

UNIVERSIDADE SANTO AMARO - UNISA

Curso de Engenharia Ambiental - EAD

Adalberto Karol Rodrigues – RA 4350189

Julio Cezar Carrenho Pilla – RA 5421268

Vagner Luis Tavares Voss – RA 4517113

Valdinelli Ribeiro – RA 428567

Vanessa Pires Bravo Marques – RA 4406109

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGRS NO SETOR DE
MANUTENÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA GOVERNADOR BENTO
MUNHOZ DA ROCHA NETTO – UHE GBM: UM COMPARATIVO PRÉ
E PÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PGRS 2011-2024**

São Paulo

2024

Adalberto Karol Rodrigues – RA 4350189
Julio Cezar Carrenho Pilla – RA 5421268
Vagner Luis Tavares Voss – RA 4517113
Valdinelli Ribeiro – RA 428567
Vanessa Pires Bravo Marques – RA 4406109

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGRS NO SETOR DE
MANUTENÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA GOVERNADOR BENTO
MUNHOZ DA ROCHA NETTO – UHE GBM: UM COMPARATIVO PRÉ
E PÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PGRS 2011-2024**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Ambiental da
Universidade Santo Amaro – UNISA, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Ambiental
Orientador: Msc. Marcos Araújo

São Paulo
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

R611a

Rodrigues, Adalberto Karol.

Avaliação da eficácia da implementação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS no setor de manutenção da usina hidrelétrica governador Bento Munhoz da Rocha Netto – UHE GBM: um comparativo pré e pós implementação do PGRS 2011-2024 / Adalberto Karol Rodrigues, Julio Cezar Carrenho Pilla, Vagner Luis Tavares Voss, Valdinelli Ribeiro, Vanessa Pires Bravo Marques. – São Paulo, 2024.

60 p. : il., color.

Orientador: Prof. Me. Marcos Henrique de Araújo.

TCC Graduação. (Curso Superior em Engenharia Ambiental) – Universidade Santo Amaro, 2024.

Bibliografia incluída.

1. Poluição. 2. Resíduos. 3. UHE GBM. I. Pilla, Julio Cezar Carrenho. II. Voss, Vagner Luis Tavares. III. Ribeiro, Valdinelli. IV. Marques, Vanessa Pires Bravo. V. Araújo, Marcos Henrique, orient. VI. Universidade Santo Amaro. VII. Título

CDD 628.4

RESUMO

O setor industrial possui significativa contribuição relativa aos problemas ambientais, sendo desde a emissão de poluentes atmosféricos e emissões de efluentes fora dos parâmetros estabelecidos em legislação, contaminação por derramamento ou vazamento de produtos contaminados ou perigosos e pela ineficiência na gestão dos resíduos gerados no processo produtivo. Utilizando a temática sobre a gestão de resíduos gerados este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os benefícios oriundos da implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo utilizado um estudo de caso no setor de Manutenção da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto, instalada no Rio Iguaçu, entre os municípios de Pinhão e Bituruna, no estado do Paraná. Para o desenvolvimento do referencial teórico houve a utilização de bibliografia especializada referente ao tema meio ambiente e resíduos, foram utilizados sites institucionais, relatórios e artigos científicos. Para o estudo de caso houve a análise de duas versões do PGRS implantado na UHE GBM, a primeira versão elaborada em 2011 e a versão atual (Revisão 5), foram realizadas visitas técnicas, com o objetivo de obter imagens e experienciar trabalho desenvolvido no empreendimento. Os resultados da implantação e execução do PGRS proporcionaram maior segurança ambiental, principalmente ao que se refere a minimização do riscos de contaminação do solo e da água por ocasião de vazamentos de resíduos contaminados por óleo ou graxas, uma vez que foram adotadas técnicas padronizadas de acondicionamento, armazenamento e destinação final desta tipologia de resíduos, evitando gastos com ações emergenciais em ocorrências desta natureza, além de evitar possíveis multas relacionadas à contaminação do meio ambiente. Desta forma conclui-se que a regularização e adequação à legislação ambiental proporciona redução ou eliminação de custos decorrentes de multas ambientais, redução ou eliminação de custos relacionados à mitigação de impactos ambientais decorrentes de ocorrências ambientais, tornando a empresa mais bem vista entre consumidores e investidores.

Palavras-chave: Poluição. Resíduos. PGRS. UHE GBM.

ABSTRACT

The industrial sector has a significant contribution to environmental problems, including the emission of atmospheric pollutants and effluent emissions outside the parameters established by law, contamination by spills or leaks of contaminated or hazardous products, and inefficiency in the management of waste generated in the production process. Using the theme of waste management, this work was developed with the objective of evaluating the benefits arising from the implementation of the Solid Waste Management Program, using a case study in the Maintenance sector of the Governador Bento Munhoz da Rocha Netto Hydroelectric Power Plant, installed on the Iguaçu River, between the municipalities of Pinhão and Bituruna, in the state of Paraná. For the development of the theoretical framework, specialized bibliography related to the theme of environment and waste was used, institutional websites, reports and scientific articles were used. For the case study, two versions of the SWMP implemented at HPP GBM were analyzed: the first version developed in 2011 and the current version (Revision 5). Technical visits were carried out with the aim of obtaining images and experiencing the work developed at the project. The results of the implementation and execution of the PGRS provided greater environmental safety, especially with regard to minimizing the risk of soil and water contamination due to oil or grease contaminated waste leaks, since standardized techniques were adopted for packaging, storage and final disposal of this type of waste, avoiding expenses with emergency actions in occurrences of this nature, in addition to avoiding possible fines related to environmental contamination. Thus, it is concluded that regularization and adaptation to thematic environmental legislation provides a reduction or elimination of costs resulting from environmental fines, reduction or elimination of costs related to the mitigation of environmental impacts resulting from environmental occurrences, making the company more well-regarded among consumers and investors.

Key-words: Pollution. Wastes. SWMP. HPP GBM

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Legislação Ambiental	14
2.2 Resíduos Sólidos Industriais	17
2.3 Indicadores Ambientais	22
2.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	24
2.5 Modelos de PGRS.....	25
2.6 Educação Ambiental dos Trabalhadores da Indústria	26
2.7 Matriz Elétrica Brasileira.....	29
2.8 Caracterização da Área de Estudo.....	30
2.9 Geração de Resíduos no Empreendimento	36
3 METODOLOGIA.....	39
3.1 Estudo de Caso.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 Comparação Qualitativa da Gestão de Resíduos – Período anterior a implantação do PGRS (2011) com a situação atual (2024), com PGRS implantado	49
4.2 Considerações Finais	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Os processos de transformação realizados pelas indústrias são causadores de impactos ambientais, uma vez que toda ação antrópica ocasiona impacto ao meio ambiente. (MARTINS, 2015). Porém a magnitude do impacto ambiental depende do comprometimento da corporação com o atendimento ao estipulado em legislação, aos pressupostos estabelecidos pelos três pilares da sustentabilidade: ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo, e, mais atualmente, aos princípios do Environmental, Social and Governance - ESG, termo que corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização. (LUIZ FILHO, J.S., 2023)

Considerando que a geração de resíduos é impacto inerente e inevitável ao processo industrial, a condução eficaz do gerenciamento dos resíduos gerados no ambiente corporativo é fundamental para mitigação deste tipo de impacto. Para que ocorra um gerenciamento eficaz dos resíduos corporativos é de fundamental importância a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS. Sendo a Lei Federal 12.305/12 instituiu a obrigatoriedade da elaboração do PGRS para empresas que gerem produtos perigosos. (DA ROSA et al., 2020)

O plano de gerenciamento dos resíduos sólidos (PGRS) é uma preocupação essencial em diversas indústrias, incluindo usinas hidrelétricas. Apesar de serem consideradas fontes de energia limpa, essas usinas também geram resíduos que precisam ser tratados e descartados de forma responsável para minimizar impactos ambientais negativos. (DUPIN E LANGE, 2019)

A implantação e operacionalização do PGRS apenas como medida para cumprimento de requisitos legais, sem aplicação de parâmetros de eficácia, eficiência, não conformidades e oportunidades de melhoria, pode não representar a real situação da Gestão de Resíduos no empreendimento. Desta forma, é de fundamental importância o estabelecimento de metas, com aplicação e acompanhamento de indicadores para se ter mensuração dos resultados. Para tanto, torna-se necessária

realização de avaliação continuada e sistemática do PGRS, por meio de metas e indicadores. (NÓBREGA, 2013)

Além da implementação do PGRS corporativo, a avaliação do desempenho do programa torna-se de grande importância, pois é nessa avaliação que podem ser observados pontos de atenção e oportunidades de melhoria, baseando principalmente nos pressupostos de melhoria contínua e que são baseados no Ciclo PDCA – Plan, Do, Check e Action. (CAMPOS, 2001)

A implementação de um PRGS compreende uma tarefa complexa, que envolve os mais diversos setores do ambiente corporativo, do estratégico ao operacional, pois implicam em aporte de recursos financeiros e a aplicação da força de trabalho em treinamento e sensibilização das equipes, aquisição de equipamentos, adaptação e disposição de espaços para armazenamento temporário, busca e contratações de empresas e entidades para realização da destinação correta dos resíduos. (GUIMARÃES, 2018)

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) na Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto, verificando a eficácia do programa e suas possíveis falhas nas etapas do gerenciamento dos resíduos.

Para que seja possível avaliar a implementação do Plano, por meio da aferição da eficácia da implantação e avaliação do desempenho ambiental e por ventura, financeiro, decorrentes da implantação do PGRS no setor de manutenção da UHE GBM torna-se necessário apresentar quais os principais marcos legais relacionados ao tema gerenciamento de resíduos nos níveis Federal, Estadual, Municipal e, no que for possível, Institucional; caracterizar a área de estudo, analisar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Unidade, propor a implantação ou analisar os resultados dos indicadores para avaliação do desempenho ambiental.

Com objetivo de analisar comparativamente a gestão de resíduos no período pré e pós-implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, apresentando as principais ações realizadas para a adequação da Gestão dos Resíduos, após o diagnóstico inicial realizado pela empresa consultora. A avaliação comparativa situacional foi realizada na Gestão dos Resíduos de O&M, gerados

principalmente na Oficina de Manutenção e armazenados no Depósito de Resíduos Perigosos.

Optou-se por realizar um estudo de caso no setor de manutenção da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto – UHE GBM, instalada no Rio Iguaçu, cuja barragem encontra-se entre os Municípios paranaenses de Bituruna e Pinhão, estando a casa de força situada no município de Pinhão-PR, pois é no setor de manutenção em que há maior ocorrência de Geração de Resíduos Contaminados, sendo, os resíduos gerados decorrentes do processo de geração de energia elétrica, denominados de Resíduos de Operação e Manutenção, ou resíduos de O&M.

Este trabalho baseia-se em estudo de caso, com revisão bibliográfica realizada em sites especializados, plataformas digitais de trabalhos acadêmicos, livros com a temática Meio Ambiente, Sustentabilidade, ESG, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Desempenho Ambiental, Indicadores Ambientais e com pesquisa de campo para obtenção dos dados, impressões, informações e fotografias.

Tem-se como expectativa que a avaliação do desempenho ambiental seja positiva, demonstrando a melhoria na Gestão de Resíduos, face as ações realizadas para as adequações para a Gestão correta dos resíduos, tem-se a expectativa de que as adequações tenham causado a redução de custos relativos à destinação dos resíduos industriais em função das ações de sensibilização da força de trabalho, diminuição de fragilidades ambientais que possam ocasionar passivos ambientais em função da destinação incorreta dos resíduos, ou ainda, autuações dos órgãos ambientais. E que a adoção de indicadores ambientais de desempenho venha a agregar vantagens ao trabalho já executado na UHE GBM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante a revolução industrial houve uma busca por mecanismos que preservassem a saúde coletiva e o saneamento das cidades. Porém, devido ao crescimento populacional e o avanço da industrialização, as cidades obtiveram um crescimento exponencial e ocorreu a precarização das condições sanitárias, pela dificuldade em universalizar e modernizar o saneamento mesmo com as reformas sanitárias (MURTHA et al, 2014).

Um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade trata-se da produção excessiva de lixo e seu descarte adequado. Essa questão é especialmente preocupante devido ao aumento da população, ao crescimento das áreas urbanas e ao desenvolvimento de novas tecnologias que aumentam o poder aquisitivo (JACOBI; BESEN, 2011).

Segundo apresentado pela ONU no mundo a população estimada chega a 10,3 bilhões de pessoas, e a população brasileira apresentou um crescimento no ano de 2022 com aumento de 12.324.957 de pessoas comparado ao censo de 2010, (IBGE, 2022), totalizando 203,1 milhões, a expressividade deste número também indica um aumento no consumo e conseqüentemente da geração de resíduos.

Devido ao rápido crescimento da população mundial nas últimas décadas, vários desafios surgiram na gestão de resíduos sólidos. É observado que os países enfrentam um grande desafio em relação ao gerenciamento da geração excessiva de resíduos e a disposição final adequada desses resíduos, especialmente os resíduos sólidos urbanos – RSU. (JACOBI; BESEN, 2011).

A gestão de resíduos sólidos no Brasil tem se tornado uma questão cada vez mais relevante, especialmente diante do aumento da industrialização e da urbanização. Nesse contexto, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) surge como uma ferramenta fundamental para garantir que os resíduos sejam tratados de maneira adequada, reduzindo seu impacto no meio ambiente e promovendo práticas mais sustentáveis.

Para entender o desenvolvimento do PGRS no Brasil, é essencial olhar para sua evolução histórica e legislativa, observando como o país adotou políticas e práticas em resposta a pressões globais e necessidades internas.

A partir do final do século XX, a questão dos resíduos sólidos ganhou destaque nas discussões ambientais internacionais. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi um marco importante, reforçando a necessidade de práticas mais sustentáveis em diversos países (BRASIL, 2010). Como parte desse movimento, o Brasil começou a buscar soluções para melhorar sua própria gestão de resíduos.

Países como os da União Europeia e os Estados Unidos já tinham diretrizes rigorosas para o controle de resíduos desde as décadas de 1970 e 1980, o que inspirou o Brasil a seguir o mesmo caminho (BARROS et al., 2014). Nesse sentido, como apontam Guimarães (2013) e outros autores, o Brasil começou a se alinhar a essas práticas globais, percebendo que precisava avançar na sua política ambiental.

Na década de 1980, o Brasil começou a dar os primeiros passos em direção a uma gestão mais organizada dos resíduos sólidos. A Lei nº 6.938/1981, que criou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), foi um marco inicial, estabelecendo a necessidade de controlar a poluição, embora ainda não focasse especificamente nos resíduos sólidos (BRASIL, 1981).

Já na década de 1990, o Brasil avançou com a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), que impôs penalidades para atividades prejudiciais ao meio ambiente, incluindo a disposição inadequada de resíduos (BRASIL, 1998). Além disso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) começou a emitir resoluções que abordavam resíduos em setores específicos, como a Resolução CONAMA nº 05/1993, que tratava dos resíduos da construção civil (CONAMA, 1993).

O grande marco para a gestão de resíduos no Brasil foi a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010. Após mais de 20 anos de debates e propostas, a lei finalmente trouxe uma estrutura clara para o gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Entre os principais pontos da PNRS está a responsabilidade compartilhada entre todos os envolvidos no ciclo de vida dos produtos, desde os fabricantes até os consumidores, passando pelos distribuidores e comerciantes (SILVA, 2011). Isso significa que todos têm um papel a desempenhar na destinação adequada dos resíduos gerados.

Outro conceito introduzido foi o da logística reversa, que obriga os fabricantes a recolher e dar o destino correto aos resíduos gerados pelo consumo de seus produtos, como embalagens e eletrônicos, por exemplo. Além disso, a PNRS exige que empresas que geram resíduos sólidos elaborem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), detalhando como os resíduos serão tratados e dispostos de forma ambientalmente correta (BRASIL, 2010).

A proibição da deposição em lixões a céu aberto é regida pela Portaria nº 53 do Ministério do Interior (BRASIL, 1979) sendo, mais recentemente, ratificado pelo artigo 47 da Lei 12.305/2010, este é um desafio ambiental a ser conquistado quando observado pela geração de resíduos urbanos e extensivo aos resíduos que são provenientes de empreendimentos ou empresas, tornando obrigatório estabelecer o planejamento e as estratégias para garantir a disposição final.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2001): o Plano de Gerenciamento é um documento que apresenta a situação atual do sistema de limpeza urbana, com a pré-seleção das alternativas mais viáveis, com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes sob os aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

Conforme Pereira (2014) afirma, a criação da PNRS foi fundamental para dar um rumo mais definido à gestão de resíduos no país, especialmente com o foco na eliminação dos lixões e na transição para aterros sanitários.

A implementação do PGRS varia conforme o setor econômico. Nas indústrias, por exemplo, é obrigatório que todas as instalações que geram resíduos tenham um PGRS que detalhe como eles serão manejados e tratados (GUIMARÃES, 2013).

Já na construção civil, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) foi criado para mitigar os impactos ambientais gerados pelos resíduos de obras. Silva (2011) explica que esse plano é essencial para reduzir o desperdício, reutilizar materiais e aumentar a reciclagem no setor.

No setor de saúde, os resíduos hospitalares e de laboratórios, por sua natureza perigosa, exigem um cuidado especial. O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) garante que esses resíduos sejam tratados de forma

segura, prevenindo riscos tanto à saúde pública quanto ao meio ambiente (MENDES, 2005).

No caso dos resíduos sólidos urbanos, os municípios são responsáveis por elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que se alinha às diretrizes da PNRS e promove práticas como a coleta seletiva e a reciclagem (BRASIL, 2010).

Apesar dos avanços, a implementação do PGRS no Brasil ainda enfrenta desafios. Barros et al. (2014) apontam que a falta de infraestrutura e a falta de capacitação técnica são grandes obstáculos, especialmente em municípios com menos recursos.

Além disso, a fiscalização deficiente faz com que muitos lixões continuem em operação, mesmo após a proibição oficial de sua utilização. Como Mendes (2005) observa, embora a legislação esteja bem estruturada, a fiscalização ainda precisa melhorar para garantir a eficácia do PGRS.

Outro desafio importante é a falta de conscientização. Mesmo com as exigências legais, muitas empresas e cidadãos ainda não adotaram plenamente a cultura de reciclagem e manejo responsável de resíduos. Guimarães (2013) destaca que a Educação Ambiental é essencial para que o PGRS funcione de maneira eficaz no longo prazo.

Apesar dos desafios, as perspectivas para o PGRS no Brasil são promissoras. O conceito de economia circular, que busca reduzir o desperdício e reaproveitar materiais, está ganhando espaço e pode ser uma solução importante para o futuro da gestão de resíduos no país (PEREIRA, 2014).

A tecnologia também está criando novas oportunidades para o tratamento de resíduos, como a reciclagem de materiais eletrônicos e o aproveitamento energético de resíduos sólidos (SILVA, 2011). Com esses avanços, o PGRS pode se tornar ainda mais eficiente e central para a sustentabilidade.

Segundo a Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (2024), no ano de 2023, 89,1% das médias e grandes indústrias implementaram iniciativas ou práticas ambientais, esse parâmetro demonstra uma evolução quando comparado aos primores da revolução industrial

Desta forma, a evolução do PGRS no Brasil reflete um processo contínuo de aprimoramento das políticas de gestão de resíduos, impulsionado tanto por influências internacionais quanto por demandas internas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi um marco que consolidou o PGRS como uma ferramenta essencial para a sustentabilidade no país, embora desafios como a falta de infraestrutura e conscientização ainda precisem ser superados. No futuro, o fortalecimento da economia circular e o avanço tecnológico podem oferecer novas soluções e oportunidades para uma gestão mais eficiente dos resíduos.

2.1 Legislação Ambiental

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2001): O Plano de Gerenciamento é um documento que apresenta a situação atual do sistema de limpeza urbana, com a pré-seleção das alternativas mais viáveis, com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes sob os aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

De acordo com o Art 3º do decreto 10.936/2022, que regulamenta a Lei 12.305/2012, “Os fabricantes, os importadores, os distribuidores, os comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos.” (BRASIL, DECRETO Nº 10.936, DE 12 DE JANEIRO DE 2022, 2022)

A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/81, tem por objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.” (BRASIL, LEI Nº 6.938, 31 de ago. de 1981, 1981)

Em conjunto a implantação de programa de gerenciamento de resíduos as empresas têm o compromisso de atender a Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9.795/99, conforme o artigo 3º, inciso V:

Art. 3 Como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à educação ambiental, incumbindo

(...)

V - às empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, promover programas destinados à capacitação dos trabalhadores, visando à melhoria e ao controle efetivo sobre o ambiente de trabalho, bem como sobre as repercussões do processo produtivo no meio ambiente. (BRASIL, Lei n. 9.795, de 27 de abr. de 1999, 1999)

“As ações educativas devem disponibilizar informações sobre a separação dos resíduos de forma clara (onde, como, o quê etc.)” (SENA et al, 2023)

No estado do Paraná, o acompanhamento e monitoramento do gerenciamento são realizados pelo Instituto Água e Terra - IAT, conforme disposto na lei 20.070 de 18 de dezembro de 2019, que prevê as finalidades básicas do Instituto Água e Terra – IAT, conforme art 3º:

III - conceder o Licenciamento Ambiental, Autorização Ambiental e Outorga de Recursos Hídricos de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras (...)

VIII - elaborar, executar e monitorar planos, programas, ações e projetos técnicos relativos à destinação final dos resíduos sólidos, da poluição do ar, do solo e do controle de erosão; (PARANÁ, 2019)

Conforme previsto na Lei Federal 9.605/1998 - Crimes Ambientais estão determinados além de outras sanções, penas relacionadas à restrição de direitos de pessoa jurídica, conforme disposto no Art. 22:

I - Suspensão parcial ou total de atividades;

II - Interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade;

III - Proibição de contratar com o Poder Público, bem como dele obter subsídios, subvenções ou doações. (BRASIL, 2008)

Com relação às sanções, conforme Brasil (2008), se for constatado um crime ambiental, de acordo com o decreto regulamentador 6.514/2008, podem ser aplicadas medidas administrativas, como advertência e aplicação de multas. No entanto, ações mais severas, como a destruição ou inutilização do produto, a suspensão da venda e fabricação, o embargo de uma obra ou atividade e suas respectivas obras, a demolição de obras e/ou a suspensão parcial ou total das atividades, podem ser aplicadas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 10004:2004, classifica os resíduos como:

Resíduos no estado sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Resíduos sólidos- Classificação, 2004)

Conforme disposto na ABNT NBR 10004:2004, a classificação dos resíduos é definida conforme os seguintes critérios:

- a) resíduos classe I - perigosos;
- b) resíduos classe II A - não inertes;
- c) resíduos classe II B - inertes.

“Resíduos classe I - perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente, ou uma das características seguintes: inflamabilidade, corrosividade.” (ABNT 10004:2004, 2004)

O armazenamento de resíduos classe II A – não inertes e IIB – inertes, conforme NBR 11.174/NBR 1.264 deve ser realizado em contêineres, tambores, tanques ou a granel, até que ocorra a reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final. Antes do armazenamento, é preciso realizar uma análise das propriedades físico-químicas do resíduo e elaborar um plano de amostragem que contenha informações sobre a descrição do resíduo, o local onde a amostra foi coletada, os métodos e normas aplicáveis, a frequência de análise e a caracterização do resíduo. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Armazenamento de resíduos classes II- não inertes e III-inertes, 1989)

A Resolução nº 275 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Os programas de coleta seletiva, criados e mantidos no âmbito

de órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, direta e indireta devem seguir o padrão de cores estabelecido:

A figura 01, a seguir apresenta o padrão de cores estabelecido pela Resolução Conama 275/01 para os tambores coletores de resíduos.

Figura 01- Cores das classes de resíduos



Fonte: (Campos, 2018)

Para a destinação o Transporte de resíduos deve atender aos requisitos da NBR 13.221, devendo ser previsto cuidados adicionais aos resíduos perigosos quanto a compatibilidade, devendo conter documentação com informações sobre o resíduo contendo estado físico, quantidade, tipo de acondicionamento, nº da ONU e N° de risco, especificação de embalagem e informações do gerador, receptor e transportador. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003)

Este texto serve como forma de visualizar a formatação. Este texto serve como forma de visualizar a formatação. Este texto serve como forma de visualizar a formatação. Este texto serve como forma de visualizar a formatação. Este texto serve como forma de visualizar a formatação. Este texto serve como forma de visualizar a formatação.

2.2 Resíduos Sólidos Industriais

Conforme Barros (2012) um resíduo é categorizado com resíduos perigosos, quando suas características o tornam perigoso ou passível de provocar um efeito nocivo ao meio ambiente ou a saúde do ser humano.

Desta forma, segundo Barros (2012) no Brasil é utilizada a classificação para resíduos sólidos, disposta na série de normas ABNT 10004/2004. Com base na série de Normas ABNT 10004/2004 os resíduos sólidos podem ser classificados como Resíduos Perigosos - Classe I e Resíduos Não Perigosos – Classe II.

De modo conciso, caso o resíduo possua alguma das características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, ou, ainda, constem nos anexos A ou B da referida norma (ABNT, 2004a), são considerados resíduos perigosos (BARROS, 2012, p. 202).

Segundo Barros (2012) além das características inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, pode ocorrer a necessidade de realizar ensaios de lixiviação e havendo no extrato lixiviado alguma substância contiver concentrações superiores aos parâmetros estabelecidos no anexo G da NBR 10.0004/2004, estes resíduos também será considerado Resíduo Perigoso.

Conforme Barros (2012) um resíduo é categorizado com resíduos perigosos, quando suas características o tornam perigoso ou passível de provocar um efeito nocivo ao meio ambiente ou a saúde do ser humano.

Desta forma, segundo Barros (2012) no Brasil é utilizada a classificação para resíduos sólidos, disposta na série de normas ABNT 10004/2004. Com base na série de Normas ABNT 10004/2004 os resíduos sólidos podem ser classificados como Resíduos Perigosos - Classe I e Resíduos Não Perigosos – Classe II.

Canejo (2022) relata que todo produto industrializado, por consequência gera algum resíduo industrial, propondo, por esta razão a uma reflexão sobre a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes do processo de industrialização ocorrido nos séculos XX e XXI.

Para Canejo (2021, p. 13) gerenciamento de resíduos pode ser entendido como

o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente pelo gerador, contendo, minimamente, o planejamento, a execução, o monitoramento e o controle de ações sobre as seguintes etapas: Armazenamento Temporário (...); Coleta e Transporte (...); Transbordo (...); Destinação Final (...); Disposição Final (...).

Enquanto que gestão de resíduos, Canejo (2021, p.13) descreve como sendo:

(...) um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar múltiplas dimensões gerenciais, sendo elas: 1) Política; 2) Técnica; 3) Econômica; 4) ambiental; 5) Cultural; 6) social; 7) Legal; 8) Normativa; 9) Ética; 10) etc. (...)

Conforme Canejo (2021), os resíduos industriais são os resíduos gerados nos processos fabris das mais diversas atividades industriais, tais como metalúrgica, mecânica, de madeira, de papel e celulose, química, alimentos dentre outras. O processo produtivo em que não ocorre o aproveitamento do recurso de forma integral gera o resíduo industrial. Os resíduos industriais podem ser cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, cerâmicas entre outros, podendo ou não apresentar características perigosas.

Com relação aos resíduos industriais, Canejo (2021, p. 88), dispõe que:

(...) os RIS possuem uma capacidade intrínseca de liberação de poluentes (relacionada às características físicas, que determinarão a sua forma de migração pelo meio ambiente). Os poluentes nas fases líquida ou gasosa tendem a impactar mais o meio ambiente do que os poluentes sólidos, as lamas e as pastas. (facilidade de movimentar-se pelo ambiente).

Segundo Canejo (2021) os processos industriais tendem a gerar volumes significativos de resíduos industriais, sejam estes resíduos perigosos ou não. Sendo a indústria geradora do Resíduo Industrial a responsável pelo gerenciamento e pela gestão.

Ao considerar o fato de não utilizar o recurso em sua totalidade e ainda ter a obrigação de gerenciamento e gestão dos resíduos gerados no processo produtivo, Canejo (2021, p. 87), relata que a indústria possui dois problemas, conforme descrito a seguir:

(...) a indústria tem dois problemas a gerenciar, o primeiro é que o processo produtivo não aproveitou 100% dos recursos obtidos, ocasionando desperdício de tempo e recursos na exploração e produção. O segundo é que, a partir da geração dos resíduos, a indústria passa a ter que investir na promoção de soluções ambientalmente adequadas para o mesmo, representando novos custos a serem incorporados ao negócio. Logo, nenhuma indústria quer ter significativa geração de RIs, pois isto representa uma

ineficiência dos processos produtivos e a redução dos lucros da atividade em função do aumento dos custos de gerenciamento.

Para que seja realizada uma eficaz gestão dos resíduos industriais é fundamental, segundo Canejo (2021), conhecer de forma detalhada as características do resíduo gerado, tanto as características quantitativas como qualitativas. No Brasil a legislação que versa sobre o assunto é bastante vasta, porém utiliza-se a Norma ABNT 10.004/04, por ser a referência mais completa sobre o tema.

Conforme Canejo (2022) a NBR 10.004/04 codifica e classifica os resíduos perigosos conforme apresentado a seguir:

D001: resíduo inflamável

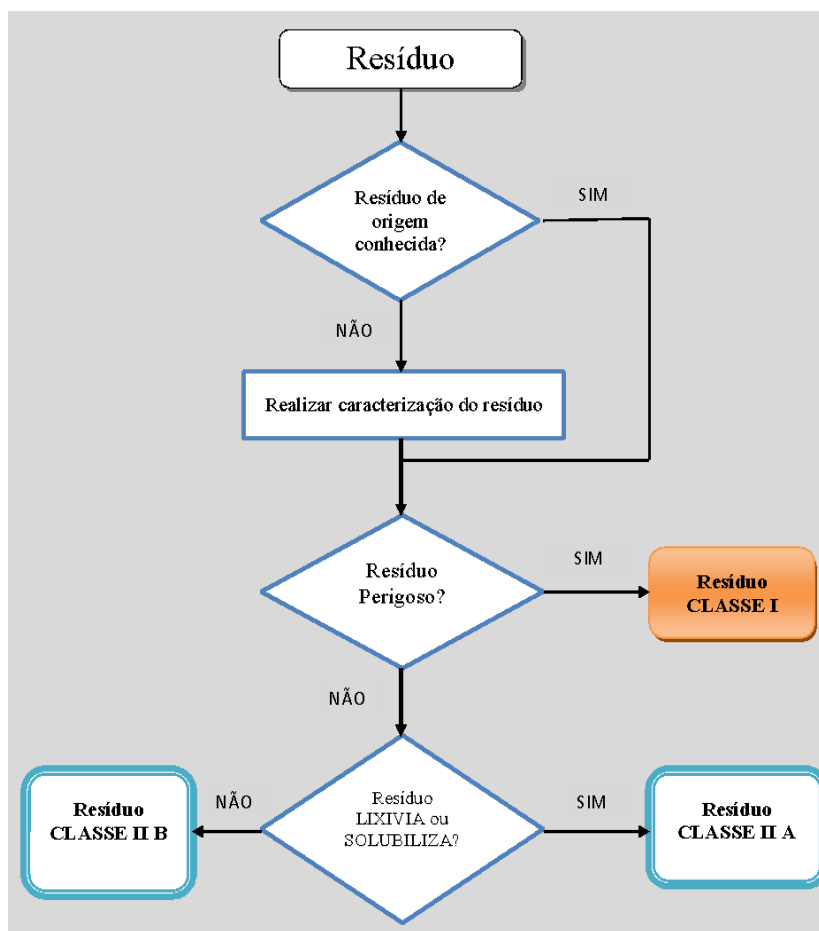
D002: resíduo corrosivo

D003: resíduo reativo

D004: resíduo patogênico

A figura 02, a seguir apresenta o fluxograma que apresenta uma maneira de Caracterização e Classificação dos Resíduos, utilizando como base a ABNT NBR 10.004:2004.

Figura 02 – Fluxograma de Caracterização e Classificação dos Resíduos



Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10.004:2004 (2004)

Conforme Canejo (2021) as etapas do gerenciamento dos Resíduos Industriais são as seguintes: Caracterização, segregação, acondicionamento, coleta e transporte interno, armazenamento interno, temporário e externo, coleta e transporte externos, destinação e disposição.

A classificação correta para esses tipos de resíduos, segundo Canejo (2021), é importante porque eles são capazes de liberar poluentes, dependendo de suas características físicas. Os poluentes nas fases líquida ou gasosa afetam mais o meio ambiente que os sólidos, as lamas e as pastas, pois são mais fáceis de se mover pelo lugar.

Os resíduos perigosos ficam no ambiente por muito tempo. É importante buscar soluções que privilegiem tratamentos prévios para reduzir a periculosidade associada. Em geral, a destinação dos resíduos perigosos é feita com tratamentos biológicos,

físicos, químicos e térmicos, e por último, ocorre a disposição em aterros perigosos. (CANEJO, 2021)

Algumas substâncias podem ser destruídas por bactérias nos processos biológicos. O problema é que o processo biológico é pouco eficiente para os metais pesados. Tratamento físico-químico realizam a separação dos resíduos perigosos das soluções aquosas. Após separar, são recuperados ou concentrados para tratamentos futuros. Os processos químicos incluem reações como oxidação, redução de compostos, neutralização de ácidos e bases e remoção de metais pesados. Para separar lixo perigoso, é possível usar processos térmicos. Os processos térmicos podem impedir substâncias perigosas e diminuir o armazenamento. (CANEJO, 2021)

Environmental Protection Agency - EPA (apud Canejo, 2021, p 96)

(...) o tratamento de um resíduo perigoso compreende qualquer método técnica ou processo que provoque mudanças de caráter físico ou biológico da composição desse resíduo, transformando-o em resíduo não perigoso, seguro para o transporte, adequado para reutilização, armazenamento, ou que lhe reduza o volume.

Para Canejo (2021) existem diversas tecnologias para destinação de Resíduos Sólidos, tendo como destaque os processos de Landfarming, de Coprocessamento e de Plasma.

2.3 Indicadores Ambientais

Cunha et al (2020) apud Barros (2013) dispõe que os indicadores estão ganhando peso nas metodologias para resumir a informação técnica e científica, permitindo transmitir informações sintéticas, preservando os dados originais e usando apenas as variáveis relevantes no processo de análise de informações.

Segundo Cunha et al (2020) apud Barros (2013) a utilização de indicadores ambientais tem diversas aplicações, com destaque para:

o cumprimento de normas legais: aplicação em áreas específicas para esclarecer e sintetizar informações sobre o nível de cumprimento das normas ou de critérios legais;

a análise de tendências: aplicação de séries de dados para avaliar as tendências no tempo e no espaço;

a informação: comunicação às partes interessadas sobre o processo de desenvolvimento sustentável;

a investigação científica: aplicações em desenvolvimento científico que servem de alerta para a necessidade de investigação científica mais aprofundada.

Segundo Cunha et al (2020) são critérios orientativos para escolha dos indicadores:

existência da linha de base ou de dados preexistentes; possibilidade de intercalibração; possibilidade de comparação com critérios legais ou padrões/metapas existentes; facilidade e rapidez de determinação e interpretação; grau de importância e validação científica; sensibilidade do público alvo; custo de implementação; e rapidez de atualização.

Avaliar o desempenho de uma atividade significa (...), acompanhar, ao longo do tempo, o cumprimento de metas estabelecidas por meio de indicadores e, assim, verificar, periodicamente, o distanciamento entre os objetivos planejados e os resultados das ações executadas. (CUNHA et al, 2021)

Cunha et al (2021) afirma que utilização de indicadores e índices para aferir a qualidade ambiental ou a sustentabilidade de atividades potencial ou efetivamente poluidoras torna-se uma estratégia de gestão ambiental eficiente para empresas e o estado

Os indicadores, conforme relata Sá et al (2023):

(...) são exemplos de instrumentos poderosos na estruturação de problemas de gestão e na elucidação de questões negligenciadas, substituindo análises unidimensionais por um agregado de variáveis que auxiliam na interpretação de informações e na identificação de aspectos latentes do sistema.

Conforme disposto por Sá et al. (2023) alguns estudos de caso utilizaram os indicadores para realizar comparações de eficiência dos sistemas e também para evidenciar os aspectos que interferem na eficiência das atividades.

Coelho et al. (2011) relata que indicadores são mensurações quantitativas que podem ser usadas para descrever e comunicar situações complexas de forma simples, podem fornecer pistas sobre questões importantes ou expor alguma situação que até então não havia sido identificada. Ao passo que os índices ambientais são definidos como um conjunto de indicadores compilados através de modelos

matemáticos, que fornecem uma visão abrangente das condições que dependem de muitas variáveis.

“A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) foi a primeira organização internacional a desenvolver e publicar um conjunto de indicadores ambientais, no início da década de 1990” (COELHO et al, 2011). Na ocasião os indicadores foram classificados como sendo: i) de pressão, que refletem a causa de um fenômeno; ii) de estado, que quantificam o estado de algum elemento do meio ambiente; iii) ou de resposta, que refletem a reação a uma pressão previamente estabelecida.

2.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um instrumento estratégico essencial para a gestão ambiental sustentável dos resíduos produzidos por uma variedade de atividades humanas, como indústrias, comércio, serviços, agricultura e cuidados de saúde. O PGRS, criado no Brasil pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei no 12.305/2010), é um guia que apresenta as ações e procedimentos necessários para o manejo adequado dos resíduos sólidos ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço. (DE SOUZA, 2017).

Segundo (De Souza, 2017), o PGRS visa reduzir a geração de resíduos promovendo práticas de produção e consumo mais ecológicas e medidas preventivas para mitigar a geração de resíduos. Para facilitar o processo de reciclagem e destinação adequada, ele estabelece padrões para a separação dos resíduos na área de origem. O PGRS especifica métodos de tratamento como reciclagem, compostagem, incineração e aterramento, a fim de reduzir os efeitos no meio ambiente e os riscos à saúde pública. Além de garantir a conformidade com a legislação ambiental em vigor e evitar punições, o PGRS mostra que a organização está comprometida com a responsabilidade social e ambiental. Isso inclui programas de treinamento e conscientização para funcionários, fornecedores e comunidade que incentivam a mudança de atitude e comportamento em relação ao manejo de resíduos.

A estrutura do PGRS inclui um diagnóstico completo da situação atual, incluindo uma análise dos tipos, quantidades e fontes de resíduos gerados. As metas

quantitativas e qualitativas para a redução, reutilização e reciclagem de resíduos são estabelecidas, juntamente com um plano de ação que inclui responsabilidades, cronogramas, recursos e estratégias necessárias. Os procedimentos operacionais para a separação, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final de resíduos são descritos (DOS SANTOS, 2020).

Programas de educação e treinamento são essenciais para capacitar os colaboradores e aumentar a conscientização da comunidade envolvida. A eficácia do PGRS é garantida por monitoramento e avaliação regulares. Os indicadores de desempenho ambiental permitem mudanças e melhorias no sistema de gestão de resíduos, (DE SOUZA, 2017).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil; 2022), a adoção de um PGRS tem vários benefícios, incluindo uma redução dos efeitos ambientais, conservação de recursos naturais, redução dos custos operacionais associados ao manejo de resíduos e melhoria da reputação da instituição perante a sociedade e os órgãos reguladores. Contribui para o desenvolvimento sustentável equilibrando crescimento econômico, proteção ambiental e bem-estar social. O PGRS é uma ferramenta essencial para todas as organizações que se dedicam à gestão sustentável e responsável dos resíduos sólidos. Para que seja bem executado, é necessário planejamento, comprometimento e participação ativa de todos os envolvidos, desde a alta direção até os funcionários e a comunidade.

2.5 Modelos de PGRS

Segundo as diretrizes do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, determinados pelo Ministério do Meio Ambiente (Brasil; 2022), os modelos de PGRS são:

PGRS para Indústrias: Focado no gerenciamento de resíduos industriais, incluindo resíduos perigosos, recicláveis e não recicláveis. Detalha processos de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos. Como por exemplo, Indústrias de manufatura, com o intuito de gerenciar os resíduos gerados nas produções, como aparas de metal, plástico, entre outros materiais.

PGRS para Construção Civil: Específico para resíduos de construção e demolição. Inclui a gestão de resíduos como entulho, madeira, metais e outros materiais utilizados em obras, determinando como os resíduos gerados serão

separados, armazenados e transportados, priorizando a reciclagem e reutilização de materiais.

PGRS para Estabelecimentos de Saúde: Voltado para resíduos de serviços de saúde, como hospitais, clínicas e laboratórios. Abrange resíduos biológicos, químicos, perfurocortantes e comuns, incluindo planos para o descarte, armazenamento e coleta, evitando contaminações e acidentes, como cortes e perfurações.

PGRS para Comércio e Serviços: Aplicável a estabelecimentos comerciais, escritórios, hotéis, restaurantes e similares. Envolve a gestão de resíduos recicláveis, orgânicos e não recicláveis gerados nessas atividades, como por exemplo as embalagens, produtos vencidos ou avariados, resíduos orgânicos (frutas, legumes e verduras), realizando corretamente o gerenciamento dos resíduos gerados.

PGRS para Shoppings e Grandes Empreendimentos: Destinado a grandes empreendimentos que geram grandes volumes de resíduos. Inclui estratégias específicas para coleta seletiva, reciclagem e compostagem.

PGRS para Agricultura e Agroindústria: Focado em resíduos agrícolas e agroindustriais, como embalagens de agrotóxicos, restos de colheitas e resíduos de processamento. Considerando as práticas de reutilização, reciclagem e tratamento adequado de resíduos orgânicos e inorgânicos, evitando contaminações do solo e lençol freático.

PGRS para Eventos: Específico para a gestão de resíduos gerados em eventos temporários, como shows, feiras e festivais. Detalha a logística de coleta, separação e destinação de resíduos durante e após o evento.

PGRS para Instituições de Ensino: Voltado para escolas, universidades e outras instituições educacionais. Envolve a gestão de resíduos gerados em atividades administrativas e educacionais.

2.6 Educação Ambiental dos Trabalhadores da Indústria

A Educação Ambiental de trabalhadores é essencial na busca por um futuro sustentável, especialmente no contexto industrial. Trata-se de um processo educativo que visa promover a conscientização, o conhecimento e a mudança de atitudes em

relação ao meio ambiente no ambiente de trabalho. Segundo Dias (2021, p. 45), "o principal objetivo é integrar a dimensão ambiental ao cotidiano laboral, incentivando práticas sustentáveis e a responsabilidade socioambiental".

O setor industrial é um dos principais responsáveis pelo impacto ambiental, seja pelo consumo de recursos naturais ou pela geração de resíduos. Nesse contexto, a Educação Ambiental é uma ferramenta crucial para mitigar esses impactos, promovendo a conscientização e a mudança de comportamento dos trabalhadores. Como afirmam Souza e Mendes (2018, p. 58), "além de reduzir os impactos ambientais, a Educação Ambiental também melhora a qualidade de vida dos trabalhadores e da comunidade".

Contudo a implementação efetiva da Educação Ambiental enfrenta vários obstáculos significativos, sendo exemplos desses obstáculos:

Falta de Investimento e Priorização por Parte das Empresas: Muitas empresas veem a Educação Ambiental como um custo adicional, em vez de um investimento de longo prazo que pode resultar em economia de recursos e melhoria da imagem corporativa (Santos & Silva, 2019). A ausência de políticas públicas que incentivem a Educação Ambiental nas empresas também contribui para essa situação.

Dificuldades na Comunicação e Transmissão de Informações: A falta de materiais didáticos adequados e de treinamentos especializados pode resultar em uma compreensão limitada dos conceitos e práticas de sustentabilidade (Jacobi, 2016). Barreiras linguísticas e culturais entre os trabalhadores podem dificultar ainda mais a disseminação eficaz da informação.

Resistência a Mudanças de Hábitos e Práticas: A resistência à mudança é comum em qualquer organização. No contexto da Educação Ambiental, essa resistência pode ser causada pelo conforto com práticas existentes e pela falta de motivação para adotar novas rotinas que requerem esforço e adaptação (Souza & Pacheco, 2019)

Sendo que para superar esses desafios, diversas estratégias podem ser implementadas, dentre elas pode-se destacar:

Sensibilização e Capacitação: A sensibilização dos trabalhadores é o primeiro passo para a implementação eficaz da Educação Ambiental. Isso pode ser

realizado através de palestras, workshops e campanhas internas que abordem a importância da preservação ambiental e as práticas sustentáveis que podem ser adotadas no dia a dia (Gouveia & Vieira, 2016).

Integração com o PGRS: O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) deve ser integrado à Educação Ambiental para educar os trabalhadores sobre a correta segregação, armazenamento e destinação dos resíduos. A integração da Educação Ambiental com o PGRS potencializa os resultados da gestão de resíduos, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais e a conformidade com as legislações ambientais (Santos, 2018).

Comunicação Clara e Eficiente: Desenvolver materiais de comunicação visual e auditiva, além de promover workshops e sessões de discussão para facilitar a compreensão dos temas ambientais (Loureiro, 2018). A utilização de linguagem simples e recursos visuais, como vídeos e infográficos, pode facilitar o acesso à informação e a compreensão dos conceitos.

Incentivos e Reconhecimento: Implementar sistemas de recompensas e reconhecimento para os trabalhadores que adotam práticas ambientais, incentivando a mudança de comportamento (Sato & Carvalho, 2017). Programas de recompensas por comportamentos sustentáveis podem criar um ambiente positivo que encoraja a participação ativa.

Liderança e Envolvimento Gerencial: Garantir o envolvimento ativo da liderança na promoção da EA, servindo de exemplo e mostrando comprometimento com a sustentabilidade. A liderança deve demonstrar que a sustentabilidade é um valor importante para a empresa e que o compromisso com o meio ambiente é uma prioridade (Dias, 2020).

A implementação de programas de Educação Ambiental traz diversos benefícios para as empresas, dentre eles, destacam-se:

Redução de Custos: A adoção de práticas sustentáveis pode resultar na redução de custos operacionais, como o consumo de energia e água, e a minimização da geração de resíduos (Jacobi, 2016).

Melhoria da Imagem Corporativa: Empresas que demonstram responsabilidade ambiental tendem a ser mais bem vistas pelo público, fortalecendo sua marca e atraindo clientes e investidores (Souza & Pacheco, 2019).

Conformidade Legal: a Educação Ambiental ajuda as empresas a se manterem em conformidade com as legislações ambientais, evitando multas e sanções (Santos, 2018).

Benefícios Econômicos e Sociais: A implementação de práticas sustentáveis no ambiente de trabalho pode levar a um aumento da produtividade dos colaboradores, que tendem a estar mais motivados e engajados em suas funções (Souza & Mendes, 2018).

2.7 Matriz Elétrica Brasileira

O Brasil é um dos países com a maior estrutura de recursos naturais para a geração de energia do mundo, o que tem um impacto direto na composição da matriz energética brasileira. Conforme relata Leite (2021), o Brasil figura na terceira posição mundial no ranking de potencial hidráulico. Ficando atrás, somente de China e Rússia

Para Leite (2021), cerca de 92% das residências no país têm acesso à energia elétrica. As hidrelétricas no Brasil são responsáveis por mais de 65% da energia elétrica consumida no país. A construção de hidrelétricas no Brasil teve início no final do século XIX, mas somente após a Segunda Grande Guerra Mundial (1939-1945) foi que a utilização de hidrelétricas se tornou relevante na matriz energética do país.

Em 2024, Brasil alcançou a marca de 200 GigaWatts de potência centralizada. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2024). Conforme disposto pela Agência Reguladora:

(...) dos 200 GW alcançados, 84,25% são de fontes renováveis e 15,75% de fontes não renováveis (1% Nuclear). Atualmente as três maiores fontes renováveis que compõem a matriz de energia elétrica brasileira são: Hídrica (55%), Eólica (14,8%) e Biomassa (8,4%) e das fontes não renováveis, as maiores são Gás Natural (9%), Petróleo (4%) e Carvão Mineral (1,75%).

O quadro 01 apresenta as principais usinas hidrelétricas instaladas no Brasil

Quadro 01 - Principais Usinas Hidrelétricas Instaladas no Brasil

Nome	Capacidade em MW	Estado	Rio
Usina Hidrelétrica de Itaipu	14.000	Paraná	Paraná
Usina Hidrelétrica de Belo Monte	11.233	Pará	Xingu
Usina Hidrelétrica São Luíz do Tapajós	8.381	Pará	Tapajós
Usina Hidrelétrica de Tucuruí	8.370	Pará	Tocantins
Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira	3.444	São Paulo	Paraná
Usina Hidrelétrica de Santo Antônio	3.300	Rondônia	Madeira
Usina Hidrelétrica de Jirau	3.300	Rondônia	Madeira
Usina Hidrelétrica de Xingó	3.162	Alagoas e Sergipe	São Francisco
Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso IV	2.462	Bahia	São Francisco
Usina Hidrelétrica Jatobá	2.338	Pará	Tapajós

Fonte: Adaptado de Ambiente Brasil (2022)

Considerando o potencial hidráulico brasileiro, é notório que a matriz energética brasileira seja predominantemente hidráulica, sendo que a utilização do potencial hidráulico para geração de energia elétrica apresenta algumas vantagens. Dentre as principais vantagens da geração da energia hidrelétrica, Leite (2021) destaca:

- Utiliza a água para geração de energia, sendo uma fonte limpa e renovável;
- Fonte mais barata para produção de energia;
- Emissões indiretas baixas;
- A produção de energia pode ser adaptada à demanda;
- Rios secundários de menor porte podem ser excelentes oportunidades para usinas hidrelétricas mais compactadas e otimizadas, conhecidas como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH).

2.8 Caracterização da Área de Estudo

O rio Iguaçu nasce do encontro das águas dos rios Atuba e Iraí, na região de Curitiba, em Piraquara/PR, e percorre o estado do Paraná no sentido Leste-Oeste, num percurso de 1320 km, desaguando no rio Paraná, cerca de 25 km a jusante das Cataratas do Iguaçu.

Segundo Araújo et al. (2019) as diferentes características geomorfológicas da bacia nos distintos trechos permitem a divisão dos 1320 km de extensão e os 69.373 km² de sua área de drenagem em Alto, Médio e Baixo Iguaçu, conforme apresentada da figura 03, a seguir:

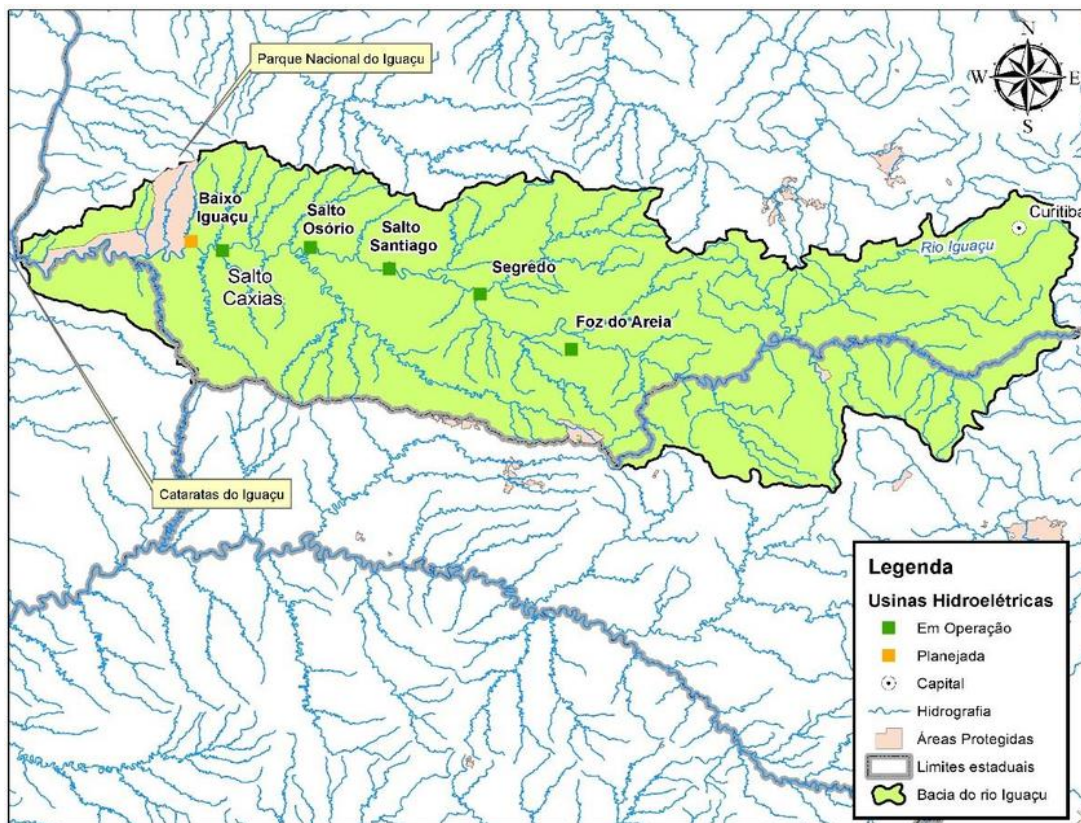
Figura 03 - Representação da localização da Bacia do Rio Iguaçu e sua divisão em Alto, Médio e Baixo Iguaçu



Fonte: (DESCRIÇÃO..., 2012, p.3)

A figura 04 apresenta disposição geográfica da bacia hidrográfica do rio Iguaçu, juntamente com a distribuição das usinas hidrelétricas instaladas ao longo do curso, apresentando que os aproveitamentos hidrelétricos ocorrem da porção do Médio e Baixo Iguaçu.

Figura 04 - Representação da Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, com a disposição das usinas hidrelétricas instaladas ao longo do curso.

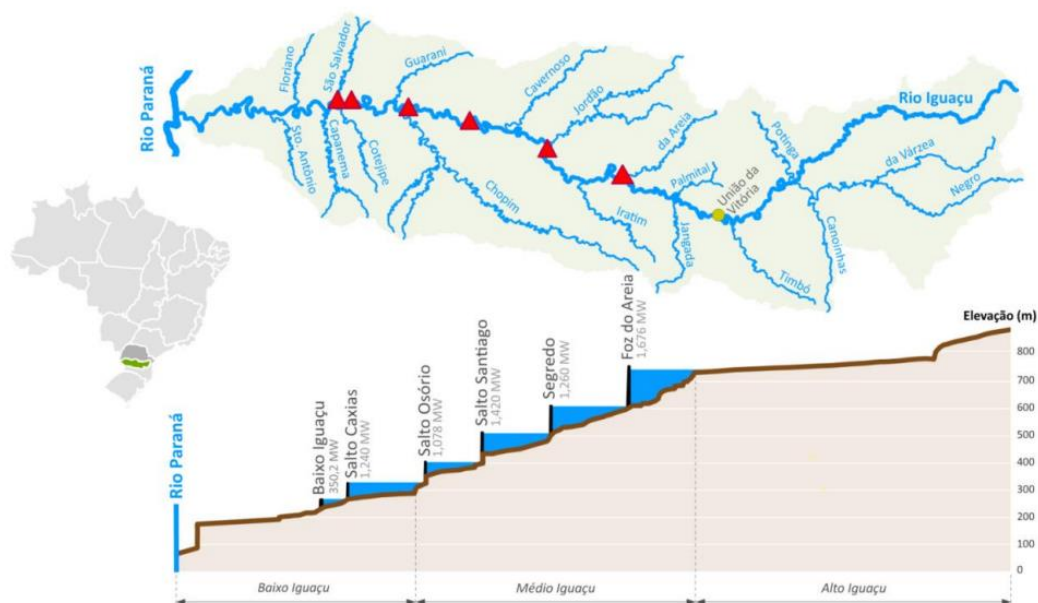


Fonte: (GUIMARÃES, J; GUIMARÃES, A. T. B., 2013, p.3)

O potencial hidrelétrico do rio Iguaçu, em seu curso principal, é explorado por seis empreendimentos que se associam a três agentes distintos: Copel GeT, Engie Brasil e Geração Céu Azul (consórcio formado por Copel GeT e Neoenergia). (ARAÚJO et al, 2019)

Conforme disposto por Araújo et al. (2019) a alta declividade da porção do Médio Iguaçu é fator preponderante para o aproveitamento hidrelétrico. A Figura 05, traz uma representação da bacia do rio Iguaçu em planta e o perfil longitudinal da bacia com a cascata dos aproveitamentos hidrelétricos.

Figura 05 - Representação da Bacia hidrográfica e perfil longitudinal do rio Iguazu.

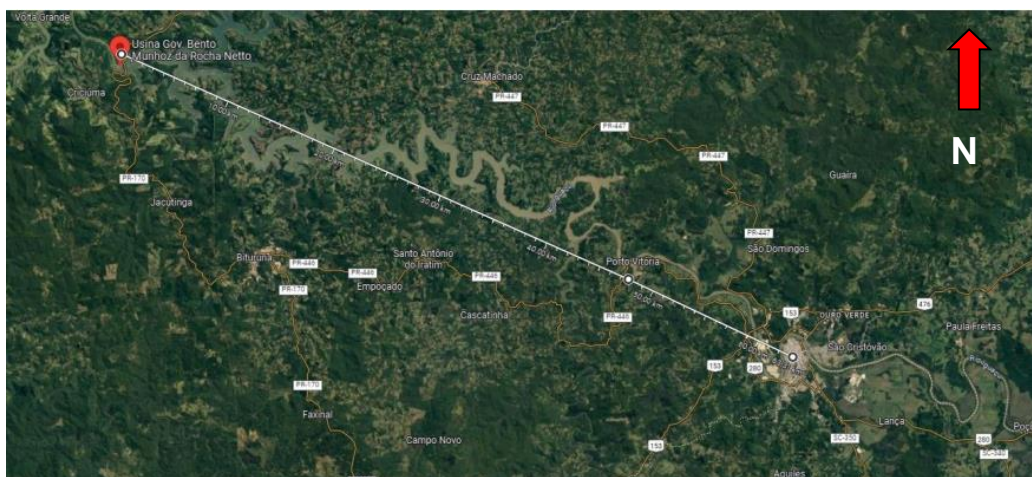


Fonte: (Araújo et al, 2019, p.3)

Conforme Araújo et al (2019) o primeiro aproveitamento hidrelétrico da cascata é a Usina Hidrelétrica Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (UHE GBM), também conhecido por Foz do Areia. Dentre suas principais características do operativas de reservatório, Araújo et al. (2019, p.) destaca que o empreendimento possui 29.900 km² de área de drenagem. Trata-se de um reservatório de acumulação com níveis operativos variando de 700 m à 742 m, engolimento máximo para geração de energia de 1.488 m³/s e capacidade de vertimento de 10.030 m³/s.

Rodrigues, 2023, relata que a UHE GBM está situada no rio Iguazu, na porção denominada de médio Iguazu, aproximadamente 62 km a jusante de União da Vitória-PR e 47 km a jusante do centro do município de Porto Vitória, conforme demonstrado na figura 06, a seguir.

Figura 06 – Distância entre a UHE GBM, Porto Vitória-PR e União da Vitória-PR

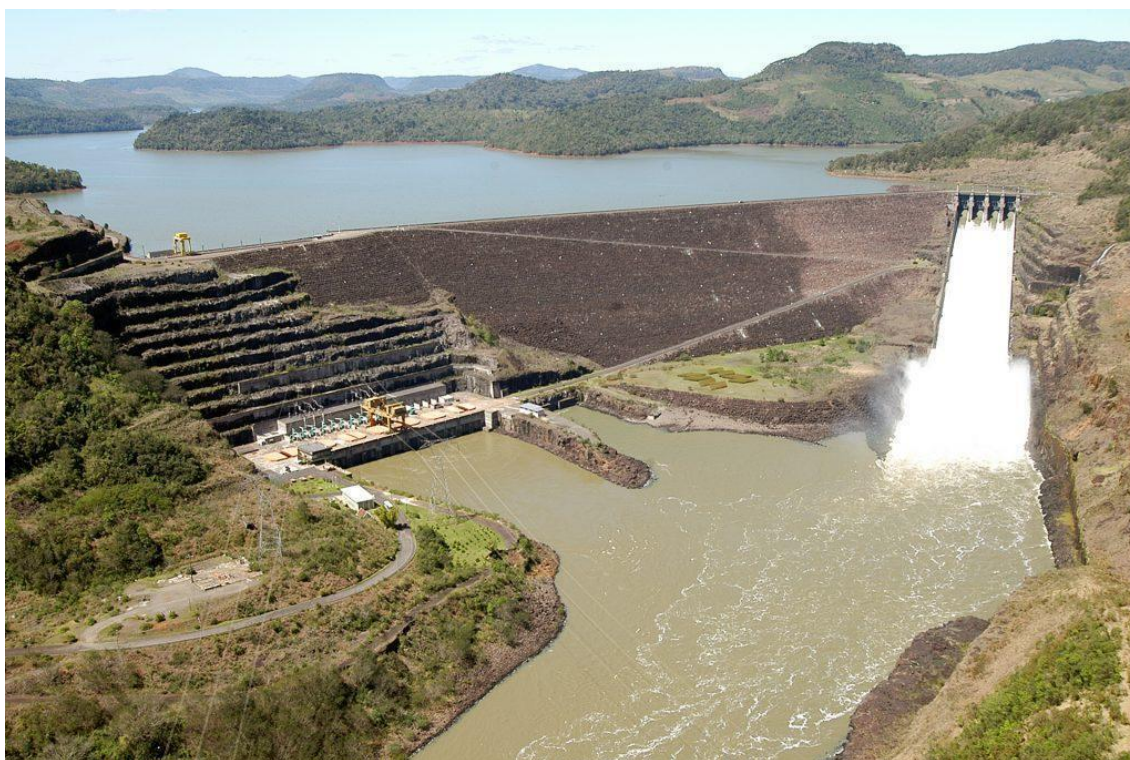


Fonte: (Rodrigues, 2023)

Segundo Copel (2023, apud RODRIGUES, 2023, p.5) a Usina Governador Bento Munhoz da Rocha Netto - UHE GBM - possui potência instalada de 1.676 MW de. Sendo a barragem de enrocamento compactado com face de concreto, a barragem possui 160 m de altura e 828 m de comprimento. A construção da barragem foi iniciada em fevereiro de 1977, sendo concluída em dezembro de 1979

A imagem 07, apresenta a vista aérea da UHE GBM, tomada de jusante, e vista parcial da porção final do reservatório.

Figura 07 - Vista aérea da UHE GBM, com vista parcial do reservatório



Fonte: (Copel, 2021)

O quadro 02 apresenta alguns dados técnicos da Usina Hidrelétrica Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto.

Quadro 02 - Características técnicas da UHE GBM

CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	
Nome	Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto
Empreendedor	F.D.A. Geração de Energia Elétrica S.A
Endereço	Rodovia PR 170 km 469
Município	Limite entre os municípios de Bituruna-PR e Pinhão-PR
Municípios com área alagada	Cruz Machado-PR, Pinhão-PR, Bituruna-PR, União da Vitória-PR, Porto Vitória-PR e Porto União-SC
Área do reservatório	165,07 km ²
Coordenadas da Casa de Força	26°00'25.1"S 51°40'10.5"W
Potência instalada	1.676 MW
Número de turbinas	4

CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	
Energia assegurada	576 MW
Altura da Barragem	160,00 m
Comprimento da barragem	828,00 m
Tipo de Barragem	Enrocamento com Face de Concreto
Cota Oper Máxima montante	742,00 m
Cota Oper Mínima montante	700,00 m
Nível Máximo de Jusante	608,00 m
Nível Mínimo de Jusante	607,00 m
Área do reservatório	139,5 km ²
Funcionamento	24 h
Acesso	Partindo de Curitiba em direção oeste pela rodovia BR 277 até a cidade de Guarapuava-PR são 255 km, após segue para direção sul por 93 km pela rodovia PR 170.

Fonte: (Copel GeT, 2024)

2.9 Geração de Resíduos no Empreendimento

Conforme descreve Dupin e Lange (2019, p.1) para classificação de um empreendimento de produção de energia elétrica, a ANEEL adota 3 classificações, sendo:

Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), com até 1 MW de potência instalada, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada e por fim, Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), com potência instalada de mais de 30 MW de energia (ANEEL, 2008b).

Embora os impactos ambientais decorrentes da implantação de usinas hidrelétricas sejam grandes e bem discutidos na literatura, há poucas informações sobre os impactos operacionais, principalmente aqueles relacionados à quantidade de resíduos sólidos industriais gerados por essas unidades. (DUPIN e LANGE, 2019)

Dupin e Lange (2019) relatam que a geração hidrelétrica associa a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período e as variações do relevo, sejam naturais ou artificiais, como uma cachoeira. A estrutura da usina é composta

por barragens, sistemas de captação e distribuição de água, usinas e canais que funcionam juntos de forma integrada. Muitos tipos de óleos e graxas são utilizados na movimentação de todos os equipamentos da planta, principalmente aqueles relacionados à operação da planta, e esses são os principais resíduos industriais gerados pelas operações.

Com base na geração dos resíduos operacionais torna-se possível, segundo Dupin e Lange (2019), a elaboração do Inventário de Resíduos Industriais, pois o Inventário de Resíduos (IRI) é uma ferramenta fundamental para a gestão de resíduos sólidos industriais, permitindo que a empresa identifique as características dos resíduos gerados. Possibilitando encontrar alternativas adequadas e seguras para reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final.

Dupin e Lange (2019, p.5) relatam que com base no Inventário de Resíduos Industriais (IRI) é possível, ainda:

a identificação dos estoques de resíduos existentes nas instalações industriais, contemplando, por tipologia industrial, 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

A unidade possui geração de resíduos sólidos nas instalações administrativas (escritórios e sanitários) e no processo produtivo operacional. De modo geral, a geração de resíduos sólidos do empreendimento consiste em resíduos recicláveis, orgânicos, rejeitos e perigosos, e eventualmente existe a geração de lâmpadas, cartuchos, toners de impressora, pilhas e baterias, quando da necessidade de manutenção predial e ou de equipamentos. (COPEL, 2024)

Com relação à geração de resíduos contaminados ou perigosos, Copel (2024) dispõe que dentre as atividades manutenção operacional, preventivas e corretivas, ocorre a geração dos principais resíduos Classe I, sendo tipicamente:

Resíduos líquidos: óleo mineral isolante sem PCB, óleos lubrificantes com misturas de substâncias, combustível contaminado, solventes, querosene, entre outros;

Resíduos sólidos: pallets, equipamentos de proteção individuais contaminados com óleo, solo e brita contaminada com óleo, mangueiras e filtros contaminados,

papel filtro e serragem contaminados, terra füller impregnada com óleo mineral isolante, panos e estopas contaminadas, sílica gel contaminada, lãs e fibras de vidro contaminados, entre outros.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado utilizando uma mescla entre as abordagens qualitativa e quantitativa, uma vez que, segundo Silva e Menezes (2005), a abordagem qualitativa considera que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou uma conexão indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, que não pode ser expressa em números, enquanto a abordagem quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas”.

Com relação aos procedimentos técnicos este trabalho foi desenvolvido com Pesquisa Bibliográfica e Estudo de Caso, pois segundo Gil (1991, apud Silva e Menezes, 2005) a Pesquisa Bibliográfica é o procedimento técnico em que a pesquisa é “elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.”, enquanto considera que o Estudo de Caso ocorre “quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.”

Desta forma, a Pesquisa Bibliográfica realizada em sites especializados, plataformas digitais de trabalhos acadêmicos, Legislação Ambiental, livros com a temática Meio Ambiente, Sustentabilidade, ESG, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Desempenho Ambiental, Indicadores Ambientais para a produção do referencial teórico, enquanto o estudo de caso baseou-se análise documental referente à implantação do Plano de Gestão de Resíduos na UHE GBM, para uma análise comparativa entre a situação pré e pós-implantação do Plano, sendo o período de 2011 em comparação com o período atual, em 2024, ocorrendo também estudo de campo para coleta de dados, levantamento de informações, observação de métodos e procedimentos e obtenção de imagens.

Para a coleta de dados, levantamento de informações, observação de métodos e procedimentos e obtenção de imagens foram realizadas duas visitas técnicas guiadas, sendo a primeira realizada em 12 de março de 2024 e a segunda em 18 de junho de 2024. Ambas as vistorias foram acompanhadas pelo responsável pela área

de Gestão Ambiental do empreendimento. As visitas técnicas foram realizadas nas instalações internas e externas do empreendimento, o itinerário foi realizado após uma análise da planta da usina e das áreas passíveis de acesso por terceiros.

Após a definição do itinerário e aprovação pela equipe técnica responsável pelo empreendimento, a visita foi realizada percorrendo as instalações, ouvindo as argumentações do guia, realizando anotações e registrando imagens, tais ações serviram para subsidiar a elaboração do trabalho.

Foram visitadas áreas administrativas e áreas operacionais, áreas em que ocorrem a geração dos resíduos, foram visitadas as áreas em que ocorrem a disposição dos resíduos, foram percorridos os percursos do deslocamento dos resíduos, desde a geração, acondicionamento até o armazenamento.

O trabalho abordou parâmetros qualitativos e quantitativos, por meio da comparação do momento anterior e posterior à implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Na análise qualitativa, foram considerados aspectos de comparação na segregação, acondicionamento e armazenamento dos resíduos no período anterior a implantação do PGRS com a situação atual.

A partir das imagens do diagnóstico realizado em 2011, quando do início da implantação do PGRS na UHE GBM, em comparação com imagens obtidas em 2024, após 12 anos da efetiva implementação do Plano, uma vez que o diagnóstico ocorreu em 2011, porém a implementação do Plano ocorreu efetivamente em 2012. Já para os parâmetros quantitativos, a análise ocorreu por meio da comparação dos dados numéricos obtidos por meio da aplicação dos indicadores ambientais do PGRS, os quais foram propostos pela consultoria em 2011, quando da realização do diagnóstico inicial da Gestão de Resíduos e elaboração da primeira versão do PGRS.

Por considerar informações sensíveis, não nos foi disponibilizado o acesso à documentação relativa aos valores de investimentos realizados, quantitativos de geração e destinação de resíduos, prestadores de serviços, transportadores e destinadores. Porém tal situação não prejudicou a execução deste trabalho, embora tenha limitado, uma vez que com os dados seria possível realizar uma comparação, além da qualitativa, uma comparação quantitativa do processo.

3.1 Estudo de Caso

O presente estudo foi realizado na Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto – UHE GBM, sendo uma das 17 usinas hidrelétricas do parque gerador da Copel Geração e Transmissão.

Com a promulgação da lei 12.305/2010, a empresa vislumbrou a necessidade de adequação ao texto normativo, havendo como uma das principais justificativas ser, até agosto de 2023, ser uma Empresa de Economia Mista, fazendo parte da administração pública, sendo ligada ao Governo do Estado do Paraná. Com este objetivo, houve a deliberação por parte setor estratégico, que as instalações da empresa se adequassem à norma vigente, dando principal atenção às unidades de produção de energia elétrica, usinas Hidrelétricas, Eólica e Termelétricas, pois estas, conforme a Resolução Conama 237/97 são atividades “utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”

Considerada a principal usina da Copel, a usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto – UHE GBM, foi a primeira unidade de produção da Copel GeT a iniciar o processo de regularização normativa com relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.

Com relação aos resíduos sólidos, quando da promulgação da PNRS, a UHE GBM não possuía um PGRS em sentido formal, embora já houvesse a preocupação com a gestão dos resíduos. Para adequação as normativas que entraram em vigor em 2010, inicialmente houve, em 2011, a contratação de uma empresa especializada para a elaboração do PGRS da Unidade.

A oficina de manutenção está localizada no interior da casa de força. A área apresenta diversas ferramentas e equipamentos para manutenção da Usina. Grande parte dos resíduos industriais é gerada neste ambiente, requerendo uma atenção especial devido à quantidade e variedade de resíduos gerados.

Anexo à oficina, localiza-se a sala de equipamentos da manutenção. O local é dividido em dois ambientes, sendo um utilizado para armazenamento de produtos novos utilizados na manutenção da Usina, e o outro maior para o armazenamento de

resíduos industriais gerados em manutenções e na própria oficina. Observou-se a disposição de tambores com volume de 200litros para acondicionamento destes.

Depósito de resíduos perigosos de O&M trata-se de uma edificação situada na área externa à casa de força, o acesso é controlado, possui cobertura, piso impermeável, ventilação adequada e dotado de sistema de contenção. Os resíduos permanecem armazenados temporariamente nesse local, por um período não superior a 12 meses. A figura 08 apresenta a localização do Depósito de resíduos perigosos de O&M em relação ao empreendimento como um todo, evidenciando a rota de movimentação dos resíduos da oficina-depósito e a figura 09 apresenta a vista externa do depósito.

Figura 08 - Rota de movimentação de resíduos perigosos (oficina (1) – depósito (2)).



Fonte: (Copel GeT, 2024)

Figura 09 – Depósito de Armazenamento de Resíduos Perigosos de O&M



Fonte: (Copel GeT, 2024)

O fluxo da movimentação dos resíduos de O&M ocorre da seguinte forma: os resíduos são gerados nas atividades de manutenção dos equipamentos relacionados à geração de energia elétrica, após a geração os resíduos são segregados e dispostos nos tambores coletores alocados na oficina de manutenção, conforme a tipologia de resíduo gerada.

Conforme a demanda de acondicionamento, os tambores seguem o caminho evidenciado anteriormente, na figura 08, para o Depósito de Resíduos Perigosos de O&M. A destinação final dos resíduos depende da tipologia de resíduos contidos nos tambores, podendo ser a destinação final para coprocessamento, destinação final para aterro industrial, destinação final para reciclagem.

Para todos os casos a destinação final ocorre seguindo as normativas ambientais relacionadas a destinação de resíduos, com emissão dos Manifestos de Transporte (MTR) no Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos (SINIR) e após o recebimento das Autorizações Ambientais necessárias para a destinação, solicitadas no órgão ambiental estadual, que é o órgão ambiental responsável pela emissão das Autorizações Ambientais para destinação de resíduos perigosos.

Com relação ao PGRS elaborado para o empreendimento, no período de 2011 a 2024 foram realizadas 4 revisões/atualizações do PGRS, o quadro 03 apresenta a sequência de revisões/atualizações do Plano.

Quadro 03 – Revisões do PGRS da UHE GBM

Revisão	Data	Empresa responsável pela revisão
Revisão 0	12/2011	Empresa Ambientec
Revisão 1	04/2014	COPEL
Revisão 2	08/2017	COPEL
Revisão 3	11/2021	COPEL
Revisão 4	07/2024	COPEL

Fonte: (Copel, 2024)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados e as discussões sobre a análise comparativa entre os dois períodos distintos nas etapas de implantação do PGRS no empreendimento.

A análise comparativa refere-se a dois períodos distintos do processo de implementação do PGRS na UHE GBM, sendo eles: a situação da Gestão de resíduos em 2011, momento em que teve o início do processo de regularização às normas da recém promulgada Lei 12305/2010, em comparação com a situação atual observada na Revisão 4 - Versão 5 do PGRS e também em observação realizada na pesquisa de campo

Em 2011, a empresa consultora realizou um diagnóstico situacional da Gestão de Resíduos no empreendimento na pré-implantação do PGRS. Este diagnóstico possibilitou a análise comparativa com a situação atual da Gestão de Resíduos na UHE GBM.

Os resíduos gerados na UHE GBM, oriundos dos processos de Manutenção de equipamentos relacionados ao processo de geração de energia, são denominados de Resíduos de Operação e Manutenção, ou Resíduos de O&M.

Os locais de geração de resíduos do processo produtivo e operacional encontram-se apresentados na figura 10 a seguir.

Figura 10 – Principais locais de geração de resíduos de operação e manutenção



Fonte: (Copel,2024)

Legenda da Figura 10

- Local de geração de resíduos – Casa de Força
- Local de geração de resíduos – Área dos Transformadores e Subestação
- Local de geração de resíduos – Tomada d'água
- Local de geração de resíduos – Vertedouro

Fonte: (Copel, 2024)

Conforme apresentado no PGRS Revisão 04 Copel (2024), o empreendimento conta, em seu processo produtivo e operacional, com 4 locais de geração de resíduos, sendo gerados Resíduos Classe II - Não Perigosos e Resíduos Classe I - Perigosos. Sendo que, os principais resíduos Classe I - Perigosos, gerados nestes locais são:

Resíduos líquidos contaminados: óleo mineral isolante sem PCB, óleos lubrificantes com misturas de substâncias, combustível contaminado, solventes, entre outros;

Resíduos sólidos contaminados: madeiras, equipamentos de proteção individuais (EPIs), solo, brita, mangueiras, filtros, papel filtro, mantas, papel toalha, panos e estopas, sílica gel, lãs e fibras de vidro, contaminados com substâncias perigosas, como óleos, graxas, solventes, entre outros;

Metais contaminados: filtros de combustível, peças metálicas impregnadas com óleos e graxas, tambores e embalagens metálicas de produtos químicos contaminados. (COPEL, 2024, p.13)

Com relação ao quantitativo de resíduos gerados no processo produtivo e operacional, conforme Copel (2024) foram realizadas estimativas baseadas do histórico de geração do triênio 2021, 2022 e 2023 para obter uma estimativa mensal de geração de resíduos. O quadro 04 apresenta o quantitativo mensal estimado de resíduos perigosos gerados no processo produtivo e operacional.

Quadro 04 - Quantitativo mensal estimado de resíduos perigosos gerados no processo produtivo e operacional

Código e Nomenclatura IBAMA	Especificação Resíduo	Quantidade estimada	
13 02 01	Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados	Óleo lubrificante usado	0 L / mês
13 03 07	Óleos minerais isolantes, de refrigeração e de transmissão de calor não clorados	Óleo mineral isolante usado	0 L / mês
14 06 03	Outros solventes e misturas de solventes	Líquidos contaminados - Mix	200 L / mês
15 02 02	Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	Estopas, panos e demais resíduos contaminados com óleos e graxas	330kg / mês
17 04 09	Metais diversos contaminados com óleos e graxas	Metais contaminados	35 kg / mês
16 06 01	Bateria e acumuladores elétricos à base de chumbo e seus resíduos, incluindo os plásticos provenientes da carcaça externa da bateria	Baterias chumbo-ácido (banco de baterias)	90 kg / mês
20 01 35	Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso contendo componentes perigosos	Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso contendo componentes perigosos (ex. fontes, placas eletrônicas, capacitores, resistores, mini trafos, diodos, circuitos integrados, relês, fusíveis, leds, terminais, conectores, cabos, fios, memórias, processadores, estabilizadores, nobreaks, dentre outros)	100 kg / mês

Fonte: (Copel, 2024 adaptado pelo autor)

Conforme Copel (2024) foram estabelecidas metas de redução de geração de resíduos do grupo “sólidos contaminados diversos”, compreendendo mantas, luvas, estopas, panos, papelão, plásticos e outros resíduos contaminados com produtos químicos, especialmente óleos e graxas, exceto metais contaminados, que possuem destinação específica. Sendo estabelecida a meta de redução de 5% de geração de resíduos sólidos contaminados, utilizando como base para métrica de redução o ano com maior volume de resíduos gerados, entre os anos de 2015 a 2020.

O quadro 05 apresenta o histórico de geração de resíduos contaminados entre os anos de 2015 a 2020, sendo que o ano de 2018 foi utilizado como base para a meta de redução

Quadro 05 – Histórico de geração de resíduos (kg)

Tipo de Resíduo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média Anual (kg)
Contaminados diversos	1689,4	2162,4	1630,1	2634,5	2203,5	2577,2	2149,5

Fonte: (Copel, 2024)

Com base na meta de redução de 5% do maior volume gerado entre os anos de 2015 a 2020, sendo o ano de 2018, com 2634,5 kg gerados, o volume máximo de resíduos contaminados a serem gerados anualmente, a partir de 2021 seria de 2502 kg. Contudo nos anos seguintes a meta estabelecida não foi atingida, o quadro 06 apresenta a massa de resíduos contaminados gerados nos anos de 2021, 2022 e 2023.

Quadro 06 – Histórico de geração de resíduos (kg)

Tipo de Resíduo	2021	2022	2023
Contaminados diversos	2999,4	5751,5	3114,0

Fonte: (Copel, 2024)

Conforme Copel (2024) o não atingimento das metas ocorreu devido às diversas ocorrências extraordinárias que afetaram o quantitativo de resíduos gerados, os quais foram analisados internamente com o objetivo de identificar os motivos que levaram ao não cumprimento das metas estabelecidas e propor soluções de redução para os resíduos gerados.

Para os anos de 2021 e 2023 os motivos do não atingimento da meta foram a realização de manutenções programadas e corretivas nas unidades geradoras, enquanto que em 2022 a situação atípica e que impactou consideravelmente a geração de resíduos contaminados, foi a manutenção/recuperação do piso da usina no ano de 2022, ultrapassando em mais de 3.250 kg da meta estabelecida, que era de 2500 kg/ano.

4.1 Comparação Qualitativa da Gestão de Resíduos – Período anterior a implantação do PGRS (2011) com a situação atual (2024), com PGRS implantado

Em função das diversas áreas existentes na UHE GBM, optou-se por realizar a análise comparativa da gestão dos resíduos em duas áreas específicas da usina, sendo Oficina de Manutenção Eletromecânica e Depósito de Inflamáveis. Adotou-se estes locais para a realização da comparação avaliativa, pois na Oficina de Manutenção é o ambiente em que há a maior geração e acondicionamento dos resíduos perigosos, enquanto que no Depósito de Inflamáveis ocorre o armazenamento de produtos perigosos e dos Resíduos de O&M.

- **Oficina de Manutenção**

Situação em 2011 – A área contava com tambores de 200 litros para acondicionamento e armazenamento de resíduos industriais, tais como óleo e materiais contaminados, os tambores metálicos encontravam-se dispostos sobre estrados, evitando o contato direto com o piso (figura 11), porém não havia sistema de contenção caso houvesse alguma avaria nos tambores, que ocasionasse vazamento do material contido no tambor. Também não havia a utilização do padrão de cores e identificação estabelecido pela Resolução Conama 275/01 para identificação da tipologia de resíduo a ser acondicionada.

Figura 11 – Tambores para acondicionamento de Resíduos de O&M contaminados líquidos – situação em 2011



Fonte: (Copel GeT, 2011)

Para os Resíduos de O&M não contaminados não havia tambores para as diversas tipologias de resíduos, havia somente um tambor coletor para papel, conforme apresentado na figura 12.

Figura 12 – Coletor para papel disposto na Oficina de Manutenção – situação em 2011



Fonte: (Copel GeT, 2011)

Situação em 2024 – Atualmente os tambores metálicos para acondicionamento possuem identificação de cores e etiqueta condizente com o preconizado na

Resolução Conama 275/2001. Sendo que os resíduos de O&M não contaminados são dispostos em tambores metálicos de 200 litros identificados e etiquetados conforme a tipologia (Figura 13). Considerando que os resíduos de O&M não contaminados não possuem risco de contaminação do ambiente, os tambores são alocados sobre estrados de madeira para evitar o contato do tambor com o piso, o que pode ocasionar a deterioração do tambor por oxidação, porém não há a necessidade de alocação dos tambores sobre algum sistema de contenção.

Figura 13 – Coletores de Resíduos de O&M não contaminados – situação em 2024



Fonte: (Copel GeT, 2024)

Por sua vez, os tambores destinados ao acondicionamento de resíduos de O&M perigosos, tanto líquidos como sólidos são dispostos em tambores metálicos de coloração laranja, seguindo o padrão de cores e identificação estabelecida pela Resolução Conama 275/01. Por acondicionarem resíduos perigosos, com alto poder de contaminação do ambiente, os tambores são alocados em dispositivos de contenção de vazamentos, denominados de Páletes de contenção, conforme apresentado nas figuras 14 e 15.

Figura 14 – Tambores para acondicionamento de Resíduos de O&M contaminados líquidos – situação em 2024



Fonte: (Copel GeT, 2024)

Figura 15 – Coletores de Resíduos de O&M contaminados sólidos – situação em 2024



Fonte: (Copel GeT, 2024)

- **Depósito de Resíduos**

Situação em 2011- Os resíduos encontravam-se armazenados em tambores de 200 litros, sendo que apenas alguns possuíam identificação (Figura 16). A área era adequada para a atividade, porém, a forma como os tambores estavam acondicionados os tambores era incorreta. Conforme estabelecido pela NBR 12.235, os tambores contendo resíduos Classe I devem ser armazenados de forma que seja possível realizar a inspeção visual. Sendo assim, a forma como ocorria o empilhamento não se tornava possível que os tambores fossem inspecionados, descumprindo o disposto na NBR, além de tornar suscetível o risco de queda dos tambores.

Figura 16 – Armazenamento de tambores no Depósito de Resíduos – situação de 2011



Fonte: (Copel GeT, 2011)

Situação em 2024 – Os tambores contendo resíduos de O&M contaminados encontram-se identificados conforme disposto na Resolução Conama 275/2001, seguindo o padrão de coloração laranja e de etiquetagem. Foi adquirida a estrutura de metálica para disposição dos tambores, permitindo o armazenamento de forma a possibilitar a inspeção de todos os tambores contidos no depósito, conforme figura 17. Para movimentação dos tambores, passou a utilizar o equipamento empilhadeira, sendo que esta atividade é realizada somente por pessoal treinado e capacitado para o manuseio do equipamento.

Figura 17 – Interior de Depósito de Resíduos Perigosos



Fonte: (Copel GeT, 2024)

4.2 Considerações Finais

Ao realizar a comparação entre as duas fases de implementação do PGRS na planta da UHE GBM, 2011 e 2024, é perceptível a evolução das tratativas de gestão dos resíduos gerados.

O diagnóstico realizado na fase de pré-implantação do PGRS evidenciou que, embora houvesse uma gestão dos resíduos, esta gestão se mostrava com fragilidades. Atualmente, após 13 anos da realização do diagnóstico e 12 anos de sua efetiva implementação, e 5 revisões periódicas, pode-se inferir que a gestão de

resíduos na UHE GBM, em específico no setor de manutenção, que foi o nosso estudo de caso, encontra-se em grau elevado de maturidade.

Paralelamente foi percebido o empenho de todos os envolvidos no processo, em todos os níveis hierárquicos, desde o nível operacional até o nível estratégico. O comprometimento da força de trabalho foi decorrente, principalmente dos treinamentos relacionados ao tema. Fato que é ratificado por Da Silva (2016), quando dispõe que o treinamento e/ou implementação de programas são importantes para o sucesso do PGRS, pois somente com uma equipe consciente e comprometida, se consegue atingir os objetivos. Os treinamentos/programas devem abordar temas como sensibilização sobre atitudes ambientalmente corretas, formas de coleta, tratamento, disposição final dos resíduos e procedimentos.

Com relação ao comprometimento do nível estratégico, este pode ser comprovado, por meio do aporte financeiro, uma vez que para as adequações necessárias, além das execuções dos procedimentos, são necessários investimentos. Embora não tenha sido permitido o acesso à documentação integral, tanto de dados de geração, acondicionamento, armazenamento e destinação dos resíduos, percebeu-se, com a avaliação do que pode ser observado durante as visitas técnicas, que houve a necessidade de investimento considerável para adequar-se ao estabelecido em legislação.

Para adequar-se houve a necessidade de aquisição de tambores coletores no padrão de cores da Resolução Conama 275/2001; aquisição de páletes de contenção para resíduos oleosos; aquisição de estantes metálicas, instaladas no depósito de resíduos, para o armazenamento dos tambores metálicos de forma mais eficiente e otimizada; pintura e impermeabilização dos locais utilizados para acondicionamento e armazenamento dos resíduos gerados; adequação do sistema elétrico, para evitar possíveis casos de explosões; aquisição de materiais de salvatagem e kits para o atendimento de ocorrências ambientais; treinamento e orientação de toda força de trabalho; horas de estudo de legislação aplicável ao Gerenciamento de Resíduos; contratação de transportadora regulamentada para o transporte dos resíduos; contratação de destinadores que estejam em situação regular e legalmente habilitados para a atividade, dentre outros investimentos que embora não listados, são de fundamental importância para uma eficaz gestão de resíduos.

Embora os valores do investimento mostrem-se, em princípio, elevados, esses números tornam-se baixos se comparados aos valores das sanções aplicadas pelos órgãos ambientais nos casos de contaminação decorrente de uma gestão equivocada, principalmente em um setor de atividade em que há a proximidade com corpos hídricos e um incidente com resíduos contaminados pode ocasionar impactos ambientais de grande monta.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, observou-se que as metas de redução de 5% na geração de resíduos contaminados, a partir de 2021, utilizando como referência os quantitativos anuais de resíduos contaminados gerados entre os anos de 2015 a 2020, não foram atingidas. Utilizando como base para o valor de redução a quantidade de resíduos contaminados gerados no ano de 2018, 2634,5 kg, desta forma a geração anual de resíduos contaminados, a partir de 2021, não poderia ser superior a 2.500 kg. Fato que não ocorreu.

Porém, o não atingimento da meta não tira o mérito da implantação do PGRS, pois conforme dispõe Machado (2013)

Um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) serve para estabelecer diretrizes, metas e ações para o manejo adequado dos resíduos sólidos gerados por uma empresa, instituição ou empreendimento. Ele desempenha várias funções importantes, (...)

Desta forma, entende-se que a meta de redução de geração de resíduos é um dos vários objetivos do PGRS, tanto que, após a identificação do não atingimento da meta, foram realizadas reuniões de Análise Crítica para identificação das causas que ocasionaram os quantitativos superiores ao estabelecido e foram propostas ações a serem desenvolvidas para que a redução seja efetiva.

Conforme resume Machado (2013) um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é um instrumento indispensável para orientar e direcionar as práticas de gerenciamento de resíduos de uma empresa ou instituição, com o objetivo de cumprir a legislação, proteger o meio ambiente, promover a saúde pública e buscar a sustentabilidade.

Segundo Belusso et al (2019) a implementação de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos é, além de uma exigência legal, um método que

possibilita às empresas a identificação de oportunidades de melhoria além das questões ambientais.

Com relação aos resultados qualitativos da implementação do PGRS verificou-se que as instalações e equipamentos, principalmente das áreas avaliadas, Oficina de Manutenção e Depósito de Resíduos apresentam resultados satisfatórios quando comparados com a situação inicial diagnosticada em 2011.

Essas melhorias nas instalações proporcionam o estabelecimento de um manejo eficaz dos resíduos, ou seja, coleta e armazenamento, o que é também um dos objetivos do PGRS, como relata Machado (2013)

O PGRS tem como objetivo principal organizar e estruturar o gerenciamento dos resíduos sólidos de forma a minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade. Ele abrange desde a geração dos resíduos até a sua destinação final, contemplando todas as etapas do processo, como coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição adequada dos resíduos.

De acordo com Machado (2013), havendo obrigatoriedade da implantação do PGRS, e a empresa ou instituição não o realize, as consequências podem variar conforme as exigências legais, contudo podem resultar em penalidades legais, responsabilidade civil, restrições operacionais, rejeição de parceiros comerciais e prejuízos ambientais e à saúde pública

Desta forma, são inúmeros os benefícios de uma gestão integrada de resíduos sólidos, destacando-se as economias resultantes da diminuição do consumo, a garantia de cumprimento da legislação ambiental e a minimização dos riscos de receber penalidades ou criar passivos ambientais.

A implantação e a efetiva execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de uma organização são uma prática colaborativa e sistêmica, uma vez que a responsabilidade pela gestão dos resíduos deve ser compartilhada entre todas as hierarquias da empresa. Assim, conseguindo alcançar as metas estabelecidas, para tanto, é fundamental o comprometimento e participação de todos os colaboradores, de forma direta ou indireta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10004/2004: Resíduos Sólidos – Classificação. Disponível em// [NBR 10004 - Classificação dos Resíduos Sólidos! Destaques \(segurancadotrabalhoacz.com.br\)](#). Acesso em 19 de maio de 2024.

ABNT NBR 10007/2004: Amostragem de Resíduos Sólidos. Disponível em // [Target Normas: Visualização gratuita - NBR10007](#). Acesso em: 18 de maio de 2024.

ABNT NBR 11.174/2004: Armazenamento de resíduos classes II- não inertes e classe III- inertes. Disponível em // [A NBR 11.174: armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - SpillBox](#). Acesso em: 18 de maio de 2024.

ABNT NBR 13.221/2023: Transporte terrestre de resíduos. Disponível em // [Microsoft Word - 13221.doc \(ufpel.edu.br\)](#)//Acesso em: 18 de maio de 2024.

BARROS, Regina M. **Tratado sobre resíduos sólidos gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

BELUSSO, Elisandro *et al.* **Readequação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em uma Indústria de Transformação de Polímeros**: verificação dos principais benefícios de sua implantação. 2019. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Tecnologia em Processos Gerenciais, IFRS, Farroupilha, 2019. Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/707/1234567895174.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 24 nov. 2024

BRASIL, Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DF, Brasília, Planalto, Casa Civil, 2010a. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 09 de junho de 2024.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: [Decreto nº 6514 \(planalto.gov.br\)](#). Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Lei nº 10.936 de 12 de Janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [D10936 \(planalto.gov.br\)](#), Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [L12305 \(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2010/leis_12305.htm) , Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [L6938 \(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1981/leis_6938.htm), Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: [L9605 \(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1998/leis_9605.htm). Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Lei nº 9.975, de 27 de Abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: [L9795\(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1999/leis_9975.htm). Acesso em: 19 de maio de 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275 de 25 de Abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Disponível em: [Resolução CONAMA nº 275 de 25 de Abril 2001 \(siam.mg.gov.br\)](https://www.siam.mg.gov.br/portal/legislacao/resolucao-conama-275-2001). Acesso em: 19 de maio de 2024.

CAMPOS, L.M,S.. **SGADA - Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental**: uma proposta de implementação. 247 p. Dissertação (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis – SC, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30362696.pdf>. Acesso em: 10 junho de 2024.

CANEJO, Carlos. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2021. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 18 maio de 2024.

COELHO, H. M. G. et al.. **Proposta de um Índice de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 307–316, jul. 2011.

COPEL GET. **Relatório Periódico de Automonitoramento Ambiental da UHE GBM**. Pinhão, 2024. Relatório.

CUNHA, C. E. S. C. P. da.; RITTER, E.; FERREIRA, J. A. **O uso de indicadores de desempenho na avaliação da qualidade operacional dos aterros sanitários do**

estado do Rio de Janeiro no triênio 2013-2015. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, n. 2, p. 345–360, mar. 2020.

DA ROSA, T.O et al. **Gerenciamento de resíduos industriais em uma empresa paranaense de embalagens plásticas.** In: 3º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. 2020, Gramado - RS. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/V-007.pdf>. Acesso em: 10 de junho 2024

DESCRIÇÃO...à criação do comitê de bacia. Curitiba, 2012. Disponível em https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/CER_H - 19 RO/caracterizacao diagnostico ugrhi baixo iguacu.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2024.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** 11ª edição. São Paulo: Gaia, 2020.

DIAS, R. **Educação Ambiental no Contexto Industrial.** São Paulo: Editora Ambiental, 2021.

DUPIN, P. C.; LANGE, L.C.. **Resíduos sólidos de hidrelétricas: inventário e legislação Ambiental aplicável ao estado de minas gerais.** 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu – PR, 2019. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/V-059.pdf>>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

GOUVEIA, V. V.; VIEIRA, L. R. **Educação ambiental no contexto do trabalho: Um estudo de caso em uma empresa de reciclagem.** Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 11, n. 2, p. 65-79, 2016.

GUIMARÃES, J; GUIMARÃES, A. T. B; **Proposta de implantação de vazões ambientais no Rio Iguaçu (Paraná, Brasil) à jusante da barragem de Salto Caxias;** XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves – RS, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260988200_PROPOSTA_DE_IMPLANTACAO_DE_VAZOES_AMBIENTAIS_NO_RIO_IGUACU_PARANA_BRASIL_A_JUSANTE_DA_BARRAGEM_DE_SALTO_CAXIAS/citation/download. Acesso em: jun. 2024

GUIMARÃES, T. C. S.. **Impactos da elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) de uma indústria de alimentos no município de Itumbiara - GO [TCC].** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28499/3/ImpactosElabora%c3%a7%c3%a3oPGRS.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2024.

JACOBI, P. R. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2016.

LACTEC, Mendes, M. A.; LACTEC, Alberti, S. M.; COPEL, Ludwig, L. A. M. Alternativas para a Gestão de Resíduos nas Usinas Hidrelétricas da Copel. II Congresso de Inovação Tecnológica de Energia Elétrica. Anais do II CITINEL, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. **Participação e educação ambiental: reflexões a partir da práxis**. Cadernos de Pesquisa, v. 48, n. 167, p. 284-308

LUIZ FILHO, J.S.. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável na ótica da abordagem da estratégia como prática social: um estudo no Corpo de Bombeiros Militar do Paraná**. 115 p Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Guarapuava-PR, 2023. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/ppgadm/wp-content/uploads/sites/16/2024/04/Dissertacao-Mestrado-Joel-da-Silva-Luiz-Filho-1.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

MARTINS, Silas Sarkiz da Silva et al. **Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações**. *Holos*, v. 6, p. 54-76, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481547289005.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

MACHADO, A. G. B. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS. Portal resíduos sólidos**. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/planos-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-pgrs/> Acesso em: 24 de novembro de 2024.

NASCIMENTO, Vitor Hugo da Silva. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. 2021. Número total de folhas 30. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade Anhanguera, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/57246/1/VITOR+HUGO+DA+SILVA+NASCIMENTO.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

NETO, Andrade. 2008, **O saneamento no Brasil: políticas e interface**. Disponível em: <https://SciELO - Brasil - O saneamento no Brasil: políticas e interface O saneamento no Brasil: políticas e interface>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

NÓBREGA, D.L.G.. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos: uma aplicação do sistema de indicadores de sustentabilidade pressão-estado-impacto-resposta (PEIR) na cidade de Campina Grande – PB**. Relatório de Estágio Supervisionado. Campina

Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/6313/DIEGO%20LUIZ%20GOUVEIA%20N%c3%93BREGA%20-%20RELAT%c3%93RIO%20DE%20EST%c3%81GIO%20ADMINISTRA%c3%87%c3%83O%20CH%202013.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em 15 de junho de 2024

RODRIGUES, A. K. **Floração de cianobactérias no reservatório da UHE GBM.**: uma proposição de identificação das principais fontes de aporte de nutrientes no corpo hídrico. Engenharia Ambiental - Unisa, Guarapuava-PR, p. 15, jun. 2023.

SÁ, A. C. N. DE. et al.. **Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Programas de Coleta Seletiva**: estudo de caso na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 28, p. e20220103, 2023.

SANTOS, A. C.; SILVA, L. H. **O papel das políticas públicas na promoção da educação ambiental corporativa.** Caderno de Administração e Educação, v. 16, n. 3, p. 98-113, 2019.

SANTOS, M. A. **Gestão de Resíduos Sólidos e Educação Ambiental.** Brasília: Editora Verde, 2018.

SATO, M.; CARVALHO, I. M. **O papel da educação ambiental na promoção da sustentabilidade empresarial.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 6, n. 3, p. 201-215, 2017.

SOUZA, M. P.; MENDES, M. R. **Desafios na implementação da educação ambiental em empresas.** Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 13, n. 2, p. 45-59, 2018.

SOUZA, R. C. A.; PACHECO, R. C. S. **Educação Ambiental e a Participação dos Trabalhadores em Empresas de Grande Porte.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 13, n. 1, p. 45-59, 2019.