

GESTÃO DE RESÍDUOS EM DESASTRES: UMA ANÁLISE DETALHADA E O CASO DO RIO GRANDE DO SUL EM 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.VIII-001>

Rodrigo Ramos Medeiros (*), Daniela Mueller de Lara

* Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade – PPGAS – rodrigoramosmedeiros@gmail.com

RESUMO

Este artigo aborda a gestão de resíduos em desastres naturais, com foco nas enchentes que ocorreram no Rio Grande do Sul em 2024. A pesquisa destaca a importância de protocolos e planos bem estruturados, incluindo avaliação de riscos, medidas preventivas, envolvimento comunitário, coordenação interinstitucional e flexibilidade. A análise dos desafios enfrentados nas enchentes de 2024 revela a sobrecarga da infraestrutura, a mistura inadequada de resíduos e os danos às instalações de triagem. O artigo também apresenta lições aprendidas, como a necessidade de planejamento específico para desastres, a relevância da separação de resíduos e a importância da comunicação eficaz com a população. Exemplos internacionais são utilizados para ilustrar boas práticas e sugerir melhorias para o Brasil. O estudo enfatiza que a gestão de resíduos em desastres exige planejamento adaptável, sustentado por recursos adequados e forte envolvimento comunitário, visando mitigar impactos negativos e promover a recuperação das áreas afetadas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos; Desastres naturais; Envolvimento comunitário; Planejamento adaptativo; Enchentes 2024.

ABSTRACT

This article addresses waste management in natural disasters, focusing on the floods that occurred in Rio Grande do Sul in 2024. The research highlights the importance of well-structured protocols and management plans, including risk assessment, preventive measures, community involvement, interinstitutional coordination, and flexibility. The analysis of the challenges faced during the 2024 floods reveals infrastructure overload, improper waste mixing, and damage to sorting facilities. The article also presents lessons learned, such as the need for disaster-specific planning, the relevance of waste separation, and the importance of effective communication with the public. International examples are used to illustrate best practices and suggest improvements for Brazil. The study emphasizes that disaster waste management requires adaptable planning, supported by adequate resources and strong community involvement, aiming to mitigate negative impacts and promote the recovery of affected areas.

KEY WORDS: Waste management; Natural disasters; Community involvement; Adaptive planning; 2024 floods.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos em situações de desastres naturais representa um desafio significativo, exigindo uma abordagem integrada e multifacetada que envolva planejamento, coordenação e a implementação de soluções eficientes e sustentáveis. Segundo Fatimah et al. (2019), eventos como terremotos, inundações e incêndios podem gerar volumes imensos de resíduos em um curto período, sobrecarregando as infraestruturas de gestão de resíduos já existentes. Além disso, essa grande quantidade de materiais descartados em um intervalo tão reduzido pode comprometer tanto a saúde pública quanto o meio ambiente, criando um cenário de emergência que exige respostas rápidas e bem planejadas.

As enchentes que assolaram o Rio Grande do Sul em 2024 configuraram uma tragédia sem precedentes, com impactos socioambientais expressivos. Além das perdas humanas e econômicas, o desastre resultou na geração de milhões de toneladas de resíduos, tornando sua gestão um dos principais desafios para a recuperação das áreas afetadas. Para enfrentar esse problema, um conjunto de normativas e diretrizes legais foi implementado, visando garantir a destinação adequada dos resíduos, minimizar impactos negativos e promover a recuperação eficaz dos territórios atingidos.

O Estado já dispunha de diretrizes ambientais e emergenciais, como a Instrução Normativa Conjunta SEMA-FEPAM Nº 02/2023 e outras normas relacionadas à gestão de resíduos (RIO GRANDE DOSUL, 2023). No entanto, a magnitude do desastre exigiu adaptações rápidas e ações coordenadas entre diferentes órgãos públicos e privados. Entre as normativas emergenciais implementadas, destacam-se a Portaria FEPAM Nº 431/2024 e a Portaria FEPAM Nº 441/2024, que definem diretrizes para a gestão de resíduos durante e após as enchentes, abrangendo todas as etapas,

desde o recolhimento até a destinação final. Essas regulamentações também contemplam soluções para o reaproveitamento de materiais e a recuperação da infraestrutura local (RIO GRANDE DO SUL, 2024b E 2024c). Complementando essas medidas, o Decreto Estadual nº 57.596/2024, que declarou estado de calamidade pública, viabilizou a execução de ações emergenciais. Conjuntamente, essas regulamentações são fundamentais para assegurar uma resposta ágil e coordenada aos desastres, com foco na proteção ambiental e na preservação da saúde pública (RIO GRANDE DO SUL, 2024a).

A eficiência na gestão de resíduos em cenários de desastre é determinante para minimizar impactos negativos e permitir que as áreas afetadas se recuperem de maneira ágil e sustentável. Uma gestão inadequada pode prolongar os danos ambientais e sociais, comprometendo a qualidade de vida das populações atingidas e dificultando a reabilitação das regiões afetadas.

Este artigo examina os princípios fundamentais da gestão de resíduos em desastres naturais, analisando estratégias adotadas, desafios enfrentados e lições aprendidas com experiências passadas. Em particular, será realizado um estudo aprofundado sobre as enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024, oferecendo uma visão prática e atualizada dos impactos desse tipo de desastre na gestão de resíduos e na recuperação das áreas atingidas.

OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo principal compreender os desafios e as estratégias adotadas na gestão de resíduos em desastres naturais, com foco nas enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024. A pesquisa busca analisar as normativas vigentes e as práticas de gestão de resíduos aplicadas durante e após o desastre, identificando as dificuldades enfrentadas e as soluções adotadas. Além disso, a pesquisa também visa avaliar as lições aprendidas e propor recomendações para o aprimoramento das políticas e práticas de gestão de resíduos em situações de emergência, tomando como base a experiência de outros países que enfrentaram desastres naturais semelhantes.

METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, com base na análise documental e no estudo de caso, para compreender os desafios e as estratégias adotadas na gestão de resíduos em desastres naturais, com ênfase nas enchentes que ocorreram no Rio Grande do Sul em 2024. A metodologia foi estruturada em três etapas principais:

1) Análise de Normativas e Diretrizes:

Levantamento e estudo das normativas que regulamentam a gestão de resíduos em situações de desastre, incluindo:

- Instrução Normativa Conjunta SEMA-FEPAM Nº 02/2023, que define diretrizes para o manejo de resíduos sólidos urbanos e entulhos;
- Portaria FEPAM Nº 431/2024, que permite o uso de resíduos de madeira como biomassa para geração de energia;
- Portaria FEPAM Nº 441/2024, que simplifica o licenciamento para extração mineral, facilitando a reconstrução das infraestruturas afetadas;
- Decreto Estadual nº 57.596/2024, que decretou estado de calamidade pública, viabilizando ações emergenciais;
- Cartilha do Ministério Público, que estabelece diretrizes para a separação e destinação adequada de resíduos específicos, como resíduos de serviços de saúde, eletroeletrônicos e animais mortos.

2) Estudo de Caso:

Enchentes no Rio Grande do Sul em 2024: Avaliação dos impactos das enchentes e das ações implementadas para a gestão dos resíduos gerados. A análise considerou:

- O volume e a tipologia dos resíduos gerados;
- As dificuldades na triagem e destinação dos resíduos, incluindo a sobrecarga da infraestrutura existente;
- As soluções emergenciais adotadas, como o armazenamento temporário e o uso de materiais recicláveis para recuperação das áreas atingidas;
- As lições aprendidas e os desafios persistentes, incluindo a necessidade de planejamento e comunicação eficaz com a população.

3) Revisão Comparativa com Experiências Internacionais:

Consulta a estudos e relatórios sobre a gestão de resíduos em desastres naturais ocorridos em outros países, como:

- O Furacão Katrina (EUA, 2005), que destacou a importância de planos pré-definidos para remoção e destinação de grandes volumes de resíduos;
- O terremoto de L'Aquila (Itália, 2009), que demonstrou a necessidade de protocolos padronizados para lidar com destroços e materiais recicláveis;

- O tsunami no Japão (2011), que enfatizou a importância do planejamento a longo prazo para a recuperação sustentável das áreas afetadas.

A metodologia adotada possibilitou uma análise aprofundada das normativas e diretrizes aplicadas ao contexto das enchentes de 2024, bem como a identificação de desafios e oportunidades para aprimorar a gestão de resíduos em desastres naturais. A abordagem comparativa com experiências internacionais permitiu situar as práticas adotadas no Rio Grande do Sul dentro de um contexto mais amplo, contribuindo para a formulação de recomendações e aprimoramentos para futuras situações emergenciais.

RESULTADOS

Contexto das Enchentes no Rio Grande do Sul em 2024

As enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul resultaram em um volume de resíduos sem precedentes, exigindo uma das maiores operações de gestão de detritos já registradas em desastres naturais no Brasil (METRÓPOLES, 2024a; METRÓPOLES, 2024b). O impacto foi extenso, convertendo grandes estruturas, móveis, equipamentos urbanos e industriais em resíduos, criando um cenário de grande complexidade para a gestão desses materiais (METRÓPOLES, 2024a). Diante desse panorama, tornou-se essencial uma resposta coordenada e eficaz para mitigar os impactos sobre a saúde pública, o meio ambiente e a economia da região.

Um estudo conduzido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) revelou que, até 6 de maio de 2024, cerca de 400 mil estruturas haviam sido parcialmente ou totalmente inundadas no estado. Entre elas, 44.600 (11%) sofreram danos severos ou foram completamente destruídas por fortes correntes, enquanto 170.200 (42%) apresentavam risco estrutural significativo devido à submersão prolongada, o que representa cerca de 6% do total de estruturas na bacia do Lago Guaíba (METRÓPOLES, 2024a).

A pesquisa também demonstrou que a geração de resíduos ocorreu em dois momentos principais:

- Primeira onda: aproximadamente 24 milhões de toneladas, sendo 5 milhões provenientes de móveis e equipamentos industriais destruídos e 19 milhões de toneladas originadas dos edifícios completamente colapsados (METRÓPOLES, 2024a).
- Segunda onda: um segundo pico de geração de detritos é esperado quando os edifícios submersos por longos períodos forem avaliados estruturalmente.

A distribuição dos resíduos gerados foi detalhada por sub-bacias, conforme mostrado na Figura 1, destacando-se: Gravataí (17,58 milhões de toneladas), Sinos (12,65 milhões), Guaíba (6,46 milhões), Taquari (5,18 milhões), Caí (2,24 milhões), Pardo (1,77 milhões), Jacuí (0,85 milhões) e outras áreas (0,24 milhões). A avaliação utilizou imagens de satélite, dados do Google sobre a pegada de construção e informações do produto GHS-Build H do JRC, considerando variáveis como altura dos edifícios, profundidade e duração das inundações, velocidade da corrente e vulnerabilidade estrutural baseada na renda média fornecida pelo IBGE. As taxas de geração de resíduos variaram entre 0,07 e 1,2 toneladas métricas por metro quadrado (UFRGS, 2024a).

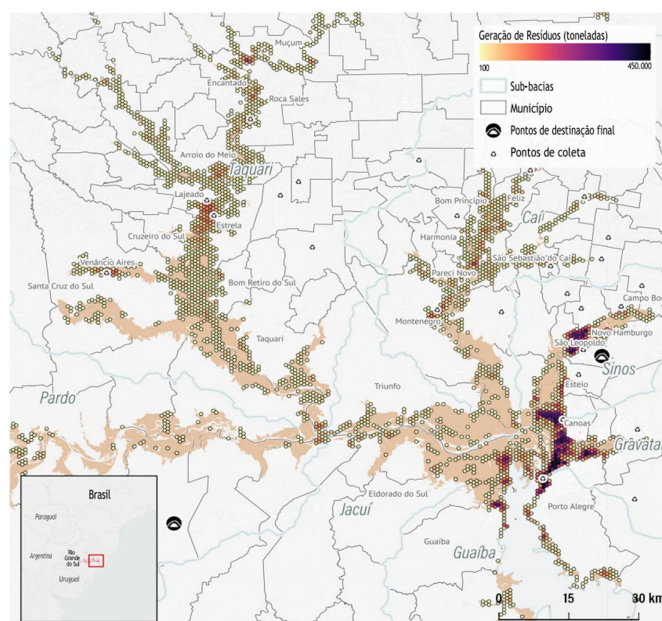


Figura 1: Quantificação preliminar de entulho de construção na Bacia do Lago Guaíba. Fonte: UFRGS (2024b).

Na capital do estado, Porto Alegre, o processo de limpeza urbana resultou no recolhimento de 180 mil toneladas de resíduos. Desse total, 130 mil toneladas foram enviadas para aterros sanitários, enquanto outras 50 mil toneladas aguardavam destinação final. Esse volume equivale a aproximadamente 146 dias de trabalho contínuo da equipe de limpeza urbana, com uma média diária de 1.225 toneladas de resíduos coletados. A situação se agravou ainda mais com a inundações de 8 dos 17 pontos de triagem de resíduos da cidade, comprometendo os esforços de separação e reciclagem (AGÊNCIA BRASIL, 2024). Esse cenário ilustra a complexidade do problema enfrentado, ressaltando a necessidade de estratégias mais eficazes e coordenadas para a gestão dos resíduos gerados por desastres naturais dessa magnitude.

Fundamentos da Gestão de Resíduos em Desastres

A gestão de resíduos em desastres naturais é um desafio complexo que exige planejamento, coordenação e resposta rápida para minimizar impactos ambientais e sociais. A produção abrupta e massiva de resíduos sobrecarrega a infraestrutura existente, demandando soluções ágeis e eficazes. Os principais desafios enfrentados nesse contexto podem ser agrupados nas seguintes questões-chave:

- Produção excessiva de resíduos em curto período: Desastres como terremotos e inundações geram volumes extraordinários de resíduos em um intervalo reduzido, comprometendo a capacidade de resposta dos sistemas de gestão de resíduos e dificultando ações emergenciais (FATIMAH et al., 2019).
- Interferência na resposta emergencial: O acúmulo de resíduos pode obstruir vias de acesso, dificultar o deslocamento de equipes de resgate e comprometer a logística de assistência humanitária, tornando essencial uma estratégia eficiente para remoção e destinação (FATIMAH et al., 2019).
- Falta de dados históricos acessíveis: A ausência de registros detalhados sobre a gestão de resíduos em desastres anteriores dificulta o planejamento de estratégias preventivas e a tomada de decisões fundamentadas em experiências passadas (BROWN, 2012).
- Infraestrutura insuficiente: A falta de instalações adequadas para armazenamento temporário, triagem e destinação final dos resíduos limita a eficácia das operações, agravando os desafios da gestão pós-desastre (ZAWAWI et al., 2018).
- Impactos ambientais: A disposição inadequada de resíduos pode causar contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de aumentar os riscos sanitários, facilitando a disseminação de doenças e comprometendo a recuperação das áreas afetadas (FATIMAH et al., 2019).
- Altos custos operacionais: O transporte, armazenamento e destinação final de resíduos gerados por desastres demandam investimentos substanciais, podendo sobrecarregar os orçamentos públicos e retardar a recuperação das comunidades atingidas (ETI, 2017).
- Adaptação das estratégias de gestão: As abordagens para gerenciamento de resíduos devem ser flexíveis e ajustáveis conforme o tipo de desastre, as condições da área afetada e o nível de urbanização, garantindo maior eficácia nas ações implementadas (BROWN, 2012).

Além dos desafios técnicos, a percepção de risco tem papel determinante na gestão de resíduos em desastres. O nível de conscientização da população sobre os riscos associados a eventos extremos influencia diretamente sua capacidade de resposta e preparação. Segundo a Defesa Civil (2013), o impacto de um desastre está diretamente relacionado à vulnerabilidade das áreas afetadas, tornando essencial a adoção de medidas preventivas e estratégias de mitigação eficazes.

A implementação de políticas integradas e adaptáveis é fundamental para garantir que a gestão de resíduos pós-desastre contribua para a recuperação sustentável das comunidades atingidas, minimizando danos ambientais e fortalecendo a resiliência local.

Estratégias de Gestão de Resíduos Pós-Desastre

A gestão de resíduos pós-desastre é uma ação estratégica essencial para reduzir os impactos negativos sobre a saúde pública, o meio ambiente e a economia, ao mesmo tempo que promove a recuperação sustentável das áreas afetadas. Para que essa gestão seja eficiente, diversas abordagens podem ser adotadas, abrangendo desde a prevenção até a destinação final dos materiais gerados. As principais estratégias incluem:

Redução na geração de resíduos: O primeiro passo para uma gestão eficaz é controlar a geração de resíduos. Isso pode ser alcançado por meio da adoção de critérios rigorosos de construção e planejamento urbano, garantindo que as edificações sejam mais resilientes a desastres naturais. Além disso, a reutilização de materiais como tijolos, agregados, aço e madeira contribui para minimizar a quantidade de resíduos descartados e fomenta a economia circular (KARUNASENA et al., 2009).

- Separação e triagem de materiais: A separação dos resíduos logo após um desastre é essencial para garantir que os materiais possam ser reciclados, reutilizados ou descartados corretamente. Um sistema eficiente de triagem

facilita a reciclagem e reduz a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários, promovendo a sustentabilidade (ASARI et al., 2013).

- **Reciclagem e reaproveitamento:** A reciclagem de materiais como concreto, metal, madeira, papel e plástico desempenha um papel fundamental na redução do impacto ambiental e na otimização do uso de recursos. Ao reciclar, evita-se o acúmulo de resíduos nos aterros e promove-se uma solução sustentável para os materiais pós-desastre (ASARI et al., 2013).
- **Compostagem de resíduos orgânicos:** A compostagem de restos de alimentos e resíduos de jardinagem é uma estratégia eficiente para reduzir o volume total de resíduos sólidos. Esse processo converte os resíduos orgânicos em adubo, melhorando a qualidade do solo e contribuindo para a agricultura sustentável. Além disso, a compostagem reduz as emissões de gases de efeito estufa associadas à decomposição de resíduos orgânicos em aterros (UGA, 2019).
- **Uso de aterros sanitários como último recurso:** Para resíduos que não podem ser reciclados, reaproveitados ou compostados, a destinação final deve ser feita em aterros sanitários licenciados. No entanto, essa opção deve ser minimizada, priorizando sempre soluções alternativas que reduzam a geração de resíduos e incentivem práticas sustentáveis (CRVR, 2024; AGÊNCIA BRASIL, 2024).
- **Transformação de resíduos em energia:** Tecnologias inovadoras permitem que resíduos sejam convertidos em recursos energéticos. A extração de biogás de aterros sanitários possibilita a geração de energia elétrica e biometano, promovendo uma alternativa sustentável para o aproveitamento de resíduos orgânicos e reduzindo a dependência de combustíveis fósseis (CRVR, 2024).
- **Armazenamento temporário e logística eficiente:** Em cenários de desastre, pode ser necessário utilizar áreas temporárias para armazenamento de resíduos até que sua destinação final seja viabilizada. Essas áreas devem ser planejadas e gerenciadas de forma criteriosa para evitar contaminações e impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública (CRVR, 2024).

A implementação dessas estratégias, de forma coordenada e integrada, é fundamental para garantir uma resposta eficaz aos desastres. Além de minimizar os impactos imediatos, essas ações contribuem para a construção de soluções mais sustentáveis a longo prazo, promovendo comunidades mais resilientes e preparadas para enfrentar futuros eventos extremos.

Protocolos e Planos de Gestão

A implementação eficaz da gestão de resíduos em desastres exige a elaboração de protocolos e planos estruturados, que abordem de maneira abrangente os desafios e necessidades específicos que surgem após eventos catastróficos. Esses planos devem ser baseados em um conjunto de etapas fundamentais, que incluem avaliação de riscos, medidas preventivas e mitigatórias, envolvimento comunitário, coordenação interinstitucional e flexibilidade na resposta a imprevistos. Cada uma dessas etapas é essencial para garantir uma gestão eficiente dos resíduos, reduzindo impactos negativos e facilitando a recuperação das áreas afetadas.

- **Avaliação de Riscos:** Essa etapa é essencial para um planejamento eficaz, pois permite identificar a probabilidade de ocorrência de desastres e estimar os danos potenciais. Ao analisar as vulnerabilidades locais, autoridades e organizações podem se preparar adequadamente, adotando estratégias para mitigar a geração descontrolada de resíduos e antecipando soluções para sua destinação final (DEFESA CIVIL, 2013).
- **Medidas Preventivas e Mitigatórias:** As ações preventivas e mitigatórias podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. Medidas estruturais envolvem a construção de barragens para controle de enchentes, melhorias em vias de acesso e infraestrutura urbana resiliente para facilitar a atuação das equipes de resposta.
- **Medidas não estruturais** incluem a elaboração de políticas públicas, ações educativas e a criação de planos de ação que orientem a população sobre como proceder antes, durante e após um desastre, reduzindo riscos e promovendo a conscientização ambiental (DEFESA CIVIL, 2013).
- **Envolvimento Comunitário:** O engajamento das comunidades afetadas é essencial para o sucesso dos planos de gestão de resíduos. A participação ativa da população contribui para a implementação de soluções eficazes, além de reforçar a prevenção e conscientização sobre os riscos. Campanhas educativas e programas de capacitação ajudam a criar uma cultura de prevenção, estimulando a cooperação entre os moradores e as autoridades responsáveis (MARTINS, 2017; CEPED/UFSC, 2010).
- **Coordenação Interinstitucional:** A gestão de resíduos pós-desastre requer a colaboração entre diferentes instituições, incluindo órgãos governamentais, organizações não governamentais (ONGs) e o setor privado. A troca de informações, divisão de responsabilidades e mobilização de recursos são fatores determinantes para a eficiência das ações de resposta. A integração entre esses atores possibilita uma atuação mais ágil e coordenada, reduzindo o tempo de resposta e melhorando a destinação dos resíduos (BROWN, 2012).
- **Flexibilidade e Adaptação:** Os planos de gestão de resíduos devem ser dinâmicos e ajustáveis às particularidades de cada desastre. Fatores como infraestrutura disponível, recursos locais e características

geográficas devem ser levados em consideração para garantir uma resposta eficiente. Além disso, os planos devem ser revisados e ajustados conforme a evolução da situação, permitindo que as estratégias de gestão de resíduos se adaptem rapidamente a mudanças inesperadas (BROWN, 2012).

Essas etapas interligadas formam a base de um sistema eficaz de gestão de resíduos em desastres, minimizando danos imediatos e contribuindo para a recuperação sustentável das áreas afetadas. Ao integrar essas abordagens ao planejamento, como proposto pelo Plano Rio Grande, é possível desenvolver soluções mais eficazes e resilientes, promovendo a proteção ambiental e o bem-estar das comunidades impactadas por desastres (RIO GRANDE DO SUL, 2024e).

O Plano Rio Grande surge como uma resposta estratégica e abrangente do governo do Rio Grande do Sul para enfrentar os efeitos devastadores das enchentes que atingiram o Estado em 2024. Instituído pela Lei nº 16.134, de 24 de maio de 2024, o programa visa promover a reconstrução, adaptação e resiliência climática por meio de ações estruturadas em três frentes: emergenciais, de reconstrução e de planejamento para o futuro.

Além das ações emergenciais, o Plano Rio Grande prevê diretrizes ambientais e estratégicas para fortalecer a resiliência climática do estado, garantindo que a resposta a desastres seja cada vez mais ágil e eficaz no futuro. Isso inclui medidas para mitigação de vulnerabilidades climáticas, modernização da infraestrutura essencial e a promoção de práticas sustentáveis que reduzam os impactos de eventos extremos. Um dos principais instrumentos do Plano é o Fundo do Plano Rio Grande (Funrigs), regulamentado pelo Decreto nº 57.647, que concentra recursos orçamentários e financeiros para financiar projetos voltados à reconstrução e à adaptação climática. A governança do plano é assegurada por estruturas específicas, como o Comitê Gestor, o Conselho do Plano Rio Grande e o Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática, fortalecendo a participação social e garantindo decisões baseadas em evidências (RIO GRANDE DO SUL, 2024e).

Estudos de Caso: Mitigações, Desafios e Lições Aprendidas

As enchentes que atingiram o Rio Grande do Sul em 2024 proporcionam um estudo detalhado sobre os desafios e aprendizados na gestão de resíduos em desastres naturais. O volume extraordinário de resíduos gerado superou a capacidade dos aterros sanitários disponíveis na região, exigindo a implementação de medidas emergenciais, como a utilização de áreas temporárias de destinação (CRVR, 2024).

Diante do volume extraordinário de resíduos, o governo estadual adotou uma série de medidas emergenciais, incluindo a mobilização da Defesa Civil para apoiar a triagem e destinação de resíduos, a flexibilização de normas ambientais para acelerar a recuperação das áreas afetadas e a formalização de contratos emergenciais com empresas especializadas para reforçar os sistemas de coleta e separação de resíduos.

A cidade de Porto Alegre, por exemplo, enfrentou um acúmulo de 180 mil toneladas de resíduos em sete meses, evidenciando a complexidade do problema (AGÊNCIA BRASIL, 2024). Esse cenário revelou uma série de desafios para a gestão de resíduos, incluindo:

- Sobrecarga da infraestrutura: A geração massiva de resíduos em curto período sobrecarregou os sistemas de coleta e destinação, exigindo a adoção de contratos emergenciais e a mobilização de recursos adicionais (CRVR, 2024; AGÊNCIA BRASIL, 2024).
- Mistura inadequada de resíduos: A falta de separação entre recicláveis e resíduos comuns comprometeu os processos de triagem e reciclagem, reduzindo a eficiência da gestão de resíduos (AGÊNCIA BRASIL, 2024).
- Danos às instalações de triagem: As inundações atingiram diversos pontos de triagem, dificultando a destinação correta dos materiais e agravando a crise da coleta seletiva (AGÊNCIA BRASIL, 2024).
- Impacto econômico: A redução do consumo e a interrupção de atividades comerciais afetaram a geração de resíduos e comprometeram a arrecadação de empresas do setor (CRVR, 2024).

Considerando o impacto nas centrais de triagem, o governo implementou medidas emergenciais para reorganizar a separação de resíduos; entretanto, a magnitude do volume gerado impôs desafios significativos ao processo.

Diante desse contexto, as enchentes de 2024 deixaram lições fundamentais para aprimorar a gestão de resíduos em futuros desastres:

- Planejamento específico para desastres: A crise evidenciou a necessidade de planos de gestão de resíduos dinâmicos e adaptáveis, ajustados às condições locais e às particularidades de cada evento (Brown, 2012).
- Separação de resíduos como estratégia essencial: A reciclagem eficiente requer maior conscientização da população e um envolvimento mais ativo dos órgãos públicos na promoção de boas práticas de descarte (AGÊNCIA BRASIL, 2024; RIO GRANDE DO SUL, 2024d).
- Importância da comunicação com a população: A disseminação de informações claras sobre riscos, descarte correto de resíduos e medidas preventivas é fundamental para evitar a sobrecarga dos sistemas de coleta (MARTINS, 2017).
- Flexibilidade na gestão de resíduos: As estratégias adotadas devem considerar o tipo de desastre, a localização afetada e o nível de urbanização, permitindo ajustes rápidos diante de novos desafios (BROWN, 2012).

- Investimento em infraestrutura: A ampliação da capacidade dos aterros sanitários, a modernização dos pontos de triagem e a instalação de centros de reciclagem robustos são medidas urgentes para fortalecer a resposta a futuros desastres (CRVR, 2024).

Além dessas lições locais, experiências internacionais fornecem insights valiosos para aprimorar a gestão de resíduos em desastres. Exemplos incluem:

- Terremoto de L'Aquila (Itália, 2009): Destacou a necessidade de protocolos padronizados para lidar com volumes massivos de resíduos em curto período (BROWN et al., 2010).
- Terremoto no Japão (2011): Enfatizou a importância do planejamento de longo prazo e da alocação de recursos para uma recuperação sustentável (SARKAR et al., 2018).
- Furacão Katrina (EUA, 2005): Demonstrou a necessidade de um planejamento prévio robusto para a remoção e destinação de resíduos em larga escala (BROWN, MILKE, 2016).
- Terremoto na Cidade do México (2017): Revelou a carência de estudos sobre gestão de resíduos em desastres em países em desenvolvimento, dificultando respostas eficazes (Hernández-Padilla & Anglés, 2021).
- Tsunami na Ásia (2004): Reforçou a importância da redução de desperdícios e do reaproveitamento de materiais, minimizando impactos ambientais e sociais (KARUNASENA et al., 2009).

A troca de experiências entre países é essencial para aprimorar as estratégias de gestão de resíduos, garantindo uma resposta mais ágil, eficiente e sustentável em futuras situações de desastre.

Importância do Planejamento e da Adaptação

O planejamento e a adaptação são elementos fundamentais para uma gestão eficiente de resíduos em desastres. A ausência de uma estratégia bem definida pode intensificar os impactos negativos sobre as comunidades afetadas, dificultando a recuperação e o retorno à normalidade (BROWN, 2012). Diante disso, alguns postos-chave devem ser incorporados ao planejamento da gestão de resíduos:

- Objetivos de sustentabilidade: Os planos devem ir além da remoção de materiais, incorporando princípios de sustentabilidade, como redução de emissões de carbono, reutilização de materiais e economia circular (KARUNASENA, 2011).
- Avaliação de recursos disponíveis: A análise detalhada de recursos humanos, financeiros e logísticos permite antecipar desafios e otimizar os esforços de recuperação. Isso inclui a identificação de lacunas e a busca por soluções para suprir deficiências estruturais (BROWN, 2012).
- Coordenação e comunicação eficientes: A gestão integrada entre governos, organizações não governamentais (ONGs) e setor privado facilita a mobilização de recursos e a implementação de respostas eficazes. A comunicação clara entre essas partes é essencial para evitar atrasos e falhas operacionais (BROWN, 2012).
- Envolvimento da comunidade local: O engajamento da população no planejamento e execução das estratégias de gestão de resíduos promove maior conscientização e facilita a implementação de soluções sustentáveis. Campanhas educativas e treinamentos para separação de resíduos são medidas essenciais para fortalecer a resiliência das comunidades (MARTINS, 2017).
- Flexibilidade e adaptação dos planos: Cada desastre apresenta desafios distintos, e os planos de gestão de resíduos devem ser ajustáveis para atender às especificidades do evento, da infraestrutura local e dos recursos disponíveis. Essa flexibilidade permite uma resposta mais ágil e eficiente diante de situações imprevistas (BROWN, 2012).

Um planejamento robusto e adaptável, que integre objetivos de sustentabilidade, avaliação de recursos, coordenação interinstitucional e participação comunitária, é essencial para uma gestão eficiente e resiliente de resíduos em desastres. Essa abordagem garante não apenas a redução dos impactos imediatos, mas também fortalece as bases para um futuro mais sustentável e preparado para enfrentar novos desafios ambientais e sociais.

CONCLUSÕES

A gestão de resíduos em desastres é um desafio multifacetado que demanda uma abordagem integrada, considerando aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais. A gestão inadequada desses resíduos pode causar impactos graves, como contaminação do solo e da água, comprometendo a saúde pública e os ecossistemas. Além disso, os custos elevados com limpeza e transporte podem sobrecarregar os recursos financeiros das regiões afetadas, dificultando a recuperação. No âmbito social, a ineficiência na gestão de resíduos pode gerar descontentamento, afetar a qualidade de vida e retardar a reabilitação das áreas devastadas.

O exemplo das enchentes no Rio Grande do Sul em 2024 evidencia a urgência de um planejamento eficaz e flexível. A implementação de normativas e diretrizes específicas para a gestão de resíduos teve impactos positivos, permitindo a agilização de ações emergenciais, a redução de riscos à saúde pública e a mitigação de danos ambientais. As orientações

fornecidas pelo Ministério Público, incluindo diretrizes para a segregação e destinação correta de resíduos perigosos, foram fundamentais para minimizar a contaminação ambiental e a propagação de doenças. A correta destinação desses materiais críticos fortaleceu a resiliência das comunidades afetadas, assegurando uma recuperação segura e controlada. Diante da magnitude do desastre, foi essencial a adoção de estratégias como as propostas no Plano Rio Grande, que prevê ações integradas para a recuperação do estado. Essa iniciativa reforça a importância da gestão eficiente de resíduos no contexto da reabilitação ambiental e socioeconômica, garantindo que a reconstrução ocorra de forma sustentável e estruturada. A incorporação de diretrizes voltadas à infraestrutura de reciclagem, manejo adequado de resíduos e apoio às comunidades afetadas demonstra o potencial desse plano para fortalecer a resiliência do estado frente a futuros eventos extremos.

Ao comparar o contexto do Rio Grande do Sul com outros desastres internacionais, observa-se que boas práticas podem ser adaptadas localmente. O Japão, após o terremoto de 2011, demonstrou a importância de um planejamento de longo prazo e da alocação adequada de recursos para uma recuperação eficaz (Sarkar et al., 2018). Nos Estados Unidos, o Furacão Katrina evidenciou a necessidade de um planejamento robusto para a remoção e destinação de grandes volumes de resíduos (Brown, Milke, 2016). Já em L'Aquila, na Itália, a criação de protocolos padronizados foi essencial para lidar com grandes quantidades de detritos em um curto período (Brown et al., 2010).

Além disso, a comunicação de riscos é um fator essencial para educar a população sobre medidas preventivas e ações durante emergências, criando uma cultura de preparação que facilita a gestão eficiente de resíduos. Campanhas educativas e a participação ativa da sociedade fortalecem a resposta aos desastres e minimizam os impactos ambientais e sociais.

Adotar uma abordagem holística, que leve em consideração as especificidades locais e seja adaptável a diferentes circunstâncias, é fundamental para reduzir os impactos negativos imediatos e acelerar a recuperação das áreas afetadas. A colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil, aliada a um planejamento estruturado, é imprescindível para uma gestão de resíduos eficaz e sustentável.

As lições extraídas do Rio Grande do Sul e de desastres globais reforçam a necessidade de investimentos em infraestrutura, práticas avançadas de separação e reciclagem de resíduos. Isso não apenas reduz a quantidade de material enviado a aterros, mas também fortalece a resiliência das comunidades frente a eventos climáticos extremos e outras crises ambientais. Com planejamento adequado, inovação tecnológica e participação ativa da sociedade, é possível transformar desafios em oportunidades para uma gestão de resíduos mais sustentável e eficiente, garantindo um futuro mais seguro e resiliente para as populações vulneráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA BRASIL. **Porto Alegre recolhe 180 mil toneladas de resíduos após enchentes**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-12/porto-alegre-recolhe-180-mil-toneladas-de-residuos-apos-enchentes>>. Acesso em: 11 jun. 2025.
2. ASARI, M.; SAKAI, S.; YOSHIOKA, T.; TOJO, Y.; TASAKI, T.; TAKIGAMI, H.; WATANABE, K. **Strategy for separation and treatment of disaster waste: a manual for earthquake and tsunami disaster waste management in Japan**. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 15, p. 290–299, 2013.
3. BROWN, C. O. **Disaster waste management: a systems approach**. University of Canterbury, 2012.
4. BROWN, C.; MILKE, M. **Recycling disaster waste: feasibility, method and effectiveness**. Resources, Conservation and Recycling, v. 106, p. 21–32, 2016.
5. BROWN et al. **Waste Management, disaster recovery, L'Aquila earthquake, disaster management**. 2010.
6. CEPED/UFSC. **Gestão de risco e de desastres - Contribuições da Psicologia**. Florianópolis: Cabeça ao vento, 2010.
7. CRVR. **Para onde vai o lixo que foi multiplicado pelas enchentes no Rio Grande do Sul?**. Disponível em: <<https://exame.com/negocios/para-onde-vai-o-lixo-que-foi-multiplicado-pelas-enchentes-no-rio-grande-do-sul/>>. Acesso em: 11 fev. 2024.
8. DEFESA CIVIL. **Manual de gestão de risco de desastres**. Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria Estadual de Defesa Civil, 2013.
9. ETI. **Preliminary estimate: cost of damages by Hurricane María in Puerto Rico**. Estudios Tecnicos Inc., 2017.
10. FATIMAH, Y. A.; MURNINIGSIH, R.; SETIAWAN, A.; AMAN, M. **A smart sustainable approach for waste management in post-natural disaster phase**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 674, n. 1, p. 012042, 2019.
11. HERNÁNDEZ-PADILLA, F.; ANGLÉS, M. **Earthquake waste management, is it possible in developing countries? Case study: 2017 Mexico City Seism**. Sustainability, v. 13, n. 5, p. 2431, 2021.

12. KARUNASENA, G.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R.; LILL, I. **Post disaster waste management strategies in developing countries: Case of Sri Lanka**. International Journal of Strategic Property Management, v. 13, n. 2, p. 171–190, 2009.
13. KARUNASENA, G. **Sustainable post-disaster waste management: Construction and demolition debris**. In: Post-Disaster Reconstruction of The Built Environment Rebuilding For Resilience. July 2011. p. 10.1002/9781444344943.ch14.
14. MARTINS, N. F. **Preparação das comunidades para o enfrentamento aos desastres naturais através da percepção de risco**. Revista FLAMMAE, v. 3, n. 08, p. 539–555, 2017.
15. Metrôpoles. **Enchentes deixarão quase 47 milhões de toneladas de lixo no RS**. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/brasil/enchentes-deixarao-quase-47-milhoes-de-toneladas-de-lixo-no-rs>>. Acesso em: 10 fev. 2025.
16. Metrôpoles. **ONU: enchentes no RS produziram mais lixo do que a guerra em Gaza**. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/onu-enchentes-no-rs-produziram-mais-lixo-do-que-a-guerra-em-gaza>. Acesso em: 11 jan. 2025.
17. RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 57.596, de 1º de maio de 2024**. Disponível em: <<https://www.diariooficial.rs.gov.br/materia?id=997980>>. Acesso em: 19 fev. 2025.
18. RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. **Portaria FEPAM Nº 431/2024**. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1An0UP5M-awVM_HHfYXUUpIETAIL0aA/view?usp=sharing>. Acesso em: 19 fev. 2025.
19. RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. **Portaria FEPAM Nº 441/2024**. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/21131559-441-2024-lpials-mineracao-e-revoga-portaria-414-2024.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2025.
20. RIO GRANDE DO SUL. Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul; Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. **Orientações gerais de destinação dos resíduos sólidos no desastre natural: cartilha**. Disponível em: <<https://www.fepam.rs.gov.br/upload/arquivos/202405/17155719-cartilha-destino-resolidos-5-2.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2025.
21. RIO GRANDE DO SUL. **Plano Rio Grande: Programa de Reconstrução, Adaptação e Resiliência Climática do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<https://planoriogrande.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 24 fev. 2025.
22. RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Instrução Normativa Conjunta SEMA-FEPAM Nº 02, de 11 de setembro de 2023**. Disponível em: <<https://www.diariooficial.rs.gov.br/materia?id=901993>>. Acesso em: 19 fev. 2025.
23. SARKAR, B.; AHMED, W. **Impact of carbon emissions in a sustainable supply chain management for a second-generation biofuel**. Journal of Cleaner Production, v. 186, p. 807–820, 2018.
24. UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Inundações no Rio Grande do Sul – Quantificação preliminar de entulho de construção na Bacia do Lago Guaíba**. IPH, 2024. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/iph/inundacoes-no-rio-grande-do-sul-quantificacao-preliminar-de-entulho-de-construcao-na-bacia-do-lago-guaiba/>>. Acesso em: 24 fev. 2025.
25. UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Mapa de Resíduos**. IPH, 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/Mapa-Residuos_traduzido-2.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.
26. UGA COOPERATIVE EXTENSION. **Food Waste Composting: Institutional and Industrial Application**. Disponível em: <<http://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1189&title=Food>>. Acesso em: 20 jan. 2019.
27. Zawawi, E. M. A., Yusof, N. S., & Ismail, Z. (2018). **Adoption of post-disaster waste management plan into disaster management guidelines for Malaysia**. Journal of Material Cycles and Waste Management (internet), 20(1), p. 223–236. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0569-x>.