

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**ANÁLISE AMBIENTAL DA CACHOEIRA DO RIO ARAPOIM,
SÃO JOÃO DA PONTE, MG**

JOSÉ FRANCISCO VIEIRA FILHO



José Francisco Vieira Filho

ANÁLISE AMBIENTAL DA CACHOEIRA DO RIO ARAPOIM, SÃO JOÃO
DA PONTE, MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva

Montes Claros - MG
2021

José Francisco Vieira Filho. ANÁLISE AMBIENTAL DA CACHOEIRA DO RIO
ARAPOIM, SÃO JOÃO DA PONTE, MG.

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Stanley Schettino - ICA/UFMG

Lucas Tadeu Alves Carneiro – Especialização em Geoprocessamento Aplicado - IFNMG

Profa. Dra. Julia Ferreira da Silva - Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 08 de setembro de 2021

Dedico ao Senhor Jesus Cristo.

Obrigado Senhor!

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Orientadora Júlia Ferreira da Silva, pela compreensão, companheirismo e muita dedicação na construção deste trabalho de conclusão de curso.

À minha família, pela animação e confiança na minha pessoa. Mamãe, Papai e Irmãos!

Meus filhos Arthur Castellar e José Castellar, e minha linda esposa Giovana Assunção.

E não poderia esquecer meus colegas de curso, que tanto já insistiram na graduação comigo, Saulo Hernane e Ramon Lima.

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará”

Salmo 22, Bíblia Sagrada.

RESUMO

Os recursos hídricos são de grande relevância para a humanidade, para os animais e para o equilíbrio do meio ambiente, porém sofrem ataques constantemente, sejam naturais ou por intervenção do homem. Este trabalho teve como objetivo identificar e analisar os impactos ambientais, na cachoeira do rio Rio Arapoim, localizada no município de São João da Ponte, na região norte de Minas Gerais e propor medidas mitigadoras para a recuperação da área. Para a identificação, análise e valoração dos impactos ambientais foram utilizados os métodos de listagem de controle, matrizes de interação e o quantitativo. Degradação do rio, degradação da vegetação, uso e ocupação errado do solo, estradas sem planejamento, supressão das matas ciliares, indícios de compactação do solo, foram os principais impactos identificados. Medidas mitigadoras foram propostas para a recuperação da área em estudo, tais como o isolamento e reflorestamento das matas ciliares com mudas nativas, conscientização ambiental das comunidades e dos visitantes do local, limpeza do leito do rio e fiscalização da área.

Palavras-chave: Degradação. Impactos ambientais. Medidas mitigadoras.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 01 | Rio Juramento em Montes Claros, MG | 13 |
| Figura 02 | Cachoeira do Guiné, no Parque da Lapa Grande, Montes Claros, MG | 15 |
| Figura 03 | Formação de canhões | 16 |
| Figura 04 | Visitantes explorando a Cachoeira, em Prudentópolis, SP | 17 |
| Figura 05 | Descarte de lixo na Cachoeira dos Alves, Jacobina, BA | 18 |
| Figura 06 | Localização da Cachoeira do Rio Arapoim, em São João da Ponte, MG | 23 |
| Figura 07 | Descarte de entulhos e lixos domésticos | 25 |
| Figura 08 | Estrada de acesso até o Rio Arapoim | 25 |
| Figura 09 | Erosões em estado avançado próximo à Cachoeira do Rio Arapoim | 26 |
| Figura 10 | Olho d'água próximo a cachoeira. | 27 |
| Figura 11 | Assoreamento do leito do rio Arapoim em área da cachoeira. | 28 |
| Figura 12 | Ponto inicial da queda da Cachoeira do Rio Arapoim. | 29 |
| Figura 13 | Local da queda da Cachoeira. | 30 |
| Figura 14 | Leito do Rio Arapoim | 31 |
| Figura 15 | Práticas de agricultura em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim | 32 |
| Figura 16 | Criação de animais de grande porte em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim | 32 |
| Figura 17 | Queimadas em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim | 33 |
| Figura 18 | Lixos deixados por visitantes em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim | 34 |
| Quadro 01 | Listagem de controle descritiva | 35 |
| Quadro 02 | Caracterização dos impactos ambientais diagnosticados | 37 |
| Quadro 03 | Matriz de interação, com valoração dos IA e cálculo do Impacto ambiental total (IT) | 38 |
| Quadro 04 | Medidas mitigadoras propostas para restabelecer o equilíbrio na área da cachoeira do Arapoim | 40 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| APP | - Área de Preservação Permanente |
| AIA | - Avaliação de Impactos Ambientais |
| CONAMA | - Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| IT | - Impacto Ambiental Total |
| IA | - Impacto Ambiental |
| MP | - Megapixel |
| PRAD | - Programa de recuperação de áreas degradadas |
| SIG | - Sistema de informação geográfica |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| SUMÁRIO | 10 |
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 Recursos Hídricos | 12 |
| 2.2 Formação das Cachoeiras e Impactos Ambientais | 14 |
| 2.5 Exploração Agropecuária em áreas próximas a cachoeiras..... | 19 |
| 2.6 Análise dos Impactos Ambientais | 20 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 3.1 Caracterização da Área de Estudo | 22 |
| 3.2 Metodologia de Trabalho..... | 23 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 24 |
| 4.1 Identificação dos Impactos Ambientais | 24 |
| 4.2 Análises dos Impactos Ambientais | 34 |
| 4.3 Programa de Gestão Ambiental | 40 |
| 5 CONCLUSÃO | 41 |
| REFERÊNCIAS | 42 |

1 INTRODUÇÃO

Os cursos d'água e toda a unidade de sua abrangência são essenciais para a vida da fauna, flora e seres humanos. Cada atividade humana tem seus próprios requisitos para o consumo da água: o abastecimento humano exige água de alto padrão de qualidade, enquanto na geração de energia e navegação pode ser usada água de baixa qualidade (BORSOI; TORRES, 1997).

Para Kling (2005), as ações antrópicas, associadas ao descaso com o meio ambiente, comprometem a saúde dos ecossistemas e a qualidade de vida humana, devido às contaminações excessivas dos recursos naturais, afetando diretamente suas capacidades naturais de recuperação. Os recursos hídricos recebem grande parte dessa agressão, pois são expostos rapidamente aos impactos ambientais, causados pelos homens.

De acordo com Louzada (2013), a degradação ambiental pode ser por ação antrópica, a que mais preocupa e que ataca o meio ambiente, mas que também pode ocorrer por efeitos naturais. As degradações que causam desastres e destroem muitos recursos naturais ou dificultam a recuperação de tal área, são causadas pelo homem.

A erosão hídrica dos solos deposita sedimentos a jusante, tornando improdutivos os terrenos agrícolas e assoreando rios, deteriorando rios e afetando áreas, comprometendo os recursos naturais, degradando o solo, e provocando problemas na qualidade e disponibilidade da água (SILVA; GALVÍNICIO; ALMEIDA, 2010).

Os principais usos consuntivos dos recursos hídricos são: abastecimento humano, animal, indústria e irrigação. A degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, limita o consumo destes grupos, pois existe dificuldade da preservação da qualidade e quantidade dos mananciais, aumento da demanda pela concentração urbana e perdas pela rede de abastecimento (TUCCI; SILVEIRA, 2002).

As cachoeiras são muito visadas por ser local de belas paisagens, abundância de água fresca, e por proporcionar contato com a natureza para quem busca calmaria. São utilizadas para recreação por pessoas que moram mais próximas e por visitantes que se deslocam de longe para apreciarem a beleza natural.

A cachoeira do rio Arapoim é explorada pelo homem de diversas formas, por atividades que degradam os recursos naturais, prejudicam o equilíbrio e a harmonia do meio ambiente, comprometendo estes bens naturais. Os agricultores e usuários da área da cachoeira, necessitam de programas de educação ambiental, para usar corretamente suas áreas, sem degradar as áreas

mais próximas à cachoeira, visando proporcionar a harmonia entre a vegetação, a água, o solo e as atividades agropecuárias da região.

Este trabalho teve como objetivo identificar e analisar os impactos ambientais na cachoeira do rio Arapaim e propor medidas para a recuperação do local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Recursos Hídricos

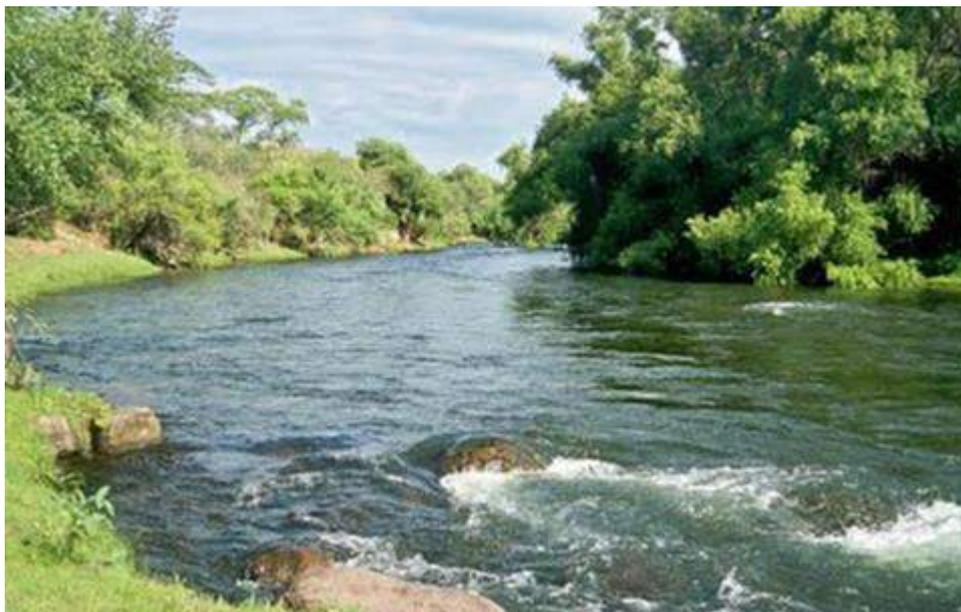
Os recursos hídricos são usados com distintas finalidades, tais como, abastecimento de água, geração de energia, irrigação. A água é um dos elementos mais importantes no processo de ocupação e desenvolvimento de uma região, mas seu excesso causa inundações e calamidades ambientais e sua escassez provoca fome e miséria. A gestão correta da água pode conduzir ótimos resultados na produção de alimentos, mas seu mau uso provoca acidentes, como falta de água para consumo e tragédias ambientais (MENDONÇA *et al.*, 2010).

Quanto maior a região, mais intenso é o uso dos recursos hídricos, e maiores os riscos de degradação ambiental gerada pelas atividades antrópicas. Também é afirmado que devido à escassez de água em quantidade e qualidade, torna-se necessária a gestão dos recursos hídricos como tarefa primordial para a sobrevivência da bacia hidrográfica (MENDES, 2001).

A água doce é o mais vulnerável dos recursos naturais, conseqüentemente o mais importante, sendo ainda um bem renovável, porém finito, pois se a poluição for por exemplo, mercúrio ou chumbo, estará comprometida a sua renovação. A água que hoje utilizamos é a mesma de milhões de anos, pois apenas muda seu estado, em um ciclo eterno, de forma que não podemos contaminá-la, sob pena de comprometer a nossa própria sobrevivência (COSTA, 2012)

Carvalho e Scopel (2018), afirmam que a qualidade e quantidade de água presente em uma bacia hidrográfica podem ser modificadas por vários fatores como: tipo de solo, declividade e o uso da terra na área de recarga, que interferem no armazenamento da água subterrânea, no regime hídrico da nascente e nos cursos d'água (FIGURA 1). Essas modificações refletem, diretamente, nas águas superficiais, pois se os pontos de recargas não funcionam corretamente, isto interfere diretamente nas nascentes. Desta forma, se houve precipitação e essa chuva não infiltrou ou não foi barrada de forma correta, esta precipitação não terá representatividade para o local.

Figura 1. Rio Juramento em Montes Claros, MG



Fonte: Jornal Montes Claros, 2018

A escassez da água e o mau uso dos recursos hídricos podem ocasionar estiagens prolongadas ou repentinas cheias. Diante disso torna-se importante a gestão e o planejamento, para que os fenômenos da natureza não surpreendam os agricultores, uma vez que tais acontecimentos são considerados aliados dos agricultores, na produção agropecuária, na geração de renda e na conservação de todo o meio para que perpetuem todos os recursos naturais (FOLEGATTI *et al.*, 2010).

As águas das fontes hídricas, que são destinadas ao consumo humano, podem ser monitoradas visando estabelecer níveis de tratamentos e detectar poluentes que não são removidos durante o processo, porém em regiões de escassez de água para as diversas finalidades, estes níveis de qualidade são desconsiderados (ARAÚJO *et al.*, 1999).

Os sistemas aquáticos, são de muita importância para a manutenção da vida, mas vêm sofrendo, devido às ações antrópicas, processo acelerado de deterioração das suas características físicas, químicas e biológicas, pois grande parte da água doce do planeta apresenta algum tipo de contaminação, acarretando efeitos nocivos para a população e o meio ambiente (ARAÚJO *et al.*, 2010).

A disponibilidade de água nos mananciais superficiais e subterrâneos depende da vazão do corpo d'água, da quantidade de água armazenada nos reservatórios naturais e como será a captação e utilização dessa água, pois esses sistemas estão apresentando um cenário

preocupante, com escassez de do recurso hídrico em épocas da estiagem (TUCCI; SILVEIRA, 2002).

Pequenas bacias sofrem com a ausência de registros históricos e com o descaso das políticas públicas que, entre outros, são problemas que podem dificultar os estudos relacionados à degradação ambiental gerada pela ocupação e uso desordenado do solo. Por isso os estudos de impactos ambientais nas bacias hidrográficas brasileiras estão voltados, principalmente, para o abastecimento de água potável das cidades e para reservatórios em usinas hidrelétricas, com o intuito de evitar sérios prejuízos econômicos (COUCEIRO; PADOVESI-FONSECA, 2009).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, além disso é um instrumento de monitoramento, planejamento e gestão, pois, tem como base os parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos que indicam nível de qualidade de um corpo hídrico para atendimento legal de uso e classificação: águas doces (salinidade $<0,05\%$), águas salobras (salinidade entre $0,05\%$ e 3%), e águas salinas (salinidade $>3\%$) (BRASIL, 2005).

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅, 20°C) é tradicionalmente o parâmetro mais utilizado e representa a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido. Oxigênio dissolvido (OD): Indicador da concentração de oxigênio dissolvido na água em mg L^{-1} . O oxigênio é um gás pouco solúvel em água e a sua solubilidade depende da pressão (MELLO *et al.*; 2011).

2.2 Formação das Cachoeiras e Impactos Ambientais

De acordo com Guerra (1980), cachoeira (FIGURA 2) consiste na queda d'água no curso de um rio, ocasionada pela existência de um degrau no perfil longitudinal dele. As causas da existência dessas diferenças de nível no leito do rio podem estar ligadas a falhas, dobras, erosões diferenciais, diques e outros.

Sendo formada por um desnível vertical, um dos fatores determinantes para a formação da cachoeira é a diferença na resistência à erosão oferecida pelas rochas cortadas pelos rios. Falhas ou diques de rochas ígneas mais resistentes podem dividir o curso de um rio e dar origem a cachoeiras, sendo estas de duração efêmera, pois em pouco tempo se tornam corredeiras ou continuação do rio (FREITAS, 2015).

Figura 2. Cachoeira do Guiné, no Parque da Lapa Grande, Montes Claros-MG



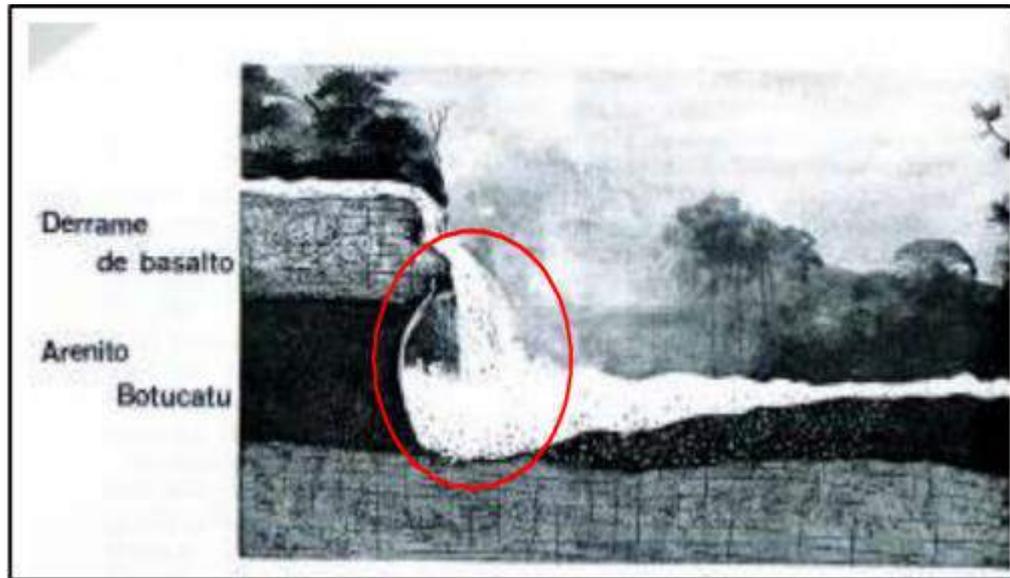
Fonte: Cachoeira do Guiné, 2019.

Podem existir diversos tipos de queda d'água, que podem ir de um pequeno salto a uma gigantesca catarata e, de acordo com a geografia e física, queda d'água é a precipitação de uma massa d'água em consequência do desnivelamento da superfície terrestre. De acordo com as características as quedas d'água podem ser denominadas como cachoeira, cascata, catarata, salto e corredeira. Essas denominações despertam interesses diversos. Queda d'água de grande altura pode ser utilizada para produzir energia elétrica. A corredeira proporciona maior velocidade do rio pelo aumento da inclinação do solo e pode ser pregada no ecoturismo para a prática de esportes (FREITAS, 2015).

Os cursos d'água têm ação erosiva devido à velocidade da correnteza das águas, do regime pluvial da região, da idade do curso d'água e da carga transportada. A desagregação das rochas ocorre por intemperismo, processo geológico formado pelas forças físicas e químicas que atuam na superfície terrestre e transformam as rochas duras e coesas de qualquer espécie em fragmentos soltos de vários tamanhos, friáveis e frouxos (FLEURY, 1995).

Decorrente das erosões provocadas naturalmente pelos fluxos do rio e da cachoeira, formam-se, quase sempre, os chamados canhões, que são sulcos profundos deixados pela regressão da cachoeira (FIGURA 3). Eles podem ser bem longos, atingindo até quilômetros de extensão (LEINZ; AMARAL, 1989).

Figura 03. Formação de canhões



Fonte: Leinz e Amaral (1989)

Tornou-se comum conhecer cachoeiras e cursos de rios que estão ameaçados e que correm o risco de desaparecer. Visitações em locais naturais sempre causam algum impacto negativo e, por menor que seja, o mais indicado é minimizar esses impactos diminuindo sua agressividade ao meio (FILHO; SILVA, 2018).

As atividades desenvolvidas em áreas naturais adquirem cada vez mais popularidade, mas, muitas vezes, estas atividades ocorrem de maneira desordenada, causando degradação ao meio ambiente, então nota-se a importância estratégica dos empreendimentos que visem o ecoturismo praticado com ordem e planejamento (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Giroto (2004), o turismo em espaços rurais pode provocar impactos significativos sobre o ambiente e as principais consequências são as alterações na paisagem e no microclima, a captura e retirada de espécies silvestres, a poluição dos mananciais e do solo.

O entendimento dos fatores antrópicos no impacto do meio natural é essencial para o diagnóstico ambiental, tendo em vista a influência na ocupação nos processos erosivos, desmatamentos, abertura de estradas, construção de barragens, presença de mineração, áreas urbanas e áreas destinadas à agricultura e pecuária. Bacias hidrográficas, áreas de proteção permanente, rios e unidades de conservação, são consideradas unidades básicas para o planejamento ambiental, para fins de conservação dos recursos naturais, como destaca (NASCIMENTO; FERNANDES, 2016).

As áreas naturais são exploradas das mais variadas formas pelo homem e pelos animais, sendo este primeiro o que mais destrói os recursos naturais, alterando o ciclo e transformando

a biota. Ecoturismo, turismo ecológico, atividades agropecuárias, empreendimentos e outras intervenções são realizadas, sem planejamento e sem comunicação com órgãos competentes ou fiscalizadores das áreas (FIGURA 4).

Figura 4. Visitantes explorando a Cachoeira Salto Barão do Rio Branco, em Prudentópolis, PR.



Fonte: Moletta, 2019.

Segundo Faria *et al.* (2010), o turismo ecológico não tem preocupação em evitar possíveis impactos ambientais gerados por esta atividade econômica, nem se baseia na sustentabilidade e equilíbrio dos ecossistemas, o que difere profundamente do Ecoturismo. Os seguidores deste modo de aventura procuram contato direto com os mais diferentes ambientes naturais, sem a preocupação com o equilíbrio ecológico ou proteção do meio ambiente.

Todo efeito ou alteração no meio ou em algum dos componentes do local utilizado é considerado impacto (FIGURA 5), e ainda conforme os tipos de intervenções, modificações produzidas e eventos posteriores, podem-se avaliar qualitativamente e quantitativamente o impacto classificando-o de caráter positivo ou negativo, ecológico, social ou econômico. As atividades turísticas e exploratórias transformam o espaço, alterando as relações dos moradores locais e do ecossistema local (PELLEGRINI, 2000).

Figura 5 – Descarte de lixo na Cachoeira dos Alves, Jacobina, BA.



Fonte: Degradação Ambiental da Cachoeira dos Alves, 2014.

O desmatamento, as técnicas agrícolas inadequadas, o mau uso dos recursos naturais e o emprego de agroquímicos, levam à contaminação dos corpos hídricos e do solo. A agricultura tradicional muitas vezes acaba sendo conduzida por indivíduos que não possuem entendimento da prática de conservação ambiental do meio onde vivem e trabalham, e então implantam as culturas em áreas de grande sensibilidade como próximas às nascentes de corpos hídricos, nas bordas de encostas e até mesmo nas áreas de matas ciliares (ARAÚJO *et al.*, 2009).

De acordo com Almeida *et al.* (2010), os impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas podem determinar o desequilíbrio do ecossistema local, causando degradação ao meio ambiente. Determinadas agressões nas bacias hidrográficas, seja de grande ou pequeno porte, não são diferentes, juntas ou separadas degradam o meio ambiente

2.5 Exploração Agropecuária em áreas próximas a cachoeiras

O pequeno produtor rural é indispensável para o desenvolvimento do Brasil, contribui em alto nível econômico apesar das dificuldades enfrentadas, falta de capacitação, mão de obra especializada, crédito para compra de insumos e maquinários, falta de tecnologia (VINCIGUERA, 2014). Diante da falta de apoio e da imprudência com os recursos naturais, acontecem os ataques ao meio ambiente.

Segundo Vinciguera (2014), os pequenos produtores têm sido assunto de discussão nos meios acadêmicos, nas políticas de governo e nos movimentos sociais, fomentando, facilitando, incentivando e simplificando para que eles desenvolvam as atividades agropecuárias, agredindo pouco e preservando os recursos naturais.

As atividades agrícolas apresentam, em sua maioria, grande potencial para a degradação ambiental, e as diferentes formas de práticas agrícolas causam diferentes formas de impactos ambientais. Independentemente da dimensão de áreas voltadas às atividades agrícolas, estas podem apresentar impactos ambientais, partindo de qualquer atividade empregada (COSTA, 2012).

O uso indiscriminado dos recursos naturais e do solo, traz resultados insatisfatórios para o local. Erosões, carreamento de solo para os leitos dos rios, baixa infiltração e redução do lençol freático são fatores causadores da secagem dos rios e das cachoeiras. Portanto, se a água da chuva não recarrega o lençol freático local, não brotará água nas nascentes, diminuindo ou secando a água dos rios.

As atividades agrícolas demandam por terras férteis, para alcançarem boas colheitas, fracionando o espaço dos ecossistemas naturais e prejudicando espécies da flora e da fauna. Uma das consequências mais negativas é a erosão dos solos, ocasionada devido às práticas incorretas de manejo dos solos, afetando as águas com o aporte de sedimentos, carregados de nutrientes, provocando a eutrofização de rios, barragens e lagos. As práticas de mecanização podem provocar compactação do solo, reduzindo o volume dos poros e, conseqüentemente, a capacidade de absorção e acumulação de água, desencadeando na forma de cascata outro impacto, tais como as inundações dos rios, lagos e áreas baixas (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Segundo Silva *et al.* (2005), o efeito da cobertura do solo sobre as perdas de água e solo, pode ser explicado pela ação que a cobertura do solo tem de dissipar energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo. A cobertura do solo representa um obstáculo mecânico livre ao escoamento superficial da água.

2.6 Análise dos Impactos Ambientais

Impacto ambiental pode ser entendido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causado por atividades humanas que afetam direta e ou indiretamente o bem-estar da população, a biota e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Segundo Moreira (1985), a avaliação de impactos ambientais é um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos, a fim de garantir, desde o início do processo, um exame sistemático dos fatos ocorridos, devendo ocorrer antes da ação impactante.

A avaliação de impactos ambientais poder ser estabelecida como uma sequência de métodos legais, institucionais e técnicos-científicos com a finalidade de identificar e caracterizar possíveis impactos causados por atividades exercidas pelo homem (BITAR; ORTEGA, 1998)

A avaliação dos impactos ambientais e suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, são atividades técnicas orientadas pela Resolução Conama 001/86. Dessa forma a avaliação deve ser implementada com uma visão global, que possibilite de forma clara e sistemática, diagnosticar a real situação que se encontra a área (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Oliveira e Moura (2009), diversos métodos de avaliação de impactos ambientais estão disponíveis, oferecendo opções ajustáveis a cada situação particular. Para Sanches (2008) a escolha do método dependerá da disponibilidade de dados e do tipo de empreendimento, ressaltando que melhores resultados são obtidos com a utilização conjunta de mais de um método.

Método AD HOC

Consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação, com experiência para elaboração de um relatório (STAMM, 2003).

Dentre as vantagens da sua utilização estão a identificação dos impactos em curto espaço de tempo, o baixo custo e a fácil compressão por outras pessoas. De forma negativa, o alto grau de subjetividade, podendo correr o risco de perder qualidade profissional, devido à escolha dos avaliadores (BRAGA *et al.*, 2005)

Método das listagens de controle (check-list)

Segundo Carvalho e Lima (2010), é um método simples e de fácil interpretação. Possui metodologia adequada em situações com escassez de dados e quando a AIA exige rapidez para ser disponibilizada.

Representa uma melhoria do método de Ad hoc, mas ainda possui alto grau de subjetividade, sendo voltado para a análise qualitativa, além de ser passível de espacialização via SIG (Sistema de Informação Geográfica), análises de fotografias aéreas, etc (RANIERI *et al.*, 1998).

Método de Matrizes de Interação

De acordo com Finucci (2010), a matriz de interação é uma listagem de controle bidimensional que relaciona os fatores com as ações, sendo muito eficiente na identificação de impactos diretos, pois o objetivo é relacionar as interações entre fatores ambientais e os componentes do projeto.

A matriz de Leopold, elaborada em 1971, é a mais utilizada mundialmente e foi projetada para avaliar os impactos associados a diversos tipos de implantação de empreendimentos (BECHELLI, 2010).

Carvalho e Lima (2010), apontam, como principal vantagem, o fácil entendimento dos impactos, e como desvantagem ele não detecta aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância dos impactos

Método da Superposição de Cartas

Finucci (2010), O método de superposição de cartas apresenta trabalhos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento, para avaliação de impactos ambientais, localizando e identificando os efeitos sobre o meio, através de fotografias aéreas sobrepostas.

Com o avanço da tecnologia, o auxílio de satélites e computação gráfica, o uso deste método tornou-se mais simples, rápido e preciso, fazendo paralelo com outros modelos (STAMM, 2003).

Possui como prática principal a montagem de mapas temáticos, em que cada mapa indica uma característica cultural, social e física que refletem um impacto. Quando os mapas são integrados produzem o resultado da situação ambiental de determinada área em estudo, conforme a necessidade de obtenção de cartas de restrição ou de aptidão do solo. A intensificação das cores é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos. É,

ainda, de grande utilidade quando são avaliadas questões de dimensionamento espacial (CARVALHO; LIMA, 2010).

Método das Redes de Interação

Este método estabelece relações do tipo causa-condição-efeito, contribuindo para a identificação dos impactos ambientais e suas inter-relações, ele identifica os impactos indiretos e, conseqüentemente, suas inter-relações (FINUCCI, 2010).

As redes de interação são de fácil entendimento para impactos secundários e indiretos e visam orientar as condições a serem propostas para o gerenciamento dos impactos descritos, recomendando medidas mitigadoras que possam ser aplicadas desde o início do empreendimento e propondo soluções de manejo, fiscalização e controle ambiental (CARVALHO; LIMA, 2010).

Metodologias Quantitativas

Estas metodologias trabalham com a associação de valores para os impactos ambientais, indicando a qualidade ambiental expressa em forma de gráficos, que relacionam o estado dos segmentos ambientais a um nível de qualidade que pode ser medido em números. Esta técnica é interessante para avaliar impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídricos. É muito subjetivo, porém com o uso de determinadas técnicas e equipes multidisciplinares, a interpretação particular é diminuída (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

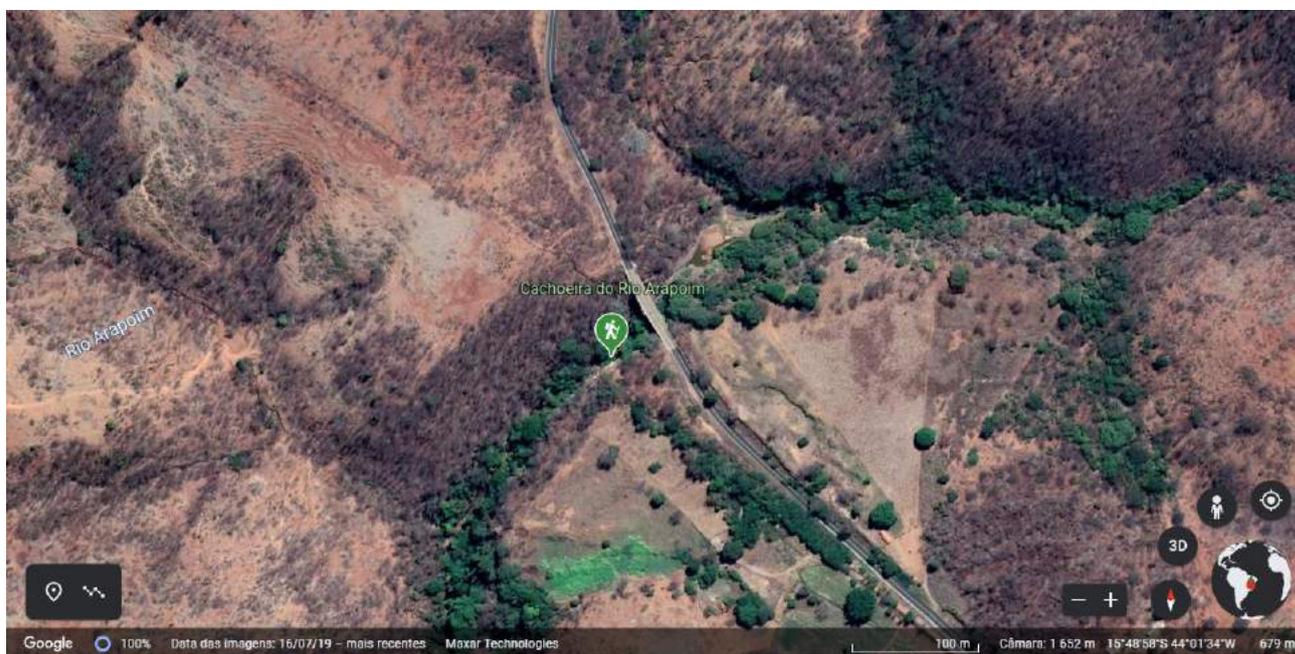
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A Cachoeira do Arapoim faz parte do rio Arapoim, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande e está localizada a 15 quilômetros da sede do município de São João da Ponte, MG, na região norte mineira, distando 563 quilômetros da capital Belo Horizonte. A cachoeira está localizada nas coordenadas 15° 49' 01" S e 44° 01' 28" W. De acordo com Koppen (1918), o clima da região é caracterizado pelo tipo Aw, que apresenta clima quente, com chuvas concentradas e estiagem na maior parte dos meses, atingindo de 900 mm até 1200 mm anualmente. A estação chuvosa inicia no mês de novembro e se alonga até o início de fevereiro, quando se inicia o período de estiagem.

A cachoeira possui queda d'água de 10 metros de altura, que apenas na estação chuvosa, ficando em repouso durante a estiagem. A rodovia estadual MG-403 passa sobre o rio Arapoim (FIGURA 6) em uma ponte de alvenaria, com extensão de 30 metros, e tráfego de veículos com movimentação de moderada a baixa. A Comunidade de Brejo Grande localizada a um quilômetro de distância e Condado do Norte, a quatro quilômetros, são os povoados mais próximos do local. A área da cachoeira encontra-se com a vegetação muito degradada, solo descoberto, aspectos que favorecem o aparecimento e desenvolvimento de impactos ambientais.

Figura 06 - Localização da Cachoeira do Rio Arapoim, em São João da Ponte, MG



Fonte: Adaptada do *Google Earth*, 2021.

3.2 Metodologia de Trabalho

A metodologia utilizada foi baseada em pesquisa bibliográfica e visitas ao local. Foram realizadas a caracterização da área de estudo e a identificação dos impactos ambientais para proposição de medidas mitigadoras. A pesquisa teve caráter qualitativo, com descrição dos dados e identificação dos impactos ambientais, seguida da análise usando os métodos mais utilizados em avaliação de impactos ambientais.

Nas visitas ao local foram realizados registros por meio de fotografias utilizando aparelho celular com câmera de 48 MP (megapixel) da marca Xiaomi Red Not 9S. Para o diagnóstico e a análise dos IA (Impactos ambientais) foram utilizados os métodos qualitativos

usados para avaliação de impactos ambientais: Listagem de controle (listagem descritiva), matriz de interação e o método quantitativo.

O cálculo do Impacto total (IT) foi calculado por adaptação da metodologia proposta por Oliveira e Moura (2009) e consistiu em valorizar os impactos de acordo com suas caracterizações, como mostrado na Equação 1. As valorações dos impactos variaram entre 1 e 3, sendo: 1: menor magnitude; 2: média magnitude; 3: maior magnitude.

$$IT = V*(O+C+T+R) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

IT = impacto total

V = característica de valor (positivo (+1); negativo (-1))

O = característica de ordem (direto (1); indireto (1))

E = característica espacial (local (1); regional (2); estratégico ou nacional (3));

T = característica temporal (imediato (1), médio prazo (1), longo prazo (3), temporário (1), permanente (3))

R = característica de reversibilidade (reversível (1); irreversível (3))

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação dos Impactos Ambientais

Na cachoeira do rio Arapoim, nota-se que a mata ciliar é quase inexistente às margens do rio, desencadeando diversos problemas, como a baixa infiltração, alta carga de sólidos no vale do rio, assoreamento e elevada taxa de evapotranspiração.

O desmatamento das áreas de recarga, para aproveitamento da madeira para produção de carvão é atividade comum e exercida sem planejamento. Em vários pontos é possível perceber que o solo ficou exposto, ocasionando a perda da camada agricultável, intemperismo acelerado, compactação e perda de uma de suas funções fundamentais quando ocorre as chuvas, que é a infiltração da água para recarregar o lençol freático, pois tornou-se compactado e a capacidade de infiltração diminuiu.

A área representada na Figura 7 recebe diversos tipos de descarte, entulhos e lixos diversos. Nesta área o solo está descoberto, podendo apresentar compactação que ocasiona erosão e carreamento das partículas do solo. Este registro foi realizado nas margens de uma via de acesso improvisada para se chegar até o vale do rio, onde se tem acesso à cachoeira. Em

certas ocasiões os visitantes conseguem chegar com veículos até o rio, o que aumenta o dano ambiental.

Figura 7. Descarte de entulhos e lixos domésticos em área próxima à Cachoeira do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

As estradas são criadas sem planejamento, ocupam locais indevidos e muitas vezes são construídas em áreas de preservação permanente ou matas ciliares, em desobediência à legislação ambiental, comprometendo os recursos naturais e ocasionando impacto ambiental negativo em local de grande fragilidade. Na Figura 8 está representada a Estrada de acesso ao rio e à cachoeira, e pode-se perceber que apresenta declive acentuado e sem redutor de velocidade da água da chuva, o que deixa o ambiente favorável à lixiviação e ao carreamento de materiais para o leito do rio.

Figura 8. Estrada de acesso até o Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

Na Figura 9 é possível observar o estado avançado de erosão, o desmatamento e perda do solo. Esta situação pode desencadear uma série de degradações na parte baixa do terreno, onde está o rio. O deflúvio acontece com muita intensidade e pode arrastar todo o material pela frente, incluindo solo, que irão se depositar no leito do rio, causando o assoreamento.

Figura 9. Erosões em estado avançado próximo à Cachoeira do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

De acordo com Cassol e Lima (2003) a erosão hídrica é uma das principais formas de degradação do solo, que ocorre através da desagregação, transporte e deposição de partículas de solo, sendo provocada pelas águas da chuva, que se dá pelo escoamento superficial e áreas que apresentam uso incorreto do solo, tendem a sofrer maior impacto com a erosão hídrica.

Um “olho d’água”, totalmente desprotegido, está apresentado na Figura 10. No local não existe vegetação mínima para proteção deste recurso natural e percebe-se que atividades antrópicas foram realizadas, degradando e poluindo a nascente. A via de acesso à cachoeira está paralela ao “olho d’água” e passa dentro do córrego formado, agredindo severamente este recurso natural.

Figura 10. Olho d'água próximo à Cachoeira do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

Na Figura 11, observa-se o leito do rio e, em decorrência do ponto mais alto estar desprotegido, o local à jusante receberá elevada carga dos sólidos desprendidos e de resíduos descartados à montante. Em tempos anteriores a lâmina d'água alcançava até a vegetação, mas devido à grande quantidade de solo desprendido dos pontos mais altos, a área ficou assoreada, diminuindo a quantidade de água e a largura do curso d'água.

Segundo Cogo *et al.*, (2003) o carreamento das partículas se dá quando o solo está saturado ou a velocidade e volume de água é superior à sua capacidade de infiltração, ocasionando o escoamento superficial do excesso de água e arraste do solo desagregado, para áreas de baixo declive, este processo erosivo finaliza apenas quando todo material carreado é depositado em depressões naturais do terreno ou em ecossistemas fluviais como rios, lagos, áreas brejosas, provocando eutrofização e mortandade de organismos.

Figura 11. Assoreamento do leito do rio Arapoim em área da cachoeira.



Fonte: Do autor, 2021.

Na Figura 12 é mostrado o ponto inicial da queda da Cachoeira do Rio Arapoim, porém como o registro foi em período de estiagem, não havia queda d'água. As intervenções antrópicas, que resultam em impactos ambientais negativos contribuem de forma significativa para este repouso da cachoeira.

A supressão da mata ciliar, compactação de boa parte dos pontos de recarga, baixa infiltração, chuvas mal distribuídas no decorrer do período chuvoso, solos descobertos, nascentes agredidas, são fatores que contribuíram para a estiagem ou parada da cachoeira. Dessa forma, ocorre diminuição da recarga do lençol freático, os cursos d'água correm durante todo o ano, uma vez que das nascentes não brotaram água e a evapotranspiração será elevada.

Figura 12. Ponto inicial da queda da Cachoeira do Rio Arapoim.



Fonte: Do autor, 2021.

Na Figura 13, é possível notar o acúmulo de sedimentos no leito do rio e o intemperismo nas rochas causado pela força da queda d'água. A coloração escura no solo é característica dos vegetais em estado de decomposição, fato normal, devido à presença de árvores às margens do rio. Neste ponto ocorre a queda d'água, formando uma cascata, que define a cachoeira do rio Arapoim.

De acordo com Fleury (1995), a desagregação das rochas ocorre por causa do intemperismo, processo geológico formado pelas forças físicas e químicas que atuam na superfície terrestre, as quais transformam as rochas duras e coesas de qualquer espécie em fragmentos soltos de diversos tamanho, friáveis e frouxos. E ainda os cursos d'água tem ação erosiva em função da velocidade da corrente de suas águas, velocidade esta que é em função da topografia ou relevo da região, do regime pluvial, da idade do curso de água e da carga transportada.

Figura 13. Local da queda da Cachoeira.

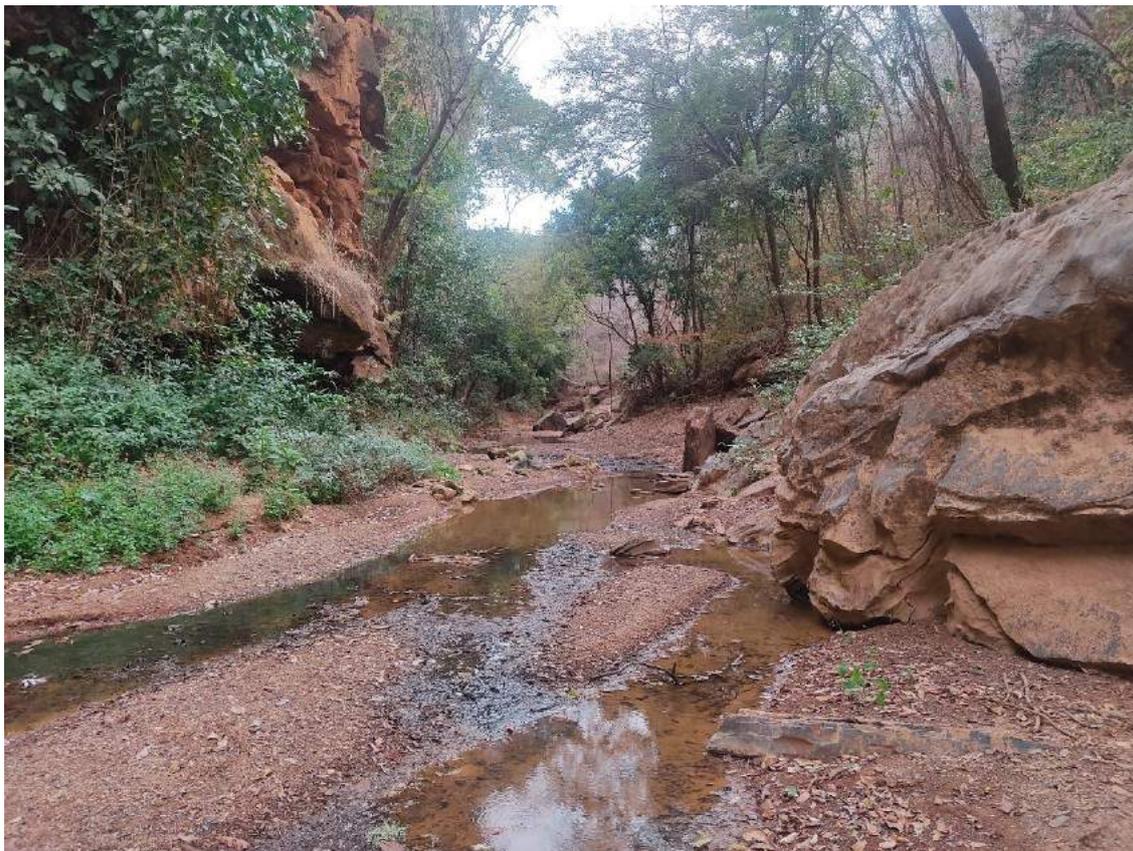


Fonte: Do autor, 2021.

O leito do rio está praticamente seco, formou-se alguns poços d'água, mas nada que pareça um rio ou que tenha vazão para tal. Nota-se que a área está desprovida de mata ciliar, favorecendo as erosões próximas ao curso d'água, assoreamento do rio, enchentes e mudanças na qualidade da água, como mostrado na Figura 14.

As águas do rio Arapoim fluem por poucos meses após a estação chuvosa, até o rebaixamento completo da lâmina d'água, ocasião que decreta a seca do leito do rio, ocasionando prejuízos para os moradores próximos e para os visitantes que frequentam o local em busca de contato com a natureza.

Foto 14. Leito do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

Pequenos produtores rurais utilizam pequenas áreas próximas do leito do rio e da cachoeira, para desenvolver atividades agropecuárias ocasionando problemas pontuais, com grau maior de ataque, dificultando a recuperação do local. Na Figura 15, podem ser observadas áreas de culturas, como cana-de-açúcar e banana sendo cultivadas nas baixadas, pois os agricultores acreditam ser um solo fértil e úmido, beneficiando as culturas implantadas.

De acordo com Moraes e Jordão (2002), o homem tornou-se em parte dominante dos sistemas, e apresenta tendência contrária à manutenção do equilíbrio do meio ambiente, uma vez que ele impõe pressão cada vez maior sobre a natureza, causando dois tipos de impactos: o consumo de recursos naturais em ritmo acelerado e a geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural, além de introduzir materiais tóxicos no sistema ecológico que apertam e destroem os bens naturais.

Os malefícios a médio prazo serão notados, e na área da cachoeira e nas pequenas propriedades já são visíveis diversos impactos negativos, devido a prática errada ou mal-empregada pelos agricultores, erosões, ocupação errada do solo e outros.

Figura 15. Práticas de agricultura em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

O local próximo à cachoeira é formado por pequenas propriedades, sendo necessária a utilização de toda a área pelos produtores, não restando reservas e/ou APPs, pois as áreas são aproveitadas para cultivo, criação de animais, como retratado na Figura 16.

Figura 16. Criação de animais de grande porte em área próxima à cachoeira do Rio Arapoim



Fonte: Do autor, 2021.

Na Figura 17, observa-se a prática de queimadas próximo à rodovia MG-403, sendo aliada na degradação da área. O efeito das queimadas leva ao empobrecimento progressivo do solo.

De acordo com Kato *et. al* (2012), as queimadas acabam com os microrganismos e insetos benéficos que protegem a vegetação contra pragas. A fumaça prejudica os mecanismos de formação de chuva, dificultando a formação das nuvens, através da eliminação da vegetação e com as emissões provocadas pelas queimadas. Empobrecimento do solo, pois reduz a matéria orgânica e nutrientes.

Figura 17. Queimadas em área próxima à cachoeira do Rio Arapaim



Fonte: Do autor, 2021.

A Cachoeira do Rio Arapaim é muito frequentada no período chuvoso, quando se apresenta ativa. É um turismo rústico, sem regras, fiscalização ou práticas corretas de utilização do local para recreação ou lazer, que pode causar problemas, tais como compactação das margens do rio, geração e abandono de resíduos sólidos, caça a animais silvestres, fogueiras improvisadas, corte da vegetação.

O lixo abandonado pelos visitantes é retratado na Figura 18, embalagens de bebidas e descartáveis são os principais resíduos deixados pelos visitantes da cachoeira do rio Arapaim.

De acordo com Giatti (2004), o descarte de resíduos sólidos expõe o meio ambiente à contaminação, oferecendo riscos aos seres humanos e animais, além de contribuir para a proliferação de pragas.

São notados diversos problemas ambientais que podem ser irreversíveis. A falta de estrutura do local e a falta de fiscalização, corroboram para os visitantes, para improvisar suas atividades de recreação e alimentação, deixando sinais de degradação e exploração.

Figura 18. Lixo deixado por visitantes em área próxima à cachoeira do Rio Arapóim



Fonte: Do autor, 2021.

4.2 Análises dos Impactos Ambientais

A degradação das nascentes acontece por ações antrópicas e descaso com os recursos naturais e da manutenção para as gerações futuras. Quantidade e qualidade da água de uma nascente podem ser alteradas pela declividade do terreno, tipo de uso do solo e quantidade de vegetação. Os pontos de recarga influenciam no armazenamento da água e dependem da conservação dos outros recursos naturais, para haver equilíbrio ambiental (PINTO *et al.* 2004).

De acordo com o estudo, a degradação da área está em nível avançado, e o descaso prejudica de forma significativa a cachoeira. A falta de manutenção é visível, mostrando que a área necessita de repouso para iniciar a sua estruturação. Os impactos ambientais identificados usando listagem de controle descritiva estão no Quadro 1.

Quadro 01. Listagem de controle descritiva

| Causa | Impactos Encontrados (Efeito) | Prognóstico |
|---|---|---|
| Abandono de dos resíduos nas margens e leito do rio | - Poluição visual; - Odor; - Baixa qualidade da água; - Acúmulo de resíduos nas margens e no leito do reio | - Afasta visitantes - Diminuição da água do rio. |
| Construção de e estradas/vias de acesso | - Desmatamento; - Compactação do solo; - Erosão. | - Carreamento do solo - Solo descoberto - Voçorocas - Assoreamento do rio Alteração no regime de chuvas |
| Visitação à cachoeira | - Geração de resíduos sólidos; - Exploração dos recursos naturais | - Poluição das águas - Descarte de lixos - Degradação da vegetação |
| Atividades agropecuárias | - Desmatamento; - Compactação do solo; - Supressão da mata ciliar - Geração de resíduos sólidos. - Uso de agrotóxicos | - Baixa infiltração da água no solo - Assoreamento do rio - Alteração no regime de chuvas - Contaminação do solo e da água |
| Queimadas | - Desmatamento; - Diminuição da fauna e flora - Emissão de gases poluentes - Emissão de fumaça | -Diminuição da fertilidade do solo; Diminuição da umidade do solo - Morte de animais - Morte de espécies vegetais - Problemas respiratórios - Aquecimento global; - Efeito estufa |
| Diminuição da vazão do rio | - Compactação do solo; - Degradação das nascentes; - Assoreamento do rio | - Secagem do rio - Falta de água para os animais - Desaparecimento da vida aquática |

Fonte: Do autor, 2021

Os impactos listados no Quadro 1 trazem prejuízos para a cachoeira do rio Arapaim, tais como: desmatamento, compactação do solo, degradação das nascentes e supressão da mata ciliar, que causam efeitos destruidores para uma bacia hidrográfica e para a cachoeira, dificultando a reabilitação desse recurso natural.

O diagnóstico dos impactos ambientais seguido da caracterização permite avaliar a dimensão dos efeitos negativos das atividades sobre o meio ambiente. Características dos impactos ambientais como valor, ordem, local de ocorrência, tempo de ocorrência e reversibilidade foram reunidos no Quadro 2.

Utilizando o método das matrizes de interação, com valoração dos IA identificados, foi possível quantificar os IA para analisar sua significância, conforme mostrado no Quadro 3.

Quadro 02. Caracterização dos impactos ambientais diagnosticados na Cachoeira do Rio Arapoim

| Impactos Ambientais | Características | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|---|-------|----|--------|---|---|-------|----|----|----|---|----|-----------------|---|--|
| | Valor | | Ordem | | Espaço | | | Tempo | | | | | | Reversibilidade | | |
| | P | N | D | IN | L | R | E | IM | CP | MP | LP | T | PR | IR | R | |
| Compactação do solo | | X | X | | X | | | | | X | | | | | X | |
| Contaminação dos recursos hídricos | | X | X | | | X | | | | | X | | | | X | |
| Degradação do solo | | X | X | | X | | | | | X | | | | | X | |
| Desmatamento de APP's | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | |
| Diminuição da vazão do rio | | X | | X | | X | | | | | X | | | | X | |
| Estradas em APP's | | X | X | | X | | | | | X | | | | | X | |
| Mata Ciliar | | X | X | | X | | | | | | | | X | X | | |
| Poluição visual | | X | | X | X | | | X | | | | | | | X | |
| Práticas de atividades agrícolas | X | | X | | X | | | | | X | | | | | X | |
| Prática de queimadas | | X | X | | X | | | | | X | | | | X | | |
| Presença de resíduos sólidos | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | |
| Ecoturismo | X | | X | | X | | | | | X | | | | | X | |
| Solo descoberto | | X | | X | X | | | | X | | | | | X | | |
| Vegetação degradada | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | |
| Nascentes degradadas | | X | X | | | X | | | X | | | | | | X | |

Legenda: P: positivo; N: negativo; D: direto; IN: indireto; L: local; R: regional; E: estratégico ou nacional; PR: provisório; IM: imediato; CP: curto prazo; MP: médio prazo; LP: longo prazo; PE: permanente LP: longo prazo; PR: permanente; R: reversível; IR: irreversível

Fonte: Do autor, 2021

Quadro 03. Matriz de interação, com valoração dos IA e cálculo do Impacto ambiental total (IT)

| IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS | VALOR | | ORDEM | | ESPAÇO | | | TEMPO | | | | | | REVERSILIDADE | | IMPACTO TOTAL |
|------------------------------------|-------|----|-------|----|--------|---|---|-------|----|----|----|---|----|---------------|----|--------------------|
| | P | N | D | IN | L | R | E | IM | CP | MP | LP | T | PR | R | IR | $IT = V*(O+C+T+R)$ |
| Compactação do solo | | -1 | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | -7 |
| Contaminação dos recursos hídricos | | -1 | 1 | | | 2 | | | | | 3 | | | | 3 | -9 |
| Degradação do solo | | -1 | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | -7 |
| Desmatamento de APP's | | -1 | 1 | | 1 | | | | | | 3 | | | | 3 | -8 |
| Diminuição da vazão do rio | | -1 | | 1 | | 2 | | | | | 3 | | | | 3 | -9 |
| Estradas em APP's | | -1 | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | -6 |
| Mata Ciliar | | -1 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | 1 | | -6 |
| Poluição visual | | -1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | 3 | -6 |
| Práticas de atividades agrícolas | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | 7 |
| Prática de queimadas | | -1 | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | 1 | | -5 |
| Presença de resíduos sólidos | | -1 | | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | -7 |
| Ecoturismo | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | 7 |
| Solo descoberto | | -1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | -4 |
| Vegetação degradada | | -1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | 3 | -6 |
| Nascentes degradadas | | -1 | 1 | | | 2 | | | 1 | 1 | | | | | 3 | -7 |

Fonte: Do autor, 2021

Legenda: P: positivo (1); Negativo (-1); D: direto (1); IN: indireto (1); L: local (1); R: regional (2); E: estratégico (3); IM: imediato (1); CP: curto prazo (1); MP: médio prazo (2); LP: longo prazo (3); Temporário (1); PR: permanente (3); R: reversível (1); IR: irreversível (3); Valoração do IA: 1: menor magnitude; 2: média magnitude; 3: maior magnitude. (-1): impactos negativos e (1) impactos positivos.

Pela matriz de interação pode ser observado que todos os impactos se destacaram negativamente atingindo índices de significância. Os impactos negativos de diminuição da vazão do rio e contaminação dos recursos hídricos, foram os impactos mais significativos e mostrou que a escassez de água é o maior problema da cachoeira. Como consequência acontece a secagem do rio e da cachoeira e, os animais podem enfrentar dificuldades para dessedentação. Essa diminuição da vazão provoca efeito cascata resultando no assoreamento do rio, falta de água para os animais, desaparecimento da vida aquática, alteração no ciclo da chuva. A contaminação dos recursos hídricos, e o desmatamento das APPs, alteram a quantidade e qualidade de água do rio.

Outros impactos registrados, reforçam sua contribuição de forma ativa para a degradação da área e da cachoeira. A escassez hídrica é comprovada, principalmente, pela degradação avançada da vegetação, o solo descoberto, a estiagem anual da cachoeira após o período chuvoso.

Atividades agropecuárias e ecoturismo são consideradas atividades poluidoras e que degradam os recursos naturais, mas que também contribuem de forma significativa para o bem-estar do ser humano. Entende-se que se praticadas de forma correta, essas atividades podem diminuir os ataques ao meio ambiente, tornando-se aliadas dos recursos naturais. Fraga (2003), acredita que o impacto do turismo não está restrito apenas a degradação ambiental, podendo atingir muitas vezes de forma negativa culturas e relações sociais, criando conflitos, podendo inviabilizar o desenvolvimento do turismo.

Mathieson e Wall (2001), afirmam que boa parte dos visitantes das áreas naturais, não tem obtido bons resultados, pois a degradação nesses espaços pode ser percebida através da disposição inadequada de lixo, resquícios de fogueiras, caça de animais silvestres dentre outros impactos negativos no meio natural.

Segundo Araújo *et al.* (2010), as atividades agrícolas demandam terras, alteram os ecossistemas naturais e prejudicam as espécies da flora e da fauna, com a redução de habitat nativo. O crescimento das atividades agropecuárias aumenta o risco de perda de espécies e o desequilíbrio do meio ambiente. O manejo do solo de forma incorreta ocasiona erosões, arraste do solo e afeta as águas com o aporte de sedimentos, carregados de nutriente, provocando eutrofização de rios, bem como a contaminação por resíduos agroquímicas.

4.3 Programa de Gestão Ambiental

Toda atividade exploratória requer planejamento e acompanhamento adequados para diminuir, mitigar ou até mesmo zerar os impactos ambientais produzidos pelas atividades antrópicas.

A exploração de áreas próximas aos rios deve ser acompanhada por programas de gestão ambiental que reduzem e controlam os impactos sobre o meio ambiente, requerendo monitoramentos periódicos para atestar a eficiência de medidas de controle ambiental, uma vez que monitorar previne danos e corrige eventuais efeitos negativos.

As medidas mitigadoras propostas no Quadro 4 têm a finalidade de recuperar, amenizar e restabelecer o equilíbrio ecológico na área da cachoeira do rio Arapoim.

Quadro 04 – Medidas mitigadoras propostas para restabelecer o equilíbrio na área da cachoeira do Arapoim

| Impactos Ambientais Negativos | Medidas Mitigadoras |
|---|---|
| Desmatamento de APP's, supressão da mata ciliar | Isolamento das áreas, plantio de mudas nativas, inserção de programas de educação ambiental para os agricultores e comunidades próximas; |
| Degradação do solo | Incentivar parcerias para treinamento de práticas e de manejo correto do solo. Elaborar e executar o programa de recuperação das áreas degradadas (PRAD). Inserir programas de educação ambiental |
| Poluição visual | Programas de educação ambiental para os agricultores e visitantes, para o descarte de correto dos resíduos sólidos. Conservação da fauna e flora. Fiscalização efetiva. |
| Recursos Hídricos | Uso sustentável dos recursos hídricos, recuperação do rio, fiscalização efetiva, isolamento das nascentes, limpeza do leito do rio. |
| Degradação da vegetação | Estabelecer áreas de reservas e APPs, reflorestamento de áreas necessárias, incentivar o agricultor a proteger as áreas de reserva e APPs. |
| Resíduos Sólidos | Destinação correta dos resíduos, fiscalização dos órgãos competentes. |

Fonte: Do autor, 2021

Segundo Freitas *et al.* (2013), as áreas de preservação permanente têm função ambiental de preservar os recursos naturais, a biodiversidade, fauna e flora e o solo. Diante disso as medidas mitigatórias a serem praticadas colaboram para a recuperação da área e da segurança do bem-estar das populações locais e visitantes.

Tundisi (2003), afirma que os recursos hídricos superficiais e os recursos hídricos subterrâneos são fundamentais para o homem, plantas e animais. A água é responsável por nutrição das florestas, manter a produção agrícola e a biodiversidade nos sistemas terrestres e aquáticos, e ainda funciona como fator de desenvolvimento, empregada em diversos meios relacionados a economia.

De acordo com Veiga *et al.* (2006), o uso agrícola agride frequentemente o solo, expondo o mesmo as ações erosivas da chuva e do vento. Desta forma prejudica a regeneração natural e a formação de floresta nativa. Diante disso para se evitar ou recuperar o solo das degradações, necessita-se da participação direta dos agricultores efetivando as medidas de proteção e recuperação orientadas no quadro 04.

5 CONCLUSÃO

Diversos impactos ambientais negativos, que degradam o local, colocando em risco os recursos naturais, foram identificados. Esta situação é preocupante, pois as gerações futuras podem não conhecer e apreciar locais naturais como esta área em estudo.

A análise realizada comprova a degradação da área em estudo devido às intervenções antrópicas: desmatamento, uso e ocupação do solo, queimadas, descarte de resíduos sólidos, supressão da mata ciliar, destruição de APP, construção de estradas, dentre outros.

Medidas de recuperação foram sugeridas para reverter a situação e, mesmo não retornando ao estado original, o estado de equilíbrio pode ser alcançado novamente, contribuindo para a permanência dos recursos naturais e, principalmente, dos recursos hídricos.

Sugere-se a realização de estudos posteriores e monitoramento, para acompanhar o estado de recuperação da cachoeira do rio Arapoim. Estas práticas podem facilitar tomadas de decisões para futuros projetos de recuperação de todo o rio.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M., L., M., N. Impactos ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. v.4, n.1, p. 13-33, janeiro/dezembro de 2010.
- ARAÚJO, W.F.; Sampaio, R.A.; Medeiros, R.D. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v.56, n.4. p.909-914. 1999.
- BECHELLI, C. B. Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR. In: **XVI Encontro Nacional dos Geógrafos**. Porto Alegre. 2010.
- BITAR, O.Y.; ORTEGA, R.D. Gestão Ambiental. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p 499-508.
- BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. **A política de recursos hídricos no Brasil**. 1997. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11774/2/RB%2008%20A%20pol%c3%adtica%20de%20recursos%20h%c3%addricos%20no%20Brasil_P_BD.pdf>. Acesso em 10 ago. 2021.
- BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional Do Meio Ambiente CONAMA. **Resolução CONAMA nº 3003**, de 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 04 ago. 2021.
- _____. Resolução CONAMA 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res357/res0357.html>>. Acesso em: 10 set. 2021.
- CARVALHO, F.; SCOPEL, I. Escoamento Superficial e Recarga d'água Subterrânea em Diferentes Usos do Solo na Microbacia do Córrego do Queixada. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 66, p. 133-145, 2018. Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/39031>>. Acesso em 15 de jul. de 2021
- CARVALHO, D.L.; LIMA, A.V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: **XVI Encontro Nacional dos Geógrafos**, Porto Alegre. 2010.
- CASSOL, E.A.; LIMA, V.S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.117-124, 2003.
- COGO, N.P.; LEVIEN R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.743-753, 2003

CONAMA. **Legislação ambiental**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em 01 de setembro de 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE. **Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande**. Disponível em: <<http://verdegrande.cbh.gov.br/Mapa%20da%20Bacia.aspx>>. Acesso em: 12 de jul. de 2021

COSTA, C.A.; DIAS, H.C.T.; MARTINS, S.V. C.P.B. **Caracterização hidro ambiental da bacia hidrográfica do Rio Debossan**, Nova Friburgo, RJ. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, 2006.

COSTA, Andre Felipe Sosnierz et al. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 1, p. 67-73, 2012

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA CACHOEIRA DOS ALVES. Dia mundial da Floresta. Fotos do perfil. **Facebook.com**. 8 de out. de 2014. Disponível em: https://web.facebook.com/degradacao?_rdc=1&_rdr/ Acesso em 06 de set. 06 de set. 2021

SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J. D.; CARVALHO ALMEIDA, H. R. R. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio Francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 9, n. 3, 2010. Disponível em <<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/687-2711-1-PB.pdf>>. Acesso em: 10 de ago. de 2021

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

FOLEGATTI, M. V. *et al.*, Gestão dos recursos hídricos e a agricultura irrigada no Brasil. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). **Águas do Brasil análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 15-23.

FLEURY, J. **Curso de Geologia Básica**. Goiânia (GO): UFG, 1995.

FREITAS, E. P.; DE MORAES, J. F.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013. Disponível em: <<http://agriambi.com.br/revista/v17n04/v17n04a13.pdf>>

GIATTI, L. L. **Ecoturismo e impactos ambientais na região de Iporanga –Vale do Ribeira**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) –Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GOOGLE. Google Earth. Versão 7.1.5.1557. 2021. Nota (**Cachoeira do Rio Arapaim**). Disponível em: <<https://earth.google.com/web/search/sao+joao+da+ponte/@-15.81689249>> Acesso em: 25 de jul. de 2021.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

LEINZ, V.; AMARAL, S. **Geologia Geral**. 11 st ed. São Paulo: Companhia Nacional, 1989. 391p.

LOUZADA, A. **Gestão ambiental, conceitos e definições**. Disponível em: < <https://www.docsity.com/pt/gestao-ambiental-conceitos-e-definicoes/4743140/>>. Acesso em: 05 de jul. de 2021.

KATO, O. R.; KATO, M.; SÁ, TD de A. Uso de fogo na agricultura familiar na Amazônia: um mal necessário? **Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2012.

KLING, Ana Silva Mendes. **Aplicação do método Battelle na avaliação do impacto ambiental da bacia hidrográfica do Rio Piabanha**. 2005. Tese de Doutorado. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4961/2/841.pdf>>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

KOPPEN, W. **Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf Petermanns Geographische Mitteilungen**. 64.ed. Gotha, 1918, 193-203 p.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. Uso das metodologias de avaliação de Impacto Ambiental em estudos realizados no Ceará. **Revista Pretexto**, Belo Horizonte, v. 10, n. 4, art. 5, p. 79-98, 2009.

MELLO, L. T. A.; TRINDADE, M. C.; MARCUZZO, F. F. N. **Caracterização da qualidade das águas do principal Rio da região metropolitana de Goiânia**. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS -2011. Maceió. Trabalhos Técnicos. Alagoas: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

MENDES, Carlos André Bulhões. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001.536p

MOLETTA, C. **Usinas x cachoeiras: o dilema de Prudentópolis entre o potencial turístico e a geração de energia**, Prudentópolis, 27 de nov. 2019. Disponível em: < <https://www.centralcultura.com.br/?pag=noticias.php&id=63954>>. Acesso em: 06 de set. 2021.

CACHOEIRA DO GUINÉ. Álbums de Cachoeira do Guiné. Fotos do perfil. **Facebook.com**. 20 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/parquedacachoeiradoguine/photos/a.114645503329681/131238685003696/> Acesso em: 04 set 2021.

PELLEGRINI, A. **Dicionário Enciclopédico de Ecologia e Turismo**. São Paulo: Monole, p.308, 2000.

PINTO, L. V. A. et al. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz**, Lavras, MG. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 65, p.197-206, jun. 2004.

JORNAL MONTES CLAROS. **Plano de revitalização da sub-bacia do rio Juramento**. - 5 de julho de 2018. Disponível em: < <https://jornalmontesclaros.com.br/2018/07/05/plano-de-revitalizacao-da-sub-bacia-do-rio-juramento/>> Acesso em: 04 set 2021.

RANIERI, S.B.L.; SPAROVECK, G.; SOUZA, M.P.; DOURADO NETO, D. Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.22, p.751-760. 1998.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.

STAMM, H.R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica**. 2003. 284f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC.

TUCCI, C. E.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Porto Alegre, 2001.

TUNDISI, J. G.; Instituto Internacional de Ecologia. Recursos Hídricos. **O futuro dos recursos**. São Carlos. Outubro, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/13529-Texto%20do%20artigo-16504-1-10-20120517%20(1).pdf>. Acesso em: 11 de jul. de 2021.

Veiga, M. M.; Silva, D. M.; Veiga, L. B. E.; Faria, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v.22, p.2391-2399, 2006.