi o serviço ecossistêmico que teve relação com o maior número de impactos levantados (17 dos 18), o que contribuiu para que seja elencado com a maior grau de importância relativa. Apenas os dois impactos relativos ao meio socioeconômico não influenciaram este serviço.

Embora a ADA do empreendimento não se encontre dentro de unidades de conservação (UC), está distante apenas 0,15 km da APA Sul Região Metropolitana de Belo Horizonte, uma unidade de uso sustentável que possui uma das maiores extensões de cobertura vegetal nativa contínua do estado de Minas Gerais. Ainda, a ADA encontra-se dentro da zona de amortecimento estabelecida em Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça.

Mesmo se tratando de uma área de amostragem relativamente pequena, proporcional à área do empreendimento, foi obtida uma riqueza considerável, com registro de 146 espécies de plantas, pertencentes a 61 famílias. Também com relação aos grupos de fauna, foram encontradas riquezas relevantes, sendo 22 espécies de abelhas, 247 espécies de aves, 28 espécies de anfíbios, 37 espécies de répteis e 51 espécies de mamíferos, totalizando 385 táxons para a fauna terrestre. Para a fauna aquática, foram registrados 1.327 táxons, que são provenientes de um monitoramento robusto realizado entre 2019 e 2022, sendo 496 táxons representados pela comunidade fitoplânctônica, 369 pela comunidade perifítica, 245 pela comunidade zooplânctônica, 96 pelos macroinvertebrados bentônicos, 97 pelas macrófitas aquáticas e 24 pela ictiofauna.

Apesar da riqueza de espécies observada nos estudos realizados na ADA, levando em conta a pequena extensão de vegetação que será suprimida e considerando também a paisagem local, caracterizada por remanescentes florestais em estágio médio de regeneração, o serviço ecossistêmico “Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética” não sofrerá prejuízo significativo, sobretudo considerando a adoção dos programas para controle, mitigação ou compensação previstos, que são:

- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais
- Programa de Monitoramento de Efluentes
- Programa de Gestão de Estruturas Geotécnicas



- Programa de Gestão Hidrológica
- Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar
- Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações
- Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS)
- Programa de Recuperação Áreas Degradadas
- Programa de Resgate de Flora
- Programa de Supressão Vegetal
- Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna
- Programa de Resgate de Ictiofauna
- Programa de Comunicação e Relacionamento com a Comunidade
- Programa de Monitoramento das Comunidades Hidrobiológicas;
- Medidas compensatórias.

B. Manutenção da qualidade da água superficial (R2)

O serviço ecossistêmico “Manutenção da qualidade da água superficial” é influenciado por 10 dos 18 impactos identificados para o projeto, a maior parte de forma indireta. A supressão de vegetação florestal de Mata Atlântica acarretará a exposição do solo, deixando-o mais suscetível a efeitos erosivos, ao carreamento de sedimentos e ao assoreamento, que poderão acarretar a alteração da qualidade da água superficial. A ocorrência na área do empreendimento de trechos com relevo montanhoso, onde o terreno apresenta elevada inclinação, pode ser um fator de risco a mais para a manutenção da qualidade da água superficial.

Além dos processos relacionados ao carreamento de sedimentos, a alteração da qualidade da água poderá ter outras origens, como cargas pontuais ocasionadas por disposição de resíduos sólidos, efluentes oleosos e por efluentes líquidos sanitários e pluviais. Quanto aos efluentes oleosos, ressalta-se que as atividades de limpeza e manutenção de veículos ocorrerão em oficinas externas à Vale. Eventuais manutenções corretivas poderão ser executadas in loco, por equipes providas de kit ambiental para a contenção e acondicionamento de quaisquer produtos contaminantes.

Dentre as principais medidas para controlar, mitigar e compensar a afetação do serviço ecossistêmico de “Manutenção da qualidade da água superficial”, estão:

- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais
- Programa de Monitoramento de Efluentes
- Programa de Gestão de Estruturas Geotécnicas
- Programa de Gestão Hidrológica



- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais;
- Programa de Monitoramento das Comunidades Hidrobiológicas.

C. Controle de pestes e vetores de doenças (R6)

O serviço ecossistêmico “Controle de pestes e vetores de doenças” será afetado principalmente pelos impactos ao meio biótico (flora, fauna terrestre e fauna aquática), mas também por impactos ao meio físico que causam alterações na qualidade e na dinâmica da água superficial.

A supressão da vegetação acarreta a eliminação do hábitat de indivíduos que potencialmente são vetores de doenças ou que causam incômodo aos humanos e animais silvestres, principalmente insetos, expondo-os ao ambiente do entorno não florestado. A interferência neste serviço pode se dar também por meio da afetação de relações tróficas, aumentando populações de espécies consideradas pestes ou vetores transmissores de doença, ou de espécies que atuam no controle destes (p.ex. predadores). Assim, esse desequilíbrio ambiental pode resultar no aumento da incidência de doenças transmitidas por vetores.

Em relação aos vetores transmissores, a concentração de trabalhadores, que aumenta na etapa de implantação, juntamente com as interferências nos ecossistemas, podem propiciar condições que favorecem o ciclo de vida de vetores de doenças como a dengue. Nesse sentido, a supressão da vegetação causará alterações no microclima (temperatura e umidade) e perda de biodiversidade, o que acaba por favorecer a interação entre o agente etiológico das doenças e espécies vetoriais com grande capacidade de incubação e transmissão de doenças virais (CAMPOS *et al.*, 2018).

Para os impactos que inferem neste serviço ecossistêmicos, são previstas medidas de controle e mitigação por meio dos seguintes programas: Programa de Comunicação Social e Relacionamento com a Comunidade .

1.3.2.2.2 Demais serviços ecossistêmicos prioritários

Quanto aos demais seis serviços ecossistêmicos considerados prioritários, são feitas as seguintes considerações:

A. Controle de processos do meio físico (erosão, deslizamentos e assoreamentos) (R1)

A interferência neste serviço ecossistêmico está intrinsicamente relacionada à proteção do solo propiciada pela cobertura vegetal, estando também associada a mudanças da dinâmica hídrica, conforme já comentado anteriormente nesta avaliação. A cobertura vegetal atua, portanto, na minimização de processos erosivos e assoreamentos que podem afetar áreas lindeiras.



B. Provisão de recursos hídricos superficiais (P1)

Nesta avaliação, este serviço ecossistêmico refere-se ao suprimento de água *in situ*, ou seja, à produção de água nos corpos hídricos propriamente que possibilita serviços como abastecimento, recreação e pesca, além de provisão de água e de nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação e a formação de habitat de organismos aquáticos (SCHULER *et al.*, 2017). A cobertura vegetal tem papel importante no provimento deste serviço, sendo notório o papel de florestas na produção hídrica, também reconhecida pela Lei Federal nº 12.651/2012 ao estabelecer as APPs ao longo de nascentes e cursos d'água. O tipo de cobertura vegetal também exerce forte influência na dinâmica do lençol freático, criando boas condições de infiltração e favorecendo a sua recarga de água para o subsolo.

Embora o Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I não implique em uma modificação do regime hidrológico pelo aumento de demanda hídrica, haverá supressão de 0,68 ha de vegetação em APP, sendo 0,60 ha em Floresta Estacional Semidecidual e 0,08 ha em área antropizada com árvores isoladas, resultando assim na redução da interceptação vegetal e das áreas de recarga natural. Contudo, analisando o contexto da paisagem, que é formada por remanescentes florestais em estágio médio de regeneração, este serviço ecossistêmico será pouco afetado, sobretudo considerando a pequena área de intervenção e a adoção dos programas para controle, mitigação ou compensação previstos.

C. Manutenção do ciclo hidrológico (R4)

A “Manutenção do ciclo hidrológico” é um serviço de regulação notadamente importante em regiões muito antropizadas, já que algumas atividades, como tráfego intenso, pisoteio de gado e as práticas agrícolas, causam compactação do horizonte superficial, com impactos significativos nos processos de infiltração da água, importante etapa do ciclo hidrológico e, portanto, para a estabilidade do volume nos cursos d'água. Já em ambientes florestais, ocorrem interceptação, infiltração, percolação, evaporação, transpiração e escoamento superficial da água (SÁ, 2104). Salienta-se que, em uma bacia hidrográfica com total cobertura florestal, o fluxo de água não é necessariamente maior, mas é mais estável e sustentável do que em outros casos (BABINOT *et al.*, 2008). É importante também considerar que pequenos fragmentos florestais não têm a mesma capacidade de regulação do ciclo hidrológico. Para o projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I não haverá prejuízo significativo nesse serviço ecossistêmico, dada a pequena dimensão de vegetação nativa impactada.

D. Sequestro de carbono (R8)

O papel dos ecossistemas terrestres no sequestro do carbono pode ser dividido em três grandes componentes: biomassa aérea (particularmente importante nas florestas), biomassa subterrânea e matéria orgânica do solo (PEREIRA *et al.*, 2010). Assim, a supressão de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio e de indivíduos de árvores isoladas interferirá na função ecológica de estoque de carbono desempenhada por essa vegetação e seu substrato. As fitofisionomias florestais proporcionam o mais longo estoque do ciclo do carbono, em forma de madeira e acumulação no solo por centenas de anos antes de retornar à atmosfera através da respiração, decomposição, erosão ou queima. Os impactos no serviço ecossistêmico “Sequestro de carbono”, atrelados ao projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I serão compensados através de medidas de compensatórias exigidas por lei.



E. Manutenção da polinização (R7)

A polinização é considerada como um serviço ecossistêmico regulatório, por propiciar a manutenção e a variabilidade genética de populações de plantas nativas que sustentam a biodiversidade e as funções ecossistêmicas. Além disso, também pode ser considerada como um serviço de provisão, pelo fornecimento confiável e diversificado de frutos, mel, entre outros (WOLONSKI *et al.*, 2019). O Brasil possui uma grande riqueza de animais que proveem o serviço ecossistêmico de polinização, sendo os principais grupos de polinizadores: abelhas (66,3% das espécies de polinizadores), besouros (9,2%), borboletas (5,2%), mariposas (5,2%), aves (4,4%) e vespas (4,4%) (WOLONSKI *et al.*, 2019).

A riqueza de espécies da fauna terrestre registrada na ADA, constituída por 22 espécies de abelhas e 247 de aves, são elementos que promovem o processo da polinização. Apesar de implicar na supressão de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual e corte de árvores isoladas, a implantação do projeto não acarretará perdas significativas na manutenção desse serviço ecossistêmico, considerando que a paisagem local é formada por remanescentes florestais em estágio médio de regeneração com capacidade de abrigar comunidades de fauna mantenedoras dessa função ecológica.

F. Manutenção da qualidade do ar (R3)

Árvores absorvem gases poluentes como dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃), através dos estômatos das folhas, e podem dissolver materiais solúveis em água sobre a superfície das folhas úmidas. Estudos destacam que as áreas de florestas são mais eficazes para a despoluição do ar (ROCHA, 2008). Além disso, as copas das árvores afetam diversos elementos no ambiente, como a temperatura do ar envolvente, a absorção da radiação e acumulação de calor, velocidade do vento, umidade relativa, entre outras, que podem levar a alterações nas concentrações de poluentes nas zonas urbanas (FERNANDES, 2007).

Durante as operações para a Descaracterização da Barragem Menezes I, deve haver um aumento na emissão de particulados na ADA, em função da retirada da vegetação, da alteração das propriedades do solo e da operação de maquinário. Contudo, o serviço ecossistêmico “Manutenção da qualidade do ar” não sofrerá impacto significativo, pois continuará sendo provido pelos remanescentes florestais do entorno.

1.3.2.3 Etapa C

A Matriz C1, apresentada na **Tabela 1-8**, correlaciona a importância da capacidade das diferentes classes de vegetação em ofertar os serviços ecossistêmicos prioritários. Na Matriz C1, observa-se que a Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração possui, de maneira geral, maior capacidade de ofertar os serviços ecossistêmicos identificados para o empreendimento, o que é esperado, já que se trata de uma formação natural, com alta complexidade estrutural e biológica. Por outro lado, considerou-se que a área antropizada com árvores isoladas possui baixa capacidade relevante para a maioria dos serviços ecossistêmicos avaliados. No entanto, embora se trate de um ambiente de origem antrópica, mesmo que de maneira reduzida, ainda apresenta capacidade de oferta de serviços ecossistêmicos.



Tabela 1-8 - Matriz C1: Importância da capacidade das diferentes classes de vegetação presentes na ADA do Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I em fornecer serviços ecosistêmicos

CLASSES DE VEGETAÇÃO DA ADA	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS									
	Suporte	Provisão	Regulação						Soma	
	Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética (S3)	Provisão de recursos hídricos superficiais (P1)	Controle de processos do meio físico (erosão, deslizamentos e assoreamento) (R1)	Manutenção de qualidade da água superficial (R2)	Manutenção da qualidade do ar (R3)	Manutenção do ciclo hidrológico (R4)	Controle de pestes e vetores de doenças (R6)	Manutenção da polinização (R7)		Sequestro de carbono (R8)
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	3	1	2	2	2	1	1	2	2	16
Área antropizada com árvores isoladas	1	0	1	1	1	0	1	1	1	7

Legenda: 0 = não apresenta capacidade relevante; 1 = baixa capacidade relevante; 2 = capacidade relevante 3; = média capacidade relevante; 4 = alta capacidade relevante

Elaboração: Arcadis, 2023



1.4 Considerações Finais

O Termo de Referência para EIA-RIMA para empreendimentos com necessidade de supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica da SEMAD exige que sejam abordados os serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação que será suprimida. O Projeto de Descaracterização da Barragem Menezes I, no entanto, intervirá em apenas 0,92 ha de Floresta Estacional Semidecidual, além de 0,09 ha de área antropizada com árvores isoladas. Dessa forma, considera-se que os serviços ecossistêmicos identificados neste estudo também podem ser considerados de magnitude muito baixa, tanto pela pequena extensão de vegetação a ser suprimida, quanto devido à presença de considerável cobertura vegetal no entorno da ADA, que é capaz de prover os mesmos serviços, em maior escala.

A abordagem de serviços ecossistêmicos em estudos de avaliação de impactos traz novo nível de complexidade e desafios, como a seleção dos serviços, preferencialmente os efetivamente utilizados, mas também a descrição do perfil dos grupos de interesse, a escala em que são fornecidos, entre outros (LONGO & RODRIGUES, 2017). Com base nos impactos ambientais avaliados para o projeto, foram identificados nove serviços ecossistêmicos mais suscetíveis a sofrer interferência dos impactos decorrentes da supressão da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica para a sua implantação, sendo os mais relevantes: “Manutenção da biodiversidade e variabilidade genética”, “Manutenção da qualidade da água superficial” e “Controle de pestes e vetores de doenças”.

Ressalta-se, no entanto, que a metodologia adotada neste estudo, uma adaptação de Longo & Rodrigues (2017) e Longo (2014), é bastante suscetível à abordagem utilizada na avaliação de impactos. Embora a identificação de impactos socioambientais siga uma metodologia razoavelmente difundida, a delimitação de impactos é uma atividade de considerável subjetividade, pois impactos podem ser agrupados ou divididos conforme o entendimento dos avaliadores, trazendo assim resultados distintos. Por outro lado, os resultados obtidos nesta avaliação confirmam, de forma geral, a percepção prévia de que os serviços ecossistêmicos mais suscetíveis a interferências pelo projeto estariam relacionados à biodiversidade e aos recursos hídricos superficiais.

Quanto aos impactos socioeconômicos, destaca-se a sua baixa significância para os serviços ecossistemas avaliados, o que está bastante relacionado ao fato de a vegetação a ser suprimida estar localizada dentro de propriedade da Vale e, portanto, sem usos diretos pelas comunidades do entorno, o que já excluiu desde a primeira etapa desta avaliação quase todos os potenciais serviços de provisão.

Por fim, é importante ressaltar que, para todos os impactos que incidirão sobre os serviços ecossistêmicos avaliados, são previstos programas ambientais para controlar, minimizar, recuperar e/ou compensar.



1.5 Referências Bibliográficas

BRADSHAW, S. *et al.* **Guia para a avaliação de serviços de ecossistema para a transformação urbana.** Disponível em: <https://ehr.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/03/>. Acessado em agosto/2022.

FERNANDES, A.L.F. **Os impactos dos espaços verdes na Qualidade do Ar.** Dissertação (Mestrado), Universidade de Aveiro, Portugal, 2007.

LONGO, M.H.C. **Serviços ecossistêmicos e a atividade minerária: um estudo de caso no Vale do Ribeira, SP.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2014.

LONGO, M.H.C; RODRIGUES, R.R. Análise de serviços ecossistêmicos na avaliação de impacto ambiental: proposta e aplicação em um empreendimento minerário. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 43 (edição especial: Avaliação de Impacto Ambiental), p. 103-125, dezembro/2017.

PEREIRA, H. M. **Uma avaliação dos serviços ecossistêmicos em Portugal.** In: Ecossistemas e Bem-Estar Humano: A Avaliação para Portugal do Millenium Ecosystem Assessment (pp. 687-716 - capítulo 20). Dezembro/2010.

POTSCHIN, M.; HAINES-YOUNG, R. Ecosystem Services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography**, v. 35, n. 5, p. 575-594, 2011.

ROCHA, J. R. Poluição do ar por material particulado no bairro centro de Santa Maria/RS: uma análise a partir de variáveis geourbanas e geocológicas. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2008.

SÁ, M. M. F. **Estudo da profundidade do lençol freático em áreas com diferentes usos do solo utilizando georradar.** Monografia. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Serviços ecossistêmicos em avaliação de impacto ambiental.** Webinar Oficina de Textos/MundoGeo, 2014.

SCHULER, A. E. *et al.* **Serviços ambientais hídricos.** Manual. IPSA, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1074403/1/ManualPSA2017cap1.pdf#:~:text=A%20parti%20do%20conceito%20de%20servi%C3%A7os%20ecossist%C3%A2micos%2C%20Brauman,os%20corpos%20h%C3%ADricos%20interiores%20ao%20continente%2C%20n%C3%A3o%20oce%C3%A2nicos.>

VALE; HOUER. **Avaliação do Capital Natural - Complexo Itabira. Diagnóstico das Áreas de Conservação Privadas.** 2021.

VAN OUDENHOVEN, A.P.E. *et al.* Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 110-122, 2012.

WOLONSKI, M. *et al.* **Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil.** BPBES/REBIPP. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019.



Sobre a Arcadis

Arcadis é a empresa líder global de Design & Consultoria para ativos naturais e construídos. Aplicando nossos profundos insights do setor de mercado e serviços de design coletivo, consultoria, engenharia, projeto e gestão trabalhamos em parceria com nossos clientes para proporcionar resultados excepcionais e sustentáveis ao longo do ciclo de vida de seus ativos naturais e construídos. Somos 27.000 pessoas ativas em mais de 70 países que geram €3,3 bilhões em receitas. Apoiamos a UNHabitat com conhecimento e experiência para melhorar a qualidade de vida em cidades em rápido crescimento em todo o mundo.

www.arcadis.com.br



Arcadis Brasil

Avenida das Nações Unidas, 12995

Brooklin Paulista

São Paulo/SP Brasil - 04.578-911

T: 55 (11) 3117.3171

E: contato@arcadis.com