

**GESTÃO DE RESÍDUOS EM USINA HIDRELÉTRICA: CUMPRIMENTO DE
CONDICIONANTES AMBIENTAIS****WASTE MANAGEMENT IN HYDROELECTRIC POWER PLANTS: COMPLIANCE
WITH ENVIRONMENTAL CONDITIONS****GESTIÓN DE RESIDUOS EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS: CUMPLIMIENTO DE
LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES**<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n7-009>**Brenda de Souza Costa**

Bacharelanda em Direito

Instituição: Faculdade de Teologia, Filosofia e Ciências Humanas Gamaliel

E-mail: brendaisadora34@gmail.com

Claudia Cristina T. G. de Araújo Costa

Professora Orientadora

Instituição: Faculdade de Teologia, Filosofia e Ciências Humanas Gamaliel

RESUMO

A gestão de resíduos é um aspecto crítico para a operação sustentável das usinas hidrelétricas. O cumprimento dos requisitos legais e das condicionantes ambientais nas licenças operacionais é essencial para a manutenção da licença e para evitar sanções. Este artigo tem como objetivo analisar a gestão de resíduos em usinas hidrelétricas, com foco no atendimento às condicionantes ambientais e boas práticas de gestão. Ressalta-se que a gestão eficiente de resíduos é indispensável para a sustentabilidade ambiental e para a manutenção da licença de operação. A pesquisa é exploratória, com abordagem descritiva e qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica.

Palavras-chave: Barragem. Meio Ambiente. Gestão de Resíduos. Usina Hidrelétrica.

ABSTRACT

Waste management is a critical aspect of the sustainable operation of hydroelectric plants. Compliance with legal requirements and environmental conditions in operating licenses is essential to maintain authorization and avoid sanctions. This article aims to analyze waste management in hydroelectric plants, focusing on compliance with environmental conditions and best management practices. The research is exploratory, with a descriptive and qualitative approach, based on literature review.

Keywords: Dam. Environment. Waste Management. Hydroelectric Power Plant.

RESUMEN

La gestión de residuos es un aspecto crítico para el funcionamiento sostenible de las centrales hidroeléctricas. El cumplimiento de los requisitos legales y las condiciones medioambientales establecidas en las licencias de explotación es esencial para mantener la licencia y evitar sanciones. El objetivo de este artículo es analizar la gestión de residuos en centrales hidroeléctricas, centrándose en

el cumplimiento de las condiciones medioambientales y las buenas prácticas de gestión. Cabe destacar que la gestión eficiente de los residuos es indispensable para la sostenibilidad medioambiental y para el mantenimiento de la licencia de explotación. La investigación es exploratoria, con un enfoque descriptivo y cualitativo, basada en una revisión bibliográfica.

Palabras clave: Presa. Medio Ambiente. Gestión de Residuos. Central Hidroeléctrica.

1 INTRODUÇÃO

A produção de energia elétrica é um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento social e econômico das nações. No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidrelétrica, responsável por cerca de 64% da geração nacional (Coelho, 2008). Essa predominância se deve ao vasto potencial hídrico do território brasileiro, que abriga importantes rios e bacias hidrográficas. Nesse contexto, a instalação de Usinas Hidrelétricas (UHE) tornou-se elemento estratégico para atender à crescente demanda energética e para garantir a segurança energética do país.

O desafio da gestão de resíduos em hidrelétricas está diretamente relacionado ao cumprimento das condicionantes ambientais estabelecidas nos processos de licenciamento. Destaca-se que a Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) atribui ao gerador a responsabilidade pela destinação adequada de seus resíduos, desde a origem até o destino, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e de mecanismos de logística reversa. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece resoluções específicas, como a Resolução nº 275/2001, que trata da segregação por cores, e a Resolução nº 313/2002, que determina a elaboração de inventários de resíduos sólidos industriais.

No Brasil, o CONAMA é o órgão responsável por regularizar e estabelecer as diretrizes para cumprimento da legislação vigente e reforça, em sua Resolução nº 448/2012, a necessidade e importância de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme previsto pela Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2012). Além do CONAMA, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), impõem essas exigências conforme as legislações ambientais federais, estaduais e, muitas vezes, municipais, que visam assegurar que as atividades de geração de energia elétrica por meio da hidrelétrica sejam realizadas sem causar danos significativos ao meio ambiente (Vieira Braga, 2024).

O caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, localizada no Pará, é emblemático para compreender a magnitude e a complexidade do tema. Trata-se de uma das maiores usinas do Brasil e do mundo, cuja operação exige um robusto Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). A experiência da Eletronorte, empresa responsável pela gestão da usina, pode servir de referência sobre os avanços e as dificuldades enfrentadas na implementação de boas práticas ambientais no setor hidrelétrico.

Diante do exposto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: Como ocorre a gestão de resíduos em usinas hidrelétricas e de que forma são cumpridas as condicionantes ambientais estabelecidas nas licenças de operação?

O objetivo geral deste estudo é analisar a gestão de resíduos em usinas hidrelétricas, com ênfase no cumprimento das condicionantes ambientais. Os objetivos específicos consistem em: (i) identificar os tipos de resíduos produzidos pelas UHE; (ii) verificar se as usinas estão em conformidade com as

normas ambientais; (iii) destacar boas práticas de gestão e educação ambiental; e (iv) apresentar recomendações para a melhoria contínua dos processos.

Este artigo justifica-se pela relevância crescente da temática ambiental e pela necessidade de integrar sustentabilidade e eficiência energética. A adequada gestão de resíduos em hidrelétricas não apenas assegura o cumprimento legal, mas também preserva os recursos naturais, promove a saúde da população local e fortalece a imagem institucional das empresas. Assim, o estudo contribui para o debate sobre desenvolvimento sustentável, propondo reflexões sobre a conciliação entre geração de energia e proteção ambiental.

A pesquisa é exploratória, com abordagem descritiva e qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica e estudo de caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Os resultados apontam que, embora existam desafios relacionados à classificação, destinação e fiscalização, a UHE Tucuruí demonstra conformidade com as resoluções do CONAMA e a ISO 14001, destacando-se pela adoção de práticas de mitigação e monitoramento.

2 O ARCABOUÇO TEÓRICO E NORMATIVO DA GESTÃO DE RESÍDUOS

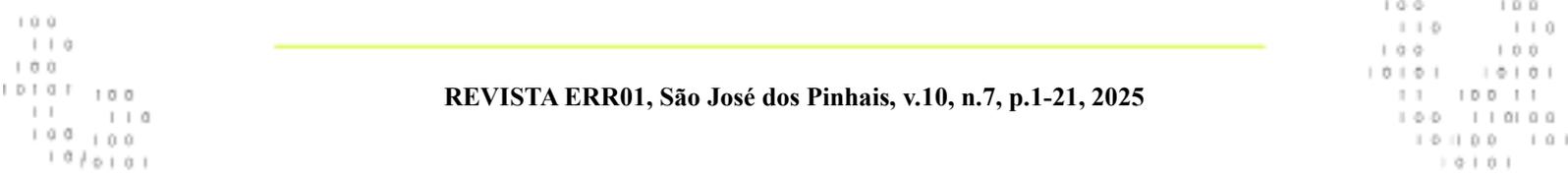
A gestão de resíduos sólidos é uma preocupação crescente no cenário mundial, uma vez que a inadequada destinação pode comprometer a saúde pública, poluir recursos hídricos e gerar impactos irreversíveis ao meio ambiente.

No Brasil, o tema ganhou destaque com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que estabelece diretrizes para a gestão integrada e define a responsabilidade compartilhada entre poder público, setor empresarial e sociedade civil (Brasil, 2010).

Entre os instrumentos previstos pela PNRS, destacam-se os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), obrigatórios para atividades que geram resíduos perigosos ou que apresentam significativo impacto ambiental. Esses planos devem contemplar desde a geração até a destinação final, passando por etapas de segregação, coleta, armazenamento, transporte e tratamento.

Além da PNRS, diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) regulamentam aspectos específicos, como:

- Resolução nº 275/2001 – institui o código de cores para coleta seletiva.
- Resolução nº 307/2002 – dispõe sobre resíduos da construção civil.
- Resolução nº 362/2005 – trata da destinação de óleos lubrificantes usados ou contaminados.
- Resolução nº 401/2008 – estabelece limites para pilhas e baterias.
- Resolução nº 416/2009 – regula a destinação de pneus inservíveis.



Esses dispositivos legais reforçam que o empreendedor é o principal responsável pela gestão ambiental de suas atividades, especialmente em empreendimentos de grande porte como as Usinas Hidrelétricas (UHEs).

No âmbito internacional, a ISO 14001, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), constitui uma das principais referências para a implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Essa norma orienta organizações a estabelecerem políticas ambientais, identificarem aspectos e impactos significativos, monitorarem indicadores e promoverem a melhoria contínua de seus processos. No setor elétrico, a certificação ISO 14001 tem sido amplamente adotada para atender às exigências de órgãos reguladores e para reforçar a imagem de responsabilidade socioambiental.

Autores como Machado (2021) destacam que a adoção de práticas inovadoras, como o reaproveitamento de resíduos industriais, pode reduzir custos e impactos ambientais, transformando desafios em oportunidades de sustentabilidade. Já Dupin e Lange (2019) enfatizam que a gestão de resíduos em hidrelétricas deve ir além da conformidade legal, incorporando políticas de educação ambiental para trabalhadores e comunidades do entorno.

“Desse modo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu novos paradigmas para a gestão de resíduos no Brasil, com foco na responsabilidade compartilhada e na adoção da logística reversa. Esse modelo busca reduzir a geração de resíduos e ampliar as práticas de reciclagem e reaproveitamento” (Brasil, 2010, p. 5).

Diante desse cenário, o referencial teórico evidencia que a gestão de resíduos em usinas hidrelétricas envolve uma combinação de normas legais, procedimentos técnicos e responsabilidade socioambiental, demandando monitoramento constante e aplicação de boas práticas de sustentabilidade. Outro ponto relevante é a relação entre os resíduos sólidos e os impactos ambientais diretos.

A promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que trouxe novas diretrizes e responsabilidades para a sociedade, conforme

Figura 1 – Principais instrumentos legais e normativos aplicados à gestão de resíduos em usinas hidrelétricas.

Instrumento / Norma	Ano	Principais Pontos	Aplicação nas UHEs
Lei nº 12.305/2010 – PNRS	2010	Estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e a exigência de planos de gerenciamento de resíduos sólidos.	É a base legal que exige o PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) para empreendimentos de grande porte, como as hidrelétricas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2010), CONAMA (2001, 2005, 2009).

Figura 2 – Resoluções aplicadas à gestão de resíduos em usinas hidrelétricas.

Resolução CONAMA nº 275	2001	Define o código de cores padrão para a coleta seletiva.	Orienta a implantação da coleta seletiva em todas as áreas da usina (canteiros, áreas operacionais, escritórios e alojamentos).
Resolução CONAMA nº 362	2005	Dispõe sobre a destinação adequada de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC).	Garante o tratamento e a reciclagem apropriados dos óleos gerados nos equipamentos e maquinários das UHEs, prevenindo a contaminação ambiental.
Resolução CONAMA nº 416	2009	Regulamenta a destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis.	Exige que a usina destine corretamente os pneus descartados de sua frota de veículos e maquinários pesados.
ISO 14001 (ABNT)	2015	Norma que fornece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), com foco em melhoria contínua e conformidade legal.	Serve como um referencial para a certificação ambiental da usina, fortalecendo a gestão de resíduos e a imagem da empresa perante a sociedade e órgãos fiscalizadores.

Fonte: Adaptado de Brasil (2010), CONAMA (2001, 2005, 2009).

3 A ENERGIA RENOVÁVEL E MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

No correr dos anos as usinas hidrelétricas ganharam destaque pelo potencial energético e por ser fonte de energia limpa e renovável, assim, países como: a China, o Brasil, os Estados Unidos, o Canadá e a Índia se tornaram exemplos de grandes investidores e produtores de energia hidrelétrica (Machado, 2021).

Diante de tal fato, a Agência Internacional de Energia Renovável, uma das principais organizações intergovernamentais no apoio à transição para um futuro energético mais sustentável, recomenda que os países adotem medidas como redução de consumo de energia, eficiência energética, descarbonização e maior participação de energias renováveis, eletrificação nos diferentes modais de transporte e técnicas de captura e armazenamento de CO2 (Irena, 2019).

Considera-se uma energia limpa e renovável posto que é utilizado a força do movimento da água para gerar energia. Assim, não existe a queima de combustíveis fósseis e a baixa emissão de poluentes. Ressalta-se que a energia gerada pelas hidrelétricas é eficiente e de longa duração, visto que basta a contínua existência do rio para que seja gerado energia (Fernandes, 2008).

Destaca-se que o monitoramento ambiental, por sua vez, consiste em um controle direto por meio da coleta de amostras de materiais como o solo, sedimentos, água e outros elementos presentes no local de construção da UHE, para avaliar possíveis impactos ao meio ambiente. Assim, as amostras

colhidas são estudadas minuciosamente em laboratórios e realizando comparação dos materiais colhidos aos padrões legais. Havendo qualquer desvio dos ditames legal, adotam-se medidas para minorar os impactos e garantir a sustentabilidade na obra.

Conforme será apresentado no correr deste estudo, é dever das UHE estarem em conformidade com as legislações que regem a boa relação entre o avanço e desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar ambiental. Por isso a importância de uma gestão de resíduos eficiente, dado que é necessário integrar a gestão de resíduos à legislação e as políticas ambientais. “Destá maneira, adotar tecnologia limpa e iniciativas de educação ambiental, transparência com a comunidade local e incentivo ao envolvimento dessa comunidade é crucial (Machado, 2021)”.

Salienta-se que para se evitar o impacto das usinas hidrelétricas no meio ambiente, é necessário seguir as legislações ambientais, para isso, são emitidas certidões que se trata de documentos emitidos por órgãos públicos a fim de certificar que o empreendimento está seguindo as legislações ambientais. Tal documento deve ser emitido em todas as etapas do ciclo da hidrelétrica, até mesmo no momento de desativação (Marques, 2023).

O principal fim destas certidões permeia garantir a segurança socioambiental; estar atento às exigências dos órgãos fiscalizadores e reguladores (ANA – Agência Nacional de Águas, IBAMA e entidades estaduais como Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS que atua no Pará; permitir acesso a financiamentos públicos; evitar sanções judiciais e administrativas e comprovar a conformidade com a lei.

Destaca-se que não está expreso na Lei nº 9.984/2000, legislação que instituiu a Agência Nacional de Águas (ANA), sobre as certidões ambientais, contudo, o texto legal estabelece as competências da ANA quanto a gestão dos recursos hídricos, descritos no art.4º, incisos IV, V, XX, XIX e XXII, *in verbis*:

[...] Art. 4º A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe: **IV**- outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, observado o disposto nos arts. 5o, 6o, 7o e 8o; **V**- fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União; **XX**- Organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); **XIX** - regular e fiscalizar, quando envolverem corpos d'água de domínio da União, a prestação dos serviços públicos de irrigação, se em regime de concessão, e adução de água bruta, cabendo-lhe, inclusive, a disciplina, em caráter normativo, da prestação desses serviços, bem como a fixação de padrões de eficiência e o estabelecimento de tarifa, quando cabíveis, e a gestão e auditoria de todos os aspectos dos respectivos contratos de concessão, quando existentes; **XXII** - coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de forma consolidada. (Brasil, 2000).

Dessa forma, as principais Certidões e Documentos Ambientais são: a Licença Prévia – LP, a Certidão de Regularidade Ambiental – CRA, a Licença de Operação – LO, o Cadastro Técnico Federal – CTF e a Declaração de Condições de Estabilidade da Barragem – (DCEB), exigidos anualmente conforme a Lei nº 12.334/2010.

Conforme a Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os responsáveis pela geração de resíduos têm o dever de assegurar o manuseio adequado, desde o início da produção até o final de modo a manter o meio ambiente seguro. A referida legislação não dispõe especificamente sobre resíduos deixados pelas barragens, porém, os princípios advindos desta podem e são aplicados de maneira a complementar no que tange a responsabilidade ambiental e a destinação dos resíduos de forma adequada.

O princípio amparado pelo texto do artigo 3º, XVII da lei supra é o Princípio da Responsabilidade Compartilhada que, elege dever a todos os envolvidos em gerir os resíduos das obras em hidrelétricas, apontando a importância da logística reversa conforme abaixo:

[...] Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei. (Brasil, 2010).

Importante mencionar que a Resolução CONAMA nº 237/1997 rege o Licenciamento Ambiental ao asseverar que para a construção de Usinas Hidrelétricas “é necessário apresentar planos de gestão de resíduos em prol de minimizar impactos ao meio ambiente.” (Brasil, 1997). De modo que uma gestão de resíduos eficiente deve garantir a redução de impactos e riscos à saúde pública, conforme diretrizes ressaltadas pela Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais).

Destaca-se que a ISO 14001 é norma internacional que determina os requisitos para um eficaz Sistema de Gestão Ambiental (SGA), auxiliando organizações a reduzir impactos negativos e a adotarem práticas sustentáveis, elevando a imagem destas empresas diante a sociedade consumidora e dos investidores, dado que a cada dia se busca por empresas que tenham práticas sustentáveis.

Para minorar impactos ambientais e até mesmo preservar recursos naturais, bem como preservar a saúde humana é imprescindível uma gestão de resíduos eficiente. Sendo também meio efetivo de cumprir as diretrizes legais sobre os cuidados ambientais, e obtenção de certidões de sustentabilidade. Ademais, a gestão de resíduos, então, é um conjunto de medidas e práticas com único intuito de diminuir os impactos ambientais advindos de usinas hidrelétricas, garantindo um correto descarte dos resíduos gerados tanto na implementação da UHE até a sua manutenção.

3.1 OS DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS EM BARRAGENS

De certo que realizar a gestão de resíduos em UHE não é algo tão fácil visto alguns desafios quanto a complexidade do processo para geração de energia hidrelétrica. E como apontado acima, a construção de uma barragem provoca grande quantidade de sedimentos e resíduos orgânicos o que implica em estratégias, técnicas e equipamentos específicos para a retirada e descarte correto.

Deste modo, os desafios da gestão de resíduos incluem: classificação correta dos resíduos, armazenagem segura, logística de segurança, destinação final adequada (conforme a Lei nº 12.305/2010), fiscalização e cumprimento legal, monitoramento assíduo dos impactos ambientais, controle dos resíduos.

Visando o cumprimento legal e a redução máxima dos impactos ambientais, tratar dos resíduos corretamente e fazer o descarte certo fazem total diferença. Neste sentido, o tratamento dos resíduos orgânicos acaba por ser destinado a compostagem, sendo uma ótima forma de adubo para áreas de reflorestamento ou utilizado agricultura, a fim de recuperar zonas degradadas.

Justifica-se a construção de UHE por fornecerem uma fonte de energia renovável e por serem eficientes na e regularização da vazão hídrica dos rios, evitando enchentes. No entanto, as UHE trazem diversos resultados negativos para o meio ambiente como, por exemplo, o alagamento das florestas nativas, alteração e desvio no curso, emissão de gases tóxicos na atmosfera, entre outros danos diretos ou indiretos na biodiversidade e ecossistema onde se estabelecem (ECODEBATE, 2013).

Destaca-se que os principais impactos ambientais provenientes das UHE são: distúrbios na biodiversidade do território afetado, seja na área alagada ou nas espécies do regime fluvial que o cerca; podendo elas emitirem grandes quantidades de metano, este gás contribui mais acentuadamente que o CO₂ para as mudanças climáticas e efeito estufa, ou seja, não são fontes limpas de energia.

Neste íterim, valorar e identificar os prováveis impactos e em virtude da implementação de uma Usina Hidrelétrica, de acordo com definição da Resolução CONAMA 001/86, considera-se impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afeta os seguintes aspectos: a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) as atividades socioeconômicas e socioambientais; c) a biota; d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e) a qualidade dos recursos ambientais. (Brasil, 2016).

Com isso, “o diagnóstico ambiental do local da construção da UHE desde o planejamento é necessário” (Borges, 2016, grifo meu).

Ressalta-se que o Inventário de Resíduos Industriais (IRI) é uma ferramenta essencial ao gerenciamento dos resíduos sólidos industriais e permite ao empreendedor conhecer e caracterizar os

resíduos gerados, de modo a buscar formas mais adequadas e seguras de reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final, proporcionando a identificação dos estoques de resíduos existentes nas instalações industriais, contemplando, por tipologia industrial, região geográfica e/ou por município, a quantidade de resíduos gerada, os tipos de resíduos gerados, a classificação quanto à periculosidade, as formas de armazenamento e destinação final; bem como a delimitação das fontes geradoras de resíduos industriais que apresentam risco para a população e o meio ambiente.

Assim fica perceptível a grande necessidade de observação do bom gerenciamento dos descartes de resíduos deixados pelas Usinas Hidrelétricas vislumbrando os ditames legais que regem esta etapa em prol de minorar os impactos ambientais.

4 A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE DADOS E O CUMPRIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS

A priori se buscou basear o estudo nos documentos, artigos e livros mais recentes, entretanto, a dificuldade em encontrar informações mais recentes foi extraído informações de documentos de 2008, ao todo, foram encontrados 05 artigos publicados. Tais documentos e artigos fornecem informações primordiais sobre as formas de gestão dos resíduos e da importância de escolhas menos abrasivas ao meio ambiente, que sejam inclusive benéficas as empresas e para a sociedade.

A análise dos dados foi realizada por meio das legislações vigentes como a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 9.984/2000, legislação que cria a Agência Nacional de Águas (ANA), Lei nº 12.334/2010 estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), por exemplo, avaliando a forma que são aplicadas na prática e ressaltando a importância destas.

Além disso, foi observado as maneiras que as Hidrelétricas se alinham com os interesses sustentáveis e como se adaptam aos ditames da ISO 14001 - estabelece os requisitos para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Trazendo os critérios de boa gestão de resíduos gerados pelas Usinas Hidrelétricas.

4.1 TIPOS DE RESÍDUOS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

Diante da construção e manutenção de uma barragem existem diversos tipos de resíduos deixados pelas UHE dos quais necessitam de atenção e cuidado tais como: Resíduos Sólidos e Orgânicos; Sedimentos; Materiais Vegetais; Resíduos Industriais Perigosos e os Não Perigosos, por exemplo.

Ainda, existem os resíduos orgânicos, como galhos e folhas, dentre outros materiais vegetais arrastados pela água que podem se acumular nas grades de captação e até mesmo nas comportas das usinas hidrelétricas, podendo comprometer o funcionamento adequado dos equipamentos.

Outrossim, a quantidade de ramagens, troncos e vegetação que se desprende das margens e ficam boiando, até mesmo folhagens que são trazidos pelas chuvas acabam por afetar a qualidade da água causando problemas ecológicos, bem como, prejudicam o funcionamento das turbinas da hidrelétrica.

Merece destaque os resíduos sedimentares que são aqueles removidos dos reservatórios e estruturas hidráulicas, ou seja, trata-se de toda matéria sólida levada pela água, como argila, areia e pedras que estão acumulados nos reservatórios e que afetam diretamente a capacidade de armazenagem hídrica, bem como afeta diretamente a eficiência das turbinas.

Diante disto, com a construção de UHE acaba gerando muitos resíduos vegetais, ficando submersos, e com o passar do tempo apodrecem passando a liberar matéria orgânica e liberando gases na água prejudicando, por conseguinte a vida subaquática. Embora as UHE sejam fonte de energia limpa são gerados resíduos industriais dos quais precisam de atenção, pois colocam em perigo a vida humana e subaquática.

Os resíduos perigosos como óleos e lubrificantes para manutenção de geradores, turbinas e transformadores causam grandes impactos por serem poluentes. Demais produtos químicos usados na conservação, pintura e limpeza da barragem também precisam de atenção e tratamento especializado, pois podem conter contaminações por mercúrio, baterias que contenham ácidos e chumbo. Os restos de materiais de construção ou de demolição que são recicláveis ou filtrantes, também necessitam de cuidados e um bom plano de gerenciamento para que não se tornem impactantes em nível negativo.

4.2 REQUISITOS LEGAIS PARA UMA BOA GESTÃO DE RESÍDUOS

As principais normas legais que regem a gestão de resíduos sólidos em Hidrelétricas são as Resoluções CONAMA.

A resolução 2075/2001, estabelece o código de cores que deve ser adotado na identificação de coletores e transportadores dos diferentes tipos de resíduos, sendo estas: AZUL: papel e papelão; VERMELHO: plástico; VERDE: vidro; AMARELO: metal; PRETO: madeira; LARANJA: resíduos perigosos; BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde; ROXO: resíduos radioativos; MARROM: resíduos orgânicos; CINZA: resíduos gerais não recicláveis ou misturados, ou contaminados não passíveis de separação.

Outra importante norma legal é a Resolução CONAMA nº 313/2002 que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, estabelecendo diretrizes para elaboração, implementação e atualizações dos inventários.

Segundo o CONAMA (2002), os resíduos são parte integrante dos processos de licenciamento ambiental, conforme abaixo:

[...] I- resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição; II- Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais: é o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país” (Conama, 2022).

A referida Resolução tem por objetivo a orientação de órgãos públicos e entidades responsáveis ao realizarem inventários de resíduos sólidos, facilitando a identificação, quantificação e caracterização dos resíduos, estendendo-se a todos entes públicos ou privados que gerem, manipulam ou gerenciam resíduos, e inclui municípios, setores empresariais, indústrias e demais setores.

No uso de suas competências, o CONAMA estabelece em sua resolução nº 307/2002 as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil a fim de reduzir os impactos ambientais e promover a reutilização e reciclagem.

Em seu artigo 3º ela classifica os resíduos como: Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras; classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015); classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11); classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como

telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

Em seu décimo artigo, a resolução trata da destinação desses resíduos após a triagem. Ela orienta que os de classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou direcionados a aterros com essa classificação para usos futuros. Os de classe B devem ser reaproveitados, reciclados ou encaminhados para acondicionamento temporário. Quanto aos de classe C e D devem ser tratados de acordo com normas técnicas específicas (Brasil, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 316/2002 foram estabelecidas as normas para os procedimentos e critérios para os sistemas de tratamento térmico de resíduos no intuito de minimizar os danos ao meio ambiente oriundos do tratamento térmico de rejeitos e cadáveres. A resolução firma procedimentos operacionais, limites de emissão, bem como critérios de desempenho, controle, tratamento e destinação de efluentes.

Esses resíduos devem ser documentados e registrados, seu transporte deve atender a legislação específica e o seu acondicionamento deve ter procedimentos de atenuação ou eliminação da emissão de substâncias odoríferas a fim de diminuir a percepção olfativa.

Segundo a Resolução CONAMA nº 362/2005 determina que todo óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) deve ser recolhido, coletado e que seu destino não traga prejuízos ao meio ambiente e proporcione a máxima recuperação de seus constituintes.

Aos produtores e importadores exige-se que colem ou garantam o custeio da coleta de todo óleo disponível, usado ou contaminado, nas mesmas proporções que colocarem no mercado, conforme as metas estabelecidas pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) e do Ministério de Minas e Energia (MME) em ato normativo conjunto. Esses produtores devem contratar empresas coletoras regulamentadas ou habilitar-se como, de acordo com a legislação do órgão regulador da indústria petrolífera. E no caso de terceirização do serviço, não se exige ao produtor a responsabilidade da coleta e destinação legal, além de responderem pelas ações e omissões de seus terceirizados.

Em relação a Resolução CONAMA nº 401/2008, institui os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias que são comercializadas em território brasileiro, além dos critérios e a padronização para o a gestão ambientalmente adequada. Destaca que o plano de gerenciamento deve considerar o acondicionamento e armazenamento adequados e de forma segregada até a sua correta destinação, contemplando o sistema de recolhimento local e regional.

Ressalta-se que as pilhas e baterias que não são contempladas nesta resolução serão recolhidas por programas de coleta seletiva compartilhados pelos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e pelo poder público. A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS), dispõe de forma expressa sobre a destinação final de resíduos sólidos em

locais inadequados, impedindo-os que sejam dispersados em lugares inadequados, em céu aberto, em ambientes urbanos ou rurais ou em aterros não licenciados, queima ou incineração a céu aberto em instalações e aparelhos não licenciados, lançamento em corpos de água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, ou redes de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação. E conforme o artigo 9º da Lei nº 12.305/2010, aborda que a ordem de prioridade a ser seguida na gestão e gerenciamento de resíduos deve ser: “não geração, redução, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada” (Brasil, 2010, grifo meu).

A Resolução CONAMA nº 416/2009 dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental que é causada por pneus inservíveis e o seu destino ambientalmente adequado. Ela fixa a obrigação dos fabricantes e importadores de coletar e destinar pneus inservíveis no País, também aponta a implantação de pontos de coleta. É vedada importação de pneus usados (Brasil, 2022).

A figura 1 ilustra os símbolos indicados pela Resolução CONAMA nº 401/2008, que regulamenta a obrigatoriedade de identificação e destinação ambientalmente correta de pilhas e baterias. Esses pictogramas — como o símbolo do contêiner riscado e o de reciclagem — têm a função de alertar os consumidores de que esses produtos não devem ser descartados junto aos resíduos domésticos comuns, devendo ser encaminhados para sistemas de logística reversa ou pontos de coleta autorizados. A resolução estabelece que fabricantes e importadores devem adotar esses símbolos para garantir a rastreabilidade e o correto manejo dos resíduos, promovendo a redução dos impactos ambientais causados por metais pesados presentes nesses materiais.

Figura 3 – Simbologias adotadas para pilhas e baterias



Fonte: Brasil, 2008.



Além das Resoluções CONAMA supramencionadas, a Lei nº 12.305/2010 estabelece as diretrizes para o gerenciamento adequado de resíduos sólidos no Brasil. Desse modo, todos os envolvidos no processo de produção têm responsabilidades desde a geração a sua disposição final, além de estipular a logística reversa, a educação ambiental e sanções e penalidades para o descumprimento desta.

Destaca-se que a ANA junto ao IBAMA, determinam, na resolução conjunta nº 100/2021, quais os critérios para a delimitação de reservatórios, medidas de proteção e realocação de áreas urbanas, rurais, infraestruturas e áreas sobre o efeito da elevação da linha de água natural, decorrente da formação destes reservatórios em procedimentos para licenciamento ambiental de aproveitamentos hidrelétricos de domínio da União; bem como a permuta de informações e a padronização das exigências e dos procedimentos adotados pelos órgãos supracitados (BRASIL, 2021).

Ademais, a gestão de resíduos sólidos em hidrelétricas também deve seguir os preceitos da ISO 14001 que é uma norma internacional que estabelece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

De acordo a identificação dos aspectos ambientais, a UHE deve planejar e implementar medidas para controlar e reduzir a geração de resíduos, que envolve:

- Classificação e separação dos resíduos: distinguindo entre resíduos perigosos e não perigosos.
- Treinamento de pessoal: assegurando que os colaboradores estejam cientes dos procedimentos e práticas de gestão de resíduos.
- Estabelecimento de procedimentos para armazenamento, transporte e disposição final: garantindo que os resíduos sejam manejados de forma segura e ambientalmente adequada.

Além disso, a ISO 14001 requer o monitoramento contínuo das operações para avaliar o desempenho ambiental, que inclui:

- Registro da quantidade e tipo de resíduos gerados.
- Avaliação da eficácia das medidas de controle implementadas.
- Revisão periódica dos procedimentos e políticas de gestão de resíduos.

Portanto, a norma enfatiza ainda a necessidade de conformidade com as legislações ambientais aplicáveis, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, promovendo a melhoria contínua do SGA, e incentivando a hidrelétrica a revisar e aprimorar constantemente suas práticas de gestão de resíduos, restando claro que, uma boa gestão na elaboração e execução do PGRS, com a capacitação de equipes e monitoramento contínuo, evitaria contaminações, garantindo um meio ambiente equilibrado e com minimização de riscos ambientais para a saúde pública.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo ficou claro que o passar dos anos trouxe a necessidade de melhoria na qualidade de vida, assim, a descoberta da força hídrica para geração de energia foi revolucionária para o avanço social, principalmente por ser meio de geração de energia limpa e sustentável. Entretanto, mesmo com grandes qualidades, as Usinas Hidrelétricas também deixam infelizes rastros no meio ambiente, dado a geração de resíduos em sua construção e manutenção, o que precisa de atenção específica.

Neste sentido, presente estudo buscou abranger de forma simples para facilitar a compreensão do leitor quanto a analisar a gestão de resíduos em usinas hidrelétricas, destacando o atendimento às condicionantes estabelecidas nas licenças ambientais e as boas práticas de gestão. Identificando que os tipos de resíduos causados pela construção das UHE e verificando se as barragens estão agindo de acordo com as regras legais para lidar com o lixo produzido e deixado. Outrossim, buscou-se identificar as formas de solução impostas para gestão dos resíduos, pois percebeu-se que os resíduos deixados pelas hidrelétricas são: resíduo orgânico – arbustos ou galhos, sedimentar – o que foi removido para construção, matéria vegetal – o que fica submerso, resíduo industrial perigoso – produtos químicos e não perigoso – material reciclável. Tendo obtido êxito no primeiro objetivo específico proposto.

Ademais, ficou claro que existem inúmeras legislações que abrangem a gestão dos resíduos como resoluções do CONAMA nº 275/2001, nº 307/2002, nº 313/2002, nº 362/2005, nº 401/2008, entre outras; a ISO 14001 que estabelece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), para avaliar se a empresa está cumprindo com as medidas de controle impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. Assim, foi possível obter êxito no segundo objetivo estabelecido.

O princípio da responsabilidade disposto na Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, destaca que os responsáveis pela geração de resíduos têm o dever de assegurar o manuseio adequado, desde o início da produção até o fim, de modo a manter o meio ambiente seguro.

Sendo assim, fica claro que, para uma boa gestão dos resíduos é preciso que seja realizada a elaboração e execução do PGRS; Capacitação da equipe trabalhadora; Segregação na origem que facilita o reaproveitamento; Registro e monitoramento contínuo: necessário para auditorias; Armazenamento temporário seguro: evitando contaminações; Parcerias com cooperativas: recicláveis. Ademais, destaca-se que a gestão de resíduos inclui: classificação correta dos resíduos, armazenagem segura, logística de segurança, destinação final adequada (conforme a Lei nº 12.305/2010), fiscalização e cumprimento legal, monitoramento assíduo dos impactos ambientais, controle dos resíduos. Desta forma, obteve-se êxito no terceiro objetivo estabelecido.

Para tanto, apontou-se as certidões ambientais – que tratam de documentos emitidos por órgãos públicos a fim de certificar que o empreendimento está seguindo as legislações ambientais. Tais documentos devem ser emitidos em cada uma das etapas do ciclo da hidrelétrica, até mesmo no momento de desativação. O principal fim destas certidões permeia: Garantir a Segurança Socioambiental; estar atento às exigências dos órgãos fiscalizadores e reguladores (ANA – Agência Nacional de Águas, IBAMA e entidades estaduais como Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS que atua no Pará; permitir acesso a financiamentos públicos; evitar sanções judiciais e administrativas e comprovar a conformidade com a lei.

Foi realizado ainda o estudo de caso utilizando documentos cedidos pela Eletronorte de Tucuruí. Tal documento mostrou-nos de forma geral os processos do PGRS estabelecidos pela empresa no tratamento dos resíduos produzidos pela usina. Estando em conformidade com as resoluções e normas que regulamentam os procedimentos corretos legalmente.

Entretanto, infelizmente não foi possível realizar o quarto objetivo que era propor um plano para que as usinas melhorem a forma como descartam o lixo, posto não ter sido possível a realização de pesquisa a campo em uma usina específica, ficando desfalcado de materiais imprescindíveis para elaboração de um plano eficaz.

No mais, restou clarividente que mesmo sendo meio de energia sustentável e limpa as Usinas Hidrelétricas deixam impactos ambientais, assim é necessário observar os ditames legais que impõe meios de minorar a destruição ambiental e reforçar a importância do meio ambiente para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001:2015 – Sistema de Gestão Ambiental: Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/centro-universitario-estacio-da-bahia/engenharia-hidraulica/abnt-nbr-iso-14001-2015-sistema-de-gestao-ambiental-requisitos-com-orientacao-para-uso/23701510>. Acesso em: 07 março 2025.

AGÊNCIA GOV. **Energia de hidrelétricas é considerada uma das mais seguras e limpas**. Brasília: Agência Gov, 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/energia-de-hidreletricas-e-considerada-uma-das-mais-seguras-e-limpas>. Acesso em: 13 maio 2025.

BESSA, P. H. da S.. **Práticas de gestão sustentável no campus Morro do Cruzeiro da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)**. 2022. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Minas, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/451>. Acesso em: 13 maio 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Matriz de energia elétrica**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>. Acesso em 05 outubro 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera dispositivos da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos da construção civil. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/normas-abnt/>. Acesso em: 03 fevereiro 2025.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMABRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305. Acesso em: 12 janeiro de 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de novembro de 2002. Dispõe sobre inventários de resíduos sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2002. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>. Acesso em: 12 janeiro de 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Conama-316-02-Tratamento-T%C3%A9rmico-de-Res%C3%ADduos.pdf>. Acesso em 07 fevereiro 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 12 janeiro 2025.

BRIAN JUNIOR, M. **Pequenas centrais hidrelétricas e centrais geradoras hidrelétricas: impactos ambientais**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energias) – Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, 2022. BSI Group. **Certificação ISO 14001 – Gestão Ambiental**. São Paulo: BSI Group, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.bsigroup.com/pt-BR/ISO-14001-Gestao-Ambiental/Certificacao-ISO-14001/>>. Acesso em: 13 maio 2025.

CAUS, T. R.; MICHELS, A.. **ENERGIA HIDRELÉTRICA: EFICIÊNCIA NA GERAÇÃO**. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1380/Caus_Tuane_Regina.pdf?sequence=1>. Acesso em 20 out. de 2024.

COELHO, A. L. N.. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DE RIOS IMPACTADOS POR BARRAGENS. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 9, n. 26, p. 16–32, 2008. DOI: 10.14393/RCG92615721. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15721>>. Acesso em: 04 novembro. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece limites máximos de metais pesados em pilhas e baterias e critérios para seu gerenciamento ambientalmente adequado. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2008. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&i d=570>. Acesso em 17 fevereiro 2025.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2009. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&i d=597. Acesso em: 14 fevereiro 2015.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução no 01, 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília: CONAMA, 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 275, de 29 de novembro de 2001. Dispõe sobre o licenciamento ambiental**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2001. Seção 1, p. 4. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>>. Acesso em: 12 janeiro 2025.

DUPIN, P. C.; LANG, L. C. **Resíduos sólidos de hidrelétricas: inventário e legislação ambiental aplicável ao estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/V-059.pdf>>. Acesso em: 9 maio 2025.

ECODEBATE. **Hidrelétrica de São Manoel. Um empreendimento construído à revelia da lei. Entrevista com integrantes do Fórum Teles Pires**. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2017/11/28/hidreletrica-de-sao-manoelumempreendimentoconstruido-revelia-da-lei-entrevista-com-integrantes-do-forum-teles-pires/>>. Acesso em 03 de novembro de 2024.

ECOSSIS. **ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil**. Ecosystems, 2017. Disponível em: <<https://ecossis.com/clientes/eletronorte-centrais-eletricas-do-norte-do-brasil>>. Acesso em: 13 janeiro 2025.

ELETRONORTE. **Dados de consumo**. 2019. Disponível em: <https://www.eletronorte.com.br/dados-de-consumo/>. Acesso em: 07 fevereiro 2025.
em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 07 dezembro 2024.

FEARNSIDE, P. M.. Os planos para usinas hidrelétricas e hidrovias na bacia do Tapajós: uma combinação que implica a concretização dos piores impactos. **Ocekadi: hidrelétricas, Conflitos Socioambientais e Resistência na Bacia do Tapajós**, pgs. 79-97, 2016.

FERNANDES, B. L. D.. **Análise das possibilidades de integração entre programas ambientais de usinas hidrelétricas e sistemas de gestão ambiental**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

FIA. **Energia hidrelétrica: entenda o que é, como funciona e principais vantagens**. São Paulo: FIA, 2023. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/energia-hidreletrica/>>. Acesso em: 14 maio 2025.

IBERDROLA. **Energia hidrelétrica: quem somos – nossa atividade**. [S.l.]: Iberdrola, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/quem-somos/nossa-atividade/energia-hidreletrica>>. Acesso em: 13 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado**. 2022a.

Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/relatorios/oleo#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%BA%20362,m%C3%A1xima%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20dos%20seus%20constituintes>. Acesso em: 15 fevereiro 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada**. 2022b.

Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/pneumaticos-inserviveis#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%20n%C2%BA%20416,a%20coletar%20e%20dar%20destina%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 16 março 2025.

LEGISWEB. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=116060>>. Acesso em: 7 maio 2025.

MACHADO, V. P.. **Inovações tecnológicas no apoio à gestão ambiental de grandes obras de infraestrutura: um estudo de caso em uma multinacional do setor elétrico brasileiro**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

MARTINS, F. G. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudos de Caso**, 2012. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de

Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MARQUES, G. L.. **Licenciamento ambiental e arqueologia de contrato: desafios do ofício no contexto de desregulação ambiental, um estudo de caso sobre a UHE Formoso.** 2023.

Dissertação (Mestrado em Sociedade, Ambiente e Território) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais; Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2023.

MT SOLUÇÕES. **O que é gestão de resíduos em usinas hidrelétricas?** Chapecó: MT Soluções, 2025. Disponível em: <<https://mtsolucoes.ind.br/glossario/o-que-e-gestao-de-residuos-em-usinas-hidreletricas/>>. Acesso em: 14 maio 2025.

MT SOLUÇÕES. **O que é gestão de resíduos em usinas hidrelétricas?** Chapecó: MT Soluções, [s.d.]. Disponível em: <<https://mtsolucoes.ind.br/glossario/o-que-e-gestao-de-residuos-em-usinas-hidreletricas/>>. Acesso em: 9 maio 2025.

RENOVABLES BLOG. **Que países geram mais energia hidrelétrica no mundo?** [S.l.]: Renovables Blog, [s.d.]. Disponível em: <<https://renovables.blog/pt/mareomotriz/que-paises-generan-mas-energia-hidroelectrica-en-el-mundo/>>. Acesso em: 13 maio 2025.

VIEIRA BRAGA. **Licenciamento Ambiental de Usinas Hidrelétricas.** 2024. Disponível em: <<https://vieirabraga.com.br/licenciamento-ambiental-de-usinas-hidreletricas/>>. Acesso em: 06 abril 2025.

ZAGONEL, Leticia De Bittencourt. **Avaliação do Impacto das Barragens na Variabilidade e Estruturação Genética de *Pimelodus Maculatus* Lacepède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) do Rio São Francisco.** Disponível em:

[https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18394/Dissertacao%20](https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18394/Dissertacao%20Leticia%20de%20Bittencourt%20Zagonel.pdf?sequence=1)

[Leticia%20de%20Bittencourt%20Zagonel.pdf?sequence=1](https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18394/Dissertacao%20Leticia%20de%20Bittencourt%20Zagonel.pdf?sequence=1)> Acesso em 05 de novembro de 2024.