

Coleta seletiva como estratégia de sustentabilidade urbana: diagnóstico gravimétrico e proposição de cenários para Pau dos Ferros-RN

RESUMO

Este estudo teve como objetivo mapear e caracterizar a geração de resíduos recicláveis no município de Pau dos Ferros-RN, a partir da setorização dos bairros, visando propor cenários estratégicos para a implementação de um sistema de coleta seletiva técnica e economicamente viável. Como procedimentos metodológicos, foram aplicadas análises gravimétricas e espaciais dos resíduos sólidos urbanos (RSU), com base em coletas amostrais distribuídas por bairros, uso de SIG e levantamento da estrutura da gestão municipal entre 2023 e 2024. Os resultados apontaram que 63% dos bairros apresentam fração reciclável superior a 20%, valor de referência do PLANARES, o que evidencia a viabilidade técnica da coleta seletiva. Conclui-se que a coleta seletiva em Pau dos Ferros-RN representa não apenas uma exigência legal, mas uma estratégia de transição para uma gestão urbana mais sustentável, capaz de promover inclusão social, eficiência econômica e governança ambiental fortalecida.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta seletiva. Resíduos sólidos urbanos. Gravimetria. Planejamento ambiental. Sustentabilidade municipal.

Guilherme Emanuel Ferreira Fontes
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil
guilherme.fontes@alunos.ufersa.edu.br

Joel Medeiros Bezerra
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil
joel.medeiros@ufersa.edu.br

Talita Tássia da Costa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil
tatidcostah@gmail.com

Ingrid Fialho de Miranda
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil
imiranda1704@gmail.com

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos constitui uma problemática complexa e crescente nas sociedades contemporâneas, resultante não apenas do aumento populacional e da intensificação da urbanização, mas também das transformações nos padrões de consumo e da aceleração do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial. No campo dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), essa problemática revela a dimensão sociotécnica dos resíduos, compreendidos como expressão material de escolhas produtivas e de consumo que transcendem a esfera técnica e se conectam a estruturas políticas, econômicas e culturais (Feenberg, 2017). Assim, mais do que um desafio de engenharia, a gestão de resíduos envolve debates sobre inovação social, equidade ambiental e governança democrática.

Nesse sentido, a problemática dos resíduos sólidos urbanos não pode ser dissociada da perspectiva CTS, pois revela que a ciência e a tecnologia, ao mesmo tempo em que oferecem soluções técnicas para o gerenciamento dos resíduos, também são condicionadas por escolhas sociais, econômicas e culturais. A produção do lixo, sua destinação e as formas de coleta expressam valores coletivos e prioridades políticas, mostrando que não se trata apenas de um problema de engenharia, mas de uma construção social permeada por relações de poder, interesses econômicos e disputas ambientais.

No Brasil, dados recentes da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2023) apontam que, em 2022, foram geradas aproximadamente 77,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), das quais 71,5 milhões foram efetivamente coletadas. Entretanto, alarmantes 38,9% desse montante tiveram destinação inadequada, o que evidencia a persistência de um modelo de gestão que, em grande medida, não incorporou de forma efetiva os princípios da sustentabilidade ambiental, da economia circular e da inclusão social.

Quando manejados de forma ineficiente, os RSU geram impactos ambientais significativos, como a emissão de gases de efeito estufa, a contaminação do solo e da água por meio do chorume, além de riscos à saúde pública e à qualidade de vida (Machado; Saldaña, 2022). Com vistas a enfrentar esses desafios, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, constituiu um marco legal robusto ao propor a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no país. Tal política prevê metas ambiciosas, como a erradicação dos lixões, a ampliação da coleta seletiva e o fortalecimento da logística reversa. Contudo, mais de uma década após sua promulgação, sua implementação segue marcada por desigualdades regionais, restrições financeiras, carência de planejamento e limitações técnico-científicas, sobretudo em municípios de pequeno e médio porte (BRASIL, 2010).

Nesse contexto, o município de Pau dos Ferros-RN, situado no Alto Oeste Potiguar, enfrenta severas limitações na gestão adequada de seus resíduos sólidos. A inexistência de um sistema estruturado de coleta seletiva e a permanência da disposição final em vazadouros a céu aberto revelam práticas incompatíveis com os princípios da PNRS e com os compromissos da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Essa situação não apenas compromete a sustentabilidade ambiental, mas também inviabiliza processos de inclusão socioeconômica de

catadores e de aproveitamento dos resíduos recicláveis, os quais poderiam gerar renda e fortalecer iniciativas de economia solidária (Silva; Cavalcante; Lima, 2023).

A coleta seletiva, nesse cenário, deve ser compreendida como um instrumento técnico e político, capaz de reconfigurar a gestão municipal de resíduos e promover benefícios ambientais, sociais e econômicos. Para que sua implementação seja eficaz, é imprescindível compreender a dinâmica espacial da geração de recicláveis, considerando a composição gravimétrica por setores urbanos, hábitos de consumo, densidade populacional e condições socioeconômicas locais. Tal abordagem evidencia a inseparabilidade entre técnica e sociedade, uma vez que o desenho da coleta seletiva precisa dialogar com realidades territoriais e culturais específicas (Cembranel et al., 2021).

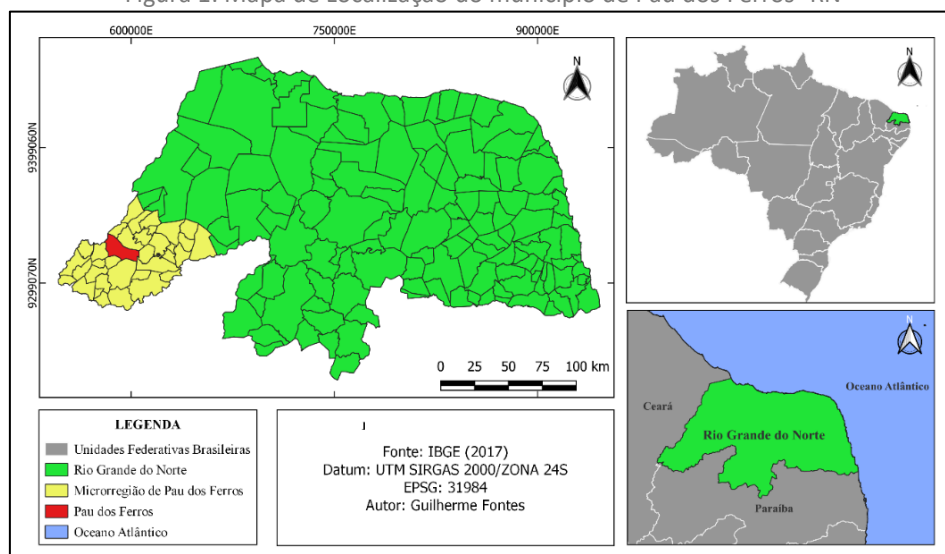
Diante do exposto, este estudo busca mapear e caracterizar a geração de resíduos recicláveis em Pau dos Ferros-RN, por meio da setorização dos bairros, com o objetivo de propor e avaliar cenários estratégicos de implantação de um sistema de coleta seletiva técnica e economicamente viável. Ao fazê-lo, pretende contribuir não apenas para a formulação de políticas públicas municipais, mas também para o fortalecimento da governança ambiental e da justiça socioambiental, articulando os debates da gestão de resíduos às discussões mais amplas da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Pau dos Ferros-RN (Figura 1), localizado na Mesorregião Oeste Potiguar e integrante da microrregião de Pau dos Ferros. Possui área territorial de 259,96 km² e uma população estimada em 30.479 habitantes, conforme os dados do Censo Demográfico de 2023. A dinâmica urbana concentra aproximadamente 92% dessa população, o que reforça a necessidade de estratégias eficazes de gestão de resíduos sólidos urbanos (IBGE, 2023).

Figura 1: Mapa de Localização do município de Pau dos Ferros- RN



Fonte: Autores (2024).

Pau dos Ferros-RN exerce função estratégica como centro regional de comércio e serviços, atendendo municípios vizinhos e áreas interestaduais, conforme destacado por Rêgo e Barreto Filho (2020). No entanto, essa centralidade tem sido acompanhada por um crescimento urbano desordenado. Além disso, a morfologia urbana, combinada à impermeabilização do solo e à ausência de planejamento, tem causado frequentes episódios de alagamento, mesmo em uma região de baixa pluviosidade, afetando negativamente a qualidade de vida local (Carvalho et al., 2019).

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

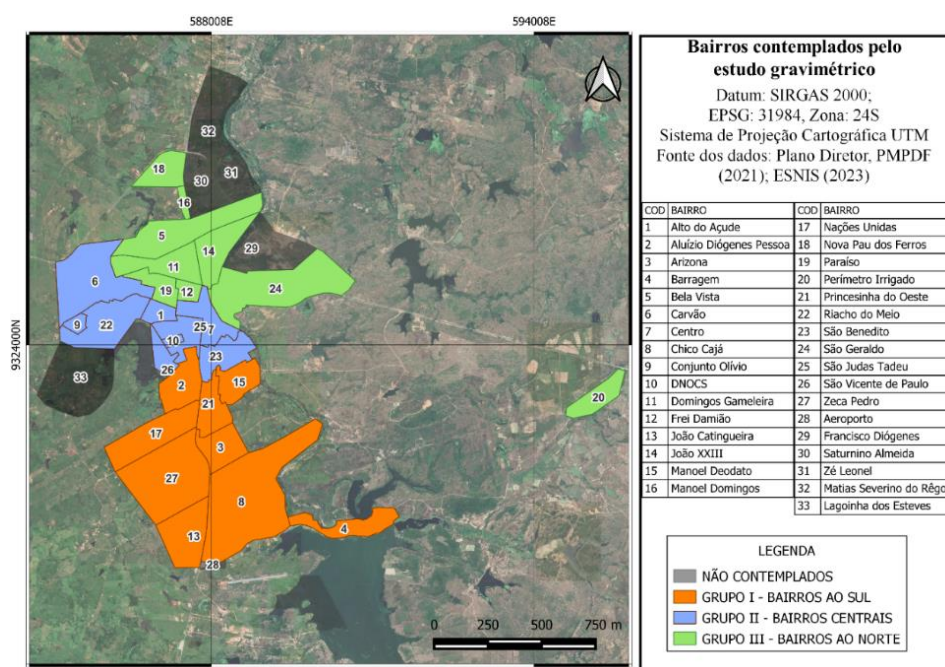
Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem mista, com caráter exploratório e descritivo, cujo desenho metodológico buscou articular instrumentos técnicos de análise com uma perspectiva crítica fundamentada nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesse sentido, compreende-se que a produção de dados empíricos não se restringe a um exercício de quantificação, mas constitui parte de um processo sociotécnico que conecta escolhas metodológicas, contextos locais e possibilidades de intervenção (Santos, 2008; Feenberg, 2017).

As etapas metodológicas abrangeram: (i) o diagnóstico da gestão e da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), (ii) a análise espacial da fração reciclável desses resíduos e (iii) a proposição de cenários estratégicos para a implementação da coleta seletiva no município de Pau dos Ferros-RN.

A primeira etapa consistiu na avaliação do sistema municipal de gestão de RSU, com foco nos anos de 2023 e 2024. Na segunda etapa, procedeu-se à caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares em Pau dos Ferros-RN, seguindo metodologia adaptada de Castilhos Junior (2003). Para garantir representatividade espacial, foram utilizadas bombonas identificadas e estrategicamente distribuídas entre bairros e comunidades. Na triagem, os resíduos foram classificados em categorias. As frações foram pesadas em balança de precisão e os dados sistematizados no Microsoft Excel, expressos em valores percentuais, conforme a equação (1).

$$M\% = \frac{Mm}{Mt} * 100 \quad (1)$$

Esse procedimento possibilitou estimar a massa diária total de RSU gerada no município e, posteriormente, a geração per capita, considerando o volume médio diário de resíduos e a população estimada para 2023. A partir dos dados georreferenciados, foi elaborado um mapa temático que representara espacialmente a distribuição da fração reciclável dos resíduos por bairro, agrupando os tipos recicláveis e não recicláveis (figura 2).



Fonte: Autores (2024)

A delimitação dos bairros e comunidades de Pau dos Ferros-RN utilizou as informações do Plano Diretor Municipal, incluindo também áreas adicionais como DNOCS (Vila Elianto Pignataro), Conjunto Olívio, Barragem e Lagoinha dos Esteves. Os resíduos foram organizados em duas categorias: “recicláveis” e “não recicláveis”, destacando os locais onde a fração reciclável ultrapassava 20%, em consonância com a Meta 4 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022), que estabelece a recuperação mínima de 20% desses materiais até 2040.

A análise espacial e temática dos resíduos permitiu a construção de três cenários de coleta seletiva: a situação atual de 2023, a condição observada em 2024 e um cenário ideal projetado para o futuro. Esses cenários foram comparados levando em consideração coleta, transporte, destinação e disposição final, possibilitando refletir de forma crítica sobre a evolução do sistema municipal, suas limitações e os desafios que ainda precisam ser superados para consolidar um modelo de gestão mais sustentável e inclusivo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PANORAMA DA GESTÃO PÚBLICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN

A análise da gestão pública de resíduos sólidos em Pau dos Ferros-RN revela que a coleta convencional ainda é a principal estratégia adotada, organizada em três rotas coordenadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) (Quadro 1). Duas rotas atendem regularmente 25 bairros e comunidades, três vezes por semana, enquanto uma terceira rota diferenciada opera diariamente nas principais vias comerciais e praças, atendendo semanalmente áreas periféricas como o Perímetro Irrigado e Lagoinha dos Esteves.

Quadro 1: Cronograma semanal da Coleta Convencional de RSU do município de Pau dos Ferros-RN em 2023, de acordo com a empresa terceirizada responsável pela limpeza urbana

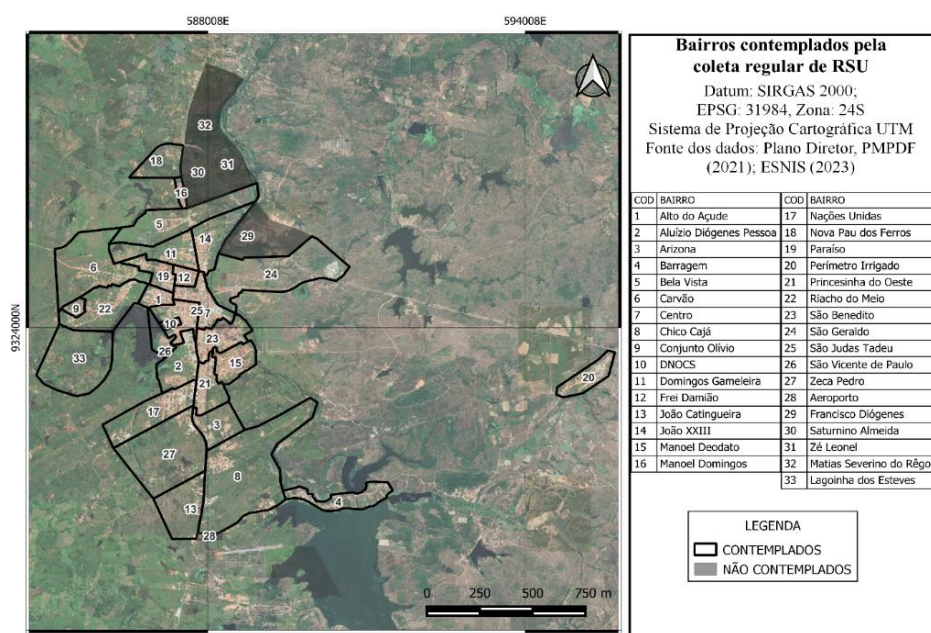
Dias da Semana	Bairros/comunidades Contemplados
Segunda, Quarta e Sexta	Centro; São Geraldo; Manoel Deodato; São Judas Tadeu; Paraíso; Domingues Gameleira; BR 405 (Posto Segundo Melo à Nova Pau dos Ferros); João XXIII; Bela Vista; Manoel Domingos; Nova Pau dos Ferros; Chico Cajá; Barragem.
Terça, Quinta e Sábado	Centro; São Benedito; Princesinha do Oeste; Arizona; Aluizio Diógenes; Nações Unidas; Zeca Pedro; São Vicente de Paula; DNOCS; Alto do Açude; Carvão; Riacho do Meio; Conjunto Olívio de Souza; Frei Damião.
Rotas diferenciadas	Centro + Praça de Eventos* + Principais Vias Comerciais*; Perímetro Irrigado**; Lagoinha dos Esteves***; Feriados****.
Dias da Semana	Bairros/comunidades Contemplados

* Ocorre diariamente; ** Ocorre nas quartas-feiras; *** Ocorre nas quintas-feiras; **** A coleta será realizada apenas no Centro, praça de eventos e principais vias comerciais.
Fonte: Autores (2023)

Essa cobertura contempla aproximadamente 86,67% da zona urbana do município, índice considerado satisfatório à luz do Manual de Saneamento (BRASIL, 2019), que recomenda coletas em dias alternados em regiões de clima quente.

No entanto, localidades como Francisco Diógenes, Saturnino Almeida, Zé Leonel, Matias Severino Rêgo e Aeroporto ainda permanecem fora da abrangência por apresentarem baixa densidade demográfica. A figura 3 ilustra os bairros e comunidades que recebem coleta regular, revelando uma concentração do serviço nas áreas centrais e adjacentes, enquanto as zonas mais periféricas mantêm cobertura esporádica.

Figura 3: Bairros/comunidades de Pau dos Ferros-RN que possuem coleta regular de RSU



Fonte: Autores (2024)

A operacionalização do serviço se dá por meio de dois caminhões compactadores da empresa MB Limpeza Urbana (com capacidade de 15m³) e um veículo de menor porte da prefeitura (5,8 a 6m³), utilizado em rotas complementares e de difícil acesso, conforme detalhado nos quadros 2 e 3.

Quadro 2: Rotas de coleta convencional de RSU realizadas pela empresa terceirizada contratada em Pau dos Ferros-RN em 2023

Rotas	Bairros/comunidades Coletadas
Terça, Quinta e Sábado	Chico Cajá, BR-405, COHAB, São Benedito, São Vicente de Paula, São Geraldo e Arizona.
Manhã de terça, quinta e sábado.	São Benedito, São Judas Tadeu, Aluizio Diógenes, Nações Unidas, Zeca Pedro e Princesinha.
Tarde de segunda, quarta e sexta	Paraíso, Centro, João XXIII, Bela Vista, Domingos Gameleira e Centro.
Tarde de terça, quinta e sábado	Alto do Açude, Olívio de Sousa, Domingos Gameleira, Centro e Corredores Principais.

Fonte: Autores (2023)

Quadro 3: Rotas de coleta convencional de RSU realizadas pela empresa terceirizada contratada em Pau dos Ferros-RN em 2023

ROTA	BAIRROS COLETADOS
Segunda	Nova Pau dos Ferros, Manoel Domingos, Final São geraldo*, UFERSA, Barragem, IFRN, UERN, Hospital Regional, Manoel Deodato**
Terça	Paraíso, Carvão, Escola Francisco Aires, Final Nações Unidas, Zeca Pedro, João Catingueira, Arizona.
Quarta	Nova Pau dos Ferros, Manoel Domingos, Final São Geraldo*, UFERSA, Barragem, IFRN, UERN, Hospital Regional, Manoel Deodato.
Tarde de terça, quinta e sábado	Alto do Açude, Olívio de Sousa, Domingos Gameleira, Centro e Corredores Principais.
Quinta	Paraíso, Carvão, Lagoinha dos Esteves, Escola Francisco Aires, Final Nações Unidas, Zeca Pedro, João Catingueira, Arizona.

ROTA	BAIRROS COLETADOS
Sexta	Nova Pau dos Ferros, Manoel Domingos, Final São Geraldo*, UFERSA, Barragem, IFRN, UERN, Hospital Regional, Manoel Deodato.
Sábado	Perímetro, Paraíso, Carvão, Final Nações Unidas, Zeca Pedro, João Catingueira, Arizona.

* Rua Itamiran nunes e Bela Vista; **Exceto Rua Cícero Trajano e Paul Harris. Fonte: Autores (2023)

Apesar de contar com uma estrutura operacional para a coleta convencional Pau dos Ferros-RN ainda enfrenta desafios significativos quanto à disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Sendo que, todo o material coletado é encaminhado ao vazadouro a céu aberto, onde atuam cerca de 86 catadores, conforme o levantamento de Nobre et al. (2022). Estes profissionais trabalham em condições insalubres, expostos a fumaça, à ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a materiais perfurocortantes e a impactos ambientais acumulados ao longo de anos de descarte inadequado.

Além desse grupo, estima-se a atuação de aproximadamente 120 catadores informais nas vias públicas da cidade, que antecipam as rotas da coleta convencional para retirar materiais recicláveis ainda misturados aos resíduos comuns. Este cenário evidencia não apenas riscos à saúde e segurança desses trabalhadores, mas também a precarização e a informalidade que caracterizam a realidade nacional, na qual 87% dos catadores atuam sem reconhecimento formal ou proteção previdenciária (Bouvier; Dias, 2021).

A partir de 2024 implementação da coleta seletiva estruturada pela Associação São José de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis e Reutilizáveis de Pau dos Ferros-RN (ASCARP) representa um avanço estratégico em termos de sustentabilidade urbana e inclusão social. Uma vez que, pode-se destacar que associação passa a ser uma tecnologia social, fruto da interação entre atores sociais, ciência aplicada e políticas públicas. A associação disponibiliza galpão para triagem, veículo próprio de coleta e fornecimento de EPI aos associados, consolidando parcerias com o comércio local, instituições de ensino e órgãos públicos para assegurar o fluxo contínuo de materiais recicláveis.

Sob a perspectiva da gestão pública e da política social, a formalização dos catadores em associações ou cooperativas promove inclusão social, melhora a remuneração e garante melhores condições de trabalho (BRASIL, 2019). Ademais, a dispensa de licitação para a contratação dessas entidades facilita o reconhecimento institucional e fortalece a governança ambiental municipal.

Contudo, a plena efetividade da coleta seletiva requer ações complementares, incluindo educação ambiental da população, logística eficiente para coleta e transporte de recicláveis, ampliação de parcerias público-privadas e, sobretudo, a erradicação definitiva do lixão municipal, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cujo prazo legal de implementação se encerra em 2024 (BRASIL, 2010). Essa análise evidencia que a gestão de resíduos não se limita a aspectos técnicos, mas constitui um processo sociotécnico, no qual decisões de política pública, tecnologia e participação social estão intrinsecamente interligadas (Santos, 2008).

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E IMPLICAÇÕES PARA A COLETA SELETIVA EM PAU DOS FERROS-RN

A caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em Pau dos Ferros-RN evidenciou a predominância da fração orgânica, seguida pelos rejeitos e pelos resíduos de poda, capina e varrição. Esses resultados representam mudanças importantes em relação aos levantamentos anteriores. Em 2019, Mendonça (2020) apontava maior participação dos rejeitos e dos plásticos, enquanto em Lunes (Lunes) registrava os resíduos orgânicos como majoritários, mas sem contemplar categorias como podas e varrições. As diferenças podem ser explicadas tanto pela evolução nos hábitos da população quanto pela intensificação da separação de materiais na fonte e pelo aprimoramento das práticas de gestão municipal.

A maior representatividade de resíduos de varrição, muitas vezes recolhidos pelos próprios moradores e incorporados à coleta domiciliar, também reflete novas dinâmicas de manejo urbano. Além disso, a atuação dos catadores autônomos tem influência direta na redução de recicláveis que chegam ao vazadouro, aspecto que não era tão expressivo em levantamentos anteriores. Conforme Souza; Chaves e Alvim 2016, esse fenômeno pode estar relacionado à valorização econômica dos materiais, o que estimula sua segregação e comercialização direta, principalmente no caso do plástico, cuja participação apresentou significativa queda em relação a 2019.

Em relação à fração de recicláveis (papel, papelão, plásticos e metais), o percentual atual é inferior ao registrado em pesquisas anteriores, como as de Mendonça (2020) e Lunes (2017). Essa redução pode estar associada não apenas à comercialização por catadores e estabelecimentos comerciais, mas também ao perfil urbano do município. Estudos como os de Garcia 2023 destacam que, em áreas rurais, há maior reaproveitamento da matéria orgânica para compostagem e alimentação animal, o que altera a composição dos resíduos e ajuda a explicar as diferenças encontradas.

A análise espacial por bairros (figuras 4, 5 e 6) reforça a existência de variações significativas na composição dos resíduos, em consonância com a afirmação do IBAM (2001), de que os resíduos sólidos urbanos refletem aspectos culturais, econômicos, sociais e geográficos da população. A densidade média encontrada mostrou-se próxima aos valores de Mendonça (2020), indicando estabilidade nos padrões de geração, ainda que com mudanças na distribuição entre as frações.

Esse diagnóstico evidencia que a gestão dos resíduos em Pau dos Ferros vem passando por um processo de transformação, no qual a atuação dos catadores, a valorização de recicláveis e a adaptação da coleta domiciliar desempenham papéis centrais. Tais aspectos reforçam a necessidade de fortalecimento da coleta seletiva como estratégia para consolidar práticas sustentáveis, reduzir os rejeitos encaminhados ao destino final e promover maior inclusão social no município.

Figura 4: Distribuição do qualitativo de RSU por bairro em Pau dos Ferros-RN em 2023 - Grupo I a Sul

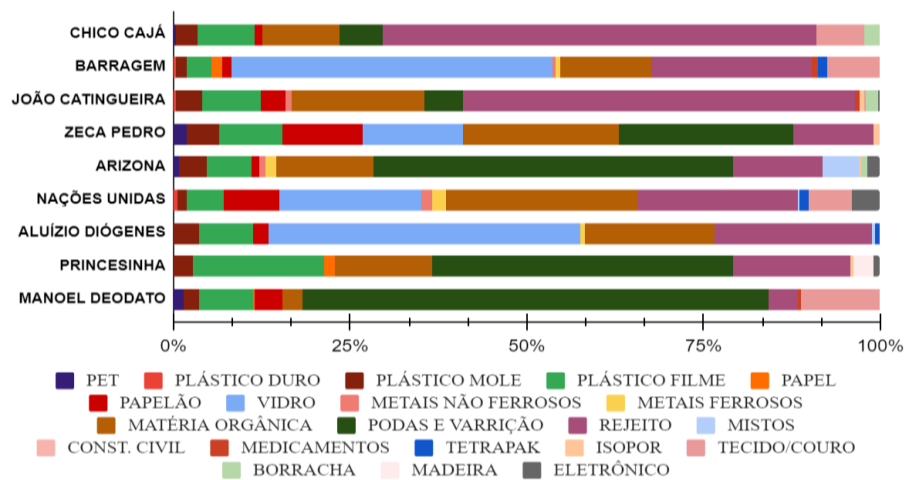


Figura 5: Distribuição do qualitativo de RSU por bairro em Pau dos Ferros-RN em 2023 - Grupo II a Sul

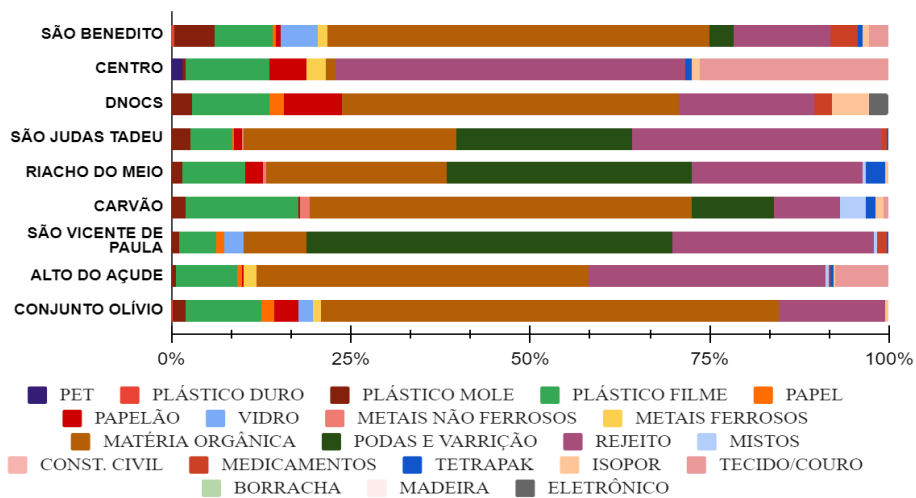
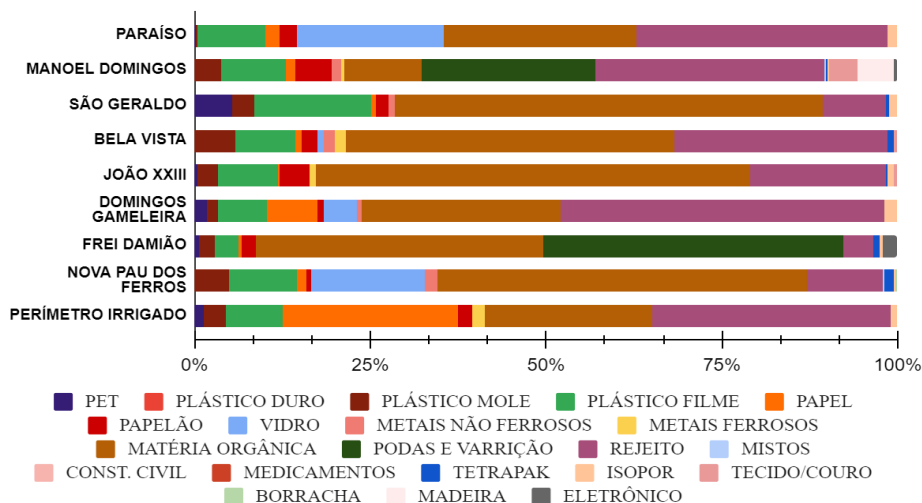


Figura 6: Distribuição do qualitativo de RSU por bairro em Pau dos Ferros-RN em 2023 - Grupo III a Sul



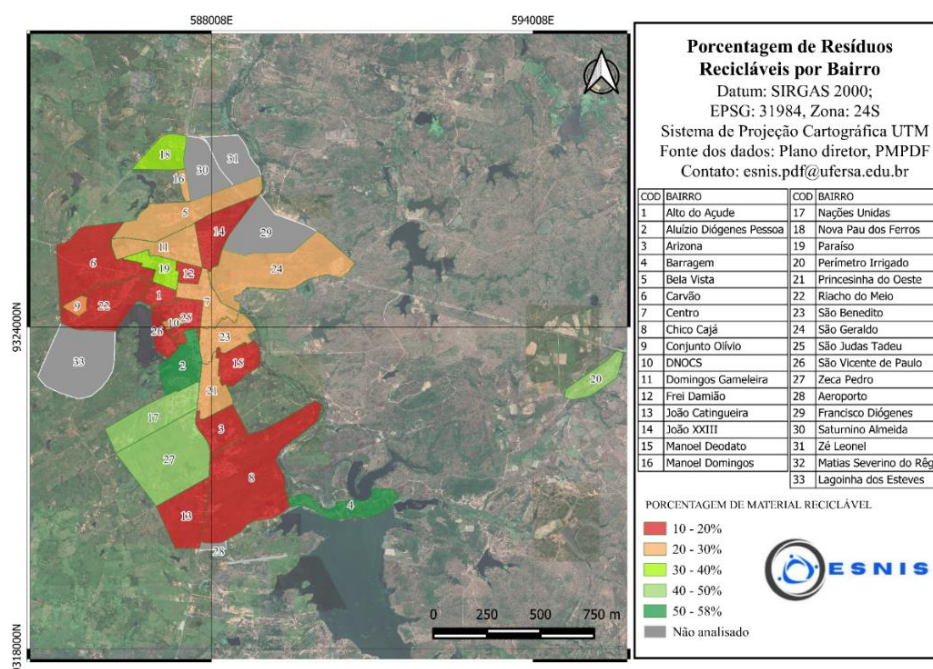
Tal semelhança pode indicar ineficiência na compactação atual dos resíduos. Quanto ao volume diário de resíduos coletados, o valor atual estimado é de 51 m³/dia quase metade do volume registrado em 2019 (98 m³/dia).

Esse decréscimo pode estar associado ao crescimento das ações dos catadores de recicláveis, que atuam em mais da metade dos bairros da cidade, conforme levantamento do ESNIS (2023). Essa atuação pode estar contribuindo para a diminuição do volume de materiais recicláveis coletados pela rota convencional.

Com base na massa específica de 2020, a estimativa atual da massa diária de RSU coletados é de 6.154 kg, significativamente inferior aos 11.826 kg/dia de 2019 e aos 75.000 kg/dia de 2016. Considerando a população local de 30.479 habitantes (IBGE, 2022), a geração per capita de resíduos é de 0,202 kg/hab.dia muito aquém das médias nacional (0,99 kg/hab.dia) e estadual (1,20 kg/hab.dia), conforme dados do SNIS (2019).

Essa subestimação pode estar relacionada à cobertura parcial da coleta convencional e à não inclusão de resíduos gerados em áreas comerciais e grandes estabelecimentos, bem como ao aproveitamento prévio de recicláveis por catadores autônomos. A análise espacial da fração dos resíduos recicláveis aponta que 63% dos bairros/comunidades analisados apresentam geração superior a 20% desse tipo de material, conforme ilustra a figura 7. Dessa forma, não apenas demonstrando viabilidade técnica, mas também revelando a necessidade da difusão quanto ao papel das práticas de consumo locais, dentro de uma perspectiva sociotécnica, além de apontar a necessidade da organização comunitária na produção desses resíduos e seu respectivo acondicionamento isolado, voltado a fomentar a promoção da coleta seletiva.

Figura 7: Resíduos recicláveis por bairro



Fonte: ESNIS (2023)

Essa condição configura uma base promissora para a implementação de programas de coleta seletiva, em consonância com os objetivos do ODS 12 (produção e consumo responsáveis). A partir dessa política, podem ser alcançados ainda outros objetivos, como os ODS 1, 6, 8, 10, 11, 13, 14 e 15, mediante o fortalecimento de práticas sustentáveis e economia circular.

Além disso, a distribuição espacial mostra que comunidades periféricas e rurais, como Barragem e Perímetro Irrigado, apresentam altas proporções de recicláveis (54,68% e 41,36%, respectivamente), o que pode estar relacionado à cultura local de aproveitamento de resíduos orgânicos na alimentação animal. Aproximadamente 59% dos bairros com mais de 20% de recicláveis estão situados próximos à BR-405, via que concentra diversas atividades comerciais e onde também se verificou maior produção desse tipo de resíduo nos estudos de Mendonça (2020).

Por outro lado, áreas localizadas próximas a mananciais hídricos como o Açude 25 de Março, o Açude Público Dr. Pedro Diógenes Fernandes e o Rio Apodi-Mossoró apresentam, em sua maioria, índices abaixo de 20% de recicláveis. Essa situação agrava o risco de contaminação hídrica, em função do transporte indevido de resíduos pelas águas pluviais.

Por fim, conforme argumenta Neves et al. (2021), é fundamental que os municípios brasileiros avancem na consolidação de sistemas de gerenciamento eficiente dos RSU, conforme preconizado pela legislação vigente. A substituição do modelo convencional de coleta por estratégias de coleta seletiva se mostra como um caminho prioritário para reduzir a quantidade de rejeitos descartados e fomentar práticas sustentáveis no ciclo dos resíduos sólidos. Nesse sentido, a coleta seletiva deve ser compreendida não apenas como uma medida operacional, mas como uma tecnologia social capaz de articular ciência, tecnologia e

comunidade em prol de um modelo de gestão mais inclusivo e participativo, fortalecendo a governança local e promovendo justiça socioambiental.

PROPOSIÇÃO E COMPARAÇÃO DE CENÁRIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO

A implementação da coleta seletiva em Pau dos Ferros-RN deve ser compreendida como parte de um processo mais amplo de inovação social e tecnológica na gestão de resíduos sólidos. O potencial reciclável identificado (24,50% do total gerado) sinaliza não apenas a viabilidade operacional da iniciativa, mas também sua relevância para a promoção de justiça socioambiental, ao articular os campos da ciência, tecnologia e sociedade em prol de uma gestão mais inclusiva e sustentável.

A comparação entre os três cenários propostos (Quadro 4) permite identificar a trajetória de transição entre uma realidade marcada pela ausência de coleta seletiva (2023) e um modelo ideal de gestão, fundamentado em práticas institucionalizadas de triagem, transporte diferenciado e disposição em aterro sanitário. Essa evolução traz a incorporação de novos arranjos tecnológicos, como o uso de caminhões-baú específicos para recicláveis ou trituradores para resíduos de poda, está indissociavelmente ligada a mudanças socioculturais, tais como a organização dos catadores em associações e o fortalecimento da participação comunitária (Pauluch, 2023; Brasil, 2019).

Quadro 4: Comparação de cenários de gerenciamento RSU em Pau dos Ferros-RN

ETAPAS	CENÁRIOS	ETAPAS	CENÁRIOS
	1*	2**	3***
COLETA	Coleta convencional ineficiente com relação a cobertura; Coleta seletiva ausente; Coleta de podas ineficiente.	Coleta convencional ineficiente com relação a cobertura; Coleta seletiva presente (porta a porta com parcerias); Coleta de podas com triturador (eficiente).	Coleta convencional com cobertura total; Coleta seletiva presente (porta a porta, parcerias e PEV's); Coleta de podas com triturador (eficiente).
TRANSPORTE	Caminhão compactador para coleta convencional.	Caminhão compactador para coleta convencional; Caminhão baú para coleta de recicláveis.	Caminhão compactador para coleta convencional; Caminhão baú para coleta de recicláveis.
DESTINAÇÃO	Aproveitamento de recicláveis ineficiente realizados pelos catadores do vazadouro e das ruas do município.	Aproveitamento de recicláveis em bairro Centro de Triagem de Resíduos por catadores associados.	Aproveitamento de recicláveis em Centro de Triagem de Resíduos por catadores associados.
DISPOSIÇÃO	Vazadouro a céu aberto.	Vazadouro a céu aberto.	Aterro sanitário.

*verificado em 2023; **Verificado até agosto de 2024; *** considerado ideal em relação ao atendimento das legislações vigentes. Fonte Autores (2023)

Diante das propostas formalizadas de alternativas estratégicas voltados ao fortalecimento local do gerenciamento integrado de resíduos sólidos, pode-se verificar que cada cenário é uma forma de arranjo sociotécnico: Em que no Cenário 1: ocorre a predominância de soluções técnicas frágeis e ausência de participação social. Já no Cenário 2: tem-se o início de articulação entre tecnologia e organização social, com a inserção da ASCARP. Enquanto, o Cenário 3: propõe a integração plena CTS, com tecnologia adequada e governança participativa.

No cenário atual, observa-se que a criação da Associação São José de Catadores e Catadoras (ASCARP) e a adoção de parcerias com o setor público e privado representam avanços significativos. Essas iniciativas demonstram o potencial das tecnologias sociais, na medida em que promovem a formalização do trabalho, a valorização dos resíduos e a inclusão socioeconômica de grupos historicamente marginalizados. Tal movimento vai ao encontro do que Bouvier e Dias (2021) identificaram no contexto nacional, ao destacar o papel estratégico da autogestão e da coletividade no fortalecimento da governança dos resíduos sólidos.

A experiência da ASCARP exemplifica como a coleta seletiva ultrapassa o campo técnico para se constituir como uma tecnologia social. Nesse caso, ciência e tecnologia se articulam à organização comunitária e à ação coletiva, transformando a gestão de resíduos em um espaço de inclusão social e cidadania. O processo de formalização dos catadores, aliado ao uso de instrumentos técnicos de triagem e logística, demonstra que a dimensão tecnológica só alcança sua plena efetividade quando dialoga com a realidade social e promove justiça socioambiental. Essa articulação evidencia como a CTS não é apenas um referencial teórico, mas uma lente prática para compreender os limites e as potencialidades da gestão de resíduos.

Outro aspecto relevante é a necessidade de revisão das práticas associadas à coleta de resíduos de poda, varrição e construção civil. A continuidade da inclusão desses materiais no sistema regular compromete não apenas a eficiência logística, mas também a vida útil de futuros aterros, em contradição ao que recomenda o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022). Alternativas como compostagem e beneficiamento podem ser compreendidas como práticas de eco-inovação, que unem conhecimentos técnicos e saberes locais, promovendo uma economia circular mais alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6, 13 e 14).

A análise comparativa evidencia que, ainda que o município apresente avanços incipientes, os desafios remanescentes exigem uma abordagem integrada que considere dimensões técnicas, sociais, econômicas e ambientais. Assim, a coleta seletiva em Pau dos Ferros deve ser concebida não apenas como solução operacional, mas como política pública capaz de redefinir as interações entre ciência, tecnologia e sociedade no campo da gestão de resíduos sólidos urbanos.

A comparação entre os cenários propostos revela que as mudanças não se resumem à introdução de novos equipamentos ou arranjos operacionais, mas refletem transformações mais amplas no modo como sociedade, ciência e tecnologia se relacionam. O uso de caminhões-baú para recicláveis, a introdução de trituradores para resíduos de poda e a instalação de PEVs, por exemplo, só fazem sentido quando associados a processos de mobilização social, educação ambiental e políticas públicas consistentes. Assim, os cenários propostos reforçam

que a gestão de resíduos sólidos é um campo eminentemente CTS, no qual o êxito depende da integração entre inovação técnica, participação comunitária e decisão política

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a geração e a gestão dos resíduos sólidos urbanos em Pau dos Ferros-RN, com ênfase no diagnóstico gravimétrico e na proposição de cenários para a coleta seletiva. A investigação demonstrou que o município possui um potencial significativo para a implementação de práticas sustentáveis, visto que 63% dos bairros e comunidades apresentam frações recicláveis superiores a 20%, valor de referência estabelecido pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES). Esses dados evidenciam que a gestão de resíduos é um campo onde a ciência e a tecnologia oferecem métodos de quantificação, triagem e logística; mas são os arranjos sociais, políticos e culturais que determinam se tais soluções se concretizam e se geram inclusão socioambiental.

Apesar desse potencial, a coleta convencional ainda cobre apenas 86,67% da área urbana e continua dependente da disposição final em vazadouro a céu aberto, prática incompatível com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Além disso, ocorre a atuação de catadores informais, em condições precárias de trabalho, seja na malha viária e/ou no lixão, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à inclusão social e à valorização desses profissionais.

Nesse sentido, a criação da Associação São José de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis e Reutilizáveis de Pau dos Ferros-RN (ASCARP) constitui um marco positivo, ao institucionalizar e fortalecer o papel desses trabalhadores no ciclo da reciclagem, mais do que uma inovação técnica, ela representa uma tecnologia social, fruto da articulação entre conhecimento técnico, organização comunitária e políticas públicas. A ASCARP mostra que a coleta seletiva pode ser tanto instrumento de eficiência econômica quanto mecanismo de justiça social, dando visibilidade a grupos historicamente marginalizados e fortalecendo a governança local.

A comparação entre os diferentes cenários analisados revelou avanços entre 2023 e 2024, principalmente nas articulações interinstitucionais e no apoio aos catadores, confirmando que ocorreu evolução da gestão de resíduos, ao envolver transformações sociotécnicas. Contudo, persistem desafios estruturais, como a eliminação definitiva do lixão, a ampliação da cobertura da coleta seletiva e a instalação de ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).

A coleta seletiva não é apenas uma exigência técnica/legal, mas um processo em que ciência, tecnologia e sociedade se coproduzem. Deve haver a integração da mobilização comunitária, à valorização dos catadores e o engajamento do poder público. O modelo ideal, portanto, não é apenas tecnicamente viável, mas depende da construção de um arranjo CTS que una inovação científica, soluções tecnológicas e participação social.

Também se mostrou urgente a destinação diferenciada para resíduos de poda, capina e varrição, de forma a evitar a sobrecarga da coleta regular e a redução da vida útil de futuros aterros sanitários. Diante desse panorama, conclui-se que a implementação gradual e planejada da coleta seletiva em Pau dos Ferros-RN é não apenas tecnicamente viável, mas também estratégica para promover inclusão

social, eficiência econômica e fortalecimento da governança ambiental. A adoção de práticas de educação ambiental, o engajamento da sociedade e a articulação entre poder público, setor privado e organizações sociais são elementos fundamentais para consolidar um sistema sustentável de gestão de resíduos sólidos, alinhado às metas do PLANARES e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Dessa forma, ao analisar a coleta seletiva sob a ótica da Ciência, Tecnologia e Sociedade, fica claro que a sustentabilidade urbana não resulta apenas de soluções técnicas ou legais, mas da capacidade de alinhar inovação científica, arranjos tecnológicos e processos sociais de participação. A efetividade de um sistema de coleta seletiva depende tanto da eficiência logística quanto do engajamento da comunidade e da valorização dos catadores, mostrando que as tecnologias só se consolidam quando incorporadas às práticas sociais. Esse entendimento amplia o debate sobre gestão de resíduos, deslocando-o do campo restrito da engenharia para um campo interdisciplinar, onde a CTS oferece um marco interpretativo robusto para compreender os desafios e possibilidades da sustentabilidade.

Selective collection as a strategy for urban sustainability: gravimetric diagnosis and scenario proposition for Pau dos Ferros-RN

ABSTRACT

This study aimed to map and characterize the generation of recyclable waste in the municipality of Pau dos Ferros-RN, through neighborhood sectorization, in order to propose strategic scenarios for the implementation of a technically and economically feasible selective collection system. As methodological procedures, gravimetric and spatial analyses of municipal solid waste (MSW) were applied, based on sample collections distributed across neighborhoods, the use of GIS, and a survey of the municipal management structure between 2023 and 2024. The results showed that 63% of the neighborhoods have a recyclable fraction above 20%, the reference value established by PLANARES, which demonstrates the technical feasibility of selective collection. It is concluded that selective collection in Pau dos Ferros-RN represents not only a legal requirement, but also a transition strategy towards more sustainable urban management, capable of promoting social inclusion, economic efficiency, and strengthened environmental governance.

KEYWORDS: Selective collection. Municipal solid waste. Gravimetry. Environmental planning. Municipal sustainability.

REFERÊNCIAS

ABRAMAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2023. ABREMA. Disponível em: <https://www.massalas.com.br/desvendando-o-panorama-abrema-2023/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

BOUVIER, M.; DIAS, S. **Catadores de materiais recicláveis no Brasil: um perfil estatístico**. WIEGO Statistical Brief, n. 29, 2021.

BRASIL. **Decreto nº 11.413, de 13 de fevereiro de 2023**. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa. *Diário Oficial da União*, 2023. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2023/decreto-11413-13-fevereiro-2023-793768-publicacaooriginal-167057-pe.html>. Acesso em: 16 ago. 2025.

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. *Diário Oficial da União*, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/91837?returnUrl=/sophia_web/Home/Index&guid=1705104006424. Acesso em: 16 ago. 2025.

CARVALHO, C. C. A.; ALVES, L. D. S. F.; SOUSA, A. M. D.; LIMA, F. D. O. de. Produção urbana no semiárido brasileiro: um estudo sobre Pau dos Ferros, RN, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, p. 845–860, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1855>.

CASTILHOS JÚNIOR, A. B. (Coord.). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: Projeto PROSAB, ABES, 2003.

CEMBRANEL, A. S.; BALBINOTTI, E. C.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B.; PINTO, E. P. Composição gravimétrica e as causas da geração de rejeitos na triagem dos resíduos recicláveis municipal / Gravimetric composition and the causes of waste generation in the screening of municipal recyclable waste. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 36217–36239, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-200>.

ESNIS - EMPREENDEDORISMO SOCIAL E NEGÓCIOS DE IMPACTO SOCIAL. Estudo gravimétrico para caracterização da tipologia dos resíduos sólidos do município de Pau dos Ferros-RN. 2023. UFERSA/ Prefeitura Municipal de Pau dos Ferros-RN. FEENBERG, A. **Tecnologia, modernidade e democracia**. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

GARCIA, J. S. Correia. **Compostagem: uma estratégia sustentável para a redução de lixo orgânico residencial**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Alagoas, Maceió, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifal.edu.br/server/api/core/bitstreams/1d4d588a-efcc-4916-9cd6-7152ea1f0a54/content>. Acesso em: 24 set. 2025.

IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica: V. Z. Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de população – 2022: Pau dos Ferros-RN**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>. Acesso em: 16 ago. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **MUNIC 2023: 31,9 % dos municípios brasileiros ainda despejam resíduos sólidos em lixões**. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 28 nov. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes>. Acesso em: 16 ago. 2025.

LUNES, A. R. S. **Proposta de técnicas de recuperação de área degradada para o lixão de Pau dos Ferros/RN**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/11488657-7864-44f9-aa6e-e8e60b80e90e>. Acesso em: 16 ago. 2025.

MACHADO, T. J.; SALDAÑA, V. Y. M. “Gestão de resíduos sólidos para reduzir a poluição ambiental: uma revisão sistemática”. **Revista Científica Multidisciplinar Latin Science**, v. 6, n. 4, p. 578–601, 2022. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605.

MENDONÇA, E. V. P. **Análise do manejo de resíduos sólidos na cidade de Pau dos Ferros/RN**. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/f1deb2bf-9eb8-40c0-a1cd-671b6fe1b70f>. Acesso em: 16 ago. 2025.

MENDONÇA, E. V. P.; et al. “Proposta de gestão de resíduos sólidos do município de Rodolfo Fernandes/RN”. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 4, p. 63–76, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.004.0008>.

NEVES, R. R.; MOREIRA, A. C. N.; NASCIMENTO, D. L. G.; BRAGA, R. M. Q. L.; FERNANDES, L. L. ENTRAVES NA IMPLEMENTAÇÃO DA MANAGEMENT OF URBAN SOLID WASTE IN BRAZIL. **AIDIS Journal of Engineering and Environmental Sciences: Research, Development and Practice**, [S. l.], v. 14, no. 2, p. 817–828, 2021. DOI: 10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.2.75132. Disponível em: <https://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/75132>. Acesso em: 24 set. 2025.

NOBRE, S. B.; SOUSA, C. R. C.; BEZERRA, J. M.; MENDONÇA, E. V. P.; ROQUE, F.S.; COSTA, H. C. G.; COSTA, T. T. Levantamento dos resíduos sólidos gerados no município de Pau Dos Ferros, Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Physical Geography**, v. 15, n. 2, p. 1128-1141, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-009>.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos - **Planares**. Coordenação de André Luiz Felisberto. França [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022.

PAULUCH, L. **Coleta seletiva por meio de PEV's em Guarapuava-PR: uma avaliação sob a perspectiva da população**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

RÊGO, J. R. G.; BARRETO FILHO, B. de F. “Dinâmica do comércio varejista em Pau dos Ferros (RN) (2008-2018)”. **Revista Barú – Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 6, n. 1, e8168, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18224/baru.v6i1.8168>.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SILVA, F. Á.; CAVALCANTE, T. F. F.; LIMA, F. D. de. “A gestão de resíduos sólidos no Plano Diretor Participativo de Pau dos Ferros/RN”. **Anais do Conresol**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55449/conresol.6.23.VIII-009>.

SOUZA, O. T. de; CHAVES, I. R.; ALVIM, A. M. Reciclagem e gestão de resíduos sólidos como possibilidades para a geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais. **Revista Grifos**, [S. l.], v. 24, n. 38/39, p. 51–70, 2016. DOI: 10.22295/grifos.v24i38/39.3274. Disponível em: <https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/grifos/article/view/3274>. Acesso em: 24 set. 2025.

Recebido: 18/08/2025

Aprovado: 26/09/2025

DOI: 10.3895/rts.v21n66.20742

Como citar:

FONTES, Guilherme Emanuel Ferreira; BEZERRA, Joel Medeiros, COSTA, Talita Tássia da; MIRANDA, Ingrid Fialho de. Coleta seletiva como estratégia de sustentabilidade urbana: diagnóstico gravimétrico e proposição de cenários para Pau dos Ferros-RN. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 21, n. 66, p. 154-173, seção temática, 2025. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/20742>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

