TRACTEBEL ENGINEERING Ltda.

MATRIZ

Rua Paraíba, 1.122 - 14º andar - Savassi
CEP: 30.130-918 - Belo Horizonte - Minas Gerais - BRASIL
tel.: +55 31 3249 7600

contato@tractebel.engie.com
TRACTEBEL ENGINEERING Ltda.

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

COPASA

BARRAGEM DO SISTEMA VARGEM DAS FLORES

VOLUME V

LINHA DE PRODUTO: CCT MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

C.C. P.020735.0001

CLIENTE: COPASA

PROJETO: COPASA-EIA - RIMA PRAD PCA VARGEM FLORES

FEVEREIRO DE 2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4
2. PASSIVOS AMBIENTAIS 6
   2.1. Cratera da Lua 6
   2.2. Ocupação irregular da Área de Preservação Permanente 7
   2.3. Frustrações acerca das negociações fundiárias 9
3. ANÁLISE INTEGRADA 10
   3.1. Procedimento Metodológico 10
   3.2. Atividades e Processos da Barragem do Sistema Vargem das Flores 10
   3.3. Análise Integrada das Condicionantes Socioambientais 11
   3.4. Considerações e Prognóstico 15
4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 18
   4.1. Metodologia 18
      4.1.1. Identificação dos Impactos Ambientais 18
      4.1.2. Avaliação dos Impactos Ambientais 19
   4.2. Identificação dos Impactos Ambientais 22
   4.3. Caracterização e Avaliação dos Impactos Ambientais 23
      4.3.1. Meio Físico 23
      4.3.2. Meio Biótico 33
      4.3.3. Meio Socioeconômico 37
   4.4. Programas de Controle e Monitoramento 40
5. CONCLUSÕES 44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Vista de Drone da Cratera da Lua 6
Figura 2-2 - Vistas da Cratera da Lua, localizada próxima à Barragem do Sistema Vargem das Flores..... 7

LISTA DE QUADROS

Quadro 2-1 – Usos e ocupações na área de preservação permanente do reservatório da Barragem do Sistema Vargem das Flores. 8
Quadro 4-1 – Classificação da Magnitude do Impacto, conforme os resultados obtidos a partir da soma algébrica de seus atributos. 20
Quadro 4-2 – Valores adotados aos atributos para a determinação da Magnitude do Impacto avaliado. 21
Quadro 4-3 – Fluxo dos procedimentos adotados na determinação da Importância do Impacto. 22
Quadro 4-4 – Correlação entre atividades, aspectos e impactos 23
Quadro 4-5 – Magnitude do Impacto Depuração dos Tributários 25
Quadro 4-6 – Importância do Impacto Depuração dos Tributários 25
Quadro 4-7 – Magnitude do Impacto Floração de Cianobactérias / Eutrofização 26
Quadro 4-8 – Importância do Impacto Floração de Cianobactérias / Eutrofização 27
Quadro 4-9 – Magnitude do Impacto Níveis do reservatório e Vazões à jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento 29
Quadro 4-10 – Importância do Impacto Níveis do reservatório e Vazões à jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento 29
Quadro 4-11 – Magnitude do Impacto Retenção de Sedimentos no interior do reservatório 32
Quadro 4-12 – Importância do Impacto Retenção de Sedimentos no interior do reservatório 32
Quadro 4-13 – Magnitude do Impacto Redução de Habitat para Espécies de Fauna e Flora 33
Quadro 4-14 – Importância do Impacto Redução de Habitat para Espécies de Fauna e Flora 34
Quadro 4-15 – Magnitude do Impacto Alteração na Diversidade da Biota Aquática 35
Quadro 4-16 – Importância do Impacto Alteração na Diversidade da Biota Aquática 36
Quadro 4-17 – Magnitude do impacto aumento no abastecimento público de água nos Municípios Betim e Contagem 37
Quadro 4-18 – Importância do Impacto aumento no abastecimento público de água nos Municípios Betim e Contagem 38
Quadro 4-19 – Magnitude do Impacto favorecimento/ atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório. 39
Quadro 4-20 – Importância do Impacto favorecimento/ atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório 40
Quadro 4-21 – Aspectos, Impactos Ambientais, Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais identificados na operação do Sistema Vargem das Flores 42

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) com vistas à formalização do processo de Licença de Operação Corretiva – LOC para operação Da Barragem do Sistema Vargem das Flores, localizado nos municípios de Contagem e Betim, estado de Minas Gerais.

O Sistema Vargem das Flores iniciou sua operação no ano de 1974, nos municípios de Betim e Contagem, pertencente à Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. O Sistema é composto pela barragem e Estação de Tratamento de Água – ETA. O reservatório ocupa área de 495 ha e a ETA possui capacidade nominal de operação de 1.300 L/s. Vargem das Flores é parte integrante do Sistema de Abastecimento de Água da RMBH, sendo seu principal objetivo social assegurar o fornecimento de água para o consumo humano em quantidades adequadas à população, importância destacada pela Organização Mundial da Saúde – OMS.

Este Estudo de Impacto Ambiental foi elaborado em conformidade com o Termo de Referência DTE/SPDA/USCA 005/2022, publicado pela COPASA em janeiro de 2022.

Os estudos foram conduzidos por uma equipe multidisciplinar de profissionais que realizou a integração dos temas estudados na região de inserção do reservatório com as características do projeto de engenharia disponibilizado pela COPASA. São apresentados os diagnósticos dos meios físico, biótico (fauna e flora) e socioeconômico no contexto atual. Deste modo, foi possível avaliar os potenciais impactos ambientais associados à sua operação e propor um conjunto de medidas e ações consideradas como necessárias à prevenção, ao controle, à mitigação e à compensação das interferências ambientais prognosticadas, nos temas referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico. Para sua elaboração, foram consideradas as legislações e normativas vigentes que tratam da temática ambiental.

Em termos de estrutura, este documento apresenta a Legislação Ambiental aplicável ao licenciamento da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores nas instâncias federal, estadual e municipal e descreve sua Caracterização, com as informações técnicas pertinentes baseadas nos projetos executivos elaborados por empresas especializadas, bem como os Critérios Locacionais do Enquadramento do Reservatório. Após a definição das Áreas de Influência e descrição detalhada da metodologia usada na elaboração dos trabalhos, o documento apresenta o Diagnóstico Ambiental para os meios físico, biótico e socioeconômico. Segue-se com a apresentação dos Passivos Ambientais, elaboração de uma Análise Integrada dos fatores ambientais, incluindo considerações e Prognóstico, Avaliação dos Impactos Ambientais resultantes da operação da barragem e reservatório, com propostas para Ações de Controle, Mitigação e de Compensação dos referidos impactos - medidas essenciais para avaliar a viabilidade ambiental da sua implantação no âmbito do Plano de Controle Ambiental – PCA, e Conclusões finais dos estudos.

Especificamente, este Volume V apresenta os Passivos Ambientais, Análise Integrada dos fatores ambientais, Avaliação de Impactos resultantes da operação do Sistema Vargem das Flores, incluindo as propostas de controle e monitoramento, e as Conclusões finais.

O Consórcio Ambiental COPASA constituído pelas empresas TRACTEBEL ENGINEERING e MYR PROJETOS SUSTENTÁVEIS é a instituição responsável pela elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental – EIA, do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, do Plano de Controle Ambiental – PCA, Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial – PACUERA e Programa de Educação Ambiental – PEA.

A estrutura e conteúdo do presente documento buscou seguir, o mais fielmente possível, as diretrizes contidas no Termo de Referência supracitado (COPASA, 2022), bem como as avaliações técnicas dos profissionais da empresa TRACTEBEL, responsável pela elaboração deste estudo, e técnicos da COPASA. Dessa forma, o projeto em tela visa instruir o processo de licenciamento ambiental de solicitação da Licença de Operação Corretiva (LOC).

2. PASSIVOS AMBIENTAIS

De acordo com Sánchez (2013), o termo passivo ambiental se refere ao “acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de determinado local”. No que tange ao meio biótico e físico, foram encontrados registros de passivos ambientais da instalação da Barragem do Sistema Vargem das Flores na Área de Preservação Permanente e na Área de Influência Direta, especificamente no local utilizado como Área de Empréstimo. Quanto ao meio socioeconômico, identificou-se o passivo acerca das negociações fundiárias. A identificação, caracterização e representação fotográfica das áreas impactadas na fase de implantação e que sofreram alteração na qualidade ambiental durante a operação do empreendimento estão apresentadas a seguir.

2.1. Cratera da Lua

A Cratera da Lua (**Figura 2-1**, **Figura 2-2**) corresponde a uma área localizada próxima à Barragem do Sistema Vargem das Flores, a qual, segundo relatado pela COPASA, foi utilizada como área de empréstimo para a construção do reservatório na fase de implantação do empreendimento.

Em função de não ter sido implementado um Plano de Recuperação Ambiental da referida área degradada após a conclusão das obras de implantação do empreendimento, este local se caracteriza, atualmente, por apresentar uma grande área de solo exposto sem dispositivos de drenagem pluvial instalados que ao longo dos anos vem sofrendo ação das águas pluviais (concentração de fluxos e escoamento desordenado) que tem acarretado o desenvolvimento de processos erosivos e, consequentemente, carreamento de sedimentos para o interior do reservatório no período chuvoso, diminuindo sua vida útil (assoreamento). Além disso, a Cratera da Lua tem sido bastante utilizada para a realização de campeonatos de trilhas de carro, jipes e motos, intensificando os processos erosivos já existentes no local.

Figura 2-1 Vista de Drone da Cratera da Lua

Figura 2-2 - Vistas da Cratera da Lua, localizada próxima à Barragem do Sistema Vargem das Flores

2.2. Ocupação irregular da Área de Preservação Permanente

Conforme definição da Lei Federal nº 12.651/2012, Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A Área de Preservação Permanente de todo o Sistema Vargem das Flores foi formada a partir da instalação do barramento e hoje é ocupada por fragmentos florestais, solo exposto, área antropizada com árvores isoladas, residências e outras estruturas e acessos (**Quadro 2-1**).

Considerando as classes de ocupação do uso do solo supracitadas, nas regiões dos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual a APP ainda cumpre sua função e presta serviço ecossistêmico, entretanto, nas regiões antropizadas, onde houve remoção da vegetação para a instalação de estruturas e residências, e nas áreas de solo exposto e acessos, a proteção da estabilidade geológica, o fluxo gênico de fauna e flora e outros serviços ecossistêmicos estão comprometidos.

Quadro 2-1 – Usos e ocupações na área de preservação permanente do reservatório da Barragem do Sistema Vargem das Flores.

OCUPAÇÃO NA APP	REPRESENTAÇÃO
Acessos	
APP ocupada por áreas destinadas a circulação de automóveis, pessoas e animais, compostas por vias pavimentadas e não pavimentadas.	 589242.87 m E 7799508.94 m S
Solo exposto	
APP ocupada por solos expostos correspondentes às áreas desprovidas de cobertura de vegetação. Áreas com evidência de interferência antrópica, havendo exposição de horizontes superficiais do solo.	 588266.69 m E 7799264.68 m S
Campo antrópico com árvores isoladas e Pastagem	
APP ocupada por vegetação de campo formada devido à interferência humana. Áreas caracterizadas por cobertura de gramíneas com indivíduos arbóreos esparsos.	 588832.94 m E 7799045.41 m S
Fragmento Florestal	

OCUPAÇÃO NA APP	REPRESENTAÇÃO
APP ocupada por um maciço florestal de vegetação nativa.	 589465.01 m E 7800358.78 m S
Residências e outras estruturas	
APP ocupada por infraestruturas de moradia e de ancoragem de embarcações.	 588907.07 m E 7798605.51 m S

2.3. Frustrações acerca das negociações fundiárias

Não há registros documentais das negociações fundiárias realizadas à época da construção da barragem e reservatório do Sistema Vargem das Flores. Cabe mencionar que o sistema foi construído pela Prefeitura Municipal de Betim entre 1968 e 1972 e adquirido pela COPASA em 1986.

Lideranças comunitárias participantes do Diagnóstico Socioambiental Participativo – DSP no âmbito do Programa de Educação Ambiental – PEA relatam que os proprietários dos imóveis não participaram de negociações com a Prefeitura de Betim ou com a COPASA. Relatam ainda que as famílias desde então, permanecem insatisfeitas com a ausência de tratativas.

3. ANÁLISE INTEGRADA

Este item apresenta a análise integrada da qualidade ambiental das Áreas de Influência (Área Diretamente Afetada, Áreas de Influência Direta e Indireta) do Projeto Barragem do Sistema Vargem das Flores de acordo com o diagnóstico ambiental apresentado previamente neste EIA.

Essa análise visa fornecer dados críticos para avaliar e identificar impactos decorrentes do empreendimento, assim como a qualidade ambiental da região. Neste sentido, destaca-se que foram identificados os aspectos ambientais gerados pelas atividades/processos do empreendimento, inerentes a sua operacionalidade, conforme Caracterização do Empreendimento apresentada neste EIA. Esses aspectos ambientais, por sua vez, podem interagir de forma significativa com o meio ambiente, causando alterações (impactos) negativas ou positivas.

3.1. Procedimento Metodológico

O diagnóstico ambiental realizado para as áreas de influência do Projeto Barragem do Sistema Vargem das Flores foi composto por diversos estudos nas disciplinas concernentes aos meios Físico, Biótico e Socioeconômico que refletem a dinâmica e as interações entre as diversas facetas do meio ambiente estudado. Portanto, este item identifica as inter-relações desses meios e apresenta uma visão geral e integrada das principais características locais, procurando identificar as relações de dependência ou sinergia entre os diversos fatores ambientais, que a caracterizam, tendo como foco as atividades e processos associados ao Sistema Vargem das Flores.

A qualidade ambiental atual foi balizada por meio da seleção de temas-chave ou fator ambiental integrado da paisagem em cada uma das disciplinas mencionadas, cuja informação foi condensada e integrada. O resultado deste processo de identificação e caracterização das inter-relações entre os diversos fatores ambientais é apresentado a seguir, onde a conexão entre os meios é abordada por fatores ambientais compartilhados em grandes temas, como recursos hídricos, fauna terrestre e aquática, flora, usos e ocupação do solo e características socioeconômicas da região da Barragem do Sistema Vargem das Flores. A partir disso, identificaram-se as interações entre os fatores ambientais selecionados, de modo a possibilitar a identificação da dinâmica ambiental na região.

3.2. Atividades e Processos da Barragem do Sistema Vargem das Flores

As principais atividades e processos associados ao Sistema Vargem das Flores são fundamentais para entender a amplitude e complexidade das operações deste empreendimento hídrico. Esses são divididos em várias categorias principais que abrangem tanto a funcionalidade operacional (atividades) quanto a manutenção e conservação ambiental do sistema (processos), a saber:

- Adensamento Populacional: ao longo do tempo, a ocupação antrópica representada por usos diversos (residencial, comercial, misto, industrial, dentre outros) avançou e se consolidou no entorno do reservatório. Essas ocupações se deram espontaneamente, sem o planejamento do território para abrigá-las;

- Abastecimento de Água: A principal função do reservatório é fornecer água potável para parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Isso envolve a captação, armazenamento e tratamento de água em uma escala que atende aproximadamente 730.000 habitantes diariamente;
- Controle de Cheias urbanas: o reservatório foi projetado para regular a vazão do rio Betim, prevenindo inundações na região, especialmente durante períodos de chuvas intensas;
- Recreação e Uso Público: com o passar do tempo, o reservatório também se tornou um local popular para atividades recreativas, incluindo esportes náuticos e lazer ao ar livre;
- Gestão de Sedimentos e Efluentes: o sistema lida com águas residuais provenientes de diversas fontes, integrando um papel significativo na gestão de efluentes na região, além de deter sedimentos;
- Monitoramento da Qualidade da Água: regularmente, são realizadas análises para monitorar a qualidade da água, garantindo que os padrões de segurança e saúde sejam atendidos, especialmente considerando os desafios impostos pela poluição e assoreamento. Além disso, o reservatório melhora a qualidade da água dos tributários contaminados, através da depuração de possíveis contaminantes e nutrientes, como nitrogênio e fósforo, beneficiando o rio Betim e a região a jusante.

Na análise integrada das condicionantes ambientais de um reservatório, a seleção e detalhamento de suas atividades são passos fundamentais para garantir uma gestão eficaz e sustentável. Essa abordagem permite uma compreensão abrangente de todas as funções e potenciais impactos associados ao reservatório, facilitando a identificação de riscos ambientais específicos.

3.3. Análise Integrada das Condicionantes Socioambientais

A Barragem do Sistema Vargem das Flores foi projetada inicialmente para controle de cheias e abastecimento de água, mas agora serve também como local de lazer e recreação. A barragem de terra compactada 380 metros de comprimento e 27 metros de altura a partir do leito até a crista. O reservatório, formado pelo barramento das vazões do rio Betim, tem uma profundidade que varia até 20,70 metros, ocupa uma área de cerca de 5,5 km² e possui uma capacidade de armazenamento significativa, que chega a 44 milhões de m³, tendo por base o nível máximo operativo normal de 838,78 m. Essa capacidade mostra-se suficiente para regularizar as vazões do período de cheia e garantir o abastecimento no período de estiagem. O vertedouro do tipo soleira livre, sem controle de comportas, é um componente crítico para a manutenção dos níveis de água, principalmente para evitar transbordamentos durante períodos de chuva intensa. A torre de tomada d'água, por sua vez, apresenta uma infraestrutura desenvolvida com várias comportas que permitem a captação eficiente da água para tratamento, garantindo a adução de até 1.390 litros por segundo para a ETA, que atende diariamente cerca de 730.000 habitantes.

As características físicas-territoriais em que o atual reservatório se encontra revelam uma estrutura complexa e multifuncional, cuja localização tem influências socioeconômicas demarcadas em duas categorias principais. De influência direta que inclui bairros como Chácaras Solar do Madeira, Granja Ouro Branco que estão diretamente afetados pela proximidade e uso do reservatório e pelas interações sociais locais. Por outo lado, de forma indireta, engloba os municípios de Betim e Contagem, refletindo impactos econômicos que, mesmo indiretos, são contidos dentro dos limites das cidades.

Os bairros diretamente afetados pelo reservatório são caracterizados por uma mistura de ocupações antrópicas que vão desde áreas densamente povoadas até regiões com características mais rurais e vazios urbanos. A presença do reservatório do Sistema Vargem das Flores foi um fator de atração que, ao longo do tempo, consolidou diversas formas de uso, incluindo atividades recreativas e residenciais, apesar das restrições originais à recreação ao longo de suas margens. Essas ocupações espontâneas resultaram em conflitos de uso e pressão sobre os ecossistemas locais, particularmente devido à ocupação de áreas que deveriam ser protegidas por vegetação ciliar.

Ambos os municípios, Betim e Contagem, fazem parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, possuindo perfis urbanos com populações consideráveis e economias diversificadas, marcadas por uma forte presença industrial em Betim e um setor de serviços robusto em Contagem. Essa diversificação econômica oferece uma resiliência importante em tempos de crise setorial.

Entretanto, os Planos Diretores Municipais atuais não oferecem proteção adequada para o entorno do reservatório, principalmente por permitirem usos residenciais e não residenciais, além de estimular o uso turístico, até mesmo no reservatório, em áreas de relevância ambiental, onde há premissas de conservação da vegetação dos mananciais e de recuperação ambiental. Isso agrava os conflitos de uso e pode aumentar a vulnerabilidade ambiental da região. Além disso, os setores mais próximos ao reservatório enfrentam deficiências significativas de infraestrutura, particularmente em termos de saneamento e acesso aos serviços urbanos básicos, uma vez que essas áreas não foram planejadas para abrigar usos urbanos. A realidade na AID contrasta com os indicadores mais positivos dos municípios da AII como um todo, destacando disparidades no acesso a infraestrutura essencial como abastecimento de água e coleta de esgoto.

O reservatório do Sistema Vargem das Flores foi projetado para promover o abastecimento de água para os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, sendo o uso do recurso hídrico resguardado, exclusivamente, à COPASA MG, conforme previsto na Lei Estadual nº 16.197/2006 (APA Vargem das Flores). As atividades permitidas no Plano de Manejo das APA são: proteção, pesquisa, monitoramento ambiental, visitação de médio grau de intervenção (com apoio de instalações compatíveis) e recuperação ambiental, além de outros usos previstos nos planos diretores municipais, desde que cumpram os requisitos. Entretanto, o atual Plano Diretor do Município de Contagem instituiu a ADE de Interesse Turístico que permite atividades e ocupações voltadas para o lazer e o turismo em diferentes modalidades e impede a restrição de aceso ao reservatório. Diante disso, percebe-se que há uma incompatibilidade de usos se considerarmos as duas normativas.

Esses aspectos mostram a necessidade de uma gestão ambiental e urbana que inclua melhorias na infraestrutura de saneamento, implementação de políticas de zoneamento mais restritivas para proteger áreas sensíveis, aumento da fiscalização de ocupações irregulares no entorno, como nos bairros Chácaras Solar do Madeira, Quintas do Jacuba e Tupã (em Contagem) e Icaivera, Chácaras São Sebastião, Cruzeiro do Sul e Paiol (em Betim), além de programas de educação ambiental para engajar as comunidades locais na conservação de seus recursos naturais e na conscientização dos riscos atribuídos a determinados usos do reservatório. A colaboração entre os governos municipais, agências de planejamento regional e a comunidade é essencial para garantir a sustentabilidade a longo prazo do Sistema Vargem das Flores e a saúde das populações locais.

Nesse contexto de necessidade de gestão integrada, é importante reconhecer que o ambiente físico envolvido vai além da ADA, expandindo-se para dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Vargem das Flores e Área de Proteção Especial (APE) Estadual Bacia Hidrográfica do Reservatório de Vargem das Flores. Vale notar que esta última foi revogada pelo Decreto Estadual nº 48.852, de 27 de junho de 2024. Isso inclui fragmentos de mata, campos abertos e áreas modificadas pelo homem, como a área denominada Cratera da Lua, a qual contribui significativamente para o acúmulo de sedimentos no reservatório. Adicionalmente, o cenário também abarca uma operação de mineração além das diversas ocupações humanas conforme supracitadas, cujos elementos exigem atenção especial em qualquer planejamento ambiental. As sub-bacias hidrográficas adjacentes que inclui vários córregos e uma área a jusante do barramento, também são cruciais neste contexto, sujeitas aos impactos indiretos do reservatório e exercendo influência ecológica em uma região mais vasta. Portanto, a eficácia da gestão do Sistema Vargem das Flores depende não apenas da melhoria das condições locais, mas também da capacidade de entender e integrar estas variáveis em uma estratégia coesa que proteja tanto a saúde pública quanto a integridade do meio ambiente.

Todo esse cenário circundante, rico em florestas, agricultura e pastagens, contribui para a biodiversidade local. No entanto, essa riqueza natural enfrenta desafios decorrentes da urbanização intensiva e da ausência de uma zona de proteção adequada ao redor do reservatório, aumentando os riscos de poluição e degradação ambiental. Essa complexidade de usos gera conflitos, principalmente na tentativa de equilibrar as necessidades de recreação, turismo, conservação e abastecimento de água. Esta situação é exacerbada pela contaminação observada em tributários como o ribeirão Betim e o córrego Bela Vista, onde foram identificados níveis de fósforo dissolvido acima dos limites legais.

Apesar desses desafios, o Sistema Vargem das Flores demonstra uma importante capacidade autodepurante, mantendo condições gerais de água satisfatórias, conforme indicado por estudos do IGAM. A ausência de concentrações elevadas de cianobactérias sugere que, até o momento, o reservatório tem conseguido mitigar os potenciais efeitos negativos da contaminação por efluentes. De qualquer forma, é importante destacar, conforme mencionado anteriormente, a inapropiação do reservatório para usos recreativos. Ressaltam-se, ainda, os esforços da Copasa que mostram que na bacia de contribuição de Vargem das Flores, nos municípios de Betim e Contagem o índice de cobertura para coleta de esgoto é de 85%. A Copasa tem investido para universalização do saneamento nos dois municípios, atendendo aos prazos do marco legal do saneamento.

Além de contribuir para a melhoria da qualidade da água, o reservatório desempenha um papel na regulação de vazões e no controle de cheias urbanas, particularmente durante períodos de alta pluviosidade. Isso é especialmente importante para a região metropolitana de Belo Horizonte, que depende do reservatório para o abastecimento público de água. No entanto, o aporte de sedimentos, provenientes especialmente da Cratera da Lua, uma área de empréstimo sem sistemas de drenagem adequados, ameaça a vida útil do reservatório ao contribuir para o assoreamento, diminuindo sua capacidade de armazenamento.

A capacidade do reservatório de atenuar cheias também é comprometida pela ocupação desordenada das planícies de inundação. Esta ocupação frequentemente resulta em inundações a jusante, apesar dos esforços para gerenciar o volume de água durante a estação chuvosa. A urbanização descontrolada das áreas de várzea agrava os problemas de drenagem, tornando mais difícil a gestão eficiente das cheias e aumentando os riscos de desastres naturais na região. Diante disso, é importante ressaltar que, sem o Sistema Vargem das Flores, as inundações na região seriam muito mais severas. O reservatório desempenha um papel fundamental na atenuação de cheias, ajudando a regular o fluxo de água durante períodos de alta pluviosidade. Embora existam desafios, como a ocupação desordenada das planícies de inundação e o aporte de sedimentos, o sistema tem conseguido mitigar, em grande parte, os impactos das chuvas intensas. Portanto, o Sistema Vargem das Flores tem cumprido eficazmente seu papel na redução do risco de inundações, protegendo áreas urbanas e comunidades ao seu redor.

Neste contexto, é observada uma fauna silvestre terrestre composta predominantemente por espécies adaptadas a ambientes alterados por atividades humanas, refletindo a fragmentação crescente das áreas naturais vegetadas. Essa fragmentação tem sido intensificada pela transformação de propriedades rurais em loteamentos e bairros residenciais (urbanização), aumentando a pressão antrópica sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos.

Além disso, essa urbanização acelerada e não planejada no entorno do reservatório tem reduzido a permeabilidade do solo e fragmentado ainda mais a paisagem, afetando negativamente a manutenção, conservação e diversidade dos remanescentes florestais, bem como a qualidade da água. Apesar dessas pressões, a região ainda possui áreas florestadas e uma certa conectividade estrutural entre os fragmentos florestais, principalmente ao longo das drenagens dos córregos da Laje, Água Suja e Morro Redondo, o que é crucial para a manutenção das espécies animais. No entanto, essas áreas florestadas também atraem a ocupação urbana, que vê nelas um atrativo para desenvolvimento e o ciclo entre urbanização e fragmentação ocorre com maior intensidade.

Os fragmentos florestais nos entornos do reservatório funcionam como trampolins ecológicos, essenciais para espécies de maior mobilidade e com menos requisitos ecológicos específicos, como mamíferos de médio e grande porte e algumas aves rapinantes, que se beneficiam da cobertura vegetal remanescente. Nos ambientes aquáticos, os pulsos de inundações nos braços do reservatório criam condições favoráveis para a fauna paludícola, como aves que utilizam essas áreas para descanso e alimentação. Estes ambientes são importantes áreas de agregação que facilitam o fluxo de indivíduos entre habitats.

A expansão urbana desordenada ameaça esses habitats naturais, impactando a flora e fauna locais. Políticas de uso do solo que integrem considerações de conservação podem ajudar a manter a biodiversidade, ao mesmo tempo em que atendem às necessidades de desenvolvimento urbano.

A dinâmica metapopulacional e o modelo fonte-sumidouro destacam que o movimento entre manchas de habitat é essencial para a manutenção das populações. O isolamento de populações locais pode levar a eventos de extinções locais se o movimento entre as manchas for inviabilizado. Portanto, a manutenção e recuperação dos fragmentos florestais no entorno do reservatório são de vital importância para a conservação da biodiversidade. Além disso, a biodiversidade local pode influenciar atividades econômicas como turismo e recreação. A conservação de áreas naturais e a proteção de espécies endêmicas podem promover o ecoturismo, gerando renda para a comunidade local e incentivando a preservação ambiental.

Em termos de gestão ambiental integrada, é imprescindível considerar estratégias que priorizem o uso sustentável da terra nas áreas circundantes do reservatório. Estabelecer e manter corredores ecológicos é essencial para promover a conectividade funcional da paisagem e assegurar a sobrevivência das populações animais a longo prazo. Essas ações são efetivas para alinhar as atividades de desenvolvimento e conservação, mitigando os impactos socioeconômicos e fortalecendo a resiliência ecológica da região impactada pelo Sistema Vargem das Flores.

A questão da fauna aquática é particularmente relevante quando é considerada a integração das análises dos meios físico e socioeconômico na operação do Sistema Vargem das Flores. Esta análise destaca a complexa interação entre as atividades humanas e a biodiversidade aquática, evidenciando como a presença do reservatório influencia diretamente os ecossistemas aquáticos locais. A transformação de ambientes lóticos em lênticos devido à construção do reservatório tem profundas implicações tanto para a ictiofauna quanto para os invertebrados aquáticos na região.

A diversidade de espécies de peixes, incluindo espécies endêmicas e exóticas, destaca a importância ecológica da sub-bacia do rio Paraopeba. As espécies endêmicas, que representam mais da metade dos peixes endêmicos da bacia do rio São Francisco, estão sob constante ameaça devido a atividades antrópicas como mineração, descarga de esgoto e pesca excessiva. A presença de espécies exóticas, como o tucunaré e várias espécies de tilápias e carpas, introduzidas tanto intencionalmente quanto acidentalmente, representa um risco significativo para as espécies nativas, potencialmente levando à sua diminuição ou extinção devido à competição, predação e alterações no ecossistema.

A fauna de invertebrados, por sua vez, também reflete adaptações importantes ao ambiente modificado pelo reservatório. A prevalência de espécies não reofílicas entre os peixes e a diversidade de macroinvertebrados bentônicos indicam uma adaptação generalizada às condições lênticas do reservatório. Além disso, a presença de bioindicadores de boa qualidade ecológica, juntamente com a baixa incidência de cianobactérias, sugere que, apesar das alterações ambientais, partes do sistema aquático ainda mantêm uma qualidade de água relativamente boa.

Essas dinâmicas ecológicas devem ser consideradas nas decisões de gestão da barragem e do seu reservatório, principalmente em relação ao manejo das espécies exóticas e à proteção das espécies endêmicas. Mais uma vez, a restauração de habitats aquáticos pode ajudar a mitigar alguns dos impactos negativos do reservatório, facilitando o movimento da fauna aquática e ajudando a manter a biodiversidade. Além disso, os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos habitats naturais terrestre e aquáticos, como a polinização, controle de pragas e regulação do clima, têm um impacto direto na economia local. Assim, a manutenção desses serviços é essencial para a sustentabilidade econômica e ambiental da região

Deste modo, é vital a integração entre a gestão dos recursos hídricos e as políticas socioeconômicas. É necessário implementar uma gestão mais eficaz dos efluentes e reforçar o planejamento urbano para acomodar os ciclos naturais de inundação, protegendo assim o meio ambiente e melhorando a resiliência das comunidades locais. O desafio está em balancear o ordenamento urbano e as necessidades econômicas com a preservação da capacidade funcional do reservatório e a sustentabilidade ambiental da região. Além disso, para mitigar esses conflitos e preservar a qualidade da água, são essenciais esforços conjuntos de órgãos de gestão e fiscalização, como a COPASA e as promotorias locais. A necessidade de ações direcionadas para o controle da expansão urbana e para a promoção de práticas de conservação do solo e da água se destaca como uma prioridade.

Portanto, o Sistema Vargem das Flores exemplifica os desafios e as necessidades de gerenciamento de uma infraestrutura de reservatório em um contexto urbano e ecologicamente diverso, requerendo uma gestão mais cuidadosa para equilibrar suas múltiplas funções enquanto assegura a integridade e a funcionalidade a longo prazo.

Finalmente, a análise integrada reforça a necessidade de uma gestão holística do Sistema Vargem das Flores, que considere tanto os impactos ecológicos quanto os socioeconômicos de sua operação. Isso requer uma colaboração contínua entre gestores ambientais, comunidades locais e pesquisadores para monitorar, avaliar e adaptar as práticas de manejo a fim de otimizar tanto a sustentabilidade ecológica quanto o bem-estar humano.

3.4. Considerações e Prognóstico

A análise integrada das condições socioambientais atuais permite, de antemão, levantar os principais temas sensíveis relacionados diretamente à Barragem do Sistema Vargem das Flores e seu contexto físico-territorial que se destacam pela necessidade urgente de uma abordagem integrada para gerenciar as interações complexas entre o desenvolvimento urbano, a saúde pública e a gestão ambiental.

Assim, os principais temas-chaves podem ser sintetizados da seguinte forma:

- Desenvolvimento Urbano Desordenado: os municípios de Betim e Contagem, que compõem a Área de Influência Indireta (AII), apresentam um crescimento urbano que não considera adequadamente os ciclos naturais de inundação, bem como a ocupação irregular do entorno do reservatório, resultando em frequentes inundações. Essa expansão urbana, aliada à falta de zonas de proteção efetivas ao redor do reservatório, aumenta a vulnerabilidade ambiental e exacerba os conflitos de uso entre conservação, turismo, recreação e abastecimento;
- Deficiências de Infraestrutura: as áreas mais próximas ao reservatório sofrem com infraestrutura inadequada, especialmente no que diz respeito ao saneamento e gestão de água e esgoto, contribuindo para a prevalência de doenças relacionadas à água e para a deterioração das condições de saúde pública. Ressalta-se que a ausência de infraestrutura nessas áreas se dá por se tratar de áreas não planejadas para o crescimento populacional, advertindo as ocupações irregulares no entorno do reservatório;
- Contaminação por Efluentes: a contaminação dos tributários do reservatório, como o ribeirão Betim e o córrego Bela Vista, por efluentes domésticos não tratados, destaca a necessidade crítica de melhorar os sistemas de tratamento de esgoto. Essa situação é agravada pela ausência de políticas eficazes de zoneamento que protejam as áreas sensíveis ao redor do reservatório;
- Assoreamento e Redução da Vida Útil do Reservatório: a área Cratera da Lua e outras áreas modificadas pelo homem contribuem para o acúmulo de sedimentos no reservatório, reduzindo sua capacidade e vida útil, além de afetar sua funcionalidade em termos de controle de cheias e armazenamento de água.
- Desafios na Gestão de Cheias: Apesar de o reservatório ajudar a controlar as cheias, a ocupação desordenada das planícies de inundação limita essa capacidade, exigindo intervenções como a criação de um volume de espera durante a estação chuvosa para potencializar o efeito de atenuação de cheias.

Para mitigar os impactos ambientais e socioeconômicos do Sistema Vargem das Flores, é importante adotar uma abordagem integrada e proativa. Inicialmente, é necessário reforçar o planejamento urbano com políticas de zoneamento mais restritivas, limitando a expansão urbana e o adensamento em áreas propensas a inundações e próximas a reservatórios e APPs. Essas políticas devem integrar considerações ambientais para promover uma convivência harmoniosa com os ciclos naturais da água. O reservatório melhora a qualidade da água dos tributários contaminados, beneficiando o rio Betim e a região a jusante, desde que a operação do reservatório seja eficaz e haja monitoramento regular.

Uma vez que o entorno já se encontra com ocupações consolidadas, é importante aumentar os investimentos em infraestrutura de saneamento para reduzir a contaminação dos corpos d'água e mitigar riscos de saúde pública. Programas de educação ambiental são essenciais para sensibilizar as comunidades locais sobre a conservação dos recursos hídricos, práticas sustentáveis e riscos inerentes ao reservatório. Medidas adequadas de controle de nutrientes e monitoramento contínuo podem mitigar o risco de florações de cianobactérias tóxicas.

A capacidade de adaptação às mudanças ambientais, demográficas e climáticas será determinante para o futuro do reservatório. A gestão eficaz dos recursos hídricos deve focar na sustentabilidade do abastecimento e na melhoria contínua da qualidade da água, enfrentando desafios como o assoreamento e a erosão. Medidas de controle de erosão e recuperação de áreas afetadas são essenciais para prolongar a vida útil do reservatório.

A conservação da biodiversidade requer a implementação de corredores ecológicos e a restauração de habitats, protegendo espécies endêmicas e controlando invasivas. A recuperação e conectividade dos fragmentos florestais são cruciais para mitigar o impacto da fragmentação e ocupação irregular. Medidas de educação ambiental, controle de espécies exóticas e manutenção da qualidade da água são necessárias para preservar a biota aquática.

Socioeconomicamente, os Planos Diretores Municipais devem incorporar medidas mais restritivas que protejam o entorno do reservatório, promovendo um desenvolvimento urbano que respeite a preservação ambiental e a harmonia entre os usos permitidos. A regularização fundiária, fiscalização e infraestrutura adequada são fundamentais para mitigar os impactos das ocupações irregulares, melhorando a qualidade de vida das comunidades locais. O envolvimento comunitário por meio de educação ambiental e parcerias estratégicas é essencial para fomentar práticas sustentáveis.

A Barragem do Sistema Vargem das Flores precisará de estratégias para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, como eventos extremos de cheias e secas. A eficácia das estratégias de gestão determinará a saúde ecológica, a viabilidade socioeconômica e a sustentabilidade regional no longo prazo, garantindo a segurança hídrica da região e necessitando de manutenção constante e monitoramento da qualidade da água.

4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), tem como objetivo geral a possibilidade de considerar os impactos ambientais decorrentes da implantação de "atividades modificadoras do meio ambiente" (Resolução CONAMA nº 01/1986) antes que se tomem decisões que possam acarretar "significativa degradação da qualidade do meio ambiente" (SÁNCHEZ, 2013). Por essa razão, a AIA se constitui em um processo que compreende um conjunto de atividades e procedimentos com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos, planos e programas, e fundamentar uma decisão sobre essa proposta.

O impacto ambiental caracteriza-se como qualquer alteração das características do sistema ambiental, seja esta física, química, biológica, social ou econômica, causada pelas ações do empreendimento, as quais possam afetar direta ou indiretamente o comportamento dos parâmetros que compõem os meios físico, biótico e/ou socioeconômico na sua área de influência.

O conhecimento das características do empreendimento e do ambiente de suas áreas de influência possibilita que sejam identificados e avaliados os impactos ambientais decorrentes de sua implantação, bem como sua operação. As conclusões obtidas nessa etapa permitirão identificar as medidas que deverão ser tomadas com o objetivo de mitigar os impactos negativos e potencializar os positivos, otimizando os benefícios gerados pela operação da atividade objeto de estudo.

Neste item encontram-se identificados e avaliados os impactos ambientais potenciais decorrentes da fase de operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores, sendo propostas as medidas para mitigar os impactos negativos e para potencializar os impactos positivos.

4.1. Metodologia

4.1.1. Identificação dos Impactos Ambientais

Com base nos diversos procedimentos usuais adotados em estudos ambientais de empreendimentos, adotou-se uma formulação para a identificação e avaliação dos impactos, adaptada da Matriz de Leopold (1971) e de recursos quantitativos destinados à ponderação de impactos, com base nas seguintes ações:

a) Caracterização das fases do empreendimento (planejamento, implantação e operação), com a especificação das etapas de desenvolvimento de cada uma delas. Neste estudo, especificamente, apenas a fase de operação por se tratar de empreendimento já em operação;
b) Identificação dos impactos a partir da correlação com as diversas ações necessárias à operação do empreendimento e com os fatores ambientais estudados no diagnóstico;
c) Descrição e caracterização dos impactos, destacando a ação geradora e o respectivo aspecto ambiental que o desencadeou, sua natureza e incidência;
d) Análise dos impactos por meio de um recurso quantitativo de sua Magnitude e análise qualitativa de sua Importância;
e) Identificação de medidas mitigadoras e dos Programas Ambientais.

Para a elaboração da listagem descritiva, realizou-se uma revisão das ações e atividades necessárias para a operação do Sistema Vargem das Flores, as quais são as possíveis responsáveis pelo desencadeamento das alterações socioambientais que poderão ocorrer, destacando-se o fato de que as atividades listadas são aquelas responsáveis por efeitos no ambiente.

Para sistematizar o levantamento de impactos, procedeu-se a uma reunião da equipe técnica responsável pela elaboração dos estudos ambientais, visando o nivelamento conceitual e metodológico e o relato sucinto de fatores relevantes observados no diagnóstico ambiental. Foram enumeradas, ainda, as principais atividades do empreendimento e os mecanismos ou processos (aspectos ambientais) que desencadeiam os impactos ambientais identificados.

4.1.2. Avaliação dos Impactos Ambientais

A análise dos impactos é feita com base no estudo das interações possíveis entre as ações ou atividades que compõem o empreendimento e os componentes ou processos do meio ambiente, considerando "relações plausíveis de causa e efeito" (SÁNCHEZ, 2013).

O processo de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) tem início a partir da identificação, descrição e caracterização dos impactos. Com base nesses elementos, os impactos são avaliados mediante atributos de mensuração que estabelecem a Magnitude do impacto. Esse conjunto de elementos é descrito, caracterizado e mensurado por meio de uma grade quantitativa-qualitativa que possibilitará a definição da Importância desse impacto.

4.1.2.1. AVALIAÇÃO DA NATUREZA E INCIDÊNCIA DO IMPACTO

A avaliação dos impactos ambientais se dá por meio da análise de atributos qualitativos e/ou quantitativos, que resultam na expressão da Magnitude e da Importância de cada impacto. A seguir são apresentados os conceitos utilizados na definição de cada atributo adotado na AIA:

Natureza: Atributo que avalia o caráter benéfico ou adverso do impacto. É classificada como "Positiva", quando uma alteração de caráter benéfico resulta em melhoria da qualidade ambiental e "Negativa", quando uma alteração de caráter adverso resulta em dano ou perda ambiental. No âmbito dos impactos que afetam o meio socioeconômico, a avaliação leva em consideração a distribuição dos ônus (negativa) e benefícios sociais (positiva).

Incidência: Evidencia a cadeia de impactos considerada. É classificada como "Direta" quando o impacto decorre de um processo/ação diretamente relacionado ao empreendimento e, "Indireta", quando o impacto é secundário, decorrente de outro impacto em uma cadeia de reação.

4.1.2.2. AVALIAÇÃO DA MAGNITUDE DO IMPACTO

Define-se **Magnitude** como sendo a grandeza de um impacto em termos absolutos, correspondendo ao grau de alteração da qualidade da variável ambiental que será afetada por uma determinada ação do empreendimento.

A mensuração da Magnitude de cada impacto foi feita por meio de atributos de **Abrangência** (Localização) e **Temporalidade** (Prazo, Forma e Duração), visando atingir uma valoração passível de qualificação. Para tanto, foram atribuídos valores para cada classe de atributo, cujo resultado é expresso na soma simples dos valores obtidos, que poderá qualificar a Magnitude como Alta, Média ou Baixa, conforme o **Quadro 4-1** a seguir.

A combinação de todas as alternativas de valoração dos atributos que compõem a Magnitude gera um conjunto de possibilidades, cuja pontuação varia entre 4 e 16.

Quadro 4-1 – Classificação da Magnitude do Impacto, conforme os resultados obtidos a partir da soma algébrica de seus atributos.

RESULTADO DA SOMA	CLASSIFICAÇÃO DA MAGNITUDE
4 a 8	Baixa
9 a 13	Média
14 a 16	Alta

A seguir são apresentados os conceitos utilizados na definição de cada atributo adotado na determinação da Magnitude, sendo eles Abrangência e Temporalidade.

Abrangência: caracteriza o espaço geográfico da ocorrência do impacto, que pode ser classificada como:

- Local: quando os efeitos do impacto se manifestam em áreas circunscritas aos espaços que sofrerão intervenções diretas do empreendimento. Atribuiu-se a essa variável o valor 1 (um), por se entender que os impactos locais podem ficar circunscritos ao local onde se deu a ação desencadeadora.
- Entorno: quando os efeitos extrapolam as imediações da Área Diretamente Afetada pelas atividades do empreendimento, porém, restringindo-se a uma região geográfica ainda delimitada. Atribuiu-se a essa variável o valor 3 (três), por se entender que os impactos que atingem o entorno são de maior intensidade àqueles do local.
- Regional: quando os impactos não se restringem a uma área de delimitação possível, normalmente associados a fatores socioeconômicos, cuja abrangência espacial é imprecisa ou indefinível. Atribuiu-se a essa variável o valor 5 (cinco), por se entender que os impactos que se projetam além do entorno possuem características de maior expressão, exigindo, na fase de apropriação de medidas, ações de maior escala de implementação.

Temporalidade: A caracterização temporal dos impactos abrange três atributos: prazo, forma e duração da manifestação.

- Prazo: caracteriza o tempo estimado para a ocorrência do impacto após ação/processo que o desencadeou. Imediato, para aqueles que ocorrem simultaneamente com a ação que os gera (valor 3). De médio e longo prazo, para impactos que ocorrem na ordem de meses ou anos (valor 1)
- Forma: permite caracterizar o(s) momento(s) em que uma determinada ação do empreendimento provoca uma alteração. Impactos que ocorrem uma única vez (valor 1). Impactos que ocorrem em intervalos regulares ou irregulares de forma descontínua (valor 3). Impactos que ocorrem de forma contínua ou ininterrupta (valor 5).
- Duração: permite avaliar um período maior ou menor, em que persiste o impacto. Impactos temporários se manifestam durante uma ou mais fases do projeto e cessam quando a ação que o causou termina (valor 1). Impacto permanente tem duração indefinida e representa uma alteração definitiva no componente ambiental (valor 3).

Os valores adotados para os atributos descritos são apresentados **Quadro 4-2**.

Quadro 4-2 – Valores adotados aos atributos para a determinação da Magnitude do Impacto avaliado.

	ATRIBUTO		DESCRIÇÃO	VALOR
MAGNITUDE	ABRANGÊNCIA		Local (ADA)	1
			Entorno (AID)	3
			Regional (AII)	5
	TEMPORALIDADE	PRAZO	Médio / Longo Prazo	1
			Imediato	3
		FORMA	Única	1
			Descontínua	3
			Contínua	5
		DURAÇÃO	Temporária	1
			Permanente	3

4.1.2.3. AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Adotou-se como **Importância** de um impacto o resultado da apreciação da classificação obtida na valoração da Magnitude, considerando o conhecimento da realidade da região de estudo (diagnóstico) e o contexto decorrente do empreendimento.

A indicação de Alta, Média ou Baixa Importância do impacto é arbitrada pelos especialistas envolvidos na elaboração do Estudo, mediante o conhecimento dos trabalhos técnicos e experiências prévias. Para contribuir ao julgamento da significância dos impactos previstos, utilizam-se de dois indicadores qualitativos: **Probabilidade de Ocorrência** e **Reversibilidade**. Agrega-se ainda à avaliação de importância do impacto, a interpretação dos eventuais efeitos **Cumulativos** suscitados por ele. Não obstante, todo impacto considerado de Magnitude Alta e Irreversível, deverá ser considerado de Importância Alta.

Para se concluir sobre a importância de um impacto, reconhece-se que nem todos esses atributos dos impactos possibilitam uma avaliação quantitativa. Alguns autores avaliam ainda que o fato de um impacto ser positivo ou negativo, direto ou indireto, não tem muita relevância para uma avaliação da sua importância, pois "são de grande ou pequena significância" e que a etapa de identificação dos impactos "não pode passar ao largo dos impactos indiretos" (SÁNCHEZ, 2013). Esse mesmo autor fundamenta essa premissa com base na Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, na qual a análise é fundamental em um estudo de impacto ambiental, servindo para organizar a análise de modo a assegurar que todos os efeitos possíveis das ações antrópicas sejam examinados.

A seguir são apresentados os conceitos utilizados na definição de cada atributo adotado na determinação da Importância do impacto.

Probabilidade de Ocorrência: analisa a possibilidade do impacto se concretizar em função de uma determinada ação, mediante estimativas qualitativas ou quantitativas de probabilidade. A lógica que embasa esse raciocínio é aquela em que os impactos de baixa probabilidade (improvável) poderiam ser julgados como menos importantes do que os de alta probabilidade (certos), porém, essa hipótese só faz sentido se a probabilidade de ocorrência for associada à magnitude do impacto.

- Certa: certeza de manifestação do impacto ou alta probabilidade de ocorrência.
- Provável: alteração com média probabilidade de ocorrência.
- Improvável: alteração com baixa probabilidade de ocorrência.

Reversibilidade: são adotadas duas categorias de reversibilidade de impacto, a saber:

- Reversível: cessado o processo gerador do impacto, o meio alterado retorna a uma dada situação de equilíbrio semelhante àquela que estaria estabelecida caso o impacto não tivesse ocorrido.
- Irreversível: o meio se mantém alterado mesmo depois de cessado o processo gerador do impacto.

Cumulatividade e Sinergia: os impactos cumulativos são aqueles que se acumulam no tempo ou no espaço, como resultado da adição ou da combinação de impactos decorrentes de uma ou de diversas ações humanas, destacando que a somatória de impactos da mesma natureza (cumulatividade) ou a interação de impactos diferentes (sinergismo) são fatores que devem ser analisados no âmbito do licenciamento quando oferecerem riscos à qualidade dos componentes ambientais relevantes (SÁNCHEZ, 2020 apud BARAZETTI, 2022).

Os procedimentos metodológicos adotados para a determinação da Importância do impacto são apresentados no **Quadro 4-3**.

Quadro 4-3 – Fluxo dos procedimentos adotados na determinação da Importância do Impacto.

Importância	➔	**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA**	**Certa**	➔	**DISCUSSÃO INTERDICIPLINAR** ⬇ **IMPORTÂNCIA ALTA / MÉDIA / BAIXA**
			Provável		
			Improvável		
		REVERSIBILIDADE	Reversível		
			Irreversível		
		CUMULATIVIDADE	Sim/Não		
		SINERGIA	Sim/Não		

4.2. Identificação dos Impactos Ambientais

Conforme definido na norma ISO 14001 e detalhado por Sánchez (2013), para a identificação dos impactos ambientais, considera-se que as ações previstas ou atividades são as causas, os impactos são as consequências (em potencial), enquanto os aspectos ambientais são os mecanismos ou os processos por meio do qual essa ação causa um impacto ambiental. Sendo assim, o **Quadro 4-4** apresenta as atividades e aspectos relacionados a cada impacto potencial identificado.

Para o meio físico foram identificados os seguintes impactos:

- Depuração do tributário;
- Floração de cianobactérias;
- Níveis do reservatório e vazões a jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento;
- Retenção de sedimentos no interior do reservatório.

Para o meio biótico foram identificados os seguintes impactos:

- Redução de Habitat para Espécies da Fauna e Flora;
- Alteração na Diversidade da Biota Aquática.

Para o meio socioeconômico foram identificados os seguintes impactos:

- Aumento do abastecimento público de água nos municípios Betim e Contagem;
- Favorecimento/atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório.

Quadro 4-4 – Correlação entre atividades, aspectos e impactos

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS
Operação do reservatório / Ocupação Urbana	Alteração da dinâmica fluvial	Depuração do tributário
		Floração de cianobactérias
		Níveis do reservatório e vazões a jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento
Instalação/Operação do reservatório/Passivo	Alteração morfológica e da dinâmica superficial / Solo exposto	Retenção de sedimentos no interior do reservatório
Instalação do reservatório / Expansão Urbana	Fragmentação dos remanescentes florestais nas áreas do entorno do Sistema Vargem das Flores, do reservatório e seu entorno	Redução de habitat para espécies da fauna e flora
Operação do Reservatório / Ocupação Urbana	Introdução de espécies exóticas invasoras	Alteração na diversidade da biota aquática
Operação do Reservatório	Disponibilidade de água	Aumento do abastecimento público de água nos municípios Betim e Contagem
Ocupação Urbana	Usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório	Favorecimento/atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório

4.3. Caracterização e Avaliação dos Impactos Ambientais

4.3.1. Meio Físico

4.3.1.1. DEPURAÇÃO DOS TRIBUTÁRIOS

DESCRIÇÃO

Os reservatórios artificiais de médio e grande porte são, geralmente, sistemas compartimentados e, de acordo com França et al. (2022), com elevada complexidade espacial (altimetria, área, volume) e temporal (tempo de residência).

Estes sistemas artificiais podem ser divididos em zonas fluvial, de transição e lacustre, que são unidades dinâmicas do ponto de vista espacial e temporal, que podem variar em função dos aportes da bacia hidráulica, das características da água de entrada e da operação do sistema de saída (FRANÇA et al., 2022).

Na prática, tem-se, na maior parte do corpo do reservatório, a modificação das características hídricas do curso d'água, passando de ambiente lótico para lêntico. Tal alteração deverá afetar diferentes parâmetros da qualidade da água, tais como, DBO, sólidos em suspensão, cor, turbidez, nitrogênio, fósforo e oxigênio dissolvido, devido principalmente ao aumento do tempo de residência da água, aumento da profundidade média da lâmina d'água e demais alterações morfológicas.

Dentre os principais fatores que atingem os sistemas aquáticos, destacam-se as alterações químicas produzidas pela entrada de substâncias tóxicas e nutrientes e as modificações microbiológicas resultantes da carga orgânica que atinge os lagos e reservatórios. Este processo de eutrofização artificial produz mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido e da biodiversidade aquática, a perda das qualidades cênicas, a morte extensiva de peixes e o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias (MINISTÉRIO DA SAÚDE/FUNASA, 2003). Além disso, essa transformação do ambiente lótico para lêntico contribuirá ainda para a reestruturação das comunidades hidrobiológicas, podendo alterar quantidade e densidade de espécies.

Entretanto, na área de estudo verifica-se que os tributários que desaguam no reservatório Vargem das Flores se apresentam muito contaminados (despejo de esgotos), sendo que dentro desse contexto, o referido reservatório funciona como uma estrutura que acarreta a autodepuração dessas águas.

O fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes (SPERLING, 1996). Se dá com a variação da vazão do curso hídrico, a distância para com o local de lançamento, a atividade microbiológica entre outros fatores a estes interligados.

Destaca-se que a água do reservatório do Sistema Vargem das Flores apresenta condições oligotróficas de acordo com os levantamentos realizados em campo de qualidade de água, demonstrando níveis aceitáveis de oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforos totais, demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO) com referência nos limites estabelecidos pela legislação, face as condições avaliadas dos tributários, em especial o ribeirão Betim e córrego Bela Vista, que apresentaram concentrações mais elevadas de fósforo total. Dessa forma, quando os tributários desaguam no reservatório ocorre a depuração das águas, visto que todos esses índices baixam e o IQA apresenta-se Bom no reservatório Vargem das Flores.

Este impacto pode ser classificado como **positivo** pelo potencial de depuração das águas dos tributários.

Sua incidência é **direta**, visto que as alterações na qualidade da água e nas comunidades hidrobiológicas estão diretamente associadas à operação do empreendimento, já que o reservatório funciona como sedimentador da matéria orgânica, bem como possui a capacidade de diluir a carga orgânica dos tributários potencialmente receptores de efluentes.

MAGNITUDE DO IMPACTO

A abrangência do impacto é classificada como **regional**, pois acarreta a depuração das águas contaminadas provenientes dos tributários que desaguam no reservatório, onde ocorre a alteração da qualidade da água com sua melhora, que pode se propagar para o rio Betim que fica situado na região a jusante do próprio reservatório.

Após a formação do reservatório, as alterações na qualidade da água tendem a ser observadas em um curto prazo (**imediato**), com alteração, por exemplo, dos parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido e turbidez, os quais são amplamente influenciados pela alteração da velocidade do fluxo hídrico.

Sua forma é **contínua**, dado que sua ocorrência está condicionada à operação do empreendimento, persistindo ao longo de toda a vida útil deste. Esta mesma justificativa vale para a sua duração permanente.

De posse da ponderação da avaliação dos parâmetros de Abrangência (5), Prazo (3), Forma (5) e Duração (3), a Magnitude deste impacto, de acordo com o **Quadro 4-5**, foi classificada como **ALTA**.

Quadro 4-5 – Magnitude do Impacto Depuração dos Tributários

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Regional (5)	Curto (3)	Contínua (5)	Permanente (3)	Alta (16)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Sua ocorrência é **certa**, tendo em vista que o reservatório não apresentou indícios de degradação de qualidade da água, mesmo com a carga orgânica oriunda dos tributários.

O impacto é **irreversível**, pois entende-se que com a continuidade da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores, a melhoria na qualidade da água no rio Betim será permanente a partir da depuração das águas oriundas dos corpos hídricos ali existentes. Além disso, a alteração do regime fluvial no trecho do reservatório alterará, via de regra, irreversivelmente o ambiente local, como pela eliminação de habitats únicos.

O impacto é considerado ainda como **cumulativo**, já que, vários parâmetros físico-químicos e populações das comunidades hidrobiológicas podem ir se alterando ao longo do tempo e dos eixos do reservatório. Do mesmo modo, dada a potencialidade de interação com outros impactos, especialmente com a alteração na composição da ictiofauna e alteração no processo de transporte de sedimento a jusante do reservatório, também é considerado como **sinérgico**.

Além disso, o impacto é classificado de natureza **positiva** já que evidencia que a presença do reservatório acarreta a depuração das águas provenientes dos corpos hídricos situados a montante que convergem para o seu interior e que, posteriormente fluem para o rio Betim, situado na região a jusante.

Assim, a importância do impacto foi definida como **ALTA**, especialmente devido aos múltiplos usos da água tanto no reservatório quanto a jusante deste.

Quadro 4-6 – Importância do Impacto Depuração dos Tributários

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Operação	Positiva	Direta	Alta	Certa	Irreversível	Sim	Sim	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

Não aplicável. Especificamente, neste caso seria aplicável medidas de manutenção ou melhoria, face ao aspecto positivo deste impacto. Entretanto, em função da natureza do empreendimento, considera-se importante que seja mantido um monitoramento da qualidade da água do reservatório, por meio da implantação de um Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água.

4.3.1.2. FLORAÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS / EUTROFIZAÇÃO

DESCRIÇÃO

Pioneiras nos primórdios da Terra, as cianobactérias são organismos fotossintetizantes, sendo que o oxigênio que elas produziram por fotossíntese contribuiu para a formação da camada de ozônio. Contudo, hoje em dia esses micro-organismos onipresentes são mais conhecidos por suas florações potencialmente tóxicas, causando problemas para o tratamento da água e sendo de potencial risco para a saúde humana.

Um dos principais impactos causados pela população sobre a água é a eutrofização. O aumento do aporte de nutrientes provenientes de atividades como agricultura, pecuária, esgotos domésticos e industriais, entre outras, acarreta uma elevação da produtividade primária dos cursos d'água e a diminuição da luminosidade, incrementando os processos de decomposição e, geralmente, conduzindo a anoxia e mortandade de peixes nesses ambientes.

A exposição das águas do reservatório a elevada quantidade de nutrientes, juntamente com a exposição à luz e a temperaturas elevadas, favorece a multiplicação excessiva das cianobactérias, um fenômeno chamado de floração (aumento dos produtores primários, quando associado à dominância de uma ou poucas espécies), caracterizado pelo acúmulo de células que formam uma camada verde na superfície da água.

Além do aspecto antiestético, essas florações podem ser de espécies fitoplânctônicas potencialmente tóxicas, acarretando riscos à saúde das pessoas e animais. Nesse contexto, essas florações tóxicas podem produzir uma grande variedade de metabólitos, incluindo hepatotoxinas que interrompem as funções do fígado, neurotoxinas que levam à paralisia e dermatotoxinas que irritam a pele. Vários destes metabólitos são potencialmente cancerígenos.

Embora estas toxinas tenham sido mais associadas com a mortalidade animal, os humanos também podem ficar expostos por meio de atividades recreativas nos corpos d'água afetados por florações de cianobactérias, do consumo de água produzida a partir de recurso contaminado e/ou do consumo de alimentos que contenham cianobactérias como ingrediente ou organismos capazes de acumular toxinas (peixes).

No caso da Barragem do Sistema Vargem das Flores foi verificada a ocorrência de cianobactérias, com densidades superiores ao limite de 20000 cel/mL estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG Nº 08/2022 - CLASSE 1, em pontos distribuídos no reservatório, no período chuvoso, no entanto não foi identificado no período avaliado, nem historicamente, florações de cianobactérias que comprometessem a qualidade da potabilidade da água. Apesar deste fenômeno não ter sido diagnosticado no reservatório Vargem da Flores, não quer dizer que não possa ocorrer. Alterações climáticas que possam causar aumento na temperatura das águas, o despejo de efluentes domésticos, mesmo que, no caso do reservatório Vagem das Flores, aconteça de forma pontual, produzem condições para ocorrência deste impacto.

MAGNITUDE DO IMPACTO

Trata-se de um impacto de natureza **negativa** devido o potencial tóxico das cianobactérias. A respeito da sua Magnitude, tem sua abrangência restrita a alguns pontos do reservatório, por isso é considerado de abrangência **local**. Possui forma **descontínua** pois pode ocorrer em ciclos onde as condições ambientais são favoráveis e, consequentemente, ter duração **temporária**. Por fim, ocorrem de imediato, assim que as condições ambientais estejam propícias para o desenvolvimento de cianobactérias.

Finalmente, de posse da ponderação da avaliação dos parâmetros de Abrangência (1), Prazo (3), Forma (3) e Duração (1), a Magnitude deste impacto, de acordo com o **Quadro 4-7**, foi classificada como **BAIXA**.

Quadro 4-7 – Magnitude do Impacto Floração de Cianobactérias / Eutrofização

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE	MAGNITUDE

	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Local (1)	Curto (3)	Descontínua (3)	Temporário (1)	Baixa (8)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Trata-se de um impacto de incidência **direta** no reservatório, com ocorrência **provável**, visto que depende de condições ideais de temperatura, aporte de nutrientes e outros. O impacto é considerado como **reversível** já que pode ser sanado com o planejamento e aplicação de medidas de controle e redução de aporte de nutrientes, sistemas de tratamento adequados e quando diagnosticados e observados no reservatório, podem ser integralmente removidos.

É considerado como **sinérgico** devido à condição lêntica do reservatório associada ao recebimento de nutrientes oriundos de efluentes domésticos lançados nos tributários. Além disso, é **cumulativo** já que o nível de eutrofização pode aumentar devido às condições de degradação ambiental: aumento da temperatura da coluna d'água, aumento das concentrações de nutrientes, diminuição do oxigênio dissolvido, dentre outros.

A importância do impacto foi definida como **MÉDIA**, especialmente devido a possibilidade de ocorrência ser provável, mas nunca observável durante todos esses anos de operação do empreendimento. Além disso, tal impacto é plenamente reversível quando aplicadas as devidas intervenções e monitoramentos necessários de controle.

Quadro 4-8 – Importância do Impacto Floração de Cianobactérias / Eutrofização

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Operação	Negativa	Direta	Baixa	Provável	Reversível	Sim	Sim	Média

MEDIDAS MITIGADORAS

Como mitigação do impacto Floração de Cianobactérias / Eutrofização, sugere-se a manutenção da qualidade de água e tratamento de efluentes domésticos lançados nos tributários, por meio da implementação de um Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água.

4.3.1.3. NÍVEIS DO RESERVATÓRIO E VAZÕES A JUSANTE SUJEITOS À REGRA OPERATIVA DO EMPREENDIMENTO

DESCRIÇÃO

É sabido que a Barragem do Sistema Vargem das Flores, construída entre 1969 e 1972, teve como finalidade precípua a regularização da vazão do rio Betim a fim de se evitar inundações, sendo que, posteriormente, se avaliou e consolidou o seu potencial como um reservatório para abastecimento público.

Em operação a cerca de 40 anos, atualmente o reservatório atende múltiplos usos da água, além daqueles pelo qual foi inicialmente construído, dentre eles recreação, irrigação, recepção de águas residuárias diversas, dentre outros.

No que concerne aos seus principais usos, o reservatório Vargem das Flores é utilizado para regularização das vazões a jusante, com amortecimento dos picos de cheia do rio Betim e, notadamente, redução dos efeitos de inundação que ocorreriam naturalmente em razão das características fisiográficas e climatológicas da região. Em síntese, na estação chuvosa, o reservatório retém parte do volume de cheia que seria propagado para jusante e possibilita o estabelecimento de restrições nos valores de vazões defluentes, mediante controle dos níveis do reservatório pelo vertedouro de soleira livre (não controlado). Os resultados apresentados no Plano de Segurança de Barragem – Vargem das Flores (COPASA, 2020) denotam que o reservatório tem capacidade para amortizar em 27% o pico de uma cheia com tempo de retorno (TR) de 10 anos e em 41% o pico de um evento com TR de 1.000 anos, tornando-o um importante instrumento de controle de cheias urbanas. Esse efeito é potencializado pela regra operativa da barragem que, durante a estação chuvosa, cria-se um volume de espera de 10% da capacidade total reservatório, conferindo a este um volume extra para a acomodação e amortização dos eventos de cheia.

Neste sentido, cumpre mencionar a relevância das medidas estruturais no controle de cheias, especificamente os reservatórios, que de acordo com Tucci (2000), são medidas intensivas que retardam o escoamento, procurando manter o rio em uma vazão inferior àquela que provocaria extravasamento do leito. Esta medida possibilita, dentre outros fatores, a atenuação dos efeitos adversos decorrentes de eventos extremos em áreas ocupadas, tal como o trecho a jusante do reservatório Vargem das Flores.

Assim sendo, é possível afirmar que o impacto é **positivo** quanto a sua natureza, uma vez que este é capaz de atenuar os efeitos socioambientais de inundações no trecho a jusante da Barragem do Sistema Vargem das Flores pelo amortecimento das ondas de cheia, além de promover a regularização das vazões defluentes.

Sua incidência é determinada como **direta**, já que o impacto está relacionado diretamente à existência e operacionalidade do reservatório.

MAGNITUDE DO IMPACTO

O impacto tem abrangência **regional**, pois terá repercussão para além das áreas das estruturas do empreendimento, contemplando parte do trecho a jusante do reservatório, inclusive abarcando o contingente populacional que ali reside e que seria atingido pela mancha de inundação em uma condição de cheia natural.

O prazo foi dado como **imediato**, uma vez que o impacto se dá simultaneamente à operacionalização da barragem, que dispõe, desde sua concepção técnica de projeto, de capacidade para regularizar as vazões do rio Betim, detendo volume de espera para contenção de cheias e controlando as vazões de jusante.

Ainda, a forma do impacto foi interpretada como **contínua**, haja vista que iniciada a operação do empreendimento, iniciam-se também a regularização das vazões a jusante, ainda que o controle das inundações ocorra em detrimento de eventos extremos. De certo, a presença do barramento e de seu reservatório, que tem como regime de operação a regularização de vazões, presume a alteração da dinâmica fluvial deste rio e condiciona, initerruptamente, as vazões de jusante.

A duração do impacto pode ser tida como **permanente**, uma vez que este persistirá enquanto existirem as estruturas da Barragem do Sistema Vargem das Flores. Sabe-se que os níveis operacionais do reservatório são controlados pela própria geometria do vertedouro, do tipo não controlado, de forma que ao superar a cota da soleira do vertedouro, a vazão será vertida. Do contrário, quando os níveis do reservatório estão abaixo deste dito operacional, ocorrerá o armazenamento de água no reservatório. Este controle dos níveis do reservatório e das vazões de jusante ocorre, portanto, permanentemente ao longo da vida útil das estruturas.

De posse da ponderação da avaliação dos parâmetros de Abrangência (5), Prazo (3), Forma (5) e Duração (3), a Magnitude deste impacto, de acordo com o **Quadro 4-9** foi classificada como **ALTA**.

Quadro 4-9 – Magnitude do Impacto Níveis do reservatório e Vazões à jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Regional (5)	Imediato (3)	Contínua (5)	Permanente (3)	Alta (16)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

A ocorrência deste impacto é tida como **certa**, uma vez que a operacionalidade de reservatórios com regularização de vazão causa, necessariamente, a alteração no regime fluvial do curso d'água.

O impacto é tido como **irreversível**, tendo em vista que a presença e operacionalidade da barragem e de seu reservatório modificam o regime fluvial dos corpos hídricos que alimentam este último, acarretando a necessidade contínua de monitoramento dos níveis de vazão e das descargas sólidas inerentes ao empreendimento.

Ainda, tem-se este impacto como **cumulativo**, já que seus efeitos positivos contribuem, ao longo do tempo, para redução de custos com danos sociais e econômicos advindos dos eventos extremos, bem como possibilitam o controle das vazões de jusante para atendimento de múltiplos usos em situação, por exemplo, de conflito pelo uso da água. Também pode ser considerado como **sinérgico**, dada a potencialidade deste interagir com outros impactos, especialmente do meio socioeconômico, como, por exemplo, a ocupação da região a jusante do reservatório que naturalmente corresponde a uma zona de inundação do rio Betim, sendo que este problema é agravado com a presença de moradias ocupando, de forma desordenada, a referida região.

Assim, a Importância do impacto foi definida como **ALTA** (**Quadro 4-10**), especialmente devido à interação entre a alta intensidade deste impacto (magnitude), com seu caráter irreversível, cumulativo e sinérgico.

Ainda no que concerne à importância, conforme mencionado anteriormente, foi demostrado no diagnóstico do meio físico, a atenuação de cheias resultantes de períodos de alta pluviosidade, sendo que nesses momentos o reservatório armazena parte do volume da cheia natural e a deflui em menor intensidade pelo extravasor da Barragem do Sistema Vargem das Flores, beneficiando a população a jusante. Entretanto, apesar desse controle de cheia, a intensificação da ocupação desordenada observada na região a jusante do reservatório, dentro da planície de inundação do rio Betim, tem acarretado impactos socioambientais relacionados a alagamentos nas referidas áreas nos períodos com altos índices pluviométricos., o que inibe esse fator positivo de controle de cheias ocasionado pelo empreendimento.

Quadro 4-10 – Importância do Impacto Níveis do reservatório e Vazões à jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA

Operação	Positiva	Direta	Alta	Certa	Irreversível	Sim	Sim	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas mitigadoras devem abranger, no âmbito do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico:

- a manutenção da regra operativa já existente para contenção de cheias;
- a articulação com a defesa civil;
- e o acompanhamento das descargas sólidas que aportam ao reservatório, assim como medição dos níveis vazões.

4.3.1.4. RETENÇÃO DE SEDIMENTOS NO INTERIOR DO RESERVATÓRIO

DESCRIÇÃO

Entende-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos de rochas, pela ação combinada da gravidade com água, vento e organismos. Os processos erosivos são condicionados principalmente por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e uso agricultura, até em obras urbanas e viárias, que de alguma forma, propiciam caminhos preferenciais para o escoamento das águas pluviais.

A quebra do equilíbrio natural entre o solo e o ambiente (remoção da vegetação e da camada superficial do solo), expõe o solo a formas menos perceptíveis de erosão, que promovem a remoção da camada superficial deixando o subsolo (geralmente de menor resistência) sujeito à intensa remoção de partículas, o que pode culminar com surgimento dos processos erosivos. Ainda, a supressão de vegetação e a remoção do capeamento de solo fértil ocasiona o consequente aumento do risco efetivo de desenvolvimento de processos erosivos lineares (ravinas) e processos erosivos laminares. Esse problema foi mais observado em uma área denominada “Cratera da Lua”, localizada próxima à Barragem do Sistema Vargem das Flores.

Conforme descrito no diagnóstico de meio físico, esta área apresenta solo exposto, onde ocorre um grande carreamento de sedimentos para o reservatório no período chuvoso, devido à drenagem superficial incipiente e desordenada que acarreta o desenvolvimento de processos erosivos no local caracterizando-se como um passivo ambiental, já que essa região foi usada como uma área de empréstimo de material de solo na fase construtiva do empreendimento.

É fato que a remoção da cobertura vegetal e da camada superficial do solo resulta no imediato aumento do potencial erosivo, disponibilizando maior volume de sedimentos que acabam incrementando o processo de assoreamento da rede de drenagem. Ressalta-se que, em virtude do regime de chuvas da região, este problema pode ser maximizado. Os efeitos desse impacto tendem a se acumular quanto mais há alteração do entorno imediato do reservatório e com eventos climáticos extremos, principalmente de grandes alturas de precipitação. Cabe ressaltar, ainda, que o carreamento de sedimentos da Cratera da Lua para o reservatório ocasiona a diminuição de sua vida útil, ocasionando o seu assoreamento, assim como a própria contribuição de sedimentos trazidos pelos corpos hídricos que aportam a ele.

Além disso, a dinâmica fluvial dos corpos hídricos se caracteriza pela produção, transporte e deposição de sedimentos ao longo do curso de um rio (processos erosivos fluviais), sendo que a presença de um barramento associado a formação de um reservatório é um aspecto que pode condicionar a retenção de sedimentos no seu interior. Dessa forma, a avaliação e caracterização dessa dinâmica hídrica dos tributários que deságuam no reservatório é fundamental para o entendimento das condições hidrossedimentológicas que estão presentes na área de estudo e que podem condicionar a vida útil do reservatório, a partir da retenção de sedimentos.

Vale destacar ainda, que não são observados ao longo das encostas marginais o desenvolvimento de outros processos erosivos, fato este associado a estabilização natural das referidas encostas e das características do próprio material de solo existente após anos de operação do empreendimento. Adicionalmente, na região a jusante, também não são observados processos erosivos se desenvolvendo após a restituição das águas no rio Betim, devido a própria característica geomorfológica dessa região e do efeito de regularização e amortecimento de vazões impostos pelo reservatório, os quais diminuem a energia do escoamento e, consequentemente, a sua capacidade de erosiva.

O controle de erosão é necessário para impedir que os solos e outros elementos ambientais sejam removidos pelo vento ou por intermédio da chuva e desta forma promova alterações importantes nos ecossistemas locais e descaracterizem a paisagem.

Alguns métodos de controle de erosão visam simplesmente desviar as forças que causam a erosão das superfícies de interesse. Algumas vezes, o processo erosivo pode ser controlado apenas com a instalação de um sistema simples de drenagem para retirar o excesso de água que se acumula durante o período de chuvas intensas.

No entanto, em determinadas situações os métodos mais complexos de controle de erosão são necessários, especialmente em terrenos íngremes, com solos arenosos e com pouca estabilidade natural, o que não é o caso da Barragem do Sistema Vargem das Flores.

Com base no que foi exposto, vale destacar que a análise deste impacto requer duas análises específicas. A primeira relacionada exclusivamente à área degradada conhecida como “Cratera da Lua” cuja recuperação ambiental proporcionará a cessão dos processos erosivos presentes atualmente e, consequentemente, o término do carreamento de sólidos para o interior do reservatório. Já a segunda análise se refere à chegada contínua de sedimentos oriundos dos corpos hídricos que alcançam o reservatório formado. Dessa forma, o impacto “retenção de sedimentos” requer uma avaliação integrada dessas duas análises, sendo que a primeira pode ser plenamente mitigada e solucionada, enquanto a segunda é contínua, irreversível e natural, que requer medidas de controle e acompanhamento.

Dessa forma, trata-se de um impacto **negativo** e de caráter **direto** pelo fato dos seus efeitos decorrerem diretamente de um passivo da fase de implantação que repercute diretamente na operação do reservatório, além do próprio carreamento de sedimentos oriundos dos corpos hídricos que desaguam no reservatório e que ficam retidos nele devido ao barramento existente.

MAGNITUDE DO IMPACTO

Quanto à Magnitude, o impacto tem abrangência **regional** associado principalmente a "Cratera da Lua" e a chegada dos corpos hídricos ao reservatório. Possui forma **contínua**, pois tende a ocorrer todo ano, principalmente no período chuvoso, desde que não sejam tomadas as medidas mitigadoras necessárias, sendo que este fato também caracteriza este impacto como **irreversível** e **permanente**, levando-se em conta que há também a contribuição de sedimentos provenientes dos corpos hídricos que chegam ao reservatório, principalmente no período chuvoso.

Assim, de posse da ponderação da avaliação dos parâmetros de Abrangência (5), Prazo (3), Forma (5) e Duração (3), a Magnitude deste impacto, de acordo com o **Quadro 4-11** foi classificada como **ALTA**.

Quadro 4-11 – Magnitude do Impacto Retenção de Sedimentos no interior do reservatório

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Regional (5)	Imediato (3)	Contínua (5)	Permanente (3)	Alta (16)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Como mencionado, este impacto é caracterizado como **irreversível**, de ocorrência **certa**, uma vez que já ocorre e foi considerado **sinérgico**, porque seus efeitos evidenciam a necessidade de análises integradas de aspectos físicos específicos relativos ao passivo ambiental existente ("Cratera da Lua") e às características hidrossedimentológicas dos corpos hídricos da região. Pode ser considerado também **cumulativo**, já que a retenção de sedimentos no reservatório aumenta à medida que ocorre carreamento de sólidos para o seu interior, principalmente os oriundos na Cratera da Lua e da própria contribuição natural dos corpos d'água que desaguam no reservatório (dinâmica hídrica presente).

Desta forma, a Importância do impacto foi definida como **ALTA**, em função de afetar diretamente a vida útil do reservatório, de ocorrência certa e irreversível, além de envolver a presença de uma área degradada não recuperada que ainda se encontra em processo de evolução desde a época de implantação do empreendimento.

Quadro 4-12 – Importância do Impacto Retenção de Sedimentos no interior do reservatório

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Implantação/Operação	Negativa	Direta	Alta	Certa	Irreversível	Sim	Sim	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas mitigadoras devem envolver a recuperação da área degradada da "Cratera da Lua", no âmbito do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Além disso, por meio do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, deve-se realizar o acompanhamento das descargas sólidas que aportam ao reservatório; a medição dos níveis vazões; ações de dragagem em pontos específicos do reservatório, em caso de assoreamento; e execução de topobatimetria no reservatório com periodicidade específica (4 em 4 anos).

4.3.2. Meio Biótico

4.3.2.1. REDUÇÃO DE HABITAT PARA ESPÉCIES DA FAUNA E FLORA

DESCRIÇÃO

A redução de habitat para espécies da fauna e flora está diretamente relacionada à fragmentação dos remanescentes florestais nas áreas do entorno da Barragem do Sistema Vargem das Flores, causada por ocupações devido ao movimento de expansão urbana e à instalação do barramento em si, o que suscitou a redução da conectividade entre porções de vegetação presentes na área de estudo. Tal mudança da paisagem pode alterar a disponibilidade de recursos fundamentais para alimentação, assim como de abrigos e refúgios necessários para a sobrevivência e a reprodução de algumas espécies. Em decorrência da alteração e/ou redução do habitat, o afugentamento de espécies da fauna para áreas adjacentes pode causar modificações nas populações e desequilíbrio ecológico relacionado à competição inter e intraespecífica. Em relação à flora, a fragmentação cria bordas, cuja exposição à luminosidade e às intempéries podem ampliar os danos à floresta, promovendo a regressão sucessional e alterando a distribuição de espécies florísticas no fragmento (TABARELLI et al., 2010).

Com a presença de novas bordas, a fauna adaptada a ambientes sombreados deverá buscar áreas mais internas da mata, quando isto for possível, e disputar território e alimento com outros espécimes ali estabelecidos. Uma área menor de habitat de boa qualidade abriga menores populações e, eventuais excedentes populacionais migram para outras áreas, onde passam a competir com as populações residentes ou então, podem deslocar-se para áreas de qualidade inferior.

Como consequência da expansão urbana e do barramento, que propiciou a alteração do uso do solo e da cobertura vegetal a partir da fragmentação dos remanescentes florestais, observa-se a redução de habitat para espécies da fauna e da flora caracterizada como um impacto **negativo** e **indireto**, quando avaliado em relação à operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores.

MAGNITUDE DO IMPACTO

A redução do habitat será mais pronunciada na Área de Preservação Permanente do reservatório, portanto, de abrangência **local**. A manifestação do impacto é de **curto** prazo, com a redução do espaço sendo resultado imediato da remoção da vegetação, de forma **descontínua** uma vez que a remoção dos fragmentos não acontece em todos os pontos concomitantemente, e com duração **permanente**, pois a cobertura vegetal não deverá se recompor na maior parte das áreas de onde foi suprimida, salvo os pontos com interferência não consolidada, e que podem ser alvo de execução de ações de recuperação da área.

Diante do exposto, de acordo com a proposição metodológica, a magnitude do impacto “Redução de hábitats para espécies da fauna e flora” classifica-se como **MÉDIA** (**Quadro 4-13**).

Quadro 4-13 – Magnitude do Impacto Redução de Habitat para Espécies de Fauna e Flora

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Local (1)	Curto (3)	Descontínua (3)	Permanente (3)	Média (10)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Sua ocorrência é certa e reversível, com sua reversibilidade condicionada a ações antrópicas (reflorestamento e/ou isolamento da área propiciando a regeneração natural). Considerando a remoção da vegetação na área do barramento e em seu entorno como a atividade provocadora do impacto estudado, a cumulatividade deste justifica-se pela soma de ações que ocorrem em diferentes épocas e com diferentes intensidades, sendo elas a presença do barramento em si e a expansão urbana em seu entorno. Considera-se o impacto não sinérgico pois não interage com outro impacto e/ou ações, causando novos impactos.

Diante dos parâmetros, pode-se inferir um grau de importância **ALTA** para o impacto analisado, conforme apresentado no **Quadro 4-14** abaixo.

Quadro 4-14 – Importância do Impacto Redução de Habitat para Espécies de Fauna e Flora

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Implantação e Operação	Negativa	Indireta	Média	Certa	Reversível	Sim	Não	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

Pequenos fragmentos de vegetação nativa existentes em parques e nas malhas urbanas de grandes cidades podem, em muitos casos, abrigar considerável riqueza de espécies. Por outro lado, encontram-se isolados na paisagem, sem nenhuma garantia de que as espécies nativas e as funções e interações ecológicas do ecossistema permaneçam em condições necessárias para se manterem. Formar corredores de vegetação nativa por meio da arborização urbana, visando dar conectividade a estes fragmentos, pode ser uma estratégia conservacionista extremamente interessante no ambiente urbano.

Para a mitigação de uma possível redução de hábitats para a fauna e flora, são propostas as seguintes medidas:

- Priorizar o uso das vias de acesso já existentes, evitando ao máximo a abertura de novos acessos em áreas com vegetação nativa;
- Reflorestamento das áreas de solo exposto de uso não consolidado, priorizando a conectividade.

4.3.2.2. ALTERAÇÃO NA DIVERSIDADE DA BIOTA AQUÁTICA

DESCRIÇÃO

Alterações permanentes no regime hidrológico de determinado corpo d'água, transformando ambientes lóticos em lênticos, afetam os processos ecossistêmicos de ciclagem de nutrientes, regulação da dinâmica alimentar e controle populacional de macrófitas e algas, por conta das modificações ocasionadas na qualidade da água, na estrutura e heterogeneidade dos habitats e na disponibilidade de recursos alimentares para a biota aquática (AGOSTINHO et al., 2010). Com isso, o novo ambiente formado (i.e., reservatório) se torna restrito a espécies intolerantes, principalmente pela estratificação vertical e redução da disponibilidade de oxigênio, principalmente no fundo, e baixo pH (THORNTON, 1990).

Neste sentido, os reservatórios favorecem a homogeneização biótica pela alteração da ocorrência de muitos grupos taxonômicos, beneficiando espécies generalistas e ameaçando as endêmicas (AGOSTINHO et al., 1999) reduzindo, consequentemente, a diversidade da biota aquática na região. Tais efeitos a médio e longo prazo são amplamente conhecidos em literatura (PENCZAK et al., 2009; PETESSE; PETRERE, 2012; PETESSE; PETRERE; AGOSTINHO, 2014), podendo variar de acordo com o tempo de formação ou área superficial do reservatório (SANTOS et al., 2017).

Soma-se aos efeitos naturais da formação dos reservatórios, a introdução de espécies exóticas invasoras. Tais espécies são introduzidas por diversos fatores e motivações, mas principalmente pela pesca, aquarismo e carreamento passivo por embarcações (POMPEU & ALVES, 2003; LATINI, 2004; AGOSTINHO et al., 2007). Nesse sentido, e tendo em vista o longo tempo de formação do reservatório Vargem das Flores, os impactos atuais são mais relacionados à introdução de espécies exóticas invasoras da biota aquática. Na seção de diagnóstico, por exemplo, é possível observar a presença de quatro espécies exóticas à bacia do alto rio São Francisco (as tilápias *Coptodon rendalli* e *Oreochromis niloticus*; o tucunaré *Cichla kelberi*; e a carpa *Cyprinus carpio*). Tais espécies são comumente introduzidas em reservatórios para atividades de pesca esportiva e para consumo.

Em relação às comunidades de invertebrados aquáticos, isto é, fitoplâncton, zooplâncton e invertebrados bentônicos, é potencialmente alterada com a formação dos ambientes antes lóticos para lêntico, como no reservatório do Sistema Vargem das Flores, criando novas condições ou fatores que influenciam a composição e distribuição das espécies, em virtude de alterações sobretudo da estrutura do hábitat, tais como morfologia do leito, composição do substrato, vegetação ripária, fontes de matéria orgânica.

Apesar disto, não foram verificadas ocorrências de espécies invasoras, sendo compostas por espécies comuns e de ampla ocorrência nas águas continentais brasileiras, não havendo registro de espécies exóticas, endêmicas ou ameaçadas de extinção.

Em relação à comunidade de macrófitas aquáticas, de forma similar às outras comunidades aquáticas, a formação do reservatório estabelece condições, bem como novas áreas colonizáveis por estes organismos, alterando a estrutura populacional desta vegetação, face a sua interdependência com as áreas úmidas, ou periodicamente inundáveis, bem como disposição de sedimentos, alteração de áreas de remansos, temperatura e transparência da coluna d'água. Ao longo do reservatório foram identificadas áreas específicas e propicias ao desenvolvimento e estabelecimento de espécies de macrófitas aquáticas, localizadas principalmente à foz dos tributários do reservatório, constituindo a colonização monoespecífica de espécies dominantes e potencialmente invasoras.

MAGNITUDE DO IMPACTO

A abrangência do impacto é entendida aqui como **regional**, uma vez que as alterações ocasionadas na diversidade da biota aquática afetam não só a área do reservatório em si, mas também ocasiona depleção de populações em sub-bacias adjacentes pelo alto potencial de dispersão das espécies introduzidas, principalmente no período hidrológico de cheia. A manifestação é de **médio e longo** prazo em função do tempo de ocupação de nichos, modificação de habitats, estabilização das populações e consequente alteração da biota aquática. Além disso, a manifestação é **contínua**, podendo ocorrer a qualquer momento em que alguma espécie exótica invasora for introduzida no reservatório, e com duração **permanente**, justamente por conta das características comportamentais e adaptativas de tais espécies. Dessa forma, de acordo com a proposição metodológica e os parâmetros analisados, o impacto "Alteração na diversidade da biota aquática" apresenta Magnitude **ALTA** (**Quadro 4-15**).

Quadro 4-15 – Magnitude do Impacto Alteração na Diversidade da Biota Aquática

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Regional (5)	Médio e longo (1)	Contínua (5)	Permanente (3)	Alta (14)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Este impacto é classificado como **negativo** e de incidência **indireta**, uma vez que resulta de ações antrópicas ativas e passivas, atividades não relacionadas à operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores em si. Sua ocorrência é **provável**, pois já foram observadas alterações na diversidade da biota aquática em relação a ambientes menos antropizados e a maioria das espécies comumente introduzidas em reservatórios já foi observada pelo diagnóstico, porém outras espécies ainda podem ser introduzidas no local. Este impacto é **irreversível** devido às características das espécies invasoras, as quais dominam o ambiente colonizado, eliminando espécies intolerantes e nativas, e são de difícil, ou mesmo impossível, manejo. Assim, a diversidade da biota aquática tende a permanecer com baixos níveis, sendo dominada por poucas espécies generalistas. Considera-se que a alteração na diversidade da biota aquática desencadeia uma série de reações de desequilíbrio populacionais em maior ou menor escala nas áreas subjacentes, além da possibilidade de novas introduções de espécies e maior desequilíbrio na biota aquática. Os efeitos **sinérgicos** são relacionados a presença de mais pessoas com embarcações e praticando atividades de pesca no reservatório. O reservatório pode servir de descarte de espécies de aquário ou mesmo ser alvo de novas introduções de peixes para a pesca esportiva e de consumo.

Por se tratar de uma intervenção irreversível, com implicações na integridade do ecossistema que, apesar da pressão antrópica do entorno sofrida ao longo dos últimos anos, ainda pode resultar na piora da diversidade da biota aquática em função da modificação da estrutura trófica e funcional do reservatório, com a introdução de novas espécies exóticas invasoras, considera-se este impacto como de importância **ALTA** (**Quadro 4-16**).

Quadro 4-16 – Importância do Impacto Alteração na Diversidade da Biota Aquática

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Operação	Negativa	Indireta	Alta	Provável	Irreversível	Sim	Sim	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

Para a mitigação de uma possível alteração mais drástica na diversidade da biota aquática, são propostas as seguintes medidas:

- Educação ambiental com a população local, evidenciando a importância ecológica das espécies nativas para o ecossistema, além da não introdução de novas espécies exóticas invasoras no reservatório;
- Campanhas de comunicação no entorno do reservatório alertando para a proibição de solturas de espécies exóticas invasoras no reservatório;
- Proibição da pesca de espécies nativas;
- Tratamento de efluentes domésticos dos tributários e controle da carga de nutrientes na água;
- Medidas de controle de processos erosivos dos tributários que contribuem com a deposição de sedimentos na foz e processos erosivos de margens suscetíveis à deposição se solos.

4.3.3. Meio Socioeconômico

4.3.3.1. AUMENTO DO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS BETIM E CONTAGEM

DESCRIÇÃO

A Barragem do Sistema Vargem das Flores, juntamente com os sistemas Rio Manso e Serra Azul formam o Sistema Integrado do Paraopeba, que por sua vez é responsável pelo abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH. Desde a aquisição do sistema pela COPASA, sua finalidade é exclusivamente o abastecimento de água. Parte dos municípios de Betim, Contagem e Belo Horizonte são abastecidos pela água da Barragem do Sistema Vargem das Flores, que também contribui com o Sistema Integrado do Paraopeba.

Desta forma, desde o início de sua operação em 1972 e a aquisição pela COPASA em 1986, os três municípios citados são beneficiados com o abastecimento de água proveniente deste sistema. Portanto, trata-se de um impacto **positivo** e de incidência **direta** da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores.

MAGNITUDE DO IMPACTO

Considerando que a água reservada pelo barramento é disponibilizada para atendimento de municípios que extrapola os limites da Área de Influência Indireta – AII, trata-se de um impacto com abrangência **regional**. É considerado como um impacto **imediato**, uma vez que passou a manifestar-se imediatamente após o início de sua operação, **contínuo** e **permanente**, já que há a pretensão de continuidade da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores a longo prazo. Dessa forma, de acordo com a proposição metodológica e os parâmetros analisados, o impacto "Aumento no abastecimento público de água nos municípios Betim e Contagem" apresenta Magnitude **ALTA** (**Quadro 4-17**).

Quadro 4-17 – Magnitude do impacto aumento no abastecimento público de água nos Municípios Betim e Contagem

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Regional (5)	Imediato (3)	Contínua (5)	Permanente (3)	Alta (16)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

Trata-se de um impacto de ocorrência **certa** e **irreversível**, visto que a situação de abastecimento é consolidada e continuada. O impacto **não apresenta sinergia,** uma vez que não apresenta a capacidade de induzir um novo impacto, trata-se de um impacto **não cumulativo**, uma vez que não causa mudanças no ambiente em decorrência da combinação de efeitos de uma ou de diversas ações, associadas a atividade de operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores.

Dada a importância do abastecimento de água proveniente da Barragem do Sistema Vargem das Flores, o impacto é entendido como de **ALTA** importância (**Quadro 4-18**).

Quadro 4-18 – Importância do Impacto aumento no abastecimento público de água nos Municípios Betim e Contagem

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Operação	Positiva	Direta	Alta	Certa	Irreversível	Não	Não	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

Por se tratar de um impacto positivo, para a sua potencialização, a execução das medidas relacionadas aos impactos do meio físico e biótico irão refletir na manutenção da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores para o abastecimento dos municípios de Betim e Contagem.

4.3.3.2. FAVORECIMENTO/ ATRAÇÃO DE USOS E OCUPAÇÕES IRREGULARES NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO

DESCRIÇÃO

A implantação do reservatório em áreas dos municípios de Betim e Contagem se deu na década de 1970, quando as ocupações de ambos os municípios ainda se concentravam nos núcleos formados pelas sedes. Com o passar do tempo, novas ocupações foram surgindo espontaneamente no entorno do reservatório. Por se tratar de áreas ainda rurais, onde não se pretendia promover o adensamento, os lugares ocupados eram desprovidos de infraestrutura urbana de saneamento (água, esgoto e coleta de resíduos sólidos), sistema viário com pavimentação, iluminação pública e sistema de drenagem pluvial. Consequentemente, essas áreas também eram desprovidas de equipamentos comunitários públicos, incluindo espaços públicos de lazer. A deficiência de infraestrutura e equipamentos comunitários permanece até a atualidade.

Como agravante, as ocupações se deram muito próximas ao reservatório, em áreas que deveriam ter restrições de uso e ocupação, com vistas a proteção das margens e das águas.

Entende-se que a existência do reservatório por si só, considerando o aspecto de valorização da água como recurso natural, atuou e continua atuando como atrativo para as ocupações no entorno. A proximidade com um recurso natural de valor, favorece a atratividade e a apropriação das comunidades, principalmente, para fins de lazer.

O resultado consolidado ao longo do tempo, são ocupações em áreas sem infraestrutura e serviços urbanos adequados, que se estabeleceram espontaneamente em locais onde o uso deveria ter sido restrito, se configurando desta forma como ocupações irregulares.

Nesta perspectiva, a comunidade que se estabeleceu no entorno e as comunidades de outros locais mais distantes dos municípios, fazem uso do reservatório para fins de lazer, pesca, esporte e recreação. Entretanto, este uso é conflitante com a finalidade para a qual a barragem foi criada, sendo o abastecimento humano. O conflito se dá pelo risco à segurança das comunidades, à saúde humana e à qualidade ambiental.

A utilização das águas do reservatório para fins de nado, pesca, esporte e/ou recreação confere risco de afogamento, visto a profundidade, a existência de estruturas materiais dentro do reservatório e a proximidade com as estruturas operacionais do sistema. A ocorrência de acidentes provocados por afogamento é conhecida no local, inclusive, com registo de óbitos.

Mesmo os resultados do monitoramento de qualidade da água sendo satisfatórios em termos de qualidade, o diagnóstico socioeconômico apontou fontes difusas de poluição, como presença de resíduos sólidos nas margens do reservatório, bem como áreas desprovidas de sistema de coleta de esgotamento sanitário ocupadas atualmente por residências. Neste contexto, o contato com a água do reservatório durante as práticas de lazer pode oferecer risco à saúde humana, associado a doenças de pele, infecciosas e transmissíveis por vetores que são passíveis de serem adquiridas no contato com a água contaminada. A saber, as doenças infecciosas e parasitárias foram as principais responsáveis pelos óbitos registrados nos últimos anos nos municípios Betim e Contagem, conforme analisado no diagnóstico socioeconômico.

E ainda, o uso de embarcações no reservatório, como lanchas, jet-ski e outras comumente avistadas no lugar, implica em contaminação da água por óleos e graxas. Por mais que a Barragem do Sistema Vargem das Flores conte com uma Estação de Tratamento de Água – ETA, a presença de óleos e graxas na água bruta interfere no seu processo de tratamento, demandando a adoção de técnicas adicionais e diferentes daquelas utilizadas nos sistemas de tratamento convencional.

Em suma, os usos e ocupações que se estabeleceram no entorno e que se encontram consolidados são conflitantes com a finalidade da Barragem do Sistema Vargem das Flores, com as premissas de preservação ambiental e bem como, com as diretrizes normativas e legais de parcelamento, uso e ocupação do solo estabelecidas pelos municípios. Neste contexto, entende-se que a existência do reservatório por si só atua como atrativo para os usos e ocupações descritos. Trata-se de impacto **negativo** e de incidência **indireta**, já que a operação da barragem não é o fator causador do impacto. Este ocorre em decorrência da atratividade exercida pela existência do reservatório.

MAGNITUDE DO IMPACTO

Trata-se de um impacto de abrangência no entorno do reservatório, que se consolidou de forma imediata, que se manifesta de forma **contínua** e **permanente**.

Dada esta avaliação, o impacto é classificado como de **ALTA** magnitude (**Quadro 4-19**).

Quadro 4-19 – Magnitude do Impacto favorecimento/ atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório.

ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE			MAGNITUDE
	PRAZO	FORMA	DURAÇÃO	
Entorno (3)	Imediato (3)	Contínuo (5)	Permanente (3)	Alta (14)

IMPORTÂNCIA DO IMPACTO

O impacto decorrente da operação da Barragem do Sistema Vargem das Flores, possui ocorrência certa, uma vez que já se manifesta, sendo **irreversível**, por se tratar de usos e ocupações consolidadas ao longo do tempo. Considera-se o impacto **cumulativo** e **sinérgico** pois interage com os impactos e/ou ações, dos meios físicos e biótico. Dessa forma, de acordo com a proposição metodológica e os parâmetros analisados, o impacto “Favorecimento/ atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório” apresenta Magnitude **ALTA** (**Quadro 4-20**).

Quadro 4-20 – Importância do Impacto favorecimento/ atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório

FASE	NATUREZA	INCIDÊNCIA	MAGNITUDE	OCORRÊNCIA	REVERSIBILIDADE	CUMULATIVIDADE	SINERGIA	IMPORTÂNCIA
Operação	Negativa	Indireta	Alta	Certa	Irreversível	Sim	Sim	Alta

MEDIDAS MITIGADORAS

Para a mitigação do impacto de favorecimento / atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório, propõe-se as seguintes medidas:

- Estabelecimento de restrições de uso e ocupação nas áreas não ocupadas do entorno, sendo os "vazios urbanos" onde ainda há a predominância de vegetação ou áreas com solo exposto;

- Desenvolvimento de ações de educação ambiental com o objetivo de sensibilização da população e de proteção do ambiente.

4.4. Programas de Controle e Monitoramento

Identificados os impactos ambientais potenciais decorrentes da operação do Sistema Vargem das Flores, foram propostas as medidas de controle e monitoramento a serem aplicados para cada um deles. Tais medidas são implementadas através dos Programas Ambientais propostos, que são detalhados no PCA – Plano de Controle Ambiental do Sistema Vargem das Flores.

O Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnológico tem como propósito o estabelecimento e atendimento de procedimentos referentes ao monitoramento de água no reservatório do Sistema Vargem das Flores, bem como o acompanhamento das comunidades de macrófitas aquáticas e peixes.

O Programa de Monitoramento Hidrológico tem por finalidade executar e acompanhar os monitoramentos hidrológico, fluviométrico, sedimentológico e topobatimétrico de forma integrada, o pleno acompanhamento da variação do nível do reservatório, suas defluências e a variação do seu volume de armazenamento.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) foi elaborado considerando a necessidade de recuperação das áreas degradadas localizadas no entorno do Sistema Vargem das Flores, levando em conta principalmente a área da Cratera da Lua, passivo ambiental gerado na fase de implantação do empreendimento, utilizado nesta fase como área de empréstimo. Sendo assim, o referido programa abrange medidas de mitigação dos impactos levantados, principalmente no que concerne à "retenção de sedimentos no interior do reservatório", ocasionado pelo aporte direto de sedimentos carreados pela ação das águas pluviais no material de solo exposto da região, devido ao desenvolvimento de processos erosivos que ocorrem, principalmente, na Cratera da Lua.

O Programa de Monitoramento dos Fragmentos Florestais nas Áreas de Preservação Permanente (APP) visa a implementação de ações destinadas não só à obtenção de maior conhecimento sobre a composição florística da ADA e AID, como também a auxiliar na elaboração de ações de recuperação em áreas degradadas/alteradas, e em atividades de educação ambiental.

O Programa de Apoio às Ações de Manejo da Unidade de Conservação foi elaborado com o objetivo de apoiar a implantação do Plano de Manejo da APA Vargem das Flores, através do estabelecimento e fortalecimento de parcerias para a implantação dos planos e programas previstos, destacando-se a proteção do recurso hídrico para abastecimento público.

O Programa de Comunicação Social (PCS) busca disponibilizar ao público-alvo as informações sobre as principais características do empreendimento, seus benefícios, impactos e medidas de segurança, de forma ágil, transparente e em constante atualização, através dos canais de comunicação existentes e outras ferramentas informativas, procurando, assim, reduzir as especulações e ruídos comunicacionais.

O objetivo do Programa de Educação Ambiental (PEA) é realizar um conjunto de ações e processos de ensino-aprendizagem com temas relacionados à Saúde, Segurança e Meio Ambiente, cujo público alvo contempla os trabalhadores envolvidos na operação do Sistema Vargem das Flores e a população de entorno. Esse programa proporciona condições para que os públicos preferenciais possam evitar, controlar ou mitigar os impactos socioambientais, bem como fortalecer as potencialidades locais e ampliar a percepção sobre o empreendimento e os aspectos sociais, econômicos e ambientais da região.

O **Quadro 4-21** a seguir apresenta o resumo dos impactos ambientais potenciais identificados e avaliados decorrentes da operação do Sistema Vargem das Flores, sendo propostas as medidas de controle e monitoramento e seus respectivos programas.

Quadro 4-21 – Aspectos, Impactos Ambientais, Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais identificados na operação do Sistema Vargem das Flores

ASPECTO	IMPACTO	NATUREZA	IMPORTÂNCIA	MEDIDAS MITIGADORAS	PROGRAMAS AMBIENTAIS
MEIO FÍSICO					
Capacidade de autodepuração do reservatório	Depuração dos Tributários	Positiva	Alta	Não aplicável devido ao aspecto positivo deste impacto	Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água
Exposição das águas do reservatório a elevada quantidade de nutrientes, provenientes da agricultura, pecuária, esgoto doméstico, entre outros	Floração de Cianobactérias / Eutrofização	Negativa	Média	Manutenção da qualidade de água e tratamento de efluentes domésticos lançados nos tributários	Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água
Regularização do uso e cumprimento das medidas estruturais de controle de cheias do reservatório	Níveis do reservatório e vazões a jusante sujeitos à regra operativa do empreendimento	Positivo	Alta	- Manutenção da regra operativa já existente para contenção de cheias; - Articulação com a defesa civil; - Acompanhamento das descargas sólidas que aportam ao reservatório, assim como medição dos níveis vazões.	Programa de Monitoramento Hidrológico
Presença de solo exposto, drenagem superficial incipiente e desordenada, o que acarreta o assoreamento no reservatório	Retenção de Sedimentos no Interior do Reservatório	Negativa	Alta	- Recuperação da área degradada da "Cratera da Lua"; - Acompanhamento das descargas sólidas que aportam ao reservatório; - Medição dos níveis de vazão; - Ações de dragagem em pontos específicos; - Execução de topobatimetria	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)
MEIO BIÓTICO					
Fragmentação dos remanescentes florestais nas áreas da Barragem do Sistema Vargem das Flores, do reservatório e seu entorno	Redução de hábitat para espécies da fauna e flora	Negativa	Alta	- Priorizar o uso das vias de acesso já existentes, evitando ao máximo a abertura de novos acessos em áreas com vegetação nativa; - Reflorestamento das áreas de solo exposto de uso não consolidado, priorizando a conectividade.	Programa de Monitoramento dos Fragmentos Florestais nas Áreas de Preservação Permanente
Introdução de espécies exóticas invasoras	Alteração na diversidade da biota aquática	Negativa	Alta	- Educação ambiental com a população local, evidenciando a importância ecológica das espécies nativas para o ecossistema, além da não introdução de novas espécies exóticas invasoras no reservatório; - Campanhas de comunicação no entorno do reservatório alertando para a proibição de solturas de espécies exóticas invasoras no reservatório;	Programa de Educação Ambiental Programa de Comunicação Social

ASPECTO	IMPACTO	NATUREZA	IMPORTÂNCIA	MEDIDAS MITIGADORAS	PROGRAMAS AMBIENTAIS
				- Proibição da pesca de espécies nativas; - Tratamento de efluentes domésticos dos tributários e controle da carga de nutrientes na água; - Medidas de controle de processos erosivos dos tributários que contribuem com a deposição de sedimentos na foz e processos erosivos de margens suscetíveis à deposição se solos.	
MEIO SOCIOECONÔMICO					
Disponibilidade de água	Aumento do abastecimento público de água nos municípios Betim e Contagem	Positiva	Alta	Não aplicável devido ao aspecto positivo deste impacto	Programa de Educação Ambiental Programa de Comunicação Social
Usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório	Favorecimento / atração de usos e ocupações irregulares no entorno do reservatório	Negativa	Alta	- Estabelecimento de restrições de uso e ocupação nas áreas não ocupadas do entorno, sendo os “vazios urbanos” onde ainda há a predominância de vegetação ou áreas com solo exposto; - Desenvolvimento de ações de educação ambiental com o objetivo de sensibilização da população e de proteção do ambiente.	Programa de Educação Ambiental

5. CONCLUSÕES

A avaliação ambiental do Sistema Vargem das Flores abrangeu análises nos meios físico, biótico e socioeconômico, acompanhando a sua operação pela COPASA. Esta realiza supervisão contínua, coordenando operações em situações de alerta e emergência, formalizando mudanças na operação e monitorando diariamente os níveis e vazões de água no reservatório para o seu fornecimento. Além disso, registra dados operacionais adicionais para melhorar o controle de cheias e documenta quaisquer restrições que afetem a operação.

Como o reservatório está em operação há aproximadamente 46 anos sem licenciamento, o atual processo é corretivo, conforme DN COPAM nº 217/2017. A COPASA iniciou o processo de Licença de Operação Corretiva (LOC) através do requerimento nº 02043/2019 e emissão do FOB nº 0060209/2019, posteriormente através do SLA sob a solicitação nº 2021.02.01.003.0002038. Diante disso, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) apresentou estratégias essenciais para a gestão de impactos, necessárias para obter a Licença de Operação Corretiva e garantir uma operação sustentável do reservatório, seguindo as normas ambientais vigentes.

Com base nas avaliações ambientais fornecidas sobre o Sistema de Vargem das Flores, é possível concluir que a gestão ambiental e socioeconômica desse reservatório exige uma abordagem integrada e contínua, abrangendo diversas áreas de intervenção e programas específicos. Os impactos ambientais e socioeconômicos identificados consideram a necessidade de controle de erosão, recuperação de áreas degradadas, monitoramento de qualidade da água, ordenamento territorial e gestão das ocupações irregulares no entorno do reservatório.

A área conhecida como Cratera da Lua, localizado à margem do reservatório, apresenta problemas significativos de erosão que comprometem a vida útil do reservatório e sua capacidade de atenuar cheias. Medidas de controle de erosão, recuperação de áreas degradadas e acompanhamento contínuo são essenciais para manter a capacidade de armazenamento do reservatório e prevenir a sedimentação (Programa de Recuperação de Áreas Degradadas; Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico).

O reservatório atua como um agente de depuração para os tributários contaminados, melhorando a qualidade da água ao reduzir contaminantes. No entanto, o aumento de nutrientes pode levar à proliferação de cianobactérias, sendo fundamental o controle destes componentes e o monitoramento contínuo para garantir a qualidade da água (Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Limnológico).

A presença de ocupações irregulares nas APPs compromete a qualidade ambiental e aumenta os riscos de saúde pública e segurança social. A regularização fundiária, fiscalização e implementação de infraestrutura adequada são necessárias para mitigar esses impactos, promovendo um uso mais sustentável e consciente do entorno do reservatório.

A fragmentação dos remanescentes florestais e a introdução de espécies exóticas invasoras são preocupações significativas. Programas de reflorestamento, criação de corredores ecológicos e campanhas de educação ambiental são necessários para proteger as espécies nativas e controlar as invasivas (Programa de Conservação dos Fragmentos Florestais nas Áreas de Preservação Permanente; Programa de Apoio às Ações de Manejo da Unidade de Conservação).

A educação ambiental é crucial para sensibilizar a comunidade sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e sobre os riscos inerentes ao reservatório. O estabelecimento de um canal de comunicação oficial, por meio do Programa de Comunicação Social, pode ajudar a disseminar informações, promover conhecimento e reduzir especulações e ruídos de comunicação entre a COPASA e a comunidade local.

A COPASA deve adotar estratégias para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, como eventos extremos de cheias e secas. A eficácia dessas estratégias definirá a sustentabilidade regional a longo prazo, garantindo a segurança hídrica e a saúde ecológica da região.

A implementação de uma gestão integrada de recursos hídricos, associada a medidas contínuas de monitoramento, recuperação ambiental e educação comunitária (Programa de Educação Ambiental), é essencial para garantir a sustentabilidade do Sistema Vargem das Flores. Essas ações, quando bem coordenadas, proporcionarão uma base sólida para o equilíbrio ambiental e o bem-estar das comunidades impactadas, assegurando a longevidade do sistema hídrico e a qualidade de vida na região. A colaboração entre entidades governamentais, comunidades locais e organizações de pesquisa será de suma importância para o sucesso dessas iniciativas.

Portanto, a execução dos Programas Ambientais compromissados neste Estudo de Impacto Ambiental (EIA) garantirá a efetiva inclusão do empreendimento em uma concepção equilibrada, compatibilizando o uso racional dos recursos, a proteção do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população, através das melhores práticas ambientais conduzidas no desenvolvimento de abastecimento e usos de água no Brasil.

Os oito programas do Plano de Controle Ambiental (PCA) do Sistema Vargem das Flores incluem monitoramento contínuo da qualidade da água e das comunidades aquáticas, proteção e recuperação das microbacias hidrográficas com envolvimento comunitário, controle da deposição de sedimentos para manter a capacidade de armazenamento do reservatório, e recuperação de áreas degradadas para reduzir erosão e sedimentação. Além disso, a conservação dos fragmentos florestais e o apoio ao manejo sustentável nas unidades de conservação protegem a biodiversidade. A comunicação e educação ambiental eficazes promovem o engajamento comunitário e incentivam práticas sustentáveis. A colaboração entre COPASA, entidades governamentais, organizações de pesquisa e a comunidade local é de suma importância para o sucesso dessas iniciativas, assegurando a longevidade do sistema hídrico e a qualidade de vida na região

O papel estratégico da operação do Sistema Vargem das Flores é garantir o abastecimento de água para parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), especialmente para Betim e Contagem. A supervisão contínua e a coordenação das operações asseguram a funcionalidade do reservatório, mantendo a estabilidade hídrica e prevenindo inundações. A operação também desempenha um papel importante na gestão de situações de alerta e emergência hidráulica, aprimorando o controle de cheias por meio do registro de dados adicionais e da análise de curto prazo.

Neste contexto é importante destacar que o reservatório desempenha um papel fundamental na atenuação de cheias, ajudando a regular o fluxo de água durante períodos de alta pluviosidade. Embora existam desafios, como a ocupação desordenada das planícies de inundação e o aporte de sedimentos, o sistema tem conseguido mitigar, em grande parte, os impactos das chuvas intensas. Portanto, o Sistema Vargem das Flores tem cumprido eficazmente seu papel na redução do risco de inundações, protegendo áreas urbanas e comunidades ao seu redor.

Assim, a obtenção da Licença de Operação Corretiva, baseada neste Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e conforme as normas do DN COPAM nº 217/2017, é fundamental para regularizar e viabilizar a operação sustentável do reservatório. A operação do Sistema Vargem das Flores é estratégica para a segurança hídrica da RMBH, integrando-se ao Sistema Produtor da Bacia do Paraopeba e complementando os sistemas Rio Manso e Serra Azul, essenciais para o abastecimento regional e a gestão de recursos hídricos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A. et al. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. Theoretical reservoir ecology and its applications, p. 227-265, 1999.

AGOSTINHO, A. A. et al. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. 2007.

BARAZETTI, D. R. A responsabilização por impactos ambientais cumulativos e sinérgicos. Boletim Científico Escola Superior do Ministério Público da União, n. 58, p. 68-91, 2022.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL; CERH-MG – CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521. Acesso em: 10 jul. 2023.

COPASA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. Programa de Segurança de Barragens. 2020.

COPASA. Termo de Referência para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, Plano de Controle Ambiental – PCA, Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial – PACUERA, Projeto Executivo do Programa de Educação Ambiental – PEA. Barragem Vargem das Flores. Janeiro, 2022.

FRANÇA, J. M B. et al. Qualidade da água em um sistema de reservatórios em cascata–um estudo de caso no semiárido brasileiro. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, n. 1, p. 113-123, 2022.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano, na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília, 2003.

LATINI, A. O.; PETRERE JR, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. Fisheries management and Ecology, v. 11, n. 2, p. 71-79, 2004.

PENCZAK, T. et al. Impacts of a reservoir on fish assemblages of small tributaries of the Corumbá River, Brazil. River Research and Applications, v. 25, n. 8, p. 1013-1024, 2009.

PETESSE, M. L.; PETRERE JR, M. Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tietê river basin, Brazil. Ecological Engineering, v. 48, p. 109-116, 2012.

PETESSE, M. L.; PETRERE JR, M.; AGOSTINHO, A. A.. Defining a fish bio-assessment tool to monitoring the biological condition of a cascade reservoirs system in tropical area. Ecological Engineering, v. 69, p. 139-150, 2014.

POMPEU, P.S.; ALVES, C. B. M. Local fish extinction in a small tropical lake in Brazil. Neotropical Ichthyology, v. 1, p. 133-135, 2003.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

DOS SANTOS, N. C. L. et al. Environmental filters predict the trait composition of fish communities in reservoir cascades. Hydrobiologia, v. 802, p. 245-253, 2017.

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2 ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.

TABARELLI, M. et at. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human modified landscapes. Biological Conservation, v. 143, p. 2328-2340, 2010.

THORNTON, K. W. Perspectives on reservoir limnology. IN: Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley & Sons, New York. 1990. p 1-13, 10 fig, 1 tab, 20 ref., 1990.