

Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Passo Fundo: Uma análise sob a ótica de Cidades Inteligentes

Leonardo Fornari Costa

Mestrando em Arquitetura e Urbanismo

Atitus Educação, Brasil

leo.costa0109@gmail.com

ORCID iD: 0000-0002-9522-4781

Lauro André Ribeiro

Professor Doutor em Sistemas Sustentáveis de Energia

Atitus Educação, Brasil

lauro.ribeiro@atitus.edu.br

ORCID iD:0000-0001-8640-3289

Tháisa Leal da Silva

Professora Doutora em Engenharia Eletrotécnica e Computadores

Atitus Educação, Brasil

thaisa.silva@atitus.edu.br

ORCID iD: 0000-0002-5356-3398

Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Passo Fundo: Uma análise sob a ótica de Cidades Inteligentes

RESUMO

Objetivo - Analisar o sistema atual de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) em Passo Fundo/RS, confrontando as diretrizes normativas locais com os indicadores de inteligência urbana e sustentabilidade preconizados pelas normas ABNT NBR ISO 37120 e 37122.

Metodologia - Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. O estudo utiliza o método de estudo de caso para diagnosticar o hiato entre o planejamento histórico municipal e a realidade operacional, comparando-os com modelos de referência nacionais e internacionais sob a ótica da economia circular.

Originalidade/relevância - A pesquisa destaca-se por analisar o descompasso entre a forte expansão imobiliária de um polo regional e a defasagem tecnológica de sua gestão ambiental. O estudo inova ao demonstrar que a mitigação do descarte irregular e a transição do RCD de passivo ambiental para ativo da economia circular dependem da adoção de sistemas de rastreamento digital e governança baseada em dados.

Resultados - Identificou-se um descompasso entre a expansão do mercado imobiliário e os mecanismos de controle de destinação de RCD de Passo Fundo, resultando em mais de 360 pontos de descarte irregular. Os resultados demonstram que a ausência de rastreabilidade digital e de incentivos ao beneficiamento dos resíduos da construção civil inviabilizam a economia circular local, tratando o resíduo predominantemente como passivo para aterro, em contraste com modelos que comprovam a viabilidade econômica e social da correta destinação e gestão desses resíduos.

Contribuições teóricas/metodológicas - O estudo contribui ao relacionar a gestão de RCD aos conceitos de cidades inteligentes apresentados pelas normas ABNT NBR ISO 37120 e 37122. Metodologicamente, a pesquisa oferece um estudo de caso descritivo que analisa normativas municipais e federais, avaliando dados locais e evidenciando a lacuna existente entre a legislação vigente e as práticas adotadas pelos agentes. Essa abordagem serve como base referencial para futuras análises sobre os desafios da rastreabilidade de resíduos em polos regionais em expansão.

Contribuições sociais e ambientais - Socialmente, o estudo indica estratégias para a redução do impacto ambiental em bairros periféricos e áreas vulneráveis atingidas por descartes clandestinos. Ambientalmente, promove a preservação de recursos naturais ao fundamentar a reinserção técnica dos resíduos na cadeia produtiva, alinhando o município às metas globais da Agenda 2030.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Construção e Demolição. Cidades Inteligentes. Gestão de resíduos.

Construction and Demolition Waste Management in Passo Fundo: An analysis from the perspective of Smart Cities

ABSTRACT

Objective - To analyze the current construction and demolition waste (CDW) management system in Passo Fundo/RS, contrasting local normative guidelines with the urban intelligence and sustainability indicators advocated by the ABNT NBR ISO 37120 and 37122 standards.

Methodology - This is a qualitative, exploratory, and descriptive research, based on a literature review and documentary analysis. The study uses the case study method to diagnose the gap between municipal historical planning and operational reality, comparing them with national and international reference models from the perspective of the circular economy.

Originality/relevance - The research stands out for exposing the discrepancy between the strong real estate expansion of a regional hub and the technological lag of its environmental management. The study innovates by demonstrating that mitigating irregular disposal and transitioning CDW from an environmental liability to a circular economy asset depend on the adoption of digital tracking systems and data-driven governance. **Results** - A discrepancy was identified between the expansion of the real estate market and the CDW disposal control mechanisms in Passo Fundo, resulting in more than 360 irregular disposal sites. The results demonstrate that the absence of digital traceability and incentives for processing construction waste make the local circular economy

unfeasible, treating the waste predominantly as a liability for landfills, in contrast to models that prove the economic and social viability of the correct disposal and management of such waste.

Theoretical/methodological contributions - The study contributes by relating CDW management to the concepts of smart cities presented in the ABNT NBR ISO 37120 and 37122 standards. Methodologically, the research offers a descriptive case study that analyzes municipal and federal regulations, evaluating local data and highlighting the gap between current legislation and the practices adopted by the agents. This approach serves as a reference basis for future analyses of the challenges of waste traceability in expanding regional hubs.

Social and environmental contributions - Socially, the study indicates strategies to reduce the environmental impact in peripheral neighborhoods and vulnerable areas affected by clandestine dumping. Environmentally, it promotes the preservation of natural resources by supporting the technical reinsertion of waste into the production chain, aligning the municipality with the global goals of the 2030 Agenda.

KEYWORDS: Construction and Demolition Waste. Smart Cities. Waste management.

Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en Passo Fundo: Un análisis desde la perspectiva de las Ciudades Inteligentes

RESUMEN

Objetivo - Analizar el sistema actual de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Passo Fundo/RS, confrontando las directrices normativas locales con los indicadores de inteligencia urbana y sostenibilidad preconizados por las normas ABNT NBR ISO 37120 y 37122.

Metodología - Se trata de una investigación cualitativa, de carácter exploratorio y descriptivo, fundamentada en revisión bibliográfica y análisis documental. El estudio utiliza el método de estudio de caso para diagnosticar la brecha entre la planificación histórica municipal y la realidad operativa, comparándolos con modelos de referencia nacionales e internacionales desde la perspectiva de la economía circular.

Originalidad/relevancia - La investigación se destaca por exponer el desfase entre la fuerte expansión inmobiliaria de un polo regional y el rezago tecnológico de su gestión ambiental. El estudio innova al demostrar que la mitigación del vertido irregular y la transición del RCD de pasivo ambiental a activo de la economía circular dependen de la adopción de sistemas de rastreo digital y gobernanza basada en datos.

Resultados - Se identificó un desfase entre la expansión del mercado inmobiliario y los mecanismos de control de destino de RCD de Passo Fundo, resultando en más de 360 puntos de vertido irregular. Los resultados demuestran que la falta de trazabilidad digital y de incentivos para el procesamiento de los residuos de la construcción civil inviabilizan la economía circular local, tratando el residuo predominantemente como pasivo para vertedero, en contraste con modelos que comprueban la viabilidad económica y social del correcto destino y gestión de estos residuos.

Contribuciones teóricas/metodológicas - El estudio contribuye a la investigación al relacionar la gestión de residuos de construcción y demolición con los conceptos de ciudades inteligentes presentados en las normas ABNT NBR ISO 37120 y 37122. Metodológicamente, la investigación ofrece un estudio de caso descriptivo que analiza normativas municipales y federales, evaluando datos locales y evidenciando la brecha existente entre la legislación vigente y las prácticas adoptadas por los agentes. Este enfoque sirve como base de referencia para futuros análisis sobre los desafíos de la trazabilidad de residuos en polos regionales en expansión.

Contribuciones sociales y ambientales - Socialmente, el estudio indica estrategias para la reducción del impacto ambiental en barrios periféricos y áreas vulnerables afectadas por vertidos clandestinos. Ambientalmente, promueve la preservación de recursos naturales al fundamentar la reinsertión técnica de los residuos en la cadena productiva, alineando al municipio con las metas globales de la Agenda 2030.

PALABRAS CLAVE: Residuos de Construcción y Demolición. Ciudades Inteligentes. Gestión de residuos.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano de Passo Fundo nas últimas décadas consolidou o município como um importante polo econômico e de serviços no interior do Rio Grande do Sul. Essa posição de destaque atraiu investimentos no setor da construção civil que resultaram em um processo de verticalização intenso e em uma expansão perimetral acelerada da malha urbana. O mercado imobiliário local movimentou parte elevada do PIB do município e transforma constantemente a paisagem da cidade com novos empreendimentos residenciais e comerciais de grande porte. Este cenário é corroborado por dados recentes que indicam que o município encerrou o ano de 2025 com um crescimento econômico consolidado, impulsionado pela atração de novas empresas e pela manutenção de índices positivos na geração de empregos (PMMPF, 2026).

A força do setor imobiliário é tão expressiva que o valor do metro quadrado em Passo Fundo já supera o de capitais, com valor médio entre 9 e 10 mil reais (Uirapuru, 2026), consolidando a cidade como um dos principais polos da construção civil no estado e refletindo a alta demanda por novos espaços urbanos (Uirapuru, 2026). No entanto, essa dinâmica de crescimento acelerado gera uma pressão ambiental proporcional ao volume de obras executadas. Em 2022, 14% da geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) aconteceu na região sul, o equivalente a 6,3 milhões de toneladas, concentradas especialmente nos municípios de maior expansão imobiliária (Abrema, 2023). O aumento da atividade construtiva estimula uma elevação na geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, tanto pela intensificação do número de obras quanto pelo aumento das demolições.

Nesse panorama, surge a necessidade fundamental do gerenciamento e da gestão de RCD. A Resolução 307/2002 do CONAMA estabelece a definição desse conceito como:

[...] é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002, p. 2).

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Passo Fundo, instituído em 2016, consolidou a normatização municipal do setor, fundamentando-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e nas definições da Resolução nº 307/2002 do CONAMA. O documento estabelece que a responsabilidade técnica e financeira pelo gerenciamento dos RCD é integralmente do gerador, seja ele construtora ou proprietário. Para assegurar o controle urbanístico, o plano vinculou a gestão de resíduos ao licenciamento de obras, tornando a aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMA) uma condição obrigatória para a obtenção do Alvará de Construção e, posteriormente, do Habite-se (Passo Fundo, 2016).

Operacionalmente, o PMGIRS exige a segregação dos materiais na fonte conforme a classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002 (Classes A, B, C e D), proibindo a mistura do entulho com resíduos orgânicos ou perigosos (Brasil, 2002). Além da triagem no canteiro, o plano sugere uma expansão dos sistemas de monitoramento das zonas de descarte de RCD, ampliando o contexto tecnológico do tema. Além da abordagem institucional, o município já contou com movimentos importantes para organizar esse setor, como a proposta de gestão de resíduos da

construção civil para Passo Fundo desenvolvida por Karpinski (2007). Embora o trabalho tenha estabelecido diretrizes e diagnósticos necessários para a época, o cenário urbano atual exige uma revisão dessas estratégias diante do compromisso global com o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a Agenda 2030 aparece como uma das referências na reestruturação das políticas públicas municipais, visando alinhar o desenvolvimento local às metas globais de sustentabilidade.

A Agenda 2030 constitui um plano de ação global, ratificado por 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), que estabelece um roteiro para o desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica, social e ambiental (ONU Brasil, 2015). No centro desse compromisso estão os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), compostos por 169 metas que visam orientar as políticas públicas e as estratégias corporativas até o ano de 2030. O impacto das ODS reside na criação de uma estrutura de monitoramento universal, que permite aos municípios alinhar suas realidades locais a padrões globais de eficiência, promovendo a preservação de recursos naturais diante do crescimento acelerado das cidades.

O gerenciamento inadequado do entulho em uma cidade com o volume construtivo de Passo Fundo reflete diretamente no descumprimento de metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que busca tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (ONU Brasil, 2015), especialmente em metas específicas como a de reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestado atenção a gestão de resíduos municipais. A persistência de pontos de descarte irregular em áreas urbanas evidencia que o crescimento econômico do setor imobiliário ainda não está plenamente alinhado com a preservação ambiental e com a eficiência logística necessária para uma ocupação urbana equilibrada.

Como ferramentas para a mensuração e normatização de dados, surgem as normas ABNT NBR ISO 37120 Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida (Abnt, 2021) e a NBR ISO 37122 Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes (Abnt, 2020) desenvolvidas pela *International Organization for Standardization (ISO)* para orientar a mensuração de serviços urbanos e indicadores de cidades sustentáveis, inteligentes e resilientes. Ambas estão entre as principais bases internacionais para a padronização de indicadores de desempenho urbano, permitindo que cidades de diferentes portes e contextos sejam analisadas sob métricas de sustentabilidade e eficiência. A ISO 37120 estabelece indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida, enquanto a ISO 37122 complementa essa base com métricas específicas para Cidades Inteligentes (Smart Cities), com foco no uso de tecnologia e dados para otimizar a gestão. Apesar de os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) não estarem presentes nas normas de forma individualizada, os dados são relevantes, dada a alta porcentagem de RCD nos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de Passo Fundo (Hegel e Cornelio, 2013).

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o atual sistema de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) em Passo Fundo/RS, confrontando as diretrizes locais com os indicadores de inteligência urbana e sustentabilidade propostos pelas normas ABNT NBR ISO 37120 (Abnt, 2021) e NBR ISO 37122 (Abnt, 2020).

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, utilizando os procedimentos de revisão bibliográfica e análise documental. A investigação foi estruturada em três etapas principais. A primeira consistiu no levantamento bibliográfico e documental realizado nos portais de periódicos e bases de dados Google Acadêmico e na plataforma Scielo, abrangendo o período entre 2007 e 2026. A busca foi conduzida por meio de termos-chave como "resíduos da construção civil Passo Fundo", "RCD e cidades inteligentes" e "sustentabilidade urbana". O foco inicial foi a identificação de trabalhos regionais que considerassem o contexto de Passo Fundo na gestão dos RCD. Na análise, temos como documentos centrais a proposta de gestão de Karpinski (2007) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da Prefeitura Municipal de Passo Fundo (2016).

A segunda etapa aprofundou a análise documental ao utilizar as normas ABNT NBR ISO 37120 e 37122 como parâmetros técnicos de avaliação. Diferentes de uma análise puramente descritiva, estas normas foram aplicadas como métricas para verificar a eficiência da governança local. Foram selecionados indicadores específicos de desempenho, como o indicador de "percentual de resíduos da construção e demolição reciclados" (NBR ISO 37120, item 6.3 da Norma) e o indicador referente a "existência de sistemas de monitoramento digital para resíduos" (NBR ISO 37122, item 15.1 da Norma). Essa abordagem permitiu confrontar os dados secundários obtidos nos relatórios municipais e no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) com padrões internacionais de cidades inteligentes, evidenciando o nível de maturidade tecnológica e operacional da gestão em Passo Fundo.

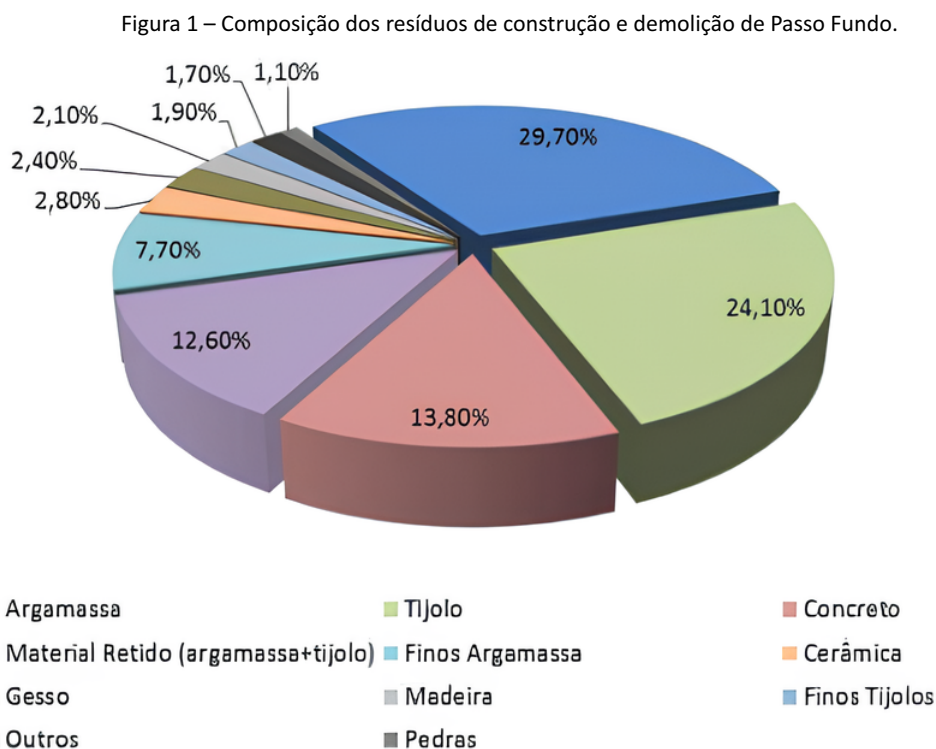
Ainda, realizou-se uma análise comparativa, na qual o cenário diagnosticado no município foi confrontado com as diretrizes da Agenda 2030. A análise focou especificamente no cumprimento da Meta 11.6, que exige a redução do impacto ambiental negativo das cidades através da gestão de resíduos. Foram analisadas abordagens nacionais e internacionais vinculadas às metas citadas, trazendo as inovações para o contexto do município de Passo Fundo. Finalmente, os resultados foram compilados e a análise foi realizada respeitando o contexto histórico da gestão de RCD no município.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização do RCD no cenário urbano de Passo Fundo

A análise técnica da composição dos resíduos sólidos urbanos em Passo Fundo revela a influência dos RCD no impacto ambiental municipal (Hegel e Cornélio, 2013). O aumento considerável das obras de construção civil e a expansão econômica municipal geram um reflexo direto com picos de geração de RCD, que acompanham os ciclos de investimentos imobiliários (PMPF, 2016). Em cidades com perfil de expansão urbana, como o de Passo Fundo, onde o metro quadrado atingiu patamares de valorização histórica em 2026 (Uirapuru, 2026), o entulho deixa de ser um resíduo ocasional. Cerca de 45 milhões de toneladas de RCD foram gerados no Brasil em 2022 (Abrema, 2023), e analisando-se os dados coletados, verifica-se que do total de resíduos sólidos urbanos coletados por habitante, os resíduos de RCD correspondem à aproximadamente 62,61% (Abrelpe, 2014) desse valor.

O diagnóstico gravimétrico¹ local aponta que a maior parte deste volume é composta por materiais de Classe A, segundo a classificação da Resolução 307/2002 do CONAMA (Brasil, 2002), compostos por tijolos, argamassas, pedaços de concreto e similares. A Figura 1 mostra a composição dos RCD em Passo Fundo e, apesar de se tratar de dados relativamente antigos, os métodos construtivos se mantiveram praticamente inalterados, de forma que apenas a quantidade total de RCD vem aumentando, mas suas proporções seguem semelhantes às apresentadas.



Fonte: PMSB (2014)

Enquanto, em 2007, as reutilizações de RCD na própria cadeia produtiva da construção civil eram algo muito recente, atualmente, estudos demonstram uma ampla gama de utilizações possíveis para materiais desse tipo. Especialmente ao falar dos resíduos de Classe A, podemos observar os estudos de Yang et al. (2023), que comprovam a viabilidade do uso de agregados reciclados na pavimentação de estradas secundárias. Nesse contexto, o RCD deixa de ser um passivo para se tornar um material que pode ser adicionado às bases rodoviárias, reduzindo a deflexão da base em 10,5% e atendendo aos requisitos técnicos de construção (Yang et al., 2023).

No entanto, o crescimento acelerado da verticalização urbana, sem um plano de triagem na fonte, resulta em uma mistura de materiais que inviabiliza o reaproveitamento imediato, transformando recursos valiosos em passivos ambientais. É o caso de Passo Fundo, onde o levantamento de Hegel e Cornélio (2013) demonstrou que a maioria dos focos de deposição irregular apresenta uma mistura heterogênea de materiais, revelando que 61,4% dos descartes clandestinos contêm resíduos da construção civil mesclados a resíduos sólidos urbanos convencionais e volumosos. Na Figura 2, observa-se o mapa com a distribuição dos

¹ Diagnóstico Gravimétrico - determinação da composição percentual de cada componente residual em relação ao peso total.

pontos de acúmulo de RCD em Passo Fundo.

Figura 2 - Depósitos irregulares de resíduos sólidos urbanos (em vermelho) no município de Passo Fundo.



Fonte: Hegel e Cornélio (2013).

Esta ausência de segregação prévia é o que impossibilita a reciclagem em escala industrial, pois, como apontam Lins et al. (2022), a falta de separação dos resíduos na fonte geradora compromete o beneficiamento, uma vez que a mistura de diferentes classes inviabiliza tecnicamente a produção de agregados reciclados de qualidade. Assim, o cenário de Passo Fundo confirma que o problema do RCD no município não se resume ao seu volume crescente, mas à incapacidade logística de manter a pureza dos materiais de Classe A desde o canteiro até sua destinação final, perpetuando um modelo de gestão que prioriza o aterro em detrimento da economia circular.

3.2 Panorama histórico

Um marco relevante na legislação de Passo Fundo foi a promulgação da Lei Ordinária nº 5.102/2014 (Passo Fundo, 2014), que dispõe especificamente sobre o aproveitamento, a reciclagem e o processamento de entulho. Esta lei estabeleceu diretrizes para que o município pudesse transformar o RCD de Classe A em agregados para uso em obras públicas, como sub-bases de pavimentação e conservação de estradas vicinais. A legislação de 2014 já vislumbrava a necessidade de descentralizar o recebimento dos resíduos e incentivar a criação de usinas de beneficiamento de RCD.

Em 2016, houve a publicação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), o qual ratificou a obrigatoriedade do PGRCC para a concessão de alvarás, e trouxe um diagnóstico de alerta sobre o colapso logístico do município. Na época do estudo de Karpinski (2007), o descarte de RCD era realizado no aterro da pedreira, porém de forma provisória e tecnicamente precária, funcionando mais como um paliativo do que como uma solução, uma vez que a área nunca esteve aprovada como passível de destinação de RCD. O aterro foi interditado na segunda quinzena de julho de 2013 pelo Ministério Público devido às restrições ambientais da área (PMPF, 2016), o que, em conjunto com a falta de fiscalização de campo, levou o município a depender exclusivamente de aterros de inertes privados. Esse cenário evidencia que, embora a norma estivesse escrita, a infraestrutura pública não acompanhou a demanda crescente de RCD.

Enquanto em Passo Fundo Karpinski (2007) discutiu as dificuldades de implantar uma cultura de canteiro sustentável na região, que na época, era tratado como uma questão muito inicial e de difícil aplicação, iniciativas internacionais caminhavam em outro sentido. Modelos internacionais de sucesso adotam o princípio do incentivo econômico por meio da segregação na fonte. Nesses sistemas, os geradores de resíduos são os responsáveis diretos pela separação prévia dos materiais, o que facilita significativamente o processamento técnico nas usinas de reciclagem. O mecanismo de controle é financeiro, em que as usinas aplicam taxas de recepção substancialmente menores para resíduos já segregados, enquanto o descarte de materiais mistos e contaminados possui um custo muito elevado, transferindo ao gerador o ônus de pagar pelo serviço de triagem mecanizada que o local de destino terá de realizar, ou pelo menos, a separação de materiais inertes e não inertes (Yuan, 2013). Essa dinâmica cria um incentivo claro para que a separação ocorra ainda no canteiro de obras, e se bem aplicada ao contexto de Passo Fundo, juntamente com outras dinâmicas nacionais e internacionais, pode ocasionar numa gestão mais eficiente, alinhada com a Lei Ordinária nº 5.102/2014 (Passo Fundo, 2014) e com parâmetros nacionais como a Resolução nº 307/2002 do CONAMA (Brasil, 2002).

Ainda, é importante perceber a lacuna persistente no incentivo ao beneficiamento e reuso, defendidos por Karpinski (2007) como a reinserção do resíduo no ciclo produtivo via usinas de britagem. Embora o PMGIRS de Passo Fundo do ano de 2016 tenha ratificado a urgência de parcerias para a produção de agregados reciclados, a prática municipal ainda prioriza o aterro de inertes, desperdiçando o potencial de economia circular imaginado. Essa limitação é também causada pelo alto investimento para ingressar nesse tipo de indústria.

Essa estagnação é retroalimentada pela persistência de métodos construtivos artesanais e pela baixa industrialização, fatores que, diante de um avanço imobiliário sem precedentes, demonstram que a educação ambiental isolada e a conscientização dos agentes ainda são insuficientes para conter o desperdício elevado e a mistura de materiais na fonte.

3.3 Passo Fundo no contexto de Cidades Inteligentes e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

A análise da gestão dos RCD de Passo Fundo deve ser fundamentada em indicadores que reflitam práticas de gestão alinhadas a padrões internacionais de sustentabilidade e qualidade de vida. Para isso, este estudo utiliza princípios e métricas baseados nas normas ABNT NBR ISO 37120 e NBR ISO 37122, que orientam a mensuração de serviços urbanos para cidades

sustentáveis, inteligentes e resilientes. A utilização de indicadores baseados nessas normativas, cruzados com dados de órgãos como o IBGE e o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), proporciona consistência metodológica, permitindo analisar o desempenho do município de forma técnica e padronizada em relação a parâmetros globais, uma vez que os indicadores são instrumentos de gestão para o acompanhamento e o monitoramento das ações relacionadas à gestão de resíduos (Lins et al., 2022).

No contexto da NBR ISO 37120, o indicador que mede a "Porcentagem de resíduos sólidos urbanos da cidade que são reciclados" torna-se o ponto crítico para a realidade passo-fundense, que atualmente recicla apenas 6% dos resíduos sólidos produzidos no município (GZH, 2025). Visto que os resíduos da construção civil (RCD) correspondem a pelo menos metade de todo o resíduo gerado no município (Karpinski, 2007), a eficiência da gestão urbana de RCD só pode ser validada se o entulho de obras for considerado nessa análise. Sem a integração do RCD às métricas de reciclagem, os dados coletados por sistemas nacionais, como o SNIS, acabam por oferecer uma visão incompleta da sustentabilidade municipal, ignorando boa parte do volume de passivo ambiental gerado pela cidade.

Embora o município de Passo Fundo tenha instituído o cadastro de caçambeiros, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) admite que a falta de um sistema de monitoramento digital impede a verificação efetiva da trajetória do resíduo, restando uma lacuna entre o que sai do canteiro de obras e o que efetivamente chega ao aterro licenciado (PMPF, 2016).

Um caso nacional de resposta a essa dificuldade operacional, é trazido pelo município de Uberlândia-MG que apresenta um modelo de referência através da implementação do aplicativo "Coletas Online" (Freitas et al., 2022). Esse sistema eletrônico promove a rastreabilidade dos resíduos volumosos e da construção civil, permitindo que todos os envolvidos no processo logístico registrem e acompanhem cada etapa em tempo real, incluindo coleta, transporte e destinação.

Apesar de ser um município de porte maior que Passo Fundo, a experiência de Uberlândia demonstra que o uso de ferramentas digitais de georreferenciamento e controle de carga pode auxiliar no gargalo da fiscalização de campo, que em cidades como Passo Fundo ainda é majoritariamente manual e reativa. Ao digitalizar o processo, o poder público consegue validar os dados de recuperação de resíduos previstos nas normas ISO 37120 e 37122, fundamentais para a melhoria dos indicadores urbanos. Enquanto Passo Fundo ainda luta contra a manutenção de 360 pontos de descarte irregular devido a fatores logísticos e à falta de rastreabilidade do sistema atual, a adoção de tecnologias de controle permitiria identificar desvios de rota de forma instantânea e aplicar penalidades automáticas.

A deficiência no controle tecnológico reflete-se diretamente no descumprimento parcial de metas do ODS 11, evidenciando uma falha na promoção de cidades sustentáveis e no consumo responsável. Uma evidência desta ineficiência é apresentada no levantamento de Hegel e Cornélio (2013), que mapeou 360 pontos de descarte irregular em Passo Fundo e identificou que 61,4% desses pontos continham resíduos da construção civil. É importante destacar que a distribuição desses depósitos clandestinos não ocorre de forma homogênea pela malha urbana; pelo contrário, 92,5% deles estão localizados em terrenos baldios e margens de recursos hídricos situados em áreas periféricas e distantes do centro. Este cenário revela uma clara segregação socioambiental, em que as populações de menor renda e residentes em bairros

afastados sofrem mais intensamente com a degradação do entorno.

Conforme observado por Karpinski (2007), a deposição irregular nessas zonas costuma ser fruto de processos de autoconstrução e pequenas reformas, nos quais o cidadão, carente de recursos para a locação de caçambas particulares, acaba recorrendo ao descarte de proximidade em áreas não licenciadas. Nesse sentido, o modelo de governança atual tem falhado não apenas na fiscalização preditiva, mas também na justiça social, ao não oferecer alternativas logísticas acessíveis para as periferias. Como solução para esses pequenos descartes, a autora propôs a criação de uma rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário (ATT) para pequenos volumes, visando facilitar o descarte para quem não pode contratar caçambas (Karpinski, 2007). O município avançou com uma ação similar à proposta na implementação dos Ecopontos, baseados na Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010) sendo esses pontos de descarte desses resíduos de forma gratuita, desde que respeitando o limite de 0,1m³/dia por habitante, democratizando o acesso. Porém, a própria PMPF (2016) a partir de seu PMGIRS aponta que a distribuição geográfica dessas unidades ainda é insuficiente para a atual mancha urbana de Passo Fundo, de forma que os descartes irregulares persistem.

Além do dinamismo do mercado imobiliário privado, o setor público municipal de Passo Fundo atravessa um período de expansão infraestrutural, evidenciado pelo lançamento em 2026 do maior pacote de investimentos da história da cidade, com obras previstas para todas as regiões urbanas (PMPF, 2025). Essa escala de intervenções públicas pode elevar a geração de RCD, exigindo uma logística de destinação que o município ainda não operacionalizou de forma autônoma. Historicamente, até a interdição ocorrida em 2013, a área da pedreira municipal servia como o principal destino desses materiais, recebendo de forma indiscriminada desde entulho de obras até restos de poda e resíduos inertes. No cenário atual, a ausência de um sistema público estruturado para a triagem e o beneficiamento desses materiais cria uma vulnerabilidade na gestão urbana, uma vez que sem uma infraestrutura própria de processamento, o poder público torna-se dependente da iniciativa privada para o descarte de seus próprios resíduos. Esse cenário reforça o hiato entre a aceleração das obras civis e a estagnação da inteligência logística, deixando o município refém de aterros privados e distanciando a gestão municipal da autossuficiência prevista nas metas de sustentabilidade urbana.

O setor privado de Passo Fundo conta, desde 2015, com uma empresa corretamente licenciada para a triagem e o beneficiamento de resíduos da construção civil, conforme a PMPF (2016) em seu PMGIRS de 2016. Como pioneira no cenário local, a empresa adota a filosofia dos 5Rs (Recusar, Reduzir, Reutilizar, Recuperar e Reciclar), utilizando processos de britagem para converter passivos ambientais em agregados reciclados, como areia, brita e pedrisco. Essa operação é juridicamente sustentada pelo Artigo 3º da Lei Municipal nº 5.102/2014 (Passo Fundo, 2014), que autoriza o processamento de resíduos provenientes de outros municípios, o que confere a Passo Fundo um papel estratégico como polo regional de reciclagem. No entanto, esse pioneirismo evidencia um cenário crítico de monopólio operacional. A ausência de infraestrutura pública ou de outras usinas licenciadas cria uma dependência direta do município e do setor da construção civil para com uma única entidade privada. Essa concentração de mercado, embora técnica e legalmente correta, revela uma certa fragilidade da gestão municipal, que permanece refém de uma única solução privada para o escoamento de seus resíduos de construção civil, expondo um problema que impede a autonomia plena da cidade frente às

metas de sustentabilidade.

3.4 A estruturação de um ecossistema integrado e a economia circular de RCD

Experiências internacionais na estruturação de um sistema logístico para esses rejeitos, como a de Hong Kong, demonstram que a implementação de regulamentações rigorosas de controle logístico que priorizam a rastreabilidade obrigatória do RCD e sistemas de tarifação em vez de sanções puramente reativas é capaz de transformar a prática operacional dos canteiros de obras. Nesses modelos, a segregação na fonte deixa de ser vista apenas como um custo adicional de mão de obra e passa a ser impulsionada pela existência de um mercado consolidado para materiais recicláveis e pela consciência dos benefícios ambientais envolvidos (Yuan et al., 2013).

O estudo de Yuan et al. (2013) revela que, com a evolução das normativas, que migraram da simples lógica de disposição final para a exigência de triagem obrigatória ainda na fase de projeto, a resistência inicial dos empreiteiros em realizar a triagem no local foi superada, uma vez que a separação prévia entre materiais inertes e não inertes se torna um requisito técnico indispensável para viabilizar a recuperação de materiais e a redução do volume enviado aos aterros, segundo a Resolução nº 307/2002 do CONAMA (Brasil, 2002). Portanto, a escolha parece alinhada com os preceitos básicos na redução de resíduos, diminuindo o consumo de materiais e adequando a cultura das empresas para uma mentalidade de educação ambiental.

Nesse sentido, a viabilidade do sistema depende de um ponto de ação coordenado em que o gerador assume o compromisso técnico com a não contaminação do material. O transportador, por sua vez, opera sob sistemas de rastreabilidade que garantam a entrega no destino licenciado. Por fim, o poder público atua como o agente regulador e facilitador da infraestrutura (Karpinski, 2007). É necessário observar a gestão dos resíduos em todos os momentos da cadeia produtiva.

O poder público municipal, no centro da cadeia, acaba por assumir o papel central regulatório, especialmente visando a eliminação dos descartes irregulares na cidade, facilitando o acesso aos pontos de coleta públicos. A viabilidade econômica desse ecossistema encontra respaldo no modelo de dinâmica de sistemas aplicado em Guangzhou, que aponta o papel crucial de incentivos fiscais e desonerações tributárias para elevar o Retorno sobre o Investimento (ROI) das usinas de reciclagem, incentivando o controle de custos e a adoção de novas tecnologias (Liu et al., 2021).

Percebe-se o potencial de Passo Fundo em se consolidar como um polo regional de economia circular, onde o poder público promova a união entre a academia, as cooperativas de triagem e a iniciativa privada, aproveitando estruturas já existentes como a da empresa que já realiza o trabalho de recolhimento e reciclagem de RCD em Passo Fundo e reforçando a integração dos agentes. A modernização integrada permitirá a rastreabilidade do resíduo, desde o alvará da obra até o destino final em aplicações como pavimentação e sub-bases de calçadas, melhorando os indicadores urbanos relacionados a gestão de resíduos, e possibilitando uma maior sustentabilidade urbana, necessária para o futuro de Passo Fundo.

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o sistema de gestão de resíduos

sólidos da construção civil em Passo Fundo/RS, confrontando as diretrizes municipais com os indicadores de inteligência urbana e sustentabilidade das normas ABNT NBR ISO 37120 e 37122. Inicialmente, o cenário revela que Passo Fundo atingiu um patamar de polo regional da construção civil, com um mercado imobiliário em plena expansão, mas a maturidade da gestão de resíduos demonstra pouca evolução nos últimos anos. Problemas identificados, como deposições irregulares e falta de fiscalização municipal acabam prejudicando a cadeia logística do RCD.

Essa defasagem fica clara ao analisar a "porcentagem de resíduos sólidos reciclados", indicador fundamental estabelecido pela norma ABNT NBR ISO 37120. Sob essa ótica, constata-se que Passo Fundo recicla apenas 6% do total de seus resíduos sólidos urbanos. Considerando que os RCD representam mais da metade dos resíduos urbanos gerados em Passo Fundo, isso evidencia um gargalo logístico para a construção civil local, demonstrando que o potencial de circularidade desses materiais ainda é subutilizado. Nesse contexto, embora o município tenha instituído o cadastro de caçambeiros (trabalhadores ou empresas especializadas no transporte, coleta e descarte de RCD), a falta de um sistema de monitoramento digital limita o conhecimento se, de fato, os resíduos que saem da obra chegam ao aterro licenciado, e dessa forma os pontos de descarte irregular mapeados se mantêm e há uma mensuração abaixo do volume real de RCD gerado no município.

Para reverter esse cenário e buscar o alinhamento com as diretrizes da ABNT NBR ISO 37122, que estabelece as métricas para cidades inteligentes, torna-se necessária uma expansão tecnológica na gestão pública. Por isso, percebe-se a necessidade da implementação de sistemas de controle tecnológico no auxílio da gestão dos RCD. Essa fiscalização é importante para evitar o descarte clandestino através de um cadastramento rigoroso e controle de fluxo. Para que a inteligência urbana seja efetiva em Passo Fundo, é necessário que o município utilize sistemas de georreferenciamento e monitoramento que permitam antecipar esses descartes e democratizar o acesso aos ecopontos.

Essa transição para uma cidade mais sustentável e inteligente, conforme preconizado pela NBR ISO 37122, exige que a gestão municipal migre para uma governança baseada em evidências e monitoramento digital. Na prática, essa transição exige uma governança baseada em análise de dados e monitoramento digital, ferramentas indispensáveis para rastrear o ciclo de vida do RCD em tempo real e integrar, de forma eficiente, a geração nos canteiros de obras à capacidade de beneficiamento das usinas recicladoras. A norma enfatiza a necessidade de dados em tempo real, de forma que se saiba o destino de cada caçamba de entulho, conforme exemplificado pelo modelo de rastreamento digital de Uberlândia.

Em última análise, somente ao alinhar a gestão de RCD com as metas de sustentabilidade globais, o resíduo de construção deixará de ser um problema para a cidade para se tornar um ativo estratégico da economia circular, protegendo o ecossistema urbano e possibilitando um desenvolvimento mais sustentável para Passo Fundo.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37122**: Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120**: Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABREMA, 2023. 51 p.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 95-96, 17 jul. 2002.

FREITAS, F. M. de; CASTRO, L.M; BERNARDES M.B.J.. **A gestão de resíduos da construção civil em Uberlândia-MG**: Algumas reflexões sobre o uso do aplicativo coletas online. Revista eletrônica da associação dos geógrafos brasileiros seção três lagoas - v. 1, nº 36, 2022.

GZH. **Passo Fundo recicla 6% do lixo produzido na cidade; 4% ocorre nas cooperativas**. GZH Passo Fundo, jan. 2025. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/passo-fundo/geral/noticia/2025/01/passo-fundo-recicla-6-do-lixo-produzido-na-cidade-4-ocorre-nas-cooperativas-cm6b3mzwq02aq017qbud1xa2y.html>. Acesso em: 19 mar. 2026.

HEGEL, R. G.; CORNÉLIO, A. A. **Resíduos sólidos urbanos: descartes irregulares em Passo Fundo/RS**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, n. 2, p. 147-172, dez. 2013.

KARPINSKI, L. A. **Proposta de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Programa de pós graduação em engenharia, Passo Fundo, 2007.

LINS, E. A. M.; SILVA, G. D.; SOUSA, W. S.; MELO, D. C. P.; PAZ, D. H. F.. **Análise da gestão de resíduos da construção civil utilizando indicadores ambientais: estudo de caso**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.7, p.153-163, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.007.0012>

LIU, J., LIU, Y. & WANG, X. **An environmental assessment model of construction and demolition waste based on system dynamics: a case study in Guangzhou**. *Environ Sci Pollut Res* (2020). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07107-5>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11: Cidades e comunidades sustentáveis**. Brasília, DF: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 19 mar. 2026.

PASSO FUNDO. **Lei Ordinária nº 5.102, de 5 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre o aproveitamento, reciclagem e processamento de entulho e estabelece diretrizes para o gerenciamento de resíduos oriundos da construção civil no Município de Passo Fundo. Passo Fundo, RS: Câmara Municipal, 2014. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/passo-fundo/lei-ordinaria/2014/510/5102/lei-ordinaria-n-5102-2014-dispoe-sobre-o-aproveitamento-reciclagem-e-processamento-de-entulho>. Acesso em: 10 mar. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO (PMPF). **Ecoponto**. Passo Fundo. Disponível em: <https://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria-de-meio-ambiente/ecoponto/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Passo Fundo encerra 2025 com crescimento econômico consolidado**. Passo Fundo, 5 jan. 2026. Disponível em: <https://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria-de-desenvolvimento-economico/2026/01/05/passo-fundo-encerra-2025-com-crescimento-economico-consolidado/>. Acesso em: 19 fev. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS) - Município de Passo Fundo – RS**. Passo Fundo, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. **Prefeito Pedro lança maior pacote de investimentos da história de Passo Fundo com obras em todas as regiões da cidade**. Passo Fundo: PMPF, nov. 2025. Disponível em: <https://www.pmpf.rs.gov.br/2025/11/prefeito-pedro-lanca-maior-pacote-de-investimentos-da-historia-de-passo-fundo-com-obras-em-todas-as-regioes-da-cidade/>. Acesso em: 19 mar. 2026

RÁDIO UIRAPURU. **Com valor do metro quadrado acima da capital, Passo Fundo se consolida como polo da construção civil.** Passo Fundo, 21 maio 2024. Disponível em: <https://rduirapuru.com.br/com-valor-do-metro-quadrado-acima-da-capital-passo-fundo-se-consolida-como-polo-da-construcao-civil/>. Acesso em 15/02/2026.

RÁDIO UIRAPURU. **Crescimento imobiliário mantém aluguéis em alta em Passo Fundo.** Passo Fundo, 20 de janeiro de 2026. Disponível em: <https://rduirapuru.com.br/crescimento-imobiliario-mantem-alugueis-em-alta-em-passo-fundo/>. Acesso em 18/03/2026.

YANG, S.; YANG, Z.; CHEN, K.; ZHANG, L.; CHU, J.. **Using case study on the performance of rural cement stabilizing construction waste recycling road base.** Construction and Building Materials, Volume 405, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133351>.

YUAN, H; LU, W.; HAO, J.H.. **The evolution of construction waste sorting on-site.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 20, 2013, Pages 483-490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.012>