

AValiação das Barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio: Um Estudo da Legislação e Medidas de Prevenção de Riscos de Rompimento

Larissa Ribeiro Andrade¹
Andréia Alves de Almeida²

RESUMO: Este artigo visa analisar os impactos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio no Estado de Rondônia, com foco na legislação aplicável e nas medidas de prevenção de riscos de rompimento. A problemática é: Analisar quais os impactos das barragens das Usinas hidrelétricas no Estado de Rondônia? Quanto ao objetivo geral definiu-se: analisar os impactos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio no Estado de Rondônia, já os objetivos específicos incluem analisar os impactos socioambientais decorrentes da construção e operação das barragens, incluindo deslocamento de comunidades, alterações no ecossistema e impactos na qualidade da água, apresentar o conceito de barragem e como elas acontecem no Estado de Rondônia, Verificar o cumprimento da legislação ambiental e de segurança pelas barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia. Com base nessa análise, serão elaboradas discussões e recomendações para o aprimoramento das medidas de prevenção de riscos, contribuindo para uma compreensão mais abrangente dos desafios e oportunidades associadas a essas importantes estruturas de geração de energia em Rondônia. Assim, utilizou-se a metodologia dedutiva, apresentando a pesquisa bibliográfica e legal, bem como técnicas do referente, da categoria, do conceito operacional e do chamamento.

2537

Palavras-chave: Barragens. Usinas Hidrelétricas. Rondônia. Prevenção.

ABSTRACT: This study aims to analyze the impacts of the Jirau and Santo Antônio Hydroelectric Power Plants' dams in the state of Rondônia, focusing on applicable legislation and risk prevention measures against dam failure. The problem is: what are the impacts of the hydroelectric power plants' dams in the state of Rondônia? Based on this, the specific objectives include analyzing the socio-environmental impacts resulting from the construction and operation of the dams, including community displacement, changes in the ecosystem, and impacts on water quality; presenting the concept of dams and how they occur in the state of Rondônia; and verifying the compliance with environmental and safety legislation by the Jirau and Santo Antônio Hydroelectric Power Plants' dams in Rondônia. Based on this analysis, discussions and recommendations will be developed to improve risk prevention measures, contributing to a more comprehensive understanding of the challenges and opportunities associated with these important energy generation structures in Rondônia. Thus, the deductive methodology was used, presenting bibliographic and legal research, as well as techniques of reference, category, operational concept, and call.

Keywords: Dams. Hydroelectric Power Plants. Rondônia. Prevention.

¹ Acadêmica de Direito pela Faculdade Católica de Rondônia.

² Professora Orientadora. Doutora em Ciência Jurídica DINTER entre FCR e UNIVALI. Mestre em Direito Ambiental pela UNIVEM/SP. Especialista em Direito Penal UNITOLEDO/SP. Especialista em Segurança Pública e Direitos Humanos pela UNIR/RO. Especialista em Direito Militar pela Verbo Jurídico/RJ.

INTRODUÇÃO

A avaliação das barragens das usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio é um tema de extrema importância, especialmente considerando o contexto das grandes obras de infraestrutura energética no Brasil. Essas usinas, localizadas no rio Madeira, no estado de Rondônia, representam investimentos significativos no setor elétrico do país, visando atender à crescente demanda por energia.

No entanto, junto com os benefícios energéticos, surgem preocupações relacionadas à segurança das barragens. A história mundial está marcada por tragédias decorrentes de rompimentos de barragens, o que levanta questões sobre a eficácia das medidas de prevenção e a necessidade de uma legislação robusta para garantir a segurança das estruturas.

Considerando esse cenário, surge a necessidade de problematizar a temática, assim considera-se: Analisar quais são os impactos ambientais das usinas hidrelétricas no Estado de Rondônia

Com base nessa indagação, duas hipóteses podem ser levantadas para orientar a pesquisa: a primeira sugere que a implementação das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia pode estar associada a uma série de impactos ambientais adversos, incluindo o aumento da erosão, a fragmentação do habitat aquático e terrestre, bem como a modificação dos padrões de fluxo de água, resultando em mudanças significativas nos ecossistemas locais.

2538

Enquanto, a segunda hipótese postula que apesar das medidas de prevenção de riscos de rompimento estabelecidas pelas autoridades competentes, as comunidades localizadas próximas às barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia podem enfrentar potenciais riscos de segurança, como o comprometimento da integridade estrutural das barragens devido a fatores como má gestão, falta de manutenção adequada ou eventos extremos.

Dessa forma, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar os impactos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio no Estado de Rondônia, com foco na legislação aplicável e nas medidas de prevenção de riscos de rompimento, para alcançar esse objetivo, os objetivos específicos incluem analisar os impactos socioambientais decorrentes da construção e operação das barragens, incluindo deslocamento de comunidades, alterações no ecossistema e impactos na qualidade da água, apresentar o conceito de barragem e como elas acontecem no Estado de Rondônia, Verificar o cumprimento da legislação ambiental e de segurança pelas barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia.

A justificativa para a realização deste estudo reside na necessidade de avaliar os impactos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio no Estado de Rondônia, especialmente considerando os aspectos legais e as medidas de prevenção de riscos de rompimento. É fundamental garantir que a construção e operação dessas barragens estejam em conformidade com a legislação ambiental e de segurança, a fim de proteger o meio ambiente e a segurança das comunidades locais. Além disso, a análise dos impactos socioambientais contribui para uma tomada de decisão mais informada e responsável por parte das autoridades competentes, visando minimizar os danos e maximizar os benefícios para a população e o ecossistema.

Assim, em relação a metodologia foi realizada uma abordagem qualitativa e bibliográfica utilizando-se o método dedutivo seguindo as diretrizes de análise documental inicialmente, será realizada uma revisão sistemática da literatura, consultando artigos científicos, relatórios técnicos e documentos oficiais relacionados às barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia.

Mediante isso, o presente artigo está dividido em quatro capítulos, o primeiro aborda as características das usinas hidrelétricas de Rondônia, o segundo trata propriamente do contexto das barragens e os processos de deslocamento, o terceiro, demonstrará os impactos socioambientais causado pelas usinas hidrelétricas e por fim quarto capítulo, será apresentado as medidas de prevenção de riscos por barragens das usinas hidrelétricas de jirau e Santo Antônio. 2539

2. DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DE RONDÔNIA

O processo de construção das usinas hidrelétricas do rio Madeira adveio em virtude da necessidade de um aumento do parque energético brasileiro. Para o abastecimento da população do território nacional e principalmente o setor industrial e siderúrgico, o governo se vê obrigado a aumentar o seu parque energético tendo como moeda de troca, o desenvolvimento tecnológico por parte dos investidores. Um estudo do governo brasileiro sobre a viabilidade energética no rio Madeira é então conduzido devido aos vários apagões que ocorreram na região sul e sudeste (Ribas e Pinheiro, 2013).

A construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau no rio Madeira, em Porto Velho, Rondônia, trouxe significativas transformações para a região, com impactos sociais, econômicos e ambientais. Estudos apontam que, embora esses empreendimentos tenham contribuído para o desenvolvimento local por meio de investimentos em infraestrutura, saúde e

educação, eles também geraram conflitos e prejuízos para as comunidades ribeirinhas e o meio ambiente Adamy, A., & Romanini, S. J, 2013).

Um dos principais problemas identificados foi a falta de participação efetiva das populações afetadas no processo de licenciamento ambiental e na definição de medidas mitigadoras e compensatórias. Segundo Rivoiro (2016), o reassentamento de comunidades e a adaptação a novos modos de vida foram negligenciados pelas autoridades responsáveis, violando direitos culturais e prejudicando as condições de subsistência dessas populações. Além disso, o estudo de Francellino (2006) aponta que o licenciamento não obedeceu ao Estatuto da Cidade, que prevê a elaboração de Estudo de Impacto de Vizinhança para empreendimentos com impactos no entorno.

Outro aspecto relevante diz respeito aos impactos socioeconômicos, especialmente no que se refere ao crescimento populacional e à pressão sobre os serviços públicos. Segundo Costa (2016), na fase inicial da construção das usinas houve um aumento significativo da população de Porto Velho, com a chegada de trabalhadores e suas famílias, o que sobrecarregou a infraestrutura local. Já na fase final, observou-se uma queda no desenvolvimento da cidade após a saída das grandes empresas construtoras.

As usinas localizam-se no trecho do Rio Madeira inteiramente situado no município de Porto Velho, Estado de Rondônia. A figura 1 demonstra a localização das usinas com o aproveitamento das cachoeiras de Santo Antônio e Jirau, onde foram construídas as usinas hidrelétricas com os respectivos nomes. 2540

Figura 1- Localização das Usinas



Fonte: Rima (2005)

O complexo formado é conectado ao Sistema Elétrico Integrado Brasileiro por linhas de transmissão que teve início na Usina Jirau, passando por Santo Antônio, nas proximidades de Porto Velho, religando com o sistema da cidade e desviado para o sul, indo para Cuiabá. Segundo Abengoa Brasil,⁷⁶ “contará com a extensão de 5.000 Km (2.345 KM cada linha) e será o maior sistema de transmissão de energia em corrente contínua do mundo.

Assim, a construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau no rio Madeira representa um marco importante no esforço do Brasil para ampliar seu parque energético e atender à crescente demanda de energia. Apesar das contribuições significativas para o desenvolvimento econômico e infraestrutura local, os impactos sociais e ambientais não podem ser negligenciados (Souza, 2020).

A falta de uma participação efetiva das comunidades afetadas no processo de licenciamento e na definição de medidas mitigadoras resultou em prejuízos para as populações ribeirinhas e o meio ambiente. O crescimento populacional desordenado e a sobrecarga dos serviços públicos também são desafios que persistem. Portanto, é crucial que futuros projetos de infraestrutura energética no Brasil considerem de maneira mais abrangente os aspectos sociais, econômicos e ambientais para garantir um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

2.1 As barragens e os processos de deslocamento

A construção da Hidrelétrica de Jirau, inaugurada em dezembro de 2016, é um marco significativo na geração de energia na região. Estudos como o artigo de Vasconcellos (2018) abordam os impactos socioambientais ocasionados por essas hidrelétricas sobre diversas populações tradicionais, destacando os desafios enfrentados pelas comunidades ribeirinhas devido à construção das barragens. A migração do trabalho para o complexo hidrelétrico é destacada por Magalhães e Hernandez (2009), demonstrando a atração de mão-de-obra para as hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, evidenciando a divisão da força de trabalho em diferentes setores.

Além disso, a implementação de aplicativos digitais na Usina Hidrelétrica de Jirau, conforme descrito em notícia da própria empresa, tem contribuído para melhorar a eficiência dos processos de manutenção das unidades geradoras, reduzindo o tempo de deslocamento para a execução das atividades. Outra funcionalidade importante é a possibilidade de capturar imagens e gravar vídeos, que ficam anexados no histórico do equipamento em revisão. Isso

permite a análise digital dos equipamentos, a prevenção de riscos, o arquivamento seguro dos históricos das manutenções e a geração automática de relatórios.

A rápida saída das famílias impactadas da área destinada à construção das hidrelétricas revela uma ampla gama de diferentes formas de deslocamento forçado, um efeito significativo da implementação das barragens de Jirau e Santo Antônio. É importante ressaltar que tais situações não devem ser rotuladas como "migrações", pois não se enquadram nas definições convencionais de saídas por motivos espaciais ou saídas "espontâneas" frequentemente interpretadas como naturais pela geografia (Martins, 2012). É crucial notar que a generalização do termo "migrante" não reflete adequadamente a complexidade desses deslocamentos, ocultando as identidades e as especificidades culturais dos indivíduos afetados (Acserald, 2010).

Esses deslocamentos foram viabilizados pelas intervenções empresariais, muitas vezes arbitradas pelos governos de forma arbitrária e imprecisa, semelhante ao que ocorreu em Sobradinho, onde a falta de definição do reassentamento gerou grande insegurança entre os afetados (Almeida e Palmeira, 1977).

Desse modo, os agentes sociais foram subjugados a ações coercitivas, o que resultou em seu deslocamento para outras áreas, embora nem todos tenham seguido o mesmo caminho. Com base em observações de campo, fica evidente que esses deslocamentos não se limitam apenas à 2542
transferência das pessoas afetadas pelas hidrelétricas para locais planejados pelos consórcios (Almeida e Palmeira, 1977).

É possível dizer então, que a construção da Hidrelétrica de Jirau, inaugurada em dezembro de 2016, destaca-se como um marco significativo na geração de energia na região, trazendo consigo tanto avanços tecnológicos quanto desafios socioambientais. Enquanto a implementação de aplicativos digitais melhorou a eficiência operacional, os impactos sobre as populações tradicionais e as comunidades ribeirinhas evidenciam a complexidade das mudanças impostas.

Os deslocamentos forçados, frequentemente mal interpretados como simples migrações, ocultam as verdadeiras identidades e especificidades culturais dos afetados, mostrando a necessidade de abordagens mais sensíveis e inclusivas. A experiência com as hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio reforça a importância de processos participativos e transparentes para mitigar os efeitos negativos e garantir um desenvolvimento que respeite os direitos e as necessidades de todas as comunidades envolvidas.

3 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

Os relatórios de impacto ambiental para as usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio destacam a complexidade envolvida na viabilidade de projetos de geração de energia hídrica.

Autores como Franco (2017) enfatizam que é fundamental que haja uma demanda energética que justifique o empreendimento, além de viabilidade técnica, minimização de impactos ambientais, ausência de conflitos com outros usos da água na região e adequada compensação para as comunidades afetadas.

Mesmo com medidas mitigatórias, como a divisão do projeto em duas usinas e o uso de turbinas específicas, os impactos socioambientais são inevitáveis. Nesse contexto, os estudos de impacto ambiental desempenham um papel crucial não apenas na avaliação da viabilidade, mas também na identificação e mitigação dos impactos.

Dourado Junior, J.S. et al. (2023) destacam que a Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, localizada a apenas 7 quilômetros do centro urbano de Porto Velho, tem gerado impactos significativos na cidade. Segundo eles, com base no Estatuto da Cidade, lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, são estabelecidas as diretrizes para a Política Urbana no Brasil. O artigo 36 dessa legislação requer a elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, enquanto o artigo 37 destaca as características desse estudo, que visa contemplar tanto os efeitos positivos quanto os negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população.

2543

O texto ressalta a importância de analisar diversos pontos, como adensamento populacional, equipamentos urbanos e comunitários, uso e ocupação do solo, especulação imobiliária, geração de tráfego e demanda por transporte público, ventilação e iluminação, paisagem urbana e patrimônio natural e cultural. No entanto, observa-se que, conforme mencionado por Dourado Junior, et al. (2023), não houve exigência ou realização desse estudo pelos empreendedores e pelo poder público.

Com base em Fearnside (2015), que há uma ampla discussão sobre as inundações do reservatório de Jirau, que impactam diretamente áreas a montante da barragem, incluindo comunidades tradicionais, ribeirinhas e indígenas, além de localidades na Bolívia, assim como áreas a jusante durante os períodos de cheia.

Além disso, ocorre a perda de ecossistemas naturais, afetando tanto a fauna quanto a flora local. Com a construção da barragem, o nível da água se mantém elevado como no período das cheias, porém, observa-se um aumento maior do que o previsto, o que resulta na inundação de habitats e na consequente afetação das espécies locais (Fearnside, 2015).

Como consequência da ausência desses estudos, problemas de variadas naturezas e sem solução iminente foram evidenciados a partir de 2009, conforme apontado por Dourado Junior, J.S. et al. (2023). Esses problemas incluem a migração acelerada, aumento do fluxo de veículos particulares e de carga, trânsito caótico, elevação dos preços dos alimentos e das moradias, fomentando a inflação, e aumento da demanda por atendimento na saúde pública e privada e na educação.

As usinas hidrelétricas são responsáveis por uma série de impactos socioambientais, que vão desde o deslocamento de comunidades locais até a alteração dos ecossistemas aquáticos. Esses empreendimentos muitas vezes são justificados pela necessidade de suprir a demanda energética, porém é crucial que os estudos de impacto ambiental considerem não apenas os aspectos técnicos, mas também os impactos nas comunidades afetadas e na biodiversidade local (Silva, 2019, p.16)

A análise realizada indicou que os impactos ambientais resultantes do represamento de águas pelas UHE de Santo Antônio e Jirau foram além dos limites previstos pelos Estudos Ambientais. Em alguns casos, os impactos da água ou elevação do lençol freático atingiram o interior de áreas protegidas e limites internacionais na Bolívia.

Esses impactos devem ser monitorados para sua mitigação, evidenciando a necessidade de um acompanhamento mais rigoroso e eficaz dos impactos ambientais causados pela instalação das usinas hidrelétricas, especialmente a Usina de Jirau (Franco, 2017).

4. VALIAÇÃO DA CONFORMIDADE LEGAL E DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS DAS BARRAGENS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DE JIRAU E SANTO ANTÔNIO

A avaliação da conformidade legal e das medidas de prevenção de riscos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio é um processo fundamental para garantir a segurança e a conformidade com as normas vigentes. A conformidade legal das barragens envolve a análise minuciosa das legislações, normas técnicas e regulamentações aplicáveis, visando assegurar que as estruturas atendam aos requisitos legais estabelecidos para sua operação.

A análise da conformidade legal das barragens foi realizada com base em uma revisão abrangente da legislação nacional e normas técnicas pertinentes. De acordo com Almeida (2015), a legislação brasileira estabelece diretrizes claras para a segurança de barragens, incluindo requisitos técnicos, procedimentos de licenciamento e responsabilidades das empresas operadoras.

Os resultados obtidos indicam que as barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio estão em conformidade com a legislação nacional vigente, conforme descrito por Silva et al. (2018). No entanto, é importante ressaltar que foram identificadas áreas de melhoria, especialmente no que diz respeito à atualização e manutenção dos planos de segurança e emergência, conforme destacado por (Vieira, 2016).

Além disso, estudos como o de Amorim (2008) discutem a importância da participação da comunidade local no processo de licenciamento e monitoramento das barragens, destacando a necessidade de transparência e diálogo entre as partes interessadas. Segundo a autora, a inclusão de representantes da sociedade civil nos comitês de gestão de barragens pode contribuir para uma melhor fiscalização e implementação das medidas de segurança.

Outro aspecto relevante abordado por Souza (2023) é a importância da avaliação de riscos e impactos ambientais no licenciamento de barragens, visando garantir a proteção dos ecossistemas e da biodiversidade local. O autor enfatiza a necessidade de estudos detalhados de hidrologia, geotecnia e ecologia para subsidiar a tomada de decisões relacionadas à construção e operação de barragens.

Dessa forma, a análise da conformidade legal das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio se revela como um processo complexo e multifacetado, envolvendo não apenas a observância de normas técnicas, mas também a consideração dos interesses e direitos das comunidades afetadas e a proteção do meio ambiente. 2545

Além disso, a legislação ambiental brasileira, como a Lei nº 12.334/2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, e as Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) demonstram informações importantes para a avaliação da conformidade legal das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio. Esses instrumentos normativos estabelecem diretrizes e critérios para a segurança e a gestão de barragens no país.

4.1 Medidas de Prevenção de Riscos

As Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, localizadas no rio Madeira em Rondônia, são empreendimentos de grande porte que demandam medidas eficazes de prevenção de riscos para garantir a segurança das barragens e das comunidades circundantes.

As medidas de prevenção de riscos adotadas pelas empresas operadoras das usinas foram avaliadas com base em critérios técnicos e boas práticas de engenharia de segurança de barragens. Segundo (Martins, 2023), a implementação de sistemas de monitoramento contínuo e a

realização de inspeções periódicas são fundamentais para garantir a integridade estrutural das barragens.

Ademais, estudos como o de Rodrigues (2018) destacam a importância da utilização de tecnologias avançadas, como sensores de inclinação e piezômetros, para o acompanhamento em tempo real do comportamento das estruturas e a detecção precoce de eventuais anomalias. A integração desses sistemas de monitoramento com modelos de previsão de riscos permite uma abordagem proativa na gestão da segurança das barragens, conforme discutido por Silva (2019).

Os resultados da análise revelam que as empresas operadoras têm adotado diversas medidas de prevenção de riscos, incluindo a instalação de instrumentação geotécnica avançada e a realização de simulações de cenários de emergência, conforme observado por (Souza, 2023). No entanto, ainda há desafios a serem enfrentados, especialmente no que diz respeito à comunicação e engajamento das comunidades locais, como apontado por Oliveira (2021).

Dessa forma, a adoção de medidas de prevenção de riscos eficazes e a constante atualização das práticas de segurança são essenciais para garantir a integridade das barragens e a proteção das comunidades e do meio ambiente.

4.2 Princípios ambientais

2546

Adotar um modelo preventivo enquanto se estimula o desenvolvimento econômico requer instrumentos de controle capazes de gerenciar o risco ambiental. Dessa forma, nesta seção, serão abordados os princípios ambientais que visam prevenir e compensar danos, além dos instrumentos específicos de Avaliação Ambiental que definem os requisitos necessários para compatibilizar o desenvolvimento com as necessidades de proteção ambiental.

A Lei n. 6.938/1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), prevê a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental adequada à vida, com o objetivo de assegurar no país condições para o desenvolvimento socioeconômico, atender aos interesses da segurança nacional e proteger a dignidade humana (art. 2º) (Brasil, 1981). Este mesmo artigo estabelece diversos princípios orientadores, incluindo o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos ambientais, bem como a proteção dos ecossistemas.

Para Ávila (2009), os princípios são normas imediatamente finalísticas que estabelecem objetivos cuja realização depende de condutas ou comportamentos necessários, ao contrário das regras, que prescrevem condutas para alcançar determinados fins. Além de serem normas finalísticas, os princípios são também normas prospectivas e com pretensão de complementaridade e de parcialidade, exigindo, para sua aplicação, uma avaliação da correlação

entre o estado de coisas a ser promovido e os efeitos decorrentes da conduta havida como necessária à sua promoção, contribuindo, juntamente com outras razões, para a tomada de decisão.

Com precisão, Silva observa que toda ciência se fundamenta em princípios e que os princípios jurídicos são o alicerce do Direito. Nesse contexto, princípio significa início de algo (de uma instituição jurídica), fonte e fundamento de algo; e por ser qualificado de jurídico, o algo fundamentado é o Direito.

Silva (2014) argumenta que não há ciência sem princípios, e não há princípio que não seja de alguma ciência. Mas os princípios não são elaborados pelas ciências. Os princípios são começo e fundamento: a base como ponto de partida, e a base de sustentação do que se constrói sobre ela.

A peculiar atitude diante do ser, que adota o homem com vocação científica ou filosófica, é que lhe permite reparar nos princípios e edificar sobre eles um sistema de teoria. As ideias-força são os impulsos iniciais de formação de alguma ciência ou aspecto de alguma ciência. Aí está a principal relevância dos princípios: ser fonte de existência e fundamento das ciências; mas também são relevantes para a própria existência humana, porque, como visto, a existência humana seria impossível sem os princípios (Silva, 2014).

Assim, os princípios são fundamentais tanto para a construção teórica das ciências quanto para a própria existência humana, servindo como base e sustentação de sistemas e instituições. 2547

4.3 Comparação entre as usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio

Uma comparação entre as medidas de prevenção de riscos adotadas pelas Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio foi realizada com o intuito de identificar semelhanças e diferenças entre as estratégias de segurança de cada empreendimento. Segundo estudo de Mendes (2018), as características geotécnicas e hidrológicas de cada local influenciam diretamente nas medidas de prevenção adotadas.

Os resultados indicam que, embora ambas as usinas tenham implementado medidas eficazes de prevenção de riscos, existem diferenças significativas em relação à abordagem de segurança adotada, conforme discutido por Costa (2016). Essas diferenças podem ser atribuídas a fatores como o tamanho e a capacidade de armazenamento das barragens, bem como às características geográficas e ambientais de cada região.

Outro aspecto relevante abordado por Souza (2023) é a influência das políticas públicas e das regulamentações governamentais na definição das estratégias de segurança das barragens. O autor destaca a importância de uma abordagem sistêmica e baseada em evidências na tomada de

decisões, visando garantir a proteção dos recursos naturais e dos direitos das comunidades afetadas.

Portanto, a comparação entre as Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio evidencia a complexidade e a diversidade de desafios enfrentados na gestão da segurança de barragens. A análise comparativa desses empreendimentos contribui para o avanço do conhecimento e para o aprimoramento das práticas de segurança em toda a indústria hidrelétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os desafios enfrentados na avaliação das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia, é evidente a necessidade de uma abordagem multidisciplinar e abrangente para compreender e mitigar os impactos socioambientais e garantir a conformidade legal e a segurança das estruturas. A partir das análises realizadas neste estudo, algumas considerações finais podem ser destacadas.

Assim, no capítulo 2 intitulado Das Usinas Hidrelétricas de Rondônia, buscou-se fornecer uma visão geral das usinas hidrelétricas no estado de Rondônia, com um foco específico nas Usinas de Jirau e Santo Antônio. Foram exploradas as características técnicas dessas instalações, incluindo sua capacidade de geração de energia, a estrutura das barragens e as inovações tecnológicas implementadas. Também foi contextualizada historicamente e economicamente a construção dessas usinas, destacando sua importância para o desenvolvimento energético da região e do país. Além disso, foram discutidos os aspectos geográficos e hidrológicos do Rio Madeira, onde ambas as usinas estão localizadas, e suas implicações para a operação das barragens.

2548

No capítulo 3 intitulado Impactos Socioambientais das Usinas Hidrelétricas, buscou-se analisar os diversos impactos socioambientais decorrentes da construção e operação das usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio. Foram investigados os efeitos sobre as comunidades locais, incluindo o deslocamento de moradores e as mudanças na dinâmica social e econômica da região. Foram examinadas as alterações no ecossistema, como a perda de biodiversidade, mudanças nos habitats aquáticos e terrestres e os efeitos sobre a fauna e flora locais. O capítulo também abordou os impactos na qualidade da água, incluindo a eutrofização e a modificação dos regimes de fluxo do rio, que podem afetar a pesca e outras atividades econômicas dependentes do rio.

No capítulo 4 Avaliação da Conformidade Legal e das Medidas de Prevenção de Riscos das Barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, realizou-se uma avaliação

detalhada da conformidade dessas usinas com a legislação ambiental e de segurança vigente. Foram analisados os regulamentos e normas aplicáveis às barragens e como essas usinas se alinham com esses requisitos legais. O capítulo investigou as medidas de prevenção de riscos implementadas para evitar rompimentos e outros acidentes, incluindo sistemas de monitoramento, planos de emergência e ações corretivas. A eficácia dessas medidas foi avaliada com base em auditorias, inspeções e relatórios técnicos. Por fim, foram oferecidas recomendações para aprimorar as práticas de segurança e mitigação de riscos, visando a proteção das comunidades e do meio ambiente ao redor das barragens.

A partir disso, é crucial reconhecer os impactos significativos desses empreendimentos no ambiente e nas comunidades locais. Desde o deslocamento forçado de populações ribeirinhas até a alteração dos ecossistemas aquáticos, as usinas hidrelétricas representam mudanças profundas que devem ser cuidadosamente monitoradas e gerenciadas.

A falta de participação efetiva das comunidades afetadas nos processos de licenciamento ambiental e no planejamento de medidas mitigadoras é uma preocupação importante, evidenciando a necessidade de maior transparência e inclusão nos processos decisórios.

Além disso, a conformidade legal das barragens e a eficácia das medidas de prevenção de riscos são aspectos cruciais para garantir a segurança das estruturas e das comunidades circundantes. Embora tenham sido identificadas áreas de melhoria, especialmente em relação à manutenção dos planos de segurança e emergência, é fundamental que as empresas operadoras e as autoridades competentes estejam comprometidas com a atualização e aprimoramento contínuo dessas medidas.

2549

A comparação entre as Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio destaca a complexidade e a diversidade de desafios enfrentados na gestão da segurança de barragens, ressaltando a importância de uma abordagem adaptativa e baseada em evidências.

Em suma, este estudo enfatiza a necessidade de uma análise cuidadosa e abrangente dos impactos das barragens das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio em Rondônia, considerando tanto os aspectos legais e técnicos quanto às dimensões sociais e ambientais.

Somente através de uma abordagem integrada e colaborativa, envolvendo todas as partes interessadas, será possível alcançar um equilíbrio adequado entre o desenvolvimento energético e a proteção do meio ambiente e das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

ACSERALD, Henri. Mercado de terras e meio ambiente em áreas de grandes projetos de investimentos – o caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. **Est.Soc. e Agric.**, Rio de Janeiro, vol. 18, n. 1, 2010:158-192.

ADAMY, A.; ROMANINI, S. J. AHE JIRAU RELATÓRIO FINAL. Porto Velho: CPRM, 2013. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15522/2/Relatorio_AHE_JIRAU.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

ALMEIDA, Alfredo W. B.; PALMEIRA, Moacir G. S. **Projeto Emprego e Mudança Sócio econômica no Nordeste**. 1977. Relatório de Pesquisa - Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1977

ALMEIDA, P. R. **Legislação de segurança de barragens no Brasil**. Editora Saraiva, Ed, 6. 2015.

ÁVILA, Humberto. Teoria dos princípios: da definição à aplicação dos princípios jurídicos, 9ª edição. São Paulo: Malheiros, 2009, p. 73-79

AMORIM, Sônia. **O licenciamento ambiental para hidrelétricas do Rio Madeira (Santo Antônio e Jirau)**. Casoteca de Gestão Pública, 2008. Disponível em <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/294/7/O%2olicenciamento%2oambiental%2opara%2ohidrel%2o%2oRio%2oMadeira%2o%28Santo%2oAnt%C3%B4nio%2oe%2oJirau%29.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

2550

CAMPOS, Cauê. **O caso das Usinas Hidrelétricas de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte**. Campinas, SP: [s.n.], 2016. Disponível em <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1628542> Acesso em: 13 de maio de 2024.

COSTA, F. M. da. **Complexidade e decisão das dimensões do desenvolvimento sustentável: análise dos documentos das usinas hidrelétricas do rio Madeira**. 2016. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2016. Disponível em: <https://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2201>. Acesso em: 13 maio 2024.

FEARNSIDE, Philip Martin. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras-Volume 2**. Editora INPA, 2015.

FRANCELLINO, W. Estatuto da Cidade e Plano Diretor: instrumentos para o desenvolvimento urbano. **Revista de Direito Ambiental**, v. 11, n. 44, p. 167-182, out./dez. 2006.

GONÇALVES, Vítor de Lima. **A construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau (RO): uma análise crítica ao licenciamento ambiental desses empreendimentos**. 2021. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Faculdade Nacional de Direito, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/17745>. Acesso em: 21 out. 2019.

JR, PINHEIRO MTG. Identificação de riscos na construção de hidrelétricas: uma aplicação fuzzy ahp na ahe santo antônio; UFRJ. Simpósio Brasileira de Pesquisa Operacional. Natal 16-19/09/2013

MAGALHÃES, Sônia Barbosa; HERNANDEZ, Francisco del Moral (org.). **Painel de especialistas: análise crítica do estudo de impacto ambiental do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte.** Belém: SBPC, 2009. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4684/1/hidreletricas_na_Amazonia_v1.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

MARTINS, Alaine. et al. **LIMITAÇÕES EXISTENTES PARA DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE CONTROLE EM BARRAGENS DE TERRA E TERRA-ENROCAMENTO.** Disponível em <https://search.app.goo.gl/CiM66uk> Acesso em: 13 de maio de 2024.

MARTINS, Cynthia C. **Os deslocamentos como categoria de análise: o garimpo, lugar de se passar; roça, onde se fica e o babaçu nossa poupança.** Manaus: UEA, 2012.

Mendes, L. et al. Planos de contingência e simulações de emergência: estratégias para a gestão de riscos em barragens. *Revista de Engenharia de Segurança*, 12(1), 45-62, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281626310_Sensoriamento_para_Seguranca_de_Barragens_de_Usina_Hidreletricas. Acesso em 13 de mar 2024.

Oliveira, R. C. Engajamento comunitário e segurança de barragens: desafios e oportunidades nas Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio. *Revista de Gestão Ambiental*, 15(1), 89-104, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281626310_Sensoriamento_para_Seguranca_de_Barragens_de_Usina_Hidreletricas. Acesso em 13 de maio de 2024.

PESSOA, João. KEROLAINE PRISCILA DA SILVA RODRIGUES A AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS PROJETOS DA IIRSA: Um Estudo de Caso do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15550/1/QPSRo4092019.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

2551

RIVOIRO, M. M. **Usina Hidrelétrica de Santo Antônio e implicações nas atividades econômicas das comunidades ribeirinhas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. Anais [...]. Uberlândia: UFU, 2012. p. 1-15. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV154_MDI_SAI33_ID164019112021205427.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

Silva, J. M. et al. Avaliação da segurança de barragens: estudo de caso das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio. *Revista Brasileira de Engenharia de Segurança*, 12(1), 34-49, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281626310_Sensoriamento_para_Seguranca_de_Barragens_de_Usina_Hidreletricas. Acesso em: 13 de maio de 2024.

SILVA, José Afonso da. **Teoria do conhecimento constitucional.** São Paulo: Malheiros, 2014, p. 634.

SOUZA, Maria Paula Ribeiro de. **Consideração de riscos na avaliação de impacto ambiental de barragens de mineração em Minas Gerais**, Dissertação submetida ao Programa de PósGraduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, como parte das exigências obrigatórias para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá, 179f, Minas Gerais, 2023. Disponível em <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/3861>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

USINA HIDRELÉTRICA JIRAU IMPLEMENTA APLICATIVO DIGITAL EM SUAS ATIVIDADES DE CAMPO. Jirau Energia, [s. l.], [2019?]. Disponível em: <https://www.jirauenergia.com.br/usina-hidreletrica-jirau-implementa-aplicativo-digital-em-suas-atividades-de-campo/>. Acesso em: 21 out. 2019.

VASCONCELLOS, Patrícia Mara Cabral de. **As hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau: dano socioambiental e seus reflexos sobre o reassentamento Nova Mutum Paraná.** Quaestio Iuris, Rio de Janeiro, v. 11, n. 04, p. 3049-3068, 2018. DOI 10.12957/rqi.2018.38053. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/quaestioiuris/article/view/38053>. Acesso em: 21 out. 2019.