



GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS COMO FERRAMENTA DE COMBATE AOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS DA MICROBACIA DO RIO CREPORIZINHO - PA

Gabriele Ferreira Fiel e Silva

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal do Pará
gabriele.silva@tucurui.ufpa.br

Paloma Cardoso de Oliveira Santos

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal do Pará
paloma.santos@tucurui.ufpa.br

Lara Grazielle Sousa Freitas

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal do Pará
lara.freitas@tucurui.ufpa.br

Vitória Barbosa Portilho

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal do Pará
vitoria.portilho@tucurui.ufpa.br

Joana Alicia Pantoja Lima

Mestranda em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental
Universidade Federal do Pará
joana.lima@cameta.ufpa.br

Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa

Professor do Magistério Superior
Universidade Federal do Pará
cecosta@ufpa.br

Resumo

A microbacia do Rio Creporizinho, localizada no estado do Pará, passa por graves problemas socioambientais por conta da má gestão dos recursos hídricos, sendo um dos principais fatores o garimpo ilegal. Essas atividades garimpeiras resultam em danos à água, solo, vegetação e também à população local devido o mercúrio despejado no rio. Neste estudo procuramos utilizar a gestão de recursos hídricos como uma solução para enfrentar e reverter esses problemas. Através da ferramenta QGIS analisamos as características da microbacia a fim de relacionar com a atividade garimpeira e, através de levantamentos bibliográficos realizamos uma análise minuciosa das políticas de gestão dos recursos hídricos e também uma revisão dos aspectos relacionados aos problemas socioambientais gerados pelas atividades de garimpo e os



empecilhos no combate a essa atividade na região. Com base nos resultados obtidos, identificou-se que a área de estudo tem potencial para atividades garimpeiras devido suas características, o que acarreta muitos problemas sociais e ambientais para a região e por fim as políticas públicas e órgãos ambientais precisam trabalhar de maneira integrada com o objetivo de controlar e reduzir os impactos causados na microbacia.

Palavras-chave: Garimpo ilegal, Tapajós, Geoprocessamento, Legislação.

1. Introdução

Sabe-se que a água é um recurso essencial para todas as formas de vida no planeta, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social. No entanto, a cada dia, este recurso está cada vez mais escasso, devido a políticas prejudiciais aos usos múltiplos das águas e degradação causada pelos altos índices de cargas poluidoras de origem urbana, industrial e agrícola.

Uma bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente (Tucci, 1995). Considerando a importância desse sistema físico, a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, determina que a bacia é a unidade fundamental de gestão da água, o que torna necessário o estudo de suas características para distribuir os recursos hídricos de forma responsável e igualitária.

Os atuais problemas que podem ser levantados no domínio dos recursos hídricos impõem a necessidade de evitar que a crescente escassez de água possa constituir obstáculo ao desenvolvimento econômico e social. Além disso, interessa definir os meios de que se poderá lançar mão no futuro para racionalizar a utilização de recursos hídricos, otimizando os benefícios que estes, nas suas múltiplas utilizações, podem proporcionar às comunidades.

A bacia do Rio Creporizinho, no estado do Pará, sofre com diversos problemas socioambientais causados pela inadequada gestão de recursos hídricos da região, sendo um dos principais fatores deteriorantes o garimpo ilegal, que atinge tanto o meio hídrico quanto o solo e vegetação, além dos impactos causados à população da região. Dessa forma, o objetivo deste estudo é buscar formas de utilizar a gestão de recursos hídricos para combater os problemas mencionados e tentar revertê-los.

2. Fundamentação teórica

A água é o elemento natural de maior importância para os seres vivos e em consequência disso tem enorme valor econômico agregado, mesmo em seus usos indiretos. Por isso, ao fazer a gestão desse recurso, no intuito de racionalizar e/ou conservar sua integridade é importante analisar de forma conjunta todas as áreas e fatores de influência ligados ao uso da água de determinada região. A forma mais eficaz de fazer uma gestão justa e eficiente das águas é através do gerenciamento de bacias hidrográficas.



Segundo aborda Viegas Filho (2020):

As razões pelas quais as bacias hidrográficas são consideradas como os espaços territoriais mais adequados para a gestão dos recursos hídricos decorrem do fato de que, através da água, estes vêm a ser espaços integradores de diferentes processos naturais e/ou antrópicos que ali ocorrem.

Visando além da resiliência natural dos corpos hídricos e a proteção dos ecossistemas, a gestão de bacias se faz necessário para solucionar conflitos socioambientais estabelecidos nas áreas de influência de uma bacia hidrográfica, se necessário partindo de uma visão macro para micro, onde apenas o gerenciamento da bacia não foi capaz de visualizar ou solucionar as problemáticas. Viegas Filho (2020) pontua que: “Qualquer atividade de gestão, só se justifica onde existem conflitos que necessitem ser resolvidos e interesses distintos harmonizados”.

De acordo com dados disponibilizados no portal da Agência Nacional de Águas (ANA) referentes ao ano de 2019, a retirada de água no Brasil ocorre por 30% de evaporação líquida de usos múltiplos e 70% de usos setoriais, sendo esses setores subdivididos em 49,9% para irrigação; 24,3% consumo humano; 9,7% indústria; 8,4% uso animal; 4,5% termelétricas; 1,7% mineração e 1,6% consumo rural.

A mineração demanda volumes expressivos de água. O volume de retirada é equivalente ao abastecimento de toda a população rural brasileira, sendo que a mineração se caracteriza pela forte concentração no território, notadamente em alguns municípios em Minas Gerais e no Pará (SNIRH, 2019). Ainda segundo o portal SNIRH, o percentual de consumo de água na mineração, em relação às regiões brasileiras, corresponde a 55% na região e 29% na região norte.

Segundo Cordani e Juliani (2019):

Amazônia é responsável por 1/3 da produção mineral brasileira, suas jazidas minerais garantem ao Brasil um excelente potencial. Contudo essa grande região apresenta uma grande vulnerabilidade ambiental com seus rios enormes e a vasta floresta tropical, sendo submetida a possíveis impactos devido a retirada de recursos minerais, principalmente relacionados à atividade de garimpagem (apud SILVA, 2019, p. 14).

O sudeste paraense pertence a Amazônia Legal é um dos grandes focos de extração de minério e vastas devastação de áreas verdes, seja por grandes mineradoras ou por atividades ilícitas de garimpagem, que impactam diretamente a hidrografia local. Silva (2019) detectou um quantitativo de 50 microbacias afetadas pelo garimpo em áreas do sudeste paraense.

O desenvolvimento econômico e crescimento das atividades produtivas aceleram o processo de degradação dos recursos hídricos, logo, é imprescindível que esses recursos sejam



avaliados e protegidos (BONUMÁ. 2006). Entre as atividades poluidoras do meio ambiente estão as atividades de mineração e garimpo que se caracteriza majoritariamente pela utilização de técnicas rudimentares e sem controle de descarte dos rejeitos, acarretando em vários danos ao meio físico e biótico (SILVA et al, 2007).

Segundo Bonumá (2006), o Brasil possui uma das maiores reservas minerais do mundo. Desde a colonização até os dias de hoje, sofre com os impactos da extração desordenada e com baixo controle tecnológico. O aproveitamento dos minerais causa grandes impactos ambientais, principalmente em corpos d'águas, pois altera as suas características qualitativas e quantitativas. Porém, a poluição hídrica gerada por essas atividades é pouco estudada.

Pode-se citar alguns estudos sobre a extração de minério e a qualidade da água como o de Silva, et al. (2007) que avaliou a qualidade das águas na região dos garimpos em Ouro Preto - MG. Onde foi observado que a maior influência no meio aquático foi a introdução de sólidos em suspensão que são submetidos a diferentes condições físico-químicas que podem induzir a liberação ou acúmulo de espécies químicas.

Também pode-se citar o de Bonumá (2006) que avaliou a qualidade da água sob o impacto das atividades de implantação de garimpo. Onde foi confirmado a influência do garimpo na qualidade da água do rio, o que nos demonstra a necessidade contínua de um monitoramento dos recursos hídricos para minimizar os impactos ambientais. Outro trabalho é o de Magalhães (2006) que apresentou as caracterizações físicas, químicas e microbiológicas de águas subterrâneas, nascentes e águas superficiais de bacias hidrográficas em Minas Gerais. As avaliações das duas bacias revelaram parâmetros em desacordo com os padrões de qualidade tanto para águas superficiais, quanto para as águas subterrâneas. Os parâmetros microbiológicos constituem a carga contaminante comum a todos os pontos de amostragem.

Todas essas informações são de extrema importância em se ter conhecimento, pois em nossa área de estudo, a bacia do Creporizinho em Itaituba - PA, no município é de onde sai 81% do ouro ilegal do Brasil (VEJA, 2022) por se ter grande potencial de minério na região.

3. Metodologia

A bacia hidrográfica do rio Creporizinho, assim como inúmeras outras que compõem a bacia amazônica, mantém-se praticamente desconhecida, a nível nacional, em virtude da ausência de cartografia em escala adequada que possa retratar as minúcias, de seus acidentes naturais e as marcas da presença do homem. Com a finalidade de se realizar esse estudo com informações geográficas precisas e mostrar a localização dos garimpos no rio Creporizinho, foi realizado um levantamento por meio de imagens de satélite e sua aplicação no software de geoprocessamento QGIS 3.16 Hannover que possibilitou a identificação dos principais garimpos ao longo do curso.

A partir da delimitação dos espaços geográficos na área de influência da bacia, será proposto diretrizes para a elaboração de um planejamento de gestão de recursos hídricos na

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

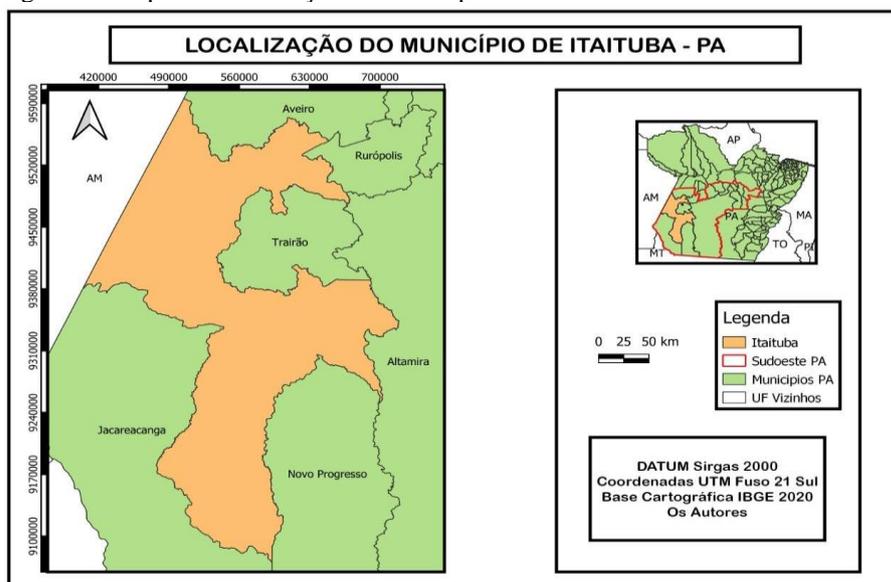
região, definindo políticas públicas para o controle e mitigação de impactos, além de avaliar os desafios que a região apresenta para a implementação de políticas de gestão eficientes. Por isso, definiu-se como metodologia mais adequada o desenvolvimento de uma revisão bibliográfica a respeito do assunto em questão, com a utilização de material publicado em periódicos, repositório, site e acervos de diversos órgãos e secretarias, a partir de métodos qualitativos, categorizando-se como pesquisa descritiva.

Os levantamentos bibliográficos serão realizados em sites governamentais e federais relacionados com a gestão de Recursos Hídricos partindo, tais como Agência Nacional de Águas (ANA), Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Ministério do Meio Ambiente (CNRH), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade Social do Pará (SEMAS-PA), Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Pará (SECTAM-PA), entre outros.

3.1 Área de estudo

A área de estudo em questão se refere a microbacia hidrográfica do Rio Creporizinho, afluente do rio Tapajós, localizado no município de Itaituba-PA, pertencente à mesorregião do Sudoeste Paraense (Figura 1). O município se estende por 62.042,472 km² e conta com uma população estimada em 101.541 habitantes, segundo o último censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022).

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Itaituba - Pará.



Fonte: Autores, 2022.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Sabe-se que a província garimpeira do Tapajós compreende uma área superior a 100.000 km², sendo considerada a maior província aurífera aluvionar do mundo. De acordo com Silva et. al. (1997) os depósitos são tipicamente de ouro aluvionar recente, com algumas ocorrências de ouro em veio de quartzo e o sistema de extração mais utilizado é o desmonte hidráulico (bico-jato), embora eventualmente também sejam utilizados moinhos.

Segundo dados da FIBGE (1990), a geologia da área abrangida pelo rio Tapajós e seus afluentes é representada pelas unidades que compõem o embasamento, pelas unidades pertencentes à Bacia Sedimentar do Amazonas e por sedimentos inconsolidados. Sendo que o embasamento é constituído, principalmente, por rochas ígneas, metamórficas de alto e baixo grau e por sedimentos da idade pré-cambriana.

O clima característico do Pará é o clima equatorial úmido, que possui altas temperaturas e altos índices pluviométricos. No município de Itaituba tem-se que as estações mais chuvosas coincidem com os meses de dezembro a junho e as menos chuvosas nos meses de julho a novembro.

3.2 Área de drenagem, declividade e hipsometria do Rio Creporzinho

Para demarcar os limites da microbacia (Figura 4) utilizamos o modelo digital de elevação (MDE) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), baixado no site TOPODATA (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>) com uma resolução de 30 metros. Para isto, foi realizado o upload da sena 07_57 no TOPODATA e em seguida foi inserida no software Qgis, onde reprojeteu-se as coordenadas para DATUM SIRGAS 2000 UTM 21S, fuso no qual encontra-se nossa área de drenagem. Por fim, pode-se de fato delimitar a área de drenagem da microbacia com as ferramentas "r.water.shed" e "r.water.outlet" partindo do ponto exutório, que nos resultaram na direção de drenagem da bacia e na sua demarcação territorial, respectivamente. Além disso, foi necessário salvar esse resultado de raster para o formato shapefile através da ferramenta "r.to.vect", para utilizá-la posteriormente na elaboração dos demais mapas.

Para obtermos as declividades da microbacia em questão, utilizou-se a ferramenta raster de análise de declive, ferramenta de vital importância para a análise do relevo, sendo uma forma de representação temática da distribuição espacial dos diferentes níveis de inclinação existentes em um terreno. E para a classificação das declividades optamos por utilizar o cálculo de porcentagem, referenciados pelo EMBRAPA, classificando como: de 0 à 3% que é considerado plano, 0 à 8% suave ondulado, 0 à 20% ondulado, 20% à 45% forte ondulado, 45% à 75% montanhoso, >75% forte montanhoso (escarpado). As cores do mapa foram alteradas, através da propriedade simbologia, de modo a facilitar a compreensão das declividades que acompanham os limites de classificação, conforme demonstrado na Figura 5.

Para elaboração do mapa hipsométrico (Figura 6), instrumento seguro e que permite a leitura clara e direta para um planejamento que necessite de informações sobre a altimetria do terreno, utilizou-se os dados do MDE do SRTM disponível no TOPODATA, na sena 07_57. Em seguida, aplicou-se o shapefile correspondente a área de drenagem e recortamos na camada



raster (imagem de satélite) somente a área de estudo, para que fosse possível reprojeter a área de WGS84 para a SIRGAS 2000 UTM ZONE 21S e trabalhou-se na simbologia da camada para definir as cores que representam as altitudes.

3.3 Localização de Nascentes da Microbacia do Rio Creporizinho

Para a obter a localização das nascentes da microbacia, importante para analisar o quantitativo de nascentes e verificar a correlação com a atividade garimpeira, foi utilizado o mapa da delimitação da área de drenagem e dados de nascentes do estado do Pará através do site da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS (<http://monitoramento.semas.pa.gov.br/seirh/#/SecaoTematica/4>), para após aplicação das feições de spring, obter-se apenas as nascentes dentro dos limites da bacia, como observado na Figura 7.

4. Resultados

4.1 Revisão dos aspectos referentes à geração de problemas socioambientais na bacia

Tendo em vista a falta de informações sobre a área de estudo, devido ao seu tamanho e localização, houve a necessidade de obtê-las por meio da ferramenta SIG, como apresentado na metodologia, resultando em uma área equivalente a 80km² (Figura 4), sendo assim, pode-se defini-la como uma microbacia, já que de acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas) uma microbacia está circunscrita a uma área de até 10 mil hectares, ou seja, 100 km². Além disso, o corpo hídrico principal da microbacia é o Rio Creporizinho, que possui exutório no Rio Crepori.

Figura 04 - Área de Drenagem do Rio Creporizinho.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

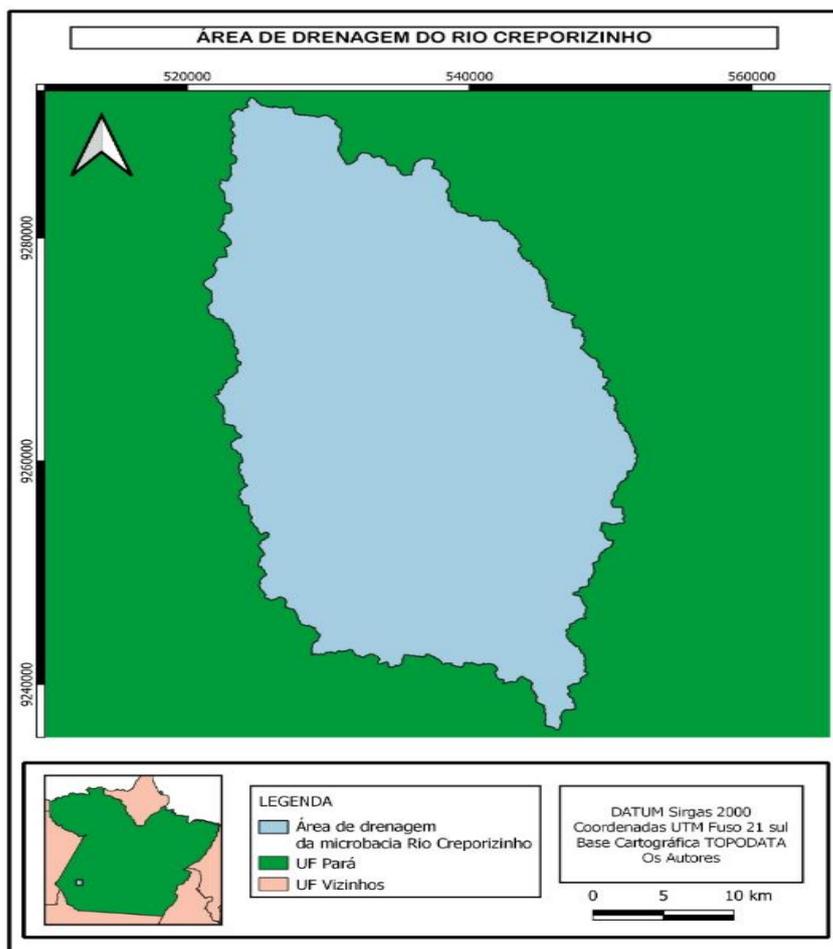
APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito



Fonte: Autores, 2022.

No que se refere a declividade, ela é um parâmetro importante no estudo desse recurso hídrico e na sua gestão, pois está diretamente associada ao tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água da microbacia, logo quanto maior a declividade do terreno, maior a velocidade de escoamento, menor tempo de concentração e maior as perspectivas de picos de enchentes (Guimarães, 2008). Sendo assim, como pode-se observar por meio da Figura 5, a área de estudo é composta em sua maioria por declividade plana e ondulações suaves, o que favorece a atividade garimpeira visto que o risco de enchentes é baixo, até mesmo em épocas chuvosas.

Figura 5 - Declividade da Microbacia do Rio Creporizinho.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

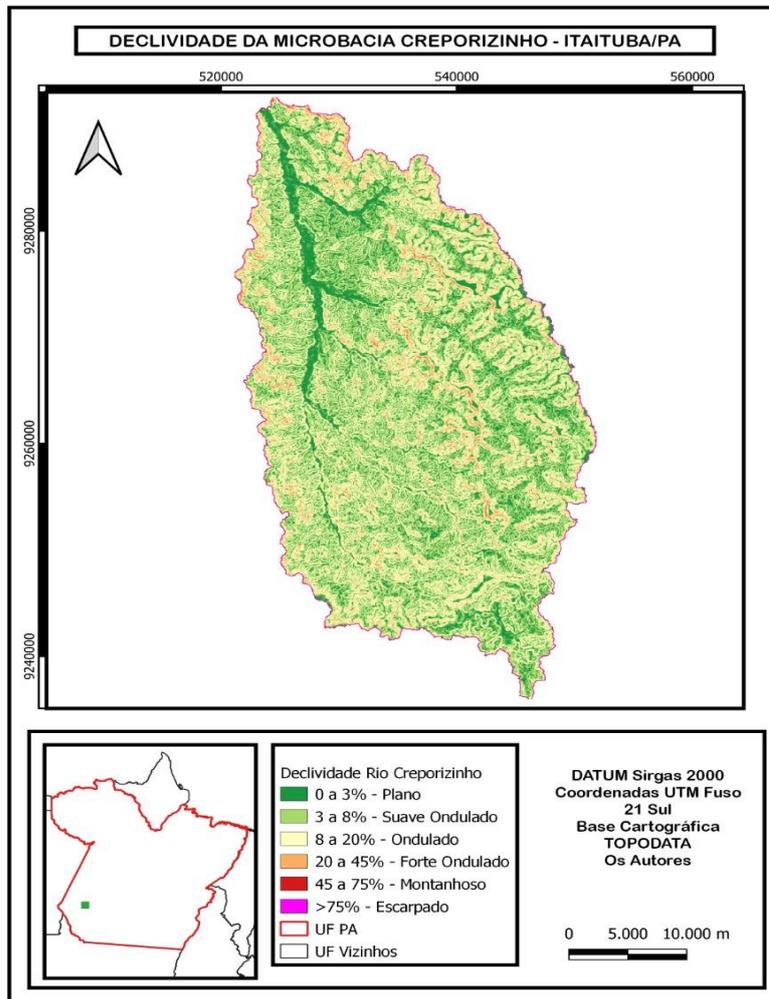
APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

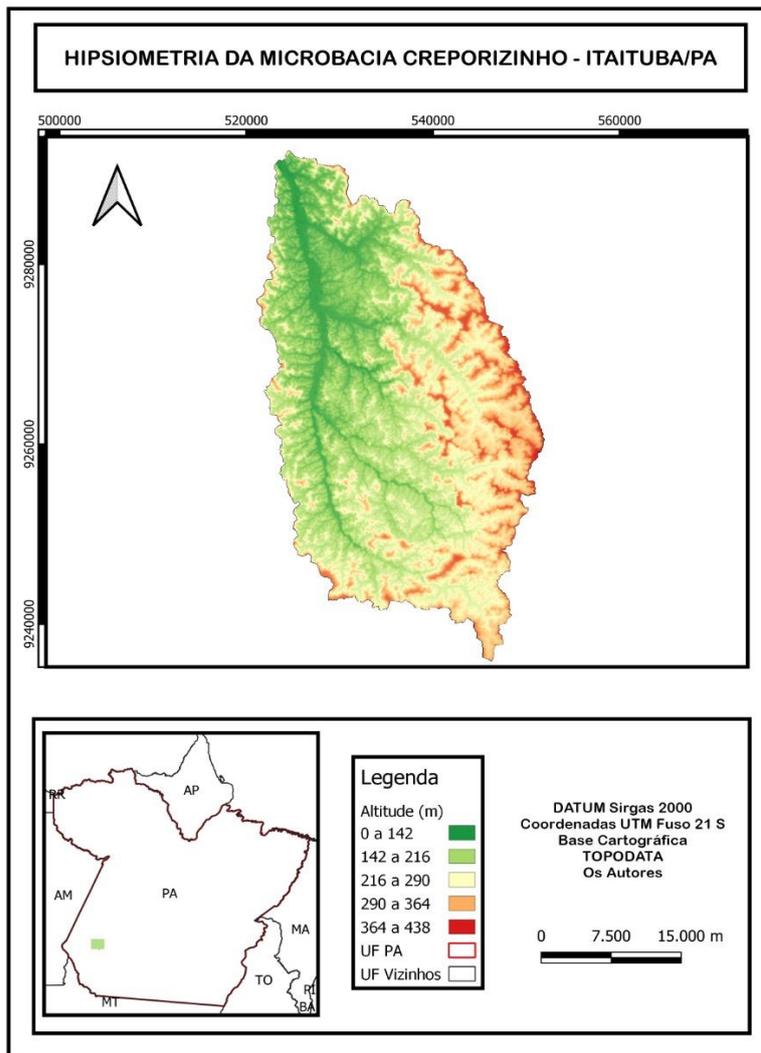


Fonte: Autores, 2022.

A análise hipsométrica caracteriza a altimetria da microbacia hidrográfica da área de estudo, oferecendo uma visão ampla do relevo do terreno (Guimarães, 2008). Na Figura 6 observa-se que a área de maior altitude está localizada na região nordeste da região, representando 15% da área total da microbacia. Ademais, a área mais baixa da bacia mostra uma aparente vulnerabilidade ambiental nos termos das áreas de preservação permanente, haja vista que são as áreas com maiores índices de atividades garimpeiras da região, coincidindo com o percurso do Rio Creporizinho.



Figura 6 - Mapa Hipsométrico da microbacia do Rio Creporizinho.

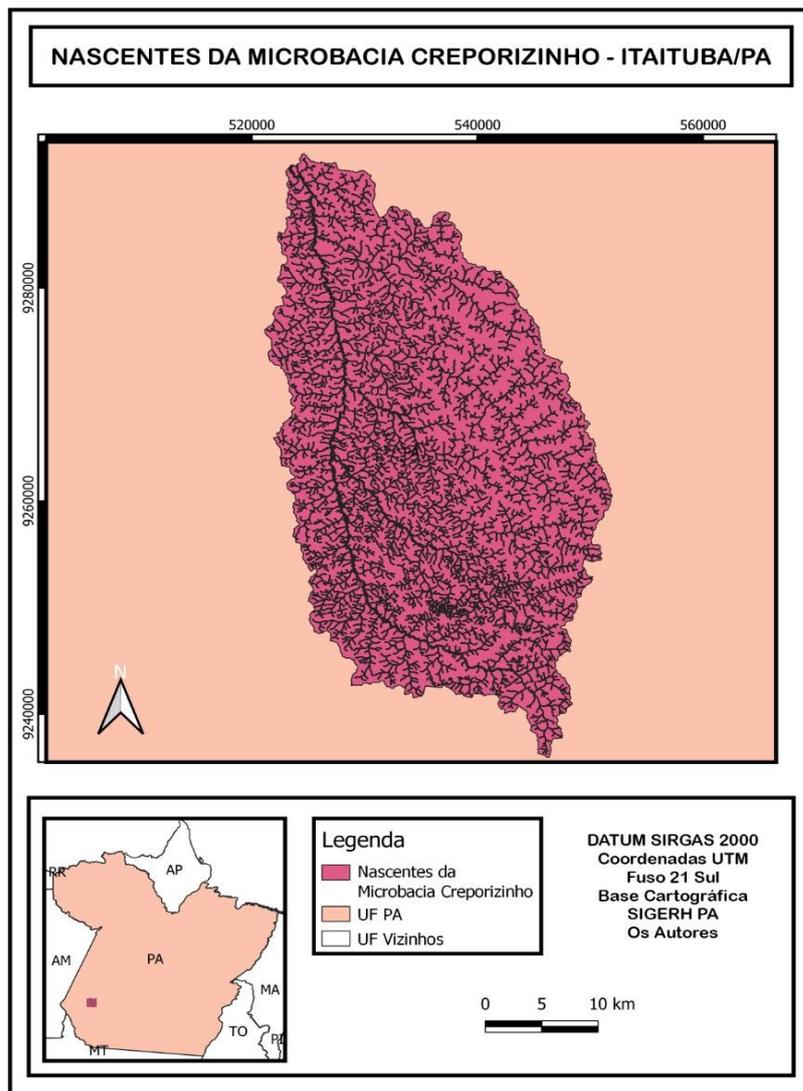


Fonte: Autores, 2022.

O mapa de nascentes, foi elaborado com a intenção de evidenciar a quantidade de supostas nascentes existentes na região, no entanto, ao analisar imagens de satélites percebe-se que no século anterior não havia essa quantidade exorbitante, comprovando a atividade humana e garimpeira na região, visto que os pontos criados para extração acabaram se tornando um novo ponto de água.



Figura 7 - Mapa de Nascentes da Microbacia do Rio Creporizinho.



Fonte: Autores, 2022.

4.2 Diretrizes para a elaboração de um planejamento de gestão de recursos hídricos

A mineração ilegal na região amazônica, nesta ocasião, especificamente na região da microbacia do rio Creporizinho, é passível de causar sérios danos aos recursos hídricos, como contaminação por metais pesados e assoreamento de rios, além de gerar conflitos e usos da água. Para combater esses problemas, é necessário criar um plano de gestão de recursos hídricos



abrangente e eficaz. Nesse contexto, este artigo propõe diretrizes com base em documentos legais.

1. **Legislação e Políticas:** A primeira diretriz é baseada em legislações e políticas existentes para a gestão dos recursos hídricos, especialmente de bacias hidrográficas.

Lei nº 9.433/1997 estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Ela define os princípios, diretrizes, instrumentos e para a gestão dos recursos hídricos. No Art. 5º são apresentados instrumentos para uma gestão eficaz dos Recursos Hídricos, onde o item I - “Plano de Recursos Hídricos” pode ser uma das medidas mais cabíveis nessa ocasião, tendo em vista que, segundo os art. 6º e 7º, os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos. Sendo planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos.

Com a finalidade de subsidiar a análise sobre conflitos existentes e potenciais pelo uso da água, áreas de influência das atividades consumidoras e poluidoras, o plano de recursos hídricos deverá trazer estudos existentes ou complementares que ajudem a apurar a disponibilidade hídrica da região, para que sejam determinadas as vazões outorgáveis dos recursos hídricos da região.

Lei Federal nº 9.605/1998 - Lei de Crimes Ambientais: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O garimpo ilegal pode ser considerado uma atividade criminosa de acordo com essa lei, sujeita a punições como multas, detenção e outras dignas.

2. **Monitoramento e Fiscalização:** A segunda diretriz diz respeito ao monitoramento e fiscalização dos corpos d'água na região amazônica, visando o combate ao garimpo ilegal. Propõe-se:

Plano de Ação para Prevenção e Controle do Garimpo Ilegal na Amazônia Legal (PPG): O PPG é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) que visa combater o garimpo ilegal por meio da integração de ações dos órgãos de vigilância e controle, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Fundação Nacional do Índio (FUNAI). O plano inclui medidas como intensificação da fiscalização, ações de repressão e desarticulação de redes de garimpeiros ilegais.

Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (PNQA): Desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA), o PNQA tem como objetivo monitorar a qualidade das águas acompanhadas e monitoradas em todo o país. No caso da região amazônica, é importante fortalecer o programa, aumentando o número de pontos de monitoramento em áreas impactadas pelo garimpo ilegal. Isso permitirá a identificação de locais contaminados e a tomada de medidas corretivas para a proteção dos corpos d'água.



Cooperação das Forças Armadas com apoio de órgãos ambientais, para combater o garimpo ilegal. É recomendado o uso de tecnologias de sensoriamento remoto, como imagens de satélite, para auxiliar na identificação de áreas de atividade garimpeira ilegal e no mapeamento das áreas degradadas.

Fortalecimento do Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA): O SINIMA é um sistema de informações integrado que reúne dados e conhecimentos sobre o meio ambiente. Facilitando a mensuração das modificações e impactos causados pelo garimpo ilegal e também na elaboração de planos de combate, mitigação e compensação.

3. **Regularização e Ordenamento**: A terceira diretriz foca na regularização e ordenamento das atividades garimpeiras na região. Propõe-se:

Implementar medidas para regularizar o garimpo, estabelecendo critérios claros para a concessão de licenças ambientais, com base em estimativas de impacto ambiental.

Definir zonas de exclusão para atividades de mineração em áreas sensíveis, como áreas de preservação permanente, unidades de conservação e terras indígenas.

A regularização e ordenamento das atividades garimpeiras na região amazônica podem ser alcançadas por meio de uma combinação de medidas legais, políticas, sociais e ambientais. O garimpo é uma atividade complexa, que envolve questões socioeconômicas, ambientais e de segurança, e a regularização deve ser feita levando em consideração todos esses aspectos.

4. **Educação e Conscientização**: A quarta diretriz enfatiza a importância da educação e conscientização ambiental para combater o garimpo ilegal e proteger os recursos hídricos na região amazônica. Propõe-se:

Promover campanhas de conscientização para informar a população sobre os danos causados pelo garimpo ilegal aos recursos hídricos, incentivando práticas sustentáveis e responsáveis.

Implementar programas de educação ambiental nas comunidades locais, escolas e universidades, abordando temas como conservação da água, recuperação de áreas degradadas e alternativas ecológicas.

4.3 Dificuldades da implementação de monitoramento e combate às atividades ilegais de garimpo nesta região.

Os crimes ambientais tem crescido de forma significativa na bacia amazônica, segundo o Instituto Igarapé, atividades ilícitas relacionadas à economia, como a mineração ilegal, não apenas estimulam a crescente do desmatamento, a poluição, contaminação e a perda de biodiversidade, mas também têm um impacto negativo na segurança pública e na estabilidade política, alimentando também a violência criminal.

O Guia para o enfrentamento de crimes ambientais - Lições do combate à mineração de ouro na Amazônia relata que só na bacia do Tapajós, estima-se que 30 toneladas de ouro ilícito mudem de mãos por ano (cerca de R\$ 4,5 bilhões em receita não declarada) está mesma bacia



do também abriga o povo Munduruku, um dos grupos indígenas mais afetados pelas atividades de mineração ilegal. Nos últimos dois anos, a área degradada pela mineração em pequena escala no território Munduruku aumentou 363%.

No documento intitulado de Série Manuais de Atuação - Mineração ilegal de ouro na Amazônia: Marcos jurídicos e questões controversas, do ano de 2020, elaborado e publicado pelo Ministério Público Federal (MPF) consta uma listagem importante de questões que podem ser identificadas como empecilhos para o combate ao garimpo ilegal na região amazônica.

Por nossa área de estudo estar inserida nessa mesma região e no mesmo bioma citado no trabalho, concluímos que podemos aplicar estes mesmos empecilhos a nossa microbacia. Dentre eles temos a Permissão de Lavra Garimpeira, inconformidades em legislações, a falta de fiscalização e a falta de consonância com o desenvolvimento sustentável são algumas das dificuldades e falhas que podem ser relacionadas com a região da microbacia do estudo realizado.

De forma geral podemos relacionar as seguintes dificuldades para realizar o monitoramento e o combate das atividades garimpeiras na região:

- Dificuldade no acesso a área: por se tratar de uma região remota e que está inserida próximo a áreas de conservação, há uma dificuldade em chegar até o local da atividade garimpeira ilegal.
- Extensão territorial: a microbacia de estudo apresenta grande extensão territorial, o que torna trabalhoso a sua cobertura de maneira eficaz.
- Falta de recursos: a falta de investimentos em profissionais capacitados, aparatos tecnológicos e na infraestrutura das secretarias e órgãos ambientais tornam o trabalho de identificação e fiscalização ainda mais dificultoso.
- Dificuldade na identificação dos garimpos: por não haver uma formalidade nos registros e na documentação fica quase que impossível, sem denúncias, de se chegar até as áreas de garimpo ilegal, outra questão é que os garimpeiros ilegais mudam frequentemente para não serem localizados.
- Conflitos sociais e violência: o garimpo ilegal muitas vezes está associado a conflitos sociais e violência, como disputas territoriais, tráfico de drogas e até mesmo trabalho escravo. Para trabalhar e solucionar essas questões é necessário ações integradas das partes envolvidas com os órgãos fiscalizadores e de segurança pública e soluções para que essas problemáticas não voltem a afetar aquela região.
- Corrupção: a corrupção é um fator importante que dificulta o combate ao garimpo ilegal. Algumas pessoas responsáveis de fazer cumprir a lei podem estar envolvidas em esquemas de suborno e proteção aos garimpeiros ilegais.



5. Conclusões

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a microbacia do rio Creporizinho apresenta características adequadas para atividades exploratórias devido à sua declividade plana e suave ondulação, além de sua localização em área remota e de difícil acesso. Tais atividades de mineração ilegal podem causar sérios problemas socioambientais, como poluição por metais pesados e assoreamento de rios.

Para combater esses problemas, são necessárias diretrizes específicas para a elaboração de um planejamento de gestão de recursos hídricos na região. A implementação dessas diretrizes na região enfrentará desafios como falta de supervisão efetiva, não conformidade legislativa, licenças de mineração de ouro e falta de alinhamento com o desenvolvimento sustentável.

Portanto, as entidades articuladoras e as políticas públicas devem atuar de forma integrada para encontrar soluções efetivas para controlar e mitigar os impactos socioambientais do garimpo ilegal na microbacia do Creporizinho. Somente por meio de uma abordagem integrada envolvendo aspectos jurídicos, monitoramento, regulamentação, conscientização e cooperação será possível enfrentar com eficácia os desafios e proteger os recursos hídricos da região.

6. Referências bibliográficas

Agência Nacional de Águas (ANA). **Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas**. Brasília, DF. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em: 11 de jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Câmara de Coordenação e Revisão, 4**. Mineração ilegal de ouro na Amazônia, marcos jurídicos e questões controversas – Brasília, MPF, 2020. 259 p. – (Série manuais de atuação, v. 7). Disponível em: www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/publicacoes/roteiros-da-4a-ccr/ManualMineraoIlegaldoOuronaAmazniaVF.pdf.



BONUMÁ, N. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SOB IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DE GARIMPO NO MUNICÍPIO DE SÃO MARTINHO DA SERRA.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria.

GUIMARÃES, L. J. R.. **LEVANTAMENTO DAS ÁREAS POTENCIAIS AO ASSOREAMENTO DA BARRAGEM PIRAQUARA I.** 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Itaituba.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/itaituba/panorama>. Acesso em 14 de maio de 2023.

INSTITUTO IGARAPÉ. **Guia para o enfrentamento de crimes ambientais - Lições do combate á mineração ilegal de ouro na Amazônia.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Dezembro, 2021. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/mineracao-ilegal-na-amazonia-como-combate-la>.

MAGALHÃES, V. **Hidroquímica e qualidade das águas superficiais e subterrâneas em áreas sob influência de lavras pegmatíticas nas Bacias dos Córregos Água Santa e Palmeiras, município de Coronel Murta (MG).** 2006. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MPBB-6ZQERE>

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Garimpo Ilegal na Amazônia Legal.** Brasília, DF. 2013. Disponível em: http://combateao-desmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCDAM_3aFase.pdf. Acesso em: 11 de jun. 2023.

SILVA, A. P. **Projeto Itaituba: programa de desenvolvimento de tecnologia ambiental.** Rio de Janeiro. CETEM CNPq, 1997. 66p. (Série Tecnologia Ambiental, 18)

SILVA, A.; MACHADO, D.; NALINI, H.; LENA, J. **A qualidade das águas na região dos garimpos de topázio na sub-bacia do rio da Ponte, Ouro Preto - MG.** REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 60(4): 603-611, out. dez. 2007.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Editora UFRGS, Porto Alegre – RS. 1995.