

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): PARTICULARIDADES E CENÁRIOS RELACIONADOS À GERAÇÃO E DESTINAÇÃO

Urban Solid Waste (USW): Particularities and Scenarios Related to Generation and Disposal

Osvaldo Lailson da Costa Saraiva
Instituto Federal do Piauí – IFPI. Email: lailson.costa04@gmail.com.

Resumo: Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) –resíduos domiciliares e de limpeza urbana– são elementos diretamente ligados a atividade antrópica, sendo o seu descarte resultante da aquisição e consumo de bens e produtos. Portanto, impactos ambientais derivados da sua incorreta e/ou negligente gestão surgem como vilões ao meio e à sociedade. Logo, compreender sobre suas características, legislações aplicadas, bem como suas particularidades no Brasil e em suas regiões são imprescindíveis, seja para entender o cenário atual, seja para buscar soluções ambientalmente viáveis para minimizar essa problemática. A pesquisa baseou-se em dados recentes de órgãos oficiais, revistas, periódicos, artigos científicos, sites, monografias e dissertações, a fim de, forma descritiva, reunir informações precisas e analíticas a despeito da temática. A partir da investigação realizada foi possível compreender as particularidades dos RSU, especialmente, relacionadas aos impactos negativos que podem causar a sua destinação inadequada, o panorama a nível de Brasil quanto a coleta e também quanto geração de resíduos. Por fim, este trabalho ainda mostrou alternativas a serem adotadas quanto a destinação ambientalmente adequada desses ao meio, destacando vantagens e desvantagens de cada procedimento.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Impactos; Destinação.

Abstract: Urban Solid Waste (MSW) – household waste and urban cleaning waste – are elements directly linked to human activity, with their discard resulting from the acquisition and consumption of goods and products. Therefore, the environmental impacts resulting from incorrect and/or negligent management appear as villains for the environment and society. Therefore, understanding its characteristics, the legislation applied, as well as its particularities in Brazil and its regions are essential, whether to understand the current

scenario or to seek environmentally viable solutions to minimize this problem. The research was based on recent data from official bodies, magazines, periodicals, scientific articles, websites, monographs and dissertations, in order to, in a descriptive way, gather precise and analytical information regardless of the topic. From the investigation carried out, it was possible to understand the particularities of MSW, especially related to the negative impacts that can cause its inadequate disposal, the panorama at Brazilian level regarding collection and also regarding waste generation. Finally, this work also showed alternatives to be adopted regarding the environmentally appropriate disposal of these materials in the environment, highlighting advantages and disadvantages of each procedure.

Key-words: Solid Waste; Impacts; Destination.

Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas –ONU–, a humanidade gera, anualmente, mais de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), dos quais 45% são mal administrados. Sem uma ação urgente, este número crescerá para quase 4 bilhões de toneladas (ONU, 2023).

Segundo a NBR 10.004 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004), resíduos sólidos são aqueles que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. A norma ainda cita que ficam incluídos nesta definição: os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Gonçalves e Dias (2009) citam que:

A dinâmica dos resíduos é hoje um assunto com grande destaque para o mundo, pois a exploração dos recursos naturais, a degradação do meio ambiente e a ocupação espacial pelo resíduo trazem problemas que afetam diretamente o meio social em que vivemos e ocasionam sérios distúrbios naturais.

Os mesmos autores expõem ainda que grande parcela das embalagens que os reveste é simplesmente descartada após o uso, ou mesmo logo após a compra, acarretando aumento do volume de material destinado aos aterros sanitários e despejos clandestinos (Gonçalves; Dias, 2009). Portanto, normalmente, esses resíduos não passam por nenhum tratamento ou controle e somente pequena parcela é reciclada. Por fim, os autores destacam que isso traria inúmeros benefícios como a redução de áreas de lixões e aterros sanitários, controle de limpeza urbana, redução dos impactos ambientais, dentre outros.

Conforme Arantes e Pereira (2021), até o início da década de 1990, o Brasil carecia de diretrizes gerais detentoras de princípios, instrumentos e metas que abordassem a temática dos resíduos sólidos. Logo, não existia no país um marco legal que estabelecesse diretrizes gerais aplicáveis ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Diante da necessidade de ser instituir um ordenamento jurídico legal, com a finalidade de orientar os estados e os municípios na implementação de procedimentos ambientalmente corretos de gerenciamento de resíduos sólidos, criou-se o projeto de Lei nº 203 de 1991 que depois transformou-se na Lei 12.305, de 2010 (Brasil, 2010), instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Importante ainda citar a Lei de Crimes Ambientais, Nº 9.605/1998, que foi criada em respeito ao artigo 225 da Constituição Federal de 1988, que trata do direito de todos ao meio ambiente equilibrado, sendo um bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida. Nessa, cita a responsabilidade do poder público e da coletividade sobre o dever de defender e preservar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações (Brasil, 1998).

Na lei constam as diversas sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades nocivas ao meio ambiente.

Atualmente, existem diversas leis e normas específicas relacionadas aos resíduos sólidos no Brasil. Porém, uma das principais é a lei nº 12.305/2010 (PNRS).

De acordo com a PNRS, a destinação de resíduos sólidos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos ambientais (Brasil, 2010).

Com base na PNRS, Arantes e Pereira (2021) estabeleceram um quadro contendo os principais pontos a despeito dos princípios, objetivos e instrumentos contidos nessa lei:

Quadro 1 – Principais causas de acidentes envolvendo queda de altura

| Artigo 6º | Artigo 7º | Artigo 8º |
|--|--|---|
| Princípios | Objetivos | Instrumentos |
| Desenvolvimento Sustentável | Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental | Planos de resíduos sólidos |
| Prevenção e Precaução | Hierarquia de Resíduos Sólidos | Coleta Seletiva e Logística Reversa |
| Visão Sistêmica | Produção e consumo sustentáveis | Incentivo à criação e desenvolvimento de cooperativas de material reutilizável e reciclável |
| Responsabilidade Compartilhada | Incentivo à indústria de reciclagem | Pesquisa científica e tecnológica |
| Resíduo sólido gerador de trabalho e renda e cidadania | Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos | Educação Ambiental |
| Razoabilidade e Proporcionalidade | Disposição final ambientalmente correta de resíduos sólidos | Monitoramento e a fiscalização ambiental |

Fonte: Adaptado de Arantes e Pereira (2021) e Brasil (2010)

Conforme a PNRS, a destinação de resíduos sólidos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos ambientais (Brasil, 2010).

O resíduo quando descartado de forma irregular e desregrada é uma das principais causas de impacto ambiental, uma vez que seu descarte quase sempre é realizado diretamente no solo na ausência de qualquer tipo de tratamento (Abreu, 2011).

Quanto a classificação, a lei 10004/2010 traz:

Quadro 2 – Classificação dos resíduos sólidos

| Origem | Periculosidade |
|---|----------------|
| A) Domiciliares | Não Perigosos |
| B) Limpeza Urbana | |
| C) Sólidos Urbanos | |
| D) Estabelecimentos Comerciais | |
| E) Serviços Públicos De Saneamento Básico | Perigosos |
| F) Industriais | |
| G) Serviços De Saúde | |
| H) Construção Civil | |
| I) Agrossilvopastoril | |
| J) Serviços De Transportes | |
| K) Mineração | |

Fonte: Adaptado de Brasil (2010)

Percebe-se, por meio do Quadro 2 que os resíduos sólidos gerados por meio de atividades antrópicas detêm uma série de fontes geradoras. Neste estudo, o foco será quanto aos resíduos domiciliares, que na lei em questão, são definidos como os originários de atividades domésticas em residências urbanas (Brasil, 2010).

Vertown (2023) diz que esses tipos de resíduos são aqueles produzidos dentro de casa, como restos de comida, produtos deteriorados, papéis, plásticos, metais, vidros, latas, fraldas descartáveis, papel higiênico etc. Além disso, destaca-se que devido à sua composição, rica em matéria orgânica, esse, quando se decompõe, produz chorume, líquido escuro ácido e de odor desagradável, com elevado potencial poluidor.

A realidade é preocupante, haja vista os resíduos sólidos ainda serem dispostos ou lançados de forma incorreta no ambiente, colocando em risco a saúde humana e o ecossistema (Arantes; Pereira, 2021).

A gestão ambientalmente incorreta de resíduos sólidos nos municípios brasileiros vem causando preocupações não só ao poder público, mas à sociedade, visto que o risco de contaminação ambiental e disseminação de problemas de saúde humana que a disposição inadequada desses resíduos ocasiona é iminente (Girelli; Pit Dal Magro, 2017).

Esses fenômenos desencadeiam o aumento vertiginoso da geração de resíduos sólidos, elevando a necessidade de se instituir o gerenciamento ambientalmente correto dos diversos resíduos gerados pelas atividades antrópicas (Arantes; Pereira, 2021).

Segundo Silva et al. (2020) a aceleração do crescimento populacional, principalmente nos centros urbanos, aliada à ascensão da renda da população e ao aumento de produção e consumo vigentes, tem provocado elevados índices de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU).

Em um país continental como o Brasil, de população superior a 210 milhões de habitantes, cada pessoa produz, em média, 343 quilos de lixo, por ano: no total, cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos (Moreno, 2023).

Segundo a ABRELPE (2021):

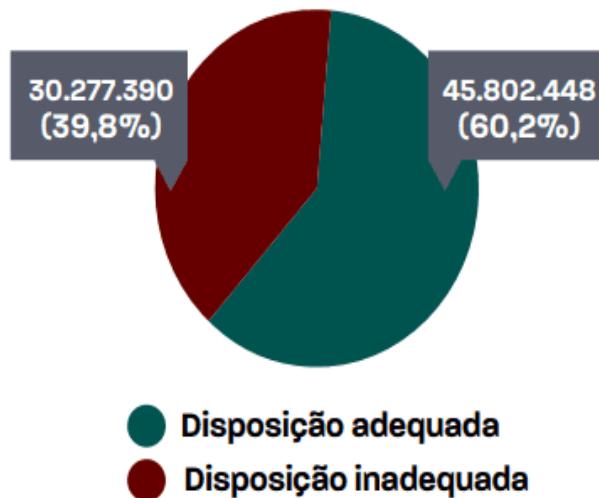
Os dados apurados mostram que a geração de RSU no país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020, tendo alcançado um total de aproximadamente 82,5 milhões de toneladas geradas, ou 225.965 toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia.

Importante ressaltar ainda que com a maior concentração das pessoas em suas residências, observou-se uma concentração da geração de resíduos nesses locais (ABRELPE, 2021).

Estima-se que um terço de todos os resíduos urbanos produzidos na América Latina e no Caribe ainda acaba em aterros a céu aberto ou no meio ambiente. Uma prática que afeta a saúde de seus habitantes, sendo Brasil e México os que mais produzem na região (ONU, 2023).

No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE (2021), a maior parte dos RSU coletados seguiu para disposição em aterros sanitários, com 46 milhões de toneladas enviadas para esses locais em 2020, superando a marca dos 60% dos resíduos coletados que tiveram destinação adequada no país. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda estão em operação e receberam quase 40% do total de resíduos coletados. (ABRELPE, 2021). O Gráfico 1 a seguir mostra com detalhes esses dados:

Gráfico 1 – Disposição final adequada x inadequada de RSU no brasil (t/ano e %)



Fonte: ABRELPE (2021)

A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada previstas na PNRS, desde que observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010; ABRELPE, 2021).

Segundo a autora Moreno (2023), os lixões a céu aberto são a pior forma de destinação de resíduos e ainda estão em metade das cidades do país. Isso, acaba gerando a proliferação de bactérias, a propagação de doenças, contaminação, e causa impactos ambientais, como a contaminação de águas subterrâneas.

Dentre os principais impactos ambientais gerados pelos lixões têm-se: contaminação do solo e das águas subterrâneas por meio do lixiviado; contaminação do ar, pela queima de resíduos e gases gerados na decomposição; e, na saúde humana, principalmente pela presença de catadores, entre outros (Souza, 2018).

Vale lembrar que, mediante os impactos e danos socioambientais gerados pelos lixões a Lei Federal n. 12.305/2010 proibiu este método de disposição final nos municípios brasileiros.

Mediante a importância da destinação dos resíduos sólidos residenciais ao meio ambiente e perante o destaque que essa temática tem ganhado no cenário midiático de forma negativa, tem-se como hipótese o fato de que a negligência quanto a destinação desses resíduos e a

505

ineficiente fiscalização quanto as normatizações ambientais sobre essa questão, resultam em impactos ambientais significativos, a exemplo, a continuidade no surgimento de lixões.

A presente pesquisa justifica-se pela importância que a destinação consciente dos resíduos sólidos residenciais tem para a preservação do meio ambiente sustentável. Logo, a partir do conhecimento da legislação pertinente a esse assunto e das consequências que o seu descumprimento tem ao meio em que habitamos, faz-se necessário informar-se sobre as particularidades que envolve essa tratativa.

Objetivo(s)

Logo, o objetivo geral do trabalho em questão foi a compreensão das particularidades sobre a destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Quanto aos objetivos específicos citam-se:

1. Identificaram os impactos negativos que a destinação incorreta dos resíduos sólidos urbanos é capaz de causar ao meio ambiente;
2. mostrou a atual situação das regiões do país quanto a geração e destinação dos resíduos sólidos urbanos;
3. apresentou duas alternativas, com base em estudos e na legislação, para uma destinação ambientalmente viável.

Metodologia

Quanto aos procedimentos, a pesquisa em questão é do tipo revisão bibliográfica, em que a fase investigativa buscou explanar, detalhadamente, a problemática a despeito do tema.

A pesquisa bibliográfica é um processo de investigação para solucionar, responder ou aprofundar sobre uma indagação no estudo e um fenômeno (Sousa, Oliveira e Alves, 2021). Outrossim, os mais diversos estudos, de forma direta ou indireta, pautam-se em fontes bibliográficas e/ou usam a revisão bibliográfica como etapa (Batista; Kumada, 2021).

Assim, trata-se do levantamento de referências teóricas por meios como: livros, artigos científicos, internet etc. com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (Fonseca, 2002).

Para Ribeiro (2014):

A revisão narrativa ou tradicional tem a preocupação primária de fornecer "sínteses narrativas", que permitem compilar conteúdos de diferentes obras,

apresentando-as para o leitor de forma compreensiva e sem o compromisso de descrever critérios de coleta e seleção das obras incluídas (Ribeiro, 2014).

Quanto ao objetivo a pesquisa é do tipo descritiva. Ocorre quando o pesquisador tem por objetivo descrever as características de certa população ou fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis, sem sua manipulação (Silva, 2003).

Com relação às plataformas de buscas para a seleção dos artigos, livros e demais materiais fontes foram utilizadas: Google, CAPES, SciELO e Google Acadêmico.

Desta forma, realizou-se uma pesquisa com dados que auxiliassem na compreensão inicial do tema a ser desenvolvido utilizando como fonte a Lei N° 12.305/2010 –Política Nacional dos Resíduos Sólidos–, a Lei N° 9.605/1998 –Lei de Crimes Ambientais–, dissertações, livros, artigos, revistas e materiais disponíveis na internet.

A seleção do tema partiu da análise do cenário dos resíduos sólidos no Brasil, especificamente, tratando-se da sua destinação incorreta e da observação dos transtornos ambientais que esse tipo de episódio gera aos ao meio e, consequentemente, à sociedade.

Foram reunidas informações principalmente advindas da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos (ABRELPE), responsável por pautar sua atuação nos princípios da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável, para representação e defesa do setor, com a missão de promover o desenvolvimento técnico-operacional da gestão de resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2023). Além disso, essa destaca-se, desde 2003, com a emissão de Panoramas de Resíduos Sólidos no Brasil e conquistou espaço como a principal fonte de dados do setor, constituindo-se como uma referência para todos aqueles que buscam conhecer sobre resíduos sólidos no país.

Houve a consulta ao último panorama emitido pela ABRELPE objetivando colher informações sobre os últimos anos da gestão ambiental quanto ao meio ambiente, principalmente em questões relacionadas a geração de resíduo, coleta e destinação, bem como determinar regiões e municípios que mais se destacaram nesses quesitos, isto é, no gerir dos resíduos.

O foco da pesquisa envolveu os dados recentes de 2021, a fim de mostrar informações atuais e chamar a atenção sobre a importância da preocupação com esse tipo de problema. Lembra-se ainda que se trata de dados oficiais da ABRELPE e da ONU.

A princípio, realizou-se uma revisão da bibliografia a fim de se obter informações acerca da destinação dos resíduos sólidos em um lixão, sendo os impactos negativos evidenciados. Logo, foi exposto as consequências que a má gestão dos resíduos, especificamente, os domiciliares, são capazes de gerar ao meio e seu destaque em relação aos demais.

Logo em seguida, mostraram-se os investimentos atuais no setor de resíduos sólidos para se obter informações precisas a despeito dessa questão, sejam das regiões, seja a nível nacional.

Seguidamente, destacou-se as principais regiões brasileiras geradoras desses tipos de resíduos, a fim de destacar os principais locais que hoje trazem um tratamento mais direcionado a esses. Alinhado a isso foram expostas as regiões com maiores índices de coleta e uma visão sobre a destinação final desses resíduos quanto a adequação/inadequação.

O objetivo, a princípio, foi trazer um panorama sobre a dimensão da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, buscando mostrar os locais que mais carecem e os que vem avançando nesse quesito, bem como nos investimentos, seja na coleta, seja na destinação.

Por fim, este trabalho trouxe detalhes sobre duas alternativas que tendem a incentivar o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, em substituição aos lixões, a fim de minimizar os impactos resultantes.

A ênfase deste trabalho está na compreensão dos impactos negativos resultantes que a incorreta gestão dos RSU gera e, a partir disso, entender suas particularidades, bem como conhecer a Lei N° 12.305/2010 e outras normativas que tratam dessa questão.

A fim de trazer um material atualizado e didático, seja nas informações reunidas de diferentes autores, seja nos gráficos, quadros e imagens presentes, muitos dos dados foram adaptados em softwares como o Excel 2016 e Word 2016.

Resultados e Discussão

1. IMPACTOS NEGATIVOS

Uma pesquisa realizada por Albertin, Silva e Prado (2023) observou que dentre os impactos negativos gerados pela destinação incorreta dos resíduos sólidos, citam-se: alteração da qualidade da águas subterrâneas pela infiltração do chorume; alteração da qualidade do solo pelo chorume e decomposição do lixo; poluição por efluente líquidos e resíduos sólidos; contaminação do solo; possíveis explosões pela presença de gases metano (CH4), gerados na

decomposição do lixo; diminuição da abundância de espécies; potencial ocorrência de fauna sinantrópica pela presença de aves bioindicadores de degradação; alteração das condições geotécnicas; alteração do uso do solo pela conversão de solos agrícolas para degradados; potencial ocorrência de erosão superficial pela ausência de sistemas de drenagem pluvial definitivos e temporários. O Quadro 3 traz, com mais detalhes, essas informações:

Quadro 3 – Principais impactos identificados em um lixão

| Aspectos ambientais | Impactos Ambientais |
|--|---|
| Geração de chorume | Alteração da qualidade da água subterrânea; Alteração da qualidade do solo; Poluição por efluentes líquidos e resíduos sólidos; Contaminação do solo (substâncias poluentes inorgânicas e orgânicas). |
| Geração de gases | Possíveis explosões; Degradação da qualidade do ar |
| Desmatamento das árvores dentro do lixão | Diminuição da abundância de espécies; Potencial ocorrência de espécies de fauna sinantrópica |
| Alteração do uso do solo | Alteração das condições geotécnicas; Alteração do uso do solo. - Erosão superficial |

Fonte: Sánchez (2008); Garcia (2014) apud Albertin, Silva e Prado (2023)

Ao longo dos anos, a disposição irregular de RSU tem causado a contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, e também doenças como dengue, leishmaniose, leptospirose e esquistossomose, entre outras, cujos vetores encontram nos lixões um ambiente propício para sua disseminação (Szigethy; Antenor, 2020).

Química JR (2021) cita que a má gestão dos resíduos gera diversos problemas, tanto para o meio ambiente quanto para a entidade geradora desses resíduos, podendo resultar em danos ambientais irreparáveis e severas punições aplicadas aos responsáveis. A página, cita cinco os seguintes problemas que essa má gestão de resíduos pode resultar:

Poluição Hídrica

A poluição hídrica é caracterizada pela alteração das propriedades físico-químicas de um determinado corpo d'água pela introdução de qualquer resíduo. Os principais causadores dessa poluição são a disposição de efluentes industriais, agrícolas e esgotos domésticos, assim como descarte incorreto de lixo.

Poluição do solo

Os resíduos sólidos despejados podem ter em sua composição uma grande variedade de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e sua degradação libera chorume no solo, líquido altamente tóxico.

Poluição visual

A disposição de resíduos sólidos em locais indevidos causa a destruição da paisagem, contribuindo para o aumento de doenças e proliferação de insetos e pragas. Isso sem contar o mal cheiro

Alagamentos e inundações

Se descartado indevidamente, o lixo pode causar entupimento das galerias de águas pluviais, o único meio de drenagem em muitas cidades. Isso faz com que ocorram as inundações, desastres que deixam centenas de milhares de brasileiros desabrigados todos os anos.

Multas e paralisações

As leis como a de N° 12.305/2010 – Plano Nacional de Resíduos Sólidos e a Lei N° 9605/1998 – Lei de Crimes Ambientais, definem como deve ser feita a gestão correta dos resíduos. O descumprimento dessas leis pode acarretar multas e até reclusão aos responsáveis.

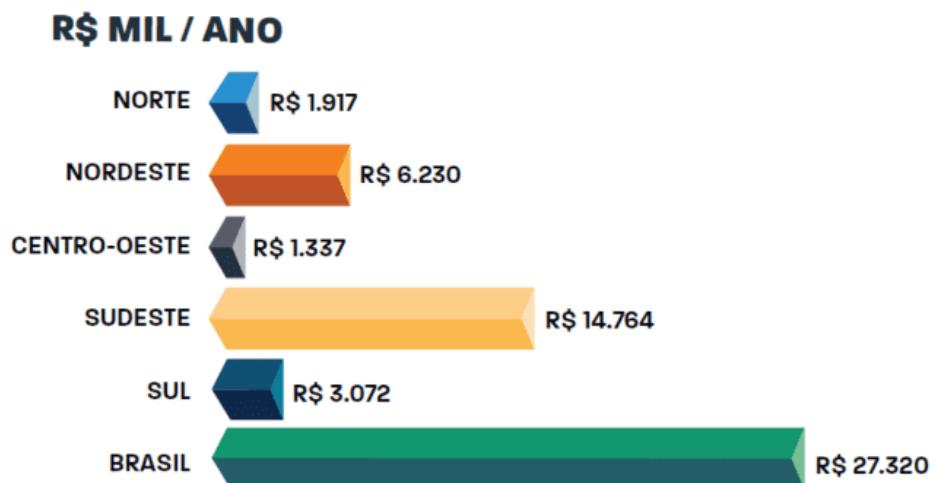
As penas previstas na Lei 9.605/1998 são variáveis, e compreendem desde crimes até infrações administrativas. Dentre as principais punições previstas, citam-se: Privativa de liberdade, aplicação de multas e penas restritivas de direitos. Esta, quando aplicadas às pessoas físicas, podendo ser, segundo o artigo 8º dessa lei:

1. prestação de serviços à comunidade;
2. interdição temporária de direitos;
3. suspensão parcial ou total de atividades;
4. prestação pecuniária;
5. recolhimento domiciliar.

2. INVESTIMENTOS NO SETOR

Conforme a ABRELPE (2021), os recursos aplicados pelos municípios nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos alcançaram cerca de R\$ 27,3 bilhões no ano, o que representa R\$ 10,75 por habitante/mês aplicados para custeio de tais serviços. Esses serviços incluem: coleta, transporte, a destinação final e os serviços de varrição, capina, limpeza e manutenção de parques e jardins, limpeza de córregos, entre outros.

Gráfico 2 – Recursos aplicados nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no brasil e regiões



Fonte: ABRELPE (2021)

Conforme Rodrigues (2023), o plano do governo federal para que as cidades concedam a gestão de resíduos sólidos urbanos, como coleta de lixo, tratamento e disposição final, ao setor privado por meio de concessões e parcerias deve resultar em R\$ 21,8 bilhões em investimentos nos próximos anos. Diante disso, ressalta-se que os projetos englobam 39 consórcios, em 511 municípios, onde moram 10,8 milhões de pessoas (5% da população).

3. PRINCIPAIS REGIÕES GERADORAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo a ABRELPE (2021), regionalmente e nos moldes dos anos anteriores, a região com maior geração de resíduos continua sendo a Sudeste, com cerca de 113 mil toneladas diárias (50%) e 460 kg/hab./ano, enquanto a região Norte representa aproximadamente 4% do

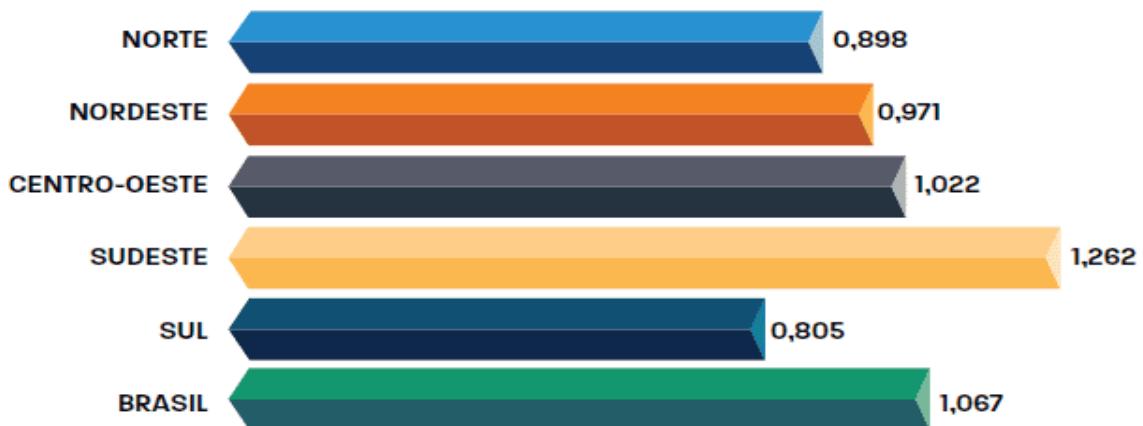
total gerado, com cerca de 6 milhões de toneladas/ano e 328 kg/hab./ano. O Gráfico 3 e o Gráfico 4 a seguir mostram detalhadamente tais informações:

Gráfico 3 – Participação das regiões na geração de RSU (%)



Fonte: ABRELPE (2021)

Gráfico 4 – Geração de RSU no Brasil e regiões (kg/hab./dia)



Fonte: ABRELPE (2021)

4. REGIÕES COM MAIOR ÍNDICES DE COLETAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Com o aumento na geração dos resíduos domiciliares, a quantidade de materiais dispostos para coleta junto aos serviços de limpeza urbana também cresceu, levando a um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas no ano de 2020, o que implica em uma cobertura de coleta de 92,2% (ABRELPE, 2021).

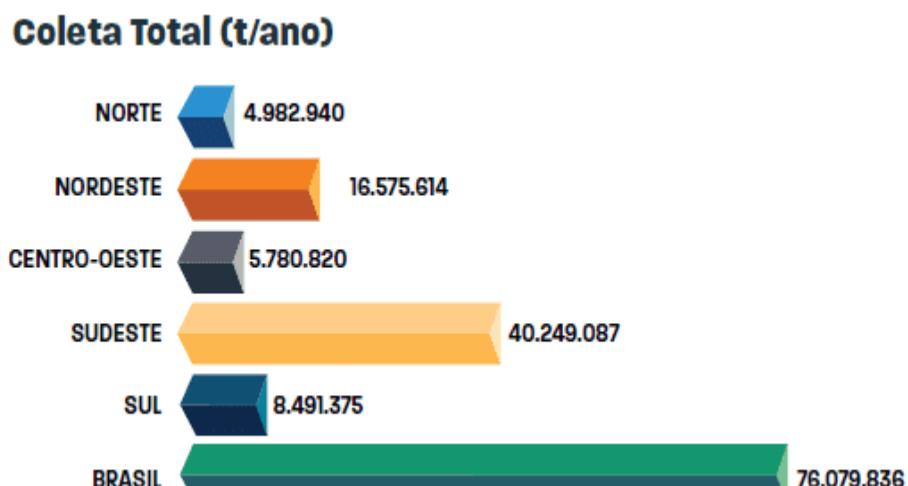
Segundo a associação, a região Sudeste é responsável pela maior massa coletada dentre as demais regiões do país, com pouco mais de 40 milhões de toneladas por ano, seguida das regiões Nordeste, com pouco mais de 16,5 milhões de toneladas e Sul, com cerca de 8,5 milhões de toneladas coletadas.

A ABRELPE (2021) cita ainda que:

É importante ressaltar que, enquanto as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste já alcançaram índice de cobertura de coleta superior à média nacional, as regiões Norte e Nordeste ainda apresentam pouco mais de 80%, o que significa que em torno de 20% dos resíduos gerados não são alcançados pelos serviços de coleta regular nos municípios localizados nessas regiões.

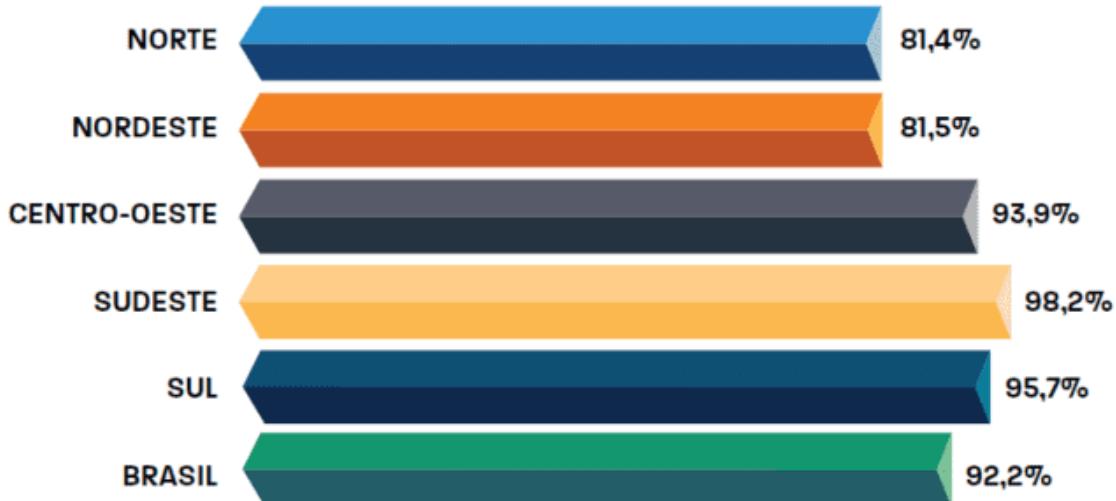
Os Gráficos 5 e 6 a seguir mostram detalhadamente esses dados:

Gráfico 5 – Coleta de RSU no BRASIL e regiões (t/ano)



Fonte: ABRELPE (2021)

Gráfico 6 – Índice de cobertura de coleta de RSU no Brasil e regiões (%)



Fonte: ABRELPE (2021)

Logo, segundo a Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos (ABREN), apesar de apresentar bons indicadores na coleta, o país carece de tratamento de destinação final ambientalmente adequada de RSU, sendo que apenas 2% é reciclado e 2% passa pela compostagem, e ainda aproximadamente 40% é enviado para lixões e aterros controlados (ABREN, 2021).

Diante desse cenário, surge também o conceito de coleta seletiva que se trata da coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição (BRASIL, 2010).

É importante ainda citar que, em 2020, teve um número de 4.145 municípios que apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva, representando 74,4% do total de municípios do país (ABRELPE, 2021). Vale lembrar, no entanto, que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser iniciativas pontuais. As regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os maiores percentuais de municípios com iniciativa de coleta seletiva.

5. DESTINAÇÃO FINAL

Conforme Szigethy e Antenor (2020), nas cidades brasileiras, a crescente geração de resíduos sólidos e as práticas de descarte estabelecidas, aliados ao ainda alto custo de

armazenagem, resultaram em volumes crescentes de RSU acumulados e, historicamente, em sérios problemas ambientais e de saúde pública. As Tabelas 1 e 2 trazem informações sobre a destinação final de RSU no país destacando as regiões e sobre a relação da quantidade de cidades por tipo de disposição final adequada ou inadequada:

Tabela 1 – Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (t/ano e %)

| Região | Disposição adequada | | Disposição inadequada | |
|---------------|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | t/ano | % | t/ano | % |
| Norte | 1.773.927 | 35,6% | 3.209.013 | 64,4% |
| Nordeste | 6.016.948 | 36,3% | 10.558.666 | 63,7% |
| Centro-Oeste | 2.456.849 | 42,5% | 3.323.972 | 57,5% |
| Sudeste | 29.542.830 | 73,4% | 10.706.482 | 26,6% |
| Sul | 6.011.894 | 70,8% | 2.479.482 | 29,2% |
| Brasil | 45.802.448 | 60,2% | 30.277.390 | 39,8% |

Fonte: Adaptada de ABRELPE (2021)

Tabela 2 – Número de municípios por tipo de disposição final adotada

| Regiões | Norte | Sul | Centro-Oeste | Sudeste | Sul | Brasil |
|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Adequada | 96 | 511 | 172 | 862 | 1.061 | 2.702 |
| Inadequada | 354 | 1.283 | 295 | 806 | 130 | 2.868 |
| Total | 450 | 1794 | 467 | 1668 | 1191 | 5570 |

Fonte: Adaptada de ABRELPE (2021)

Logo, embora as tecnologias necessárias para o cumprimento da PNRS estejam disponíveis no Brasil, os custos e a falta de uma maior integração na gestão dos RSU têm sido apontados por especialistas como os motivos para esse comportamento (Szigethy; Antenor,

2020). No Brasil, dada à falta de uma gestão unificada de RSU, os desafios permanecem praticamente os mesmos anteriores à PNRS.

6. ALTERNATIVAS PARA UMA DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE VIÁVEL

A PNRS em seu artigo 9º, define as prioridades na gestão dos resíduos sólidos, estabelecendo que, no gerenciamento, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Deverá ser observado normas operacionais específicas para evitar danos ou riscos à saúde pública, como também à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010).

No que diz respeito ao tratamento, a norma determina que poderão ser utilizadas tecnologias visando a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de um programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (Tera Ambiental, 2022).

Dentre algumas alternativas ambientalmente viáveis para a destinação final dos resíduos, destacam-se duas:

Compostagem

Segundo Tera Ambiental (2022), é um processo natural de tratamento de resíduos orgânicos urbanos, agroindustriais e agropecuários, por meio da atividade de microrganismos aeróbios presentes nos próprios resíduos. O processo é pautado na disposição dos materiais em canteiros, onde ocorrem as misturas aeradas por meio de máquinas revolvedoras ou sopradores elétricos promovendo a intensificação da atividade dos microrganismos, sobretudo bactérias, que digerem e transformam os resíduos em matéria orgânica bioestabilizada. A técnica ainda favorece a diminuição da poluição do solo, ar e água.

Para Lopez-Real (1994), o sistema de compostagem é tecnicamente simples e com baixo valor de implantação e operação, em comparação a outros processos de tratamento, além de ser eficiente na diminuição de massa e na carga orgânica dos resíduos.

Por fim, conforme Prates, Pimenta e Ribeiro (2019), dentre os principais benefícios, têm-se: conversão dos resíduos orgânicos em composto com possibilidade de aplicações diversas; tecnologia simples e comprovada; aplicável em diversas escalas. Porém, como dificuldades têm-se: podem causar mau cheiro e proliferação de insetos e roedores; necessidade de triagem dos RSU; necessidade de mercado para comercializar composto.

Aterro Sanitário

Ao contrário dos lixões, são projetados por engenheiros sob critérios técnicos. Sua finalidade é garantir a disposição correta dos resíduos que não puderam ser reciclados, de modo que os descartes não causem danos à saúde pública ou ao meio ambiente (Tera Ambiental, 2022).

Conforme Oliveira (2021), os aterros sanitários são áreas essenciais para que alguns dos muitos resíduos despejados consigam ter “sossego” e consigam se decompor sem causar impactos diretos ao meio ambiente. Desta forma, é essencial a existência desses espaços para reduzir o impacto do lixo no mundo, especialmente sobre a contaminação dos lençóis freáticos, do ar e também do solo (Oliveira, 2021).

O mesmo autor cita como benefícios dessa alternativa: redução da liberação de metano na atmosfera; evita o contato humano direto com o lixo e impede assim a infecção desses mesmos humanos com animais que possam trazer doenças infecciosas; a disposição controlada dos resíduos que entram e saem para que, desta forma, haja a minimização de danos ao meio ambiente; com o lixo e resíduos soterrados e protegidos, além de seguindo todos os protocolos de segurança e de estrutura, os lençóis freáticos e a terra ficam protegidos, assim como toda o meio ambiente.

Já em relação às desvantagens, Oliveira (2021) traz: a necessidade de extensões de terras cada vez maiores para abrigar tanto “lixo” por conta do consumo desenfreado e da alta quantidade de resíduos e material despejado; os resíduos não são necessariamente “tratados”, pois o que acontece, na realidade, é um “soterramento” — ou incineração — dos materiais, por isso existe um limite na quantidade de camadas de lixo que podem ser enterrados ou depositados dentro de um aterro; pode causar impactos ambientais severos caso não cumpra com as devidas regras de segurança e de manutenção, como a contaminação dos lençóis freáticos ou aquíferos — ou ambos — por conta de vazamentos durante o uso dos aterros ou

517

no encerramento de suas atividades; possuem um alto custo econômico, tanto na implantação, tanto na sua manutenção, além de quanto mais resíduos são destinados aos espaços, menos são reciclados ou reutilizados.

Considerações Finais

Percebeu-se que, a gravidade dos impactos ambientais frutos da destinação incorreta dos resíduos sólidos urbanos é enorme quando negligenciada as normatizações envolvidas. Além disso, observou-se que o Brasil possui legislações ambientais específicas para a gestão desses recursos, inclusive, prevendo punições para os seus descumprimentos.

Outra situação a ser destacada, trata-se de que, nos últimos anos, o Brasil tem se destacado quanto ao aumento nos índices de destinação adequada dos resíduos, ultrapassando 60% do país, apesar de que 40% (inadequados) ainda se tratar de um número bastante expressivo quando posto em prática. Porém, isso demonstra que a correta gestão alinhada a fiscalizações ambientais tem contribuído para o aumento de estatísticas positivas, bem como no aumento nos investimentos neste setor.

Porém, apesar dessa ascensão, investimentos no tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) reduziriam significativamente o custo com a saúde pública (ABREN, 2021). Outrossim, conforme estudos da Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), o custo do atendimento médico à população afetada pela má gestão dos RSU é calculado entre 10 e 20 \$/T (dólares por tonelada) de RSU, equivalente a uma média de 75 R\$/t (reais por tonelada). Assim, segundo este, em 28 regiões metropolitanas do Brasil com mais de 1 milhão de habitantes seria possível economizar cerca de R\$ 2,4 bilhões por ano, ou seja, um valor de R\$ 72 bilhões em 30 anos na saúde pública (Santos; Neto, 2022).

Observou-se também que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste alcançaram índices de cobertura de coleta superior à média nacional. Isso remete a um avanço na gestão de coleta de resíduos urbanos.

Um marco importante também foi que a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o destino do lixo no Brasil passou a ter uma maior importância, havendo assim, na legislação (como a lei de crimes ambientais), penalidades para quem descumpri-la.

Quanto a destinação dos RSU, observou-se que se trata de uma situação que exige atenção do poder público, privado e sociedade como um todo.

A falta de homogeneidade torna-se um entrave na escolha da melhor e mais eficiente destinação final dos resíduos, uma vez que para determinado tipo, há alternativas mais eficientes que outras. Logo, a coleta seletiva se faz de extrema importância quanto a essa questão.

Importante frisar que apesar dos últimos anos ter havido um avanço quanto a destinação adequada dos resíduos, os números contrários ainda impressionam e representam cerca de 40,9% que é coletado e disposto em lugares impróprios ou de maneira incorreta.

Logo, conforme Tera Ambiental (2020), implementar processos de destinação de resíduos sólidos condizentes com a legislação ambiental faz com que empresas, além de evitarem pesadas multas e sanções — que chegam à paralisação das atividades —, tenham outros benefícios. Alguns deles são:

1. Otimização operacional;
2. percepção de valor que pode gerar vantagem competitiva;
3. crescimento consciente, com melhoria na relação empresa-mercado-consumidor;
4. Incentivo à inovação e colaboração para redução de impactos ambientais.

Porém, vale ressaltar que para uma organização usufrua desses benefícios, é de suma importância a escolha da destinação ambientalmente correta e segura, como a compostagem, por exemplo.

Agradecimentos

Agradeço inicialmente a Deus, pois desse que vem toda a força, determinação e inspiração no Espírito Santo. Segundamente, ao evento 1 Congresso Internacional de Educação Ambiental Interdisciplinar –I CINEAI– pela oportunidade de envio deste trabalho levando-o assim ao espalhar dos mais variados conhecimentos. E por fim, a minha família pelo suporte emocional e psicológico em toda minha trajetória acadêmica e profissional. E muito obrigado a você também que estar lendo este texto.

Bibliografia

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Um pouco da nossa história. ABRELPE, 2023. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/sobre/>. Acesso em: 19 out. 2023.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. ABRELPE, 2021.

ABREN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS. Levantamento inédito mostra que o Brasil perde 2,4 bi por ano com a falta de tratamento do seu lixo urbano (Direito & Negócios). ABREN, 2021.

ABREU, E. P. Condições de trabalho, saúde e hábitos de vida dos catadores de resíduos sólidos da vila vale do sol em aparecida de Goiânia-GO. 2001. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.

ALBERTIN, R.; SILVA, G. R. S.; PRADO, E. B. Fim dos lixões nas pequenas cidades brasileiras: como recuperar as áreas degradadas? Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE/UEM), v. 15, n. 2, p. 272-295, 2023.

ARANTES, M. V. C.; PEREIRA, R. S. Análise crítica dos 10 anos de criação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. Revista Liceu On-line, v. 11, n. 1, p. 48-66, 2021.

APRENDA como identificar as fontes geradoras de resíduos do seu negócio. Vertown, 2023. Disponível em: <https://www.vertown.com/blog/aprenda-como-identificar-as-fontes-geradoras-de-residuos/>. Acesso em: 16 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BATISTA, L. S.; KUMADA, K. M. O. Análise metodológica sobre as diferentes configurações da pesquisa bibliográfica. Revista brasileira de iniciação científica, p. e021029-e021029, 2021.

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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 out. 2023.

BRASIL. Lei de Crimes Ambientais nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em: 20 out. 2023.

GIRELLI, S.; PIT DAL MAGRO, M. Saúde do trabalhador e economia solidária: estudo de uma cooperativa de construção civil. *Revista Psicologia*. v.29, n.1, p.9-16, 2017.

GONÇALVES, B. B.; DIAS, J. F. Resíduos domiciliares recicláveis: prospecção para cidade de médio porte. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 1, n. 1, p. 84-104, 2009.

LOPEZ-REAL, J. M. Composting through the ages. In: *Down to Earth Composting*. P. 5, 1994.

MORENO, S. Brasil gera cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos por ano. Rádio Agência Brasil, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-national/meio-ambiente/audio/2023-04/brasil-gera-cerca-de-80-milhoes-de-toneladas-de-residuos-por-ano>. Acesso em: 16 out. 2023.

OLIVEIRA, F. Vantagens e Desvantagens dos Aterros Sanitários. SUPERBID Exchange, 2021. Disponível em: <https://blog.superbid.net/vantagens-e-desvantagens-dos-aterros-sanitarios/>. Acesso em: 20 out. 2023.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Organização do Desenvolvimento Industrial 2020. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/201707/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf. Acesso em: 16 out. 2023.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Primeiro Dia Resíduo Zero reforça ações de enfrentamento à crise global de poluição por resíduos. Nações Unidas Brasil, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/225701-primeiro-dia-residuo-zero-reforca-acoes-de-enfrentamento-a-crise-global-de-poluição-por>. Acesso em: 16 out. 2023.

OS IMPACTOS NEGATIVOS de uma má gestão dos seus resíduos. QuímicaJR, 2021. Disponível em: <https://quimicajr.com.br/blog/os-impactos-negativos-de-uma-ma-gestao-dos-seus-residuos/>. Acesso em: 20 out. 2023.

PRATES, L. F. S.; PIMENTA, C. F.; RIBEIRO, H. F. Alternativas tecnológicas para tratamento de resíduos sólidos urbanos. APPREHENDERE-Aprendizagem & Interdisciplinaridade, v. 1, n. 2-especial, 2019.

SANTOS, S. D. L; NETO, V. L. C. Percepções sobre o lixo doméstico entre os moradores do município de Carpina-PE. 2022. 50 f. Monografia (Bacharelado em Administração Pública), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Carpina, 2022.

SILVA, R. C. P. D.; COSTA, A. R. S.; EL-DEIR, S. G.; JUCÁ, J. F. T. Setorização de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares por técnicas multivariadas: estudo de caso da cidade do Recife, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, p. 821-832, 2020.

SILVA, A. C. R.. Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses. São Paulo: Atlas, 2003.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. Cadernos da FUCAMP, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 64-83, mar., 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 16 out. 2023.

SOUZA J. B. Proposta de Recuperação de Área Degrada em um Lixão Desativado no município de Mamanguape, PE. 2018. 54f. Monografia (Especialização em Gestão e Auditoria Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. IPEA – Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 20 out. 2023.

RESÍDUOS SÓLIDOS: conheça as alternativas adequadas para destinação e tratamento. Tera Ambiental, 2022. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/alternativas-destinacao-residuos-solidos>. Acesso em: 20 out. 2023.

RIBEIRO, J. L. P. Revisão de Investigação e Evidência Científica. Psicologia, Saúde & Doenças, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 671-682, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/psd/v15n3/v15n3a09.pdf>. Acesso em: 16 out. 2023.

RODRIGUES, D. Projetos para acabar com lixões trarão R\$ 22 bi em investimentos. Poder 360, 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/projetos-para-acabar-com-lixoes-trarao-r-22-bi-em-investimentos/>. Acesso em: 21 out. 2023.