

**AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VIANA DO CASTELO**

**PESQUISA PÓS DOCTORAL**

**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO  
COMPARATIVO: REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE/BRASIL  
E ÁRAEAS METROPOLITANAS DE LISBOA E DO PORTO/  
PORTUGAL**

**ANA MARIA CADOSO DE FREITAS GAMA**

**Outubro/2023**

## SUMÁRIO EXECUTIVO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a gestão dos resíduos sólidos urbanos, nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto/Portugal e na Região Metropolitana de Recife/PE/Brasil. Foi realizada uma pesquisa exploratória com levantamento de dados secundários em documentos impresso e virtual, visitas técnicas a instituições e empresas do setor de resíduos e uma análise comparativa da situação das áreas estudadas. Em Portugal, a gestão dos resíduos sólidos urbanos, no período antes de 1995, a gestão era predominantemente municipal que evoluiu para uma gestão consorciada de municípios e só em de 1996, o país adaptou a sua legislação com base nas Diretivas da UE e, a partir 1997, o setor dos resíduos sofreu um impulso com a adoção do primeiro Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) em 1995, que foi sucessivamente atualizado para todo Portugal Continental, inclusive nas áreas metropolitana do Porto e de Lisboa, até o presente PERSU 2030.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi aprovada por lei em 2010, estabelecendo as linhas e diretrizes para a gestão integrada de resíduos, com metas temporais determinadas. Os resultados da pesquisa revelam que o Brasil, carece de maior atuação no que diz respeito ao incremento da coleta seletiva, à eliminação dos cerca de 3600 lixões existentes e regulação independente dos serviços. Enquanto em Portugal a gestão está bem organizada, fruto da adoção das diretivas Europeia e do PERSU em 1995, todavia, persistem desafios a vencer para cumprimento das metas estabelecidas no Novo Quadro Legislativo, que ainda não foram atingidas mesmo com todo aporte financeiro da União Europeia. As especificidades e a conjuntura são evidentemente díspares entre os países, chamando à atenção a diferença na eficácia na implementação das políticas públicas editados pelos diplomas legais dos dois países para a gestão dos resíduos sólidos.

## **1. INTRODUÇÃO**

Portugal, em 25 de abril de 1974, ganha uma nova Constituição com a Revolução dos Cravos, promulgada em 1976, pioneira a nível mundial ao trazer no artigo 66<sup>o</sup> que “Todos tem direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender, e incumbe ao Estado, por meio de organismos próprios e por apelo a iniciativa populares, a assegurá-lo”. Da mesma forma, o Brasil reconheceu o ambiente e à qualidade de vida como um direito dos cidadãos brasileiros, ao editar, em 1988, a sua nova Constituição, na qual o artigo 225 reza que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”.

Com realação ao setor de resíduos sólidos, a entrada de Portugal no espaço da União Europeia, a partir de 1986, o país adaptou a sua legislação às Diretivas da UE e, a partir de 1997, o seto sofreu um impulso com a adoção do primeiro Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), tendo-se constituído 40 empresas públicas gestoras de resíduos que associavam diversos municípios e algumas delas também havia a participação do Estado no seu capital social. Entretanto, devido à falta de escala econômica, houve a fusão de algumas dessas empresas e no final de 2010 o número total de empresas era 23 que formariam os sistemas de gestão de resíduos, agrupados em entidades de caráter multimunicipal (quando o Estado entra na composição do capital social da sociedade) e intermunicipais (somente constituídas por municípios), atuais responsáveis pela gestão de resíduos nas áreas metropolitanas do Porto e de Lisboa e em Portugal Continental.

A Política Nacional de Resíduos no Brasil mesmo tendo sido instituída em 2010, ainda não se encontra totalmente implementada, e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares só foi instituído em 2022, persistindo em cerca de 45% dos municípios a disposição de resíduos em

lixões. No que diz respeito aos municípios da Área Metropolitana de Recife, a disposição de resíduos já está ambientalmente adequada desde 2019.

Com o olhar nas similaridades populacional e territorial entre Portugal e Pernambuco, com foco nas Regiões Metropolitanas do Recife no Brasil e nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa em Portugal, este artigo pretende fazer um comparativo entre as políticas públicas para a gestão integrada dos resíduos sólidos nas áreas de estudo nos dois países.

## **2. REVISÃO LITERARIA**

A gestão de resíduos sólidos compreende o conjunto das decisões estratégicas e das ações voltadas à busca de soluções para o controle do impacto ambiental e das emissões de gases de efeito estufa, envolvendo políticas públicas, instrumentos e aspectos institucionais e financeiros (GAMA, 2020).

O crescimento demográfico, a intensidade das atividades humanas e a melhoria do nível de vida são responsáveis pelo aumento exponencial da quantidade de resíduos gerados (SÃO PAULO, 2013). A geração de resíduos sólidos urbanos aumentará em todo o mundo, passando de 2 bilhões de toneladas/ano em 2016 para 3,4 bilhões de toneladas em 2050, sendo que a maior parte desse aumento será observada em países de baixa renda, onde a geração deve triplicar (KAZA et all, 2018). Por outro lado à aplicação gerenciamento sustentável de resíduos é motivada por pressões internacionais tanto em países desenvolvidos e em desenvolvimento (COSTA, I.M e FERREIRA, D.M, 2019).

O Brasil estabeleceu seus instrumentos regulatórios para gestão de resíduos em 2010, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e sua implementação, mesmo passado mais de 10 anos, ainda não foi efetivada (GAMA, 2023). Se comparado com outros países, como os países da União Européia, cuja Diretiva adotada em 1975 influenciou as políticas ou

instrumentos específicos destinados à gestão sustentável dos resíduos nos Estados-Membros, a exemplo da França (1975), Alemanha (1986), Espanha/1998, e Portugal (1997), e ainda com os EUA, cuja lei aprovada em 1965 e o Japão em 1970, a legislação brasileira aconteceu muito tardiamente.

Os resíduos sólidos são subprodutos das atividades antrópicas e podem ser classificados quanto à origem e às suas características físicas, químicas e biológicas. Por sua vez, o tratamento de resíduos sólidos urbanos pode ser compreendido como um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, que têm como objetivo diminuir a carga poluidora ao meio ambiente e reduzir os impactos sanitários, além de visar o aproveitamento econômico dos resíduos (JUCÁ et al, 2013).

Dentre a rota tecnológica dos resíduos sólidos, podemos citar a reciclagem como parte inicial da rota, seguindo-se o tratamento mecânico biológico e biológico, a valorização biológica da fração orgânica, os tratamentos térmicos com ou sem recuperação de energia e, finalmente, o aterro sanitário. A reciclagem possibilita a reutilização dos recursos no ciclo que proporciona a economia circular.

O aterro sanitário, além de ser local de disposição final de resíduos sólidos urbanos, é uma tecnologia de tratamento por digestão anaeróbia, devido aos processos físicos, químicos e microbiológicos que ocorrem no seu interior, com a geração de biogás (JUCÁ et al., 2013).

De fato, os aterros sanitários continuam a desempenhar um papel fundamental na gestão de resíduos, muito em particular em países em desenvolvimento, sendo caracterizados por serem de grande flexibilidade, podendo receber a totalidade dos resíduos, não conflitando com a introdução de outras tecnologias de tratamento e valorização dos resíduos, incluindo o crescimento da reciclagem, porém deveria, segundo a PNRS, receber apenas rejeitos da

operação das diferentes tecnologias de processamento e valorização dos resíduos (JUCÁ *et al.*, 2013).

Segundo FERREIRA (2015), o tratamento biológico ocorre via metanização, que consiste em um sistema integrado com a conversão da biomassa residual em bioenergia e com a valorização dos subprodutos gerados: biogás e biossólidos. Por sua vez, compostagem transforma os resíduos orgânicos em matéria estabilizada por meio de um processo aeróbico (BIDONE, 1999).

O tratamento térmico, é conhecido como recuperação energética, sendo utilizado em processos industriais que permitem a recuperação de parte da energia contida nos RSU. Dentre os tratamentos térmicos, pode-se citar a incineração, tecnologia conhecida como “Queima de Massa”, que, a partir da queima de RSU em temperaturas acima de 800 °C, gera eletricidade ou vapor d'água (GAMA, 2023). O processo de incineração deve atender aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental, principalmente no que diz respeito aos limites de emissões atmosféricas.

A gaseificação é um processo termoquímico no qual ocorre a conversão do combustível sólido, em gás de síntese com aproveitamento energético (GIZ, 2017). A transformação térmica dos resíduos sólidos é determinada sob uma quantidade limitada de oxigênio (GIZ, 2017). A pirólise também utiliza um processo termoquímico para degradar materiais sólidos, mas praticamente sem a presença de oxigênio, o que evita a combustão e resulta em gás, óleo combustível e resíduos sólidos carbonizados (GIZ, 2017). Combustível Derivado de Resíduos (CDR) produzido em instalações de unidades de preparação para remoção de componentes de resíduos indesejáveis, como metais, por exemplo, provenientes de operações de tratamento mecânico de britagem de resíduos não perigosos, com valor energético, (JUCÁ *et al.*, 2013).

De acordo com GIZ (2017), coprocessamento é a utilização de materiais derivados de resíduos, chamados combustíveis derivados de resíduos (CDR) para substituir recursos naturais minerais (reciclagem de materiais) e/ou combustíveis fósseis tradicionais, como carvão, óleo combustível e gás natural (recuperação energética) em processos industriais.

Em relação à destinação inadequada de resíduos, existem duas formas o aterro controlado em que os resíduos são descartados sem todas as exigências dos aterros sanitários e os lixões que recebem os resíduos a céu aberto sem nenhum controle e muitas vezes com a presença de coletores. Os catadores de materiais recicláveis são agentes ambientais que, mesmo contemplados na legislação de países em desenvolvimento da América Latina, como Brasil e Colômbia, carecem de evidências sobre os reais benefícios para os catadores pertencentes a uma associação e as oportunidades atuais para o seu crescimento (Maldonado A.G et al., 2023).

O grande objetivo atual da gestão de resíduos, materializado nas políticas adotadas na Europa, EUA, Japão e Canadá, também no Brasil e muitos outros países em desenvolvimento, é caminhar para uma sociedade da reciclagem e do resíduo zero, ou seja, o resíduo como recurso potencial que está fora do seu lugar. Assim, o objetivo é colocar todo o resíduo no seu lugar de recurso, constituindo a economia circular, de modo a preservar recursos naturais e a diminuir as emissões poluentes para o ambiente.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi utilizada a pesquisa exploratória com levantamento de dados secundários em documentos em meio físico e digital, visitas técnicas às instituições e empresas do setor de resíduos dos dois países e uma análise comparativa da situação das áreas estudadas.

## **4. RESULTADOS E DISCUSÃO**

Os resultados obtidos na pesquisa e a correspondente discussão sobre a gestão dos resíduos em Portugal e no Brasil são apresentados a seguir.

### **4.1 PORTUGAL E BRASIL**

Portugal, oficialmente República Portuguesa, é um Estado da Europa Meridional, fundado em 1143, ocupa uma área total de 92.212 Km<sup>2</sup>. Portugal se divide, entre a região Continental, cujo território está dividido: Norte, Centro, Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto, Alentejo e Algarve e a região insular (MNE, 2022) e as regiões autônomas das Ilhas da Madeira e dos Açores. Segundo o Censo de 2021, Portugal tem 10,6 milhões de habitantes e uma densidade demográfica de 115,4 habitantes/km<sup>2</sup>, com uma maior concentração populacional junto à faixa litoral (INE, 2022).

O Brasil por sua vez, é uma República Federativa, com uma divisão geopolítica composta de 5 regiões e por 26 estados e o Distrito Federal, onde situa-se a capital Brasília. Possui 5.570 municípios e uma área de 8.510.345.540 Km<sup>2</sup>, cuja população é de 213.317.639 habitantes (IBGE, 2021). Deve realçar-se que 4.923 dos municípios brasileiros são pequenos, com menos de 50 mil habitantes. Apenas 87 municípios têm população superior a 300 mil habitantes. Outro aspecto a ter em atenção é que há milhares de pequenos municípios espalhados pelo país muito distanciados, uns dos outros, que impede a partilha de infraestruturas em consórcio para a gestão de resíduos sólidos. No Brasil existem 13 regiões metropolitanas, entre as quais a Região Metropolitana do Recife no Estado de Pernambuco, na Região Nordeste, objeto deste estudo. o Estado de Pernambuco tem uma área de 98.312 km<sup>2</sup> e 9.945.508 habitantes apresenta similaridade com Portugal, assim como a Região Metropolitana de Recife com uma área de 2.770.452 km<sup>2</sup> e população de 3.726.442 habitantes, com as Áreas Metropolitanas de Porto e Lisboa.



A figura 1 ilustra o mapa do Brasil e Região Metropolitana de Recife e o mapa de Portugal com as Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto.

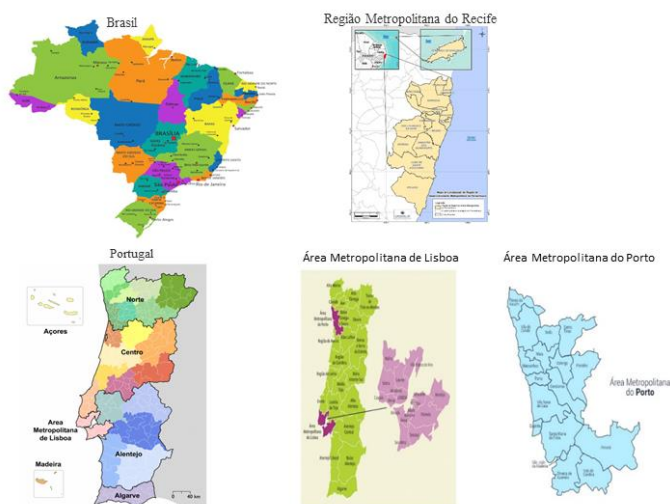


Figura 1 – Mapas: Brasil, RMR e Portugal A M Lisboa e Porto  
 Fonte: Adaptada: Google, 202; Gama 2020; UOL, 2022,

Uma síntese de dados de ambos os países estão na Tabela 1, de acordo fontes oficiais, como o IBGE no Brasil e INE em Portugal, para a população. Dados de resíduos pela ABRELPE e SNIS no Brasil e ERSAR e APA em Portugal. Dados gerais sobre os países segundo o Banco Mundial.

Tabela 1 – Dados gerais e de resíduos sólidos comparativos de Brasil e Portugal

Dados		Brasil	Portugal
Dados sobre	População (2021)	213 317 639	10 344 802
Resíduos	Capitação de RSU (kg/hab.dia)	1.07	1.4
(**)	Taxa de cobertura da recolha	92.1%	100%
	Taxa de reciclagem	2.2%	41%
	% de RSU em lixões	30.4 %	0%
	Custo anual per capita c/ gestão de resíduos	US\$ 24,37	US\$ 104,80
Dados do país (*)	PIB per capita (US\$)	US\$ 6 796,00	US\$ 22 437,00
	GNI per capita (US\$)	US\$ 7 850,00	US\$ 22 000,00
	IDH	0.765	0.864

Fonte: Adaptada \* e \*\*

\* dados sobre os países World Bank Data Report - 2020 (The World Bank (2021). World Development Indicators, (database), <https://databank.org>)

\*\* Dados sobre resíduos: Brasil – SNIS (2019) e ABRELPE (2021); Portugal: ERSAR, 2020 (Relatório anual dos serviços de água e resíduos em Portugal – vol 1. ERSAR), RARU/APA (Relatório Anual de Resíduos Urbanos 2021).

#### **4.1.1 Política de gestão de resíduos sólidos em Portugal**

A gestão de resíduos sólidos em Portugal teve verdadeiro impulso a partir da entrada do país na União Europeia, com a transposição das suas Diretivas, cujos princípios gerais se baseiam na prevenção e precaução e definiu objetivo e metas a serem cumpridas pelos seus 28 Estados - Membros. A partir das diretivas, Portugal desenvolveu o seu ordenamento jurídico no setor dos resíduos e estabeleceu os seus planos estratégicos para a gestão de resíduos. Na década de 1990, a gestão era realizada de forma tradicional, predominantemente municipal, com uma legislação restritiva às atividades do setor público, com recursos insuficientes e com planos municipais, que, quando existiam, eram generalistas. Neste contexto, existiam em 1995, nos 278 municípios portugueses, 341 lixões com a presença de catadores e famílias em alguns deles, 05 centrais de compostagem e 13 aterros controlados (um eufemismo para lixeiras com operação similar a aterros sanitários).

Os primeiros passos para a concretização da política de resíduos em Portugal foi à aprovação em 1997, do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) que estabeleceu diretrizes e metas para o período de 1997 a 2005 que culminou no encerramento de todos os lixões, e a criação de 40 sistemas multimunicipais e intermunicipais de gestão de RSU (entidades gestoras de RSU), em substituição da gestão municipal com 278 entidades municipais, bem como a construção de infraestrutura de valorização e tratamento de resíduos e o incremento da coleta seletiva multimaterial. A escala econômica dos sistemas constituídos cedo se revelou insuficiente, levando a fusões entre sistemas de gestão de resíduos. Em 2005,

o sistema estava formado por 08 centrais de compostagem, 02 incineradores e 32 aterros (Silva et al., 2012).

Ao se proceder ao balanço da concretização dos objetivos e metas do primeiro PERSU, constatou-se um grande desvio, que determinou a sua revisão em 2006, denominada PERSU II (2006-2014), em que previa o incremento da construção de novas unidades de tratamento mecânico e biológico e de valorização orgânica dos resíduos para a concretização da meta de desvio destes materiais do aterro sanitário, assim como o reforço de equipamentos para a valorização da fração multimaterial dos resíduos, para cumprimento das metas de reciclagem, cada vez mais exigentes.

Em 2009, houve mais fusões de empresas de gestão de resíduos em Portugal, passando de 29 para 23 empresas de gestão em alta (as empresas intermunicipais e multimunicipais constituídas por municípios e por municípios e o Estado na divisão das participações sociais). Considera-se a gestão em baixa a que é patrocinada pelos municípios e se traduz pela recolha dos resíduos nos seus municípios.

Entretanto, o sucesso alcançado com a política de gestão da UE convenceu os Estados Membros que as metas poderiam ser mais exigentes para o período de 2014 a 2020. Estas novas metas obrigaram à revisão do PERSU II, concretizada através do PERSU 2020, que apresentou medidas baseadas em princípios de eficiência e de valorização dos resíduos como recursos, privilegiando a atuação a montante da cadeia de valor e a integração do Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos e em 2021 o PERSU 30 com foco no período 2022 a 2035.

Nesta revisão foram estabelecidas medidas para o aumento significativo da coleta seletiva e da reciclagem, bem como dotar os sistemas e das infraestruturas de gestão de resíduos urbanos de maior eficiência.

A transformação do setor dos resíduos em Portugal teve sucesso, não apenas pela organização, mas, em particular, porque as medidas foram sempre acompanhadas de recursos financeiros adequados ao desafio, com participação da UE e do Estado Português, nas diversas fases, em mais de 3,5 mil milhões de euros, a preços correntes, como se segue:

Tabela 2 – Investimentos no setor dos resíduos com PERSU a valores correntes

FASE	Período	Valor (2022)	€/inhab	€/t	t
PERSU	1996-2000	1 644 900 000 €	164.77 €	78.02 €	21 082 927
PERSU I	2001-2006	528 000 000 €	50.96 €	18.65 €	28 305 550
PERSU II	2007-2014	948 820 000 €	89.81 €	26.40 €	35 934 164
PERSU 2020	2014-2022	376 960 000 €	36.22 €	9.32 €	40 455 785
PERSU 2030	2022-2030	475 000 000 €	45.24 €	-	-

Fontes: INE, Portugal e Pordata.

Deste total investido no setor, cerca de 2.000 milhões de euros foram provenientes de subvenções da UE sem reembolso (fundo perdido).

De acordo com a APA, Agência Portuguesa do Ambiente, em 2021 foram geradas  $5.31 \times 10^3$  toneladas de resíduos, com geração *per capita* de 1,4 kg/hab./ano, 100% de coleta indiferenciada e seletiva.

Dados do INE indicam que no período de 1995 a 2011, a variação populacional teve um crescimento de 3,3%, enquanto na produção de resíduos foi de 62%. Já no período de 2011 a 2021, houve decréscimo no número de habitantes de 2,7%, porém a produção aumentou em 1,8% (Tabela 3).

Tabela 3 - Variação de população/resíduos sólidos urbanos – RSU (1995 a 2021)

Descrição	Unidade	1995	2011	2021
População	Hab.	10.300.376	10.637.346	10.344.802
Variação populacional			+ 3,3%	- 2,7%
Produção de RSU	10 <sup>3</sup> t	3.207	5.184	5.311
Variação produção RSU			+62%	1,8%

Fonte: Autores, INE (1995, 2021)

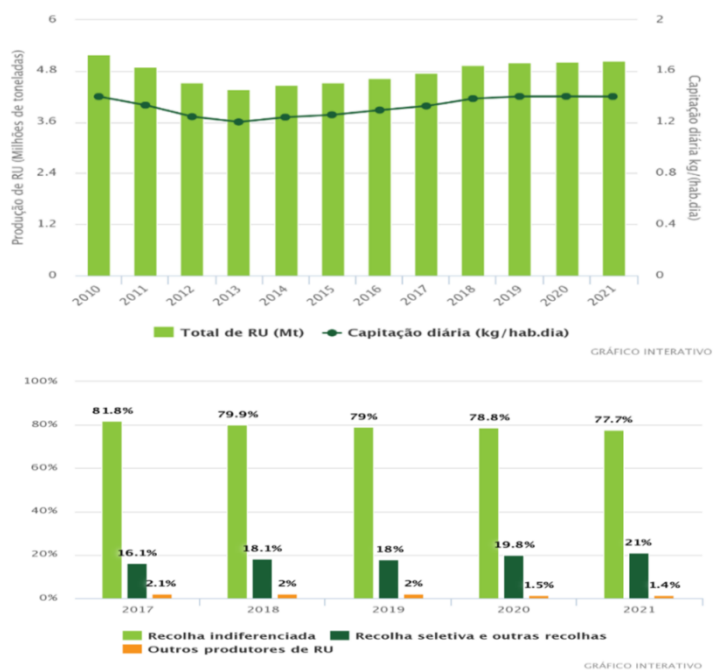
Estes resultados mostraram a tendência de aumento da produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) registada nos últimos anos, contrariando a meta de redução na produção, o que é

ratificado nos relatórios anuais da Agência Portuguesa de Ambiente – APA e resumido na Figura 2, na qual pode ser observada a variação da produção total de RSU em milhões de toneladas e da geração per capita diária.

No gráfico da Figura 2 pode observar-se que de 2011 a 2013, houve diminuição da produção de resíduos e, conseqüentemente menor per capita, mas a partir de 2014, iniciou a recuperação da produção de resíduos. A diminuição foi uma consequência conjuntural da crise económica que se abateu em Portugal e a intervenção da Tróika, com um plano de austeridade que encolheu a economia e o consumo.

Segundo a (APA, 2022), em Portugal Continental, no período de 2019 a 2021 houve um aumento 1% na produção de resíduos, sendo que em 2021 foram produzidas aproximadamente de 5,04 milhões de toneladas, representando um aumento de 0,6% face a 2020, resultante da retomada do crescimento económico devido a retirada das restrições aplicadas na pandemia COVID 19. A produção per capita foi de 511 kg/hab.ano.

Figura 2 – Variação da produção de resíduos em Portugal Continental



Fonte: Adaptada APA, 2022

A coleta de resíduos é realizada de forma indiferenciada e seletiva em ecopontos, incluindo em circuitos especiais e ecocentros, de quatro frações de material: (i) vidro, (ii) papel/cartão, (iii) embalagens (recolha através do ecoponto amarelo) e (iv) biorresíduos. De 2000 até ao presente tem-se verificado um incremento da coleta seletiva. De facto, de acordo com dados do INE (até 2001) | INE; APA/MA (até 2014) | INE (a partir de 2015) - IACSB (até 2001) | Estatísticas dos Resíduos Municipais (até 2014) | Estatísticas dos Resíduos Urbanos (a partir de 2015), verifica-se que em 2000 apenas 3.3% dos resíduos eram coletados seletivamente. Em 2005 passou a 9%; em 2010 era de 14,5%, sendo em 2015 15,5%. Em 2020 a coleta seletiva era de 21,5%, aumentando para 22,5% em 2022. Neste mesmo período, a coleta indiferenciada experimentou decréscimos proporcionais ao acréscimo da recolha seletiva.

Quanto ao cumprimento das metas para a reciclagem, verificou-se incremento. Com relação à fração sujeita a preparação para a reutilização e reciclagem, entre 2008 e 2011 houve pequeno avanço, entre 2011 e 2015, um aumento significativo, no entanto, os anos 2016 e 2017 pautou-se por uma estagnação, que é seguida, em 2018, por um ligeiro crescimento, tendência esta que se manteve em 2019. Para o ano 2020 verifica-se uma diminuição substancial da fração sujeita a preparação para a reutilização e reciclagem, isto possivelmente devido aos protocolos das autoridades sanitárias, decorrentes da situação de pandemia da COVID 19, que orientavam para não realização da coleta diferenciada e a parada das unidades mecanizadas, devendo os RSU ser dispostos em aterros ou incinerados nas centrais de valorização energética. Causando uma inversão na prioridade e hierarquização definida na política nacional de gestão de resíduos.

#### 4.1.2 Destinação final dos resíduos urbanos em Portugal Continental

Para a destinação final investimentos adotados pela União Europeia e Governo Português permitiram a construção do parque de infraestruturas para o tratamento e valorização de resíduos conforme ilustrado na Figura 3.

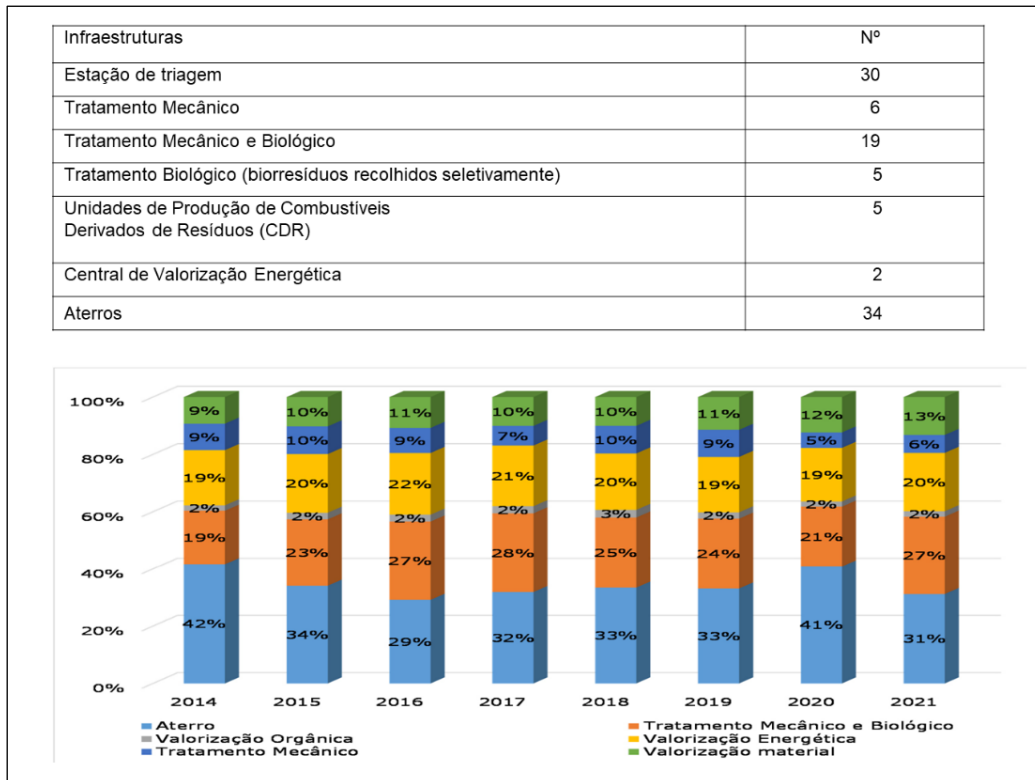


Figura 3 – Infraestruturas de tratamento de resíduos e evolução na destinação em Portugal (2021)  
Fonte: Adaptada RARU 2022

A evolução da destinação final no período de 2014 a 2021 está ilustrada na figura 3, na qual pode ser verificado que no período de 2014 a 2019 houve redução na disposição em aterro, que voltou a crescer em 2020, no entanto em 2021 houve uma redução, contrariando a situação verificada em 2020, quando a pandemia da Covid-19 trouxe uma maior disposição em aterros, em função das diretrizes das autoridades sanitárias, invertendo por curto período de tempo, a lógica do sistema.

Em 2021, Segundo APA (2022), 31% dos resíduos foram destinados diretamente a aterros; 27% ao tratamento mecânico-biológico, 2% valorização orgânica seletiva; 20% valorização energética; 6% tratamento mecânico, 13% valorização multimaterial (reciclagem). Observa-se no ano de 2020 um aumento de 8% em relação ao ano de 2019 de resíduos depositados diretamente em aterro, aumento esse em muito justificado pelas orientações e recomendações para a gestão de resíduos em situação de pandemia de COVID-19.

#### **4.1.3 Regulação dos resíduos sólidos urbanos em Portugal**

Em Portugal as atividades de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos constituem serviços públicos de caráter estrutural, essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública e à segurança coletiva das populações, às atividades econômicas e à proteção do ambiente que são controlados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos - ERSAR.

Nos termos da Lei, compete à ERSAR assegurar a regulação e supervisão do setor dos serviços de abastecimento público de água (AA), saneamento de águas residuais urbanas (AR) e gestão de resíduos urbanos (RU), independentemente da titularidade estatal ou municipal dos respetivos sistemas e do modelo de gestão adotado seja prestação direta do serviço, delegação do serviço ou ainda a sua concessão (ERSAR, 2021).

A Regulação econômica tem objetivo de garantir tarifas eficientes e socialmente sustentáveis (admissíveis) para a população, na lógica do utilizador-pagador, sem prejuízo da sustentabilidade econômica e financeira das entidades gestoras (EG). A regulação econômica feita pela ERSAR é um mecanismo de supervisão das tarifas que aprova para cada EG o valor a ser aplicado em cada ano, em função da especificidade de cada uma delas. Inclui também a



avaliação dos investimentos a serem realizados pelas entidades gestoras para o cumprimento das metas estabelecidas (ERSAR, 2018).

#### 4.1.4 Cumprimento das metas da UE

Quanto ao cumprimento das metas estabelecidas pela legislação da UE e de Portugal, o país não cumpre integralmente com o esperado, sendo que em 2020, devido à pandemia da Covid-19 se acentuou a divergência. Com efeito, relativamente à prevenção da geração de resíduos, observou-se que a meta de 410 kg/hab.ano ficou em 513 kg, valor quase 25% acima. O desvio de matéria orgânica de aterros tem meta de 35% com base na produção de 1995. Portugal destinou a aterro 45% em 2019, antes da pandemia, e 53% em 2020, com a pandemia instalada. A preparação para a reciclagem previa a meta de 50%, mas Portugal exibiu 41% em 2019, antes da pandemia e 38% em 2020 com a pandemia, que mostra o efeito pernicioso da doença nos objetivos.

Adicionalmente as metas estabelecidas pelo Governo Português para o ano de 2025 fase aos resultados de 2019, considera uma redução na produção de resíduos por habitantes de 5%, na preparação e reutilização e reciclagem 55% e a redução de disposição em aterro de 35. Na Tabela 4 encontra-se a comparação das metas estabelecidas e os resultados obtidos em 2021.

Tabela 4 Comparação entre metas 2025 e resultados obtidos em 2021

Metas	Meta para 2025 - fases a 2019	Resultado em 2021
Redução de produção per capita %	05	01
Produção per capita Kg/hab. ano	488	513
Preparação para reutilização e reciclagem %	32	55
Redução de deposição em aterros sanitários %	35	53

Autor: adaptada da APA 2022

Os dados sugerem que Portugal tem um desafio para atingir as metas, mesmo expurgando o efeito da pandemia do Covid-19. Sugere que não é apenas a injeção de mais meios financeiros para novas infraestruturas, porque o país está bem coberto delas, porém de uma mudança de

paradigma na gestão de resíduos por cada pessoa e cada instituição, na correta separação na fonte, aliando fiscalização e penalização (taxas agravadas) a incumpridores ou incentivos a quem proceda a correta separação na fonte.

#### **4.2 Política de gestão de resíduos sólidos no Brasil**

No Brasil a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007) instituiu a Política Nacional de Saneamento (PNS), trazendo uma mudança de paradigma, quando instituiu que a abrangência da questão do saneamento ambiental vai além do tratamento de esgoto, abastecimento de água e drenagem de águas pluviais, incluindo a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos (GAMA, 2020). Destaca, ainda, como limpeza urbana um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, unidades de transbordo, tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbanos (Brasil, 2007). Por sua vez, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei Nº 12.305 de 2010, traz a concepção de gestão integrada de resíduos sólidos, definindo-a como: “um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010) e definiu o encerramento dos lixões em agosto de 2012, o que não ocorreu mesmo decorridos mais de 10 anos da PNRS. O novo marco do saneamento instituído pela Lei Nº1406 de 2020, trás novos prazos para encerramento dos lixões, escalonado até 2021 para as regiões metropolitanas e até 2024 os municípios com população menor que 50 mil habitantes, e disposição adequada dos rejeitos, obrigatoriedade que seja assegurada a sustentabilidade financeira pela cobrança dos serviços e cria a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, para formular normas de referências para regulação dos serviços públicos de saneamento básico devendo os Estados, de forma descentralizada, fazerem a sua regulação (Brasil, 2020).

Em 2022, pelo Decreto Federal Nº 11.043/2022, foi instituído o principal instrumento da Política Nacional de Resíduos, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares com horizonte de 2024 a 2040, que traz as diretrizes, metas, estratégias e ações para modernizar a gestão de resíduos sólidos no País, de forma a colocar em prática as disposições constantes da Lei Nº 12.305, de 2010.

As principais metas do Planares estão relacionadas à eliminação de lixões e aterros controlados até 2024; recuperação da fração orgânica por meio de sistemas de tratamento biológico; recuperação da fração seca dos recicláveis por processos de reciclagem e recuperação e aproveitamento energético por meio do tratamento térmico (Tabela 5).

Tabela 5 Metas do Planares (2022)

Meta Planares %	2024	2032	2040
Acesso a coleta seletiva	41,9	57,2	72,6
Inclusão social – Cooperativas associações contatadas pelos municípios	24,5	59,7	99
Municípios com Plano de Gestão integrada de resíduos sólidos	51,8	95,3	100
Recuperação da fração orgânica – tratamento biológico	2,7	8,1	13,5
Recuperação da fração seca	5,7	12,8	20
Redução de resíduo em aterro- massa recuperada	13,8	39,6	48,1
Aproveitamento energético – biogás	16,8	26,4	63,4
Aproveitamento energético – biogás/Potência instalada (MV)	99	209	257
Aproveitamento energético – térmico	-	-	14,6
Aproveitamento energético – térmico/ Potência instalada (MV)	311	626	994
Municípios com cobrança pelos serviços públicos de RS	100	100	100

Fonte: Brasil, 2022

Para o atingimento das metas, segundo a (ABRELPE, 2022) serão necessários trinta bilhões de reais em investimento até 2040.

No Brasil foram gerados em 2021, 82.664.312 toneladas de RSU, dos quais 39,5% ainda tem disposição inadequada em lixões. Com geração *per capita* de 1,07kg/hab/dia uma cobertura de 93,04% na coleta convencional, apresenta e 75,01% dos municípios que procedem a alguma forma de coleta seletiva (ABRELPE, 2022), que, no entanto, é incipiente para os objetivos da PNRS, ficando apenas entre 3 e 4% dos resíduos gerados. Vale ressaltar que a geração de RSU no país também sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020, havendo um aumento expressivo na geração devido a novas dinâmicas sociais que, em boa parte dos descartes diários de resíduos passaram a acontecer nas residências e a coleta seletiva suspensa em muitos municípios por precaução sanitária, mas, entretanto suspensa, voltando à situação pré-pandemia. Na tabela 5 pode ser verificada a evolução da geração dos resíduos entre 2010 e 2022, no Brasil e Regiões, com expressivos 23,7% de crescimento.

Tabela 5 - Evolução da geração de RSU no Brasil

Brasil/Regiões	–	2010	2019	2020	2021	2022
RSU(t/aono)						
Brasil		66.695.720	79.069.585	82.477.300	82.664.312	81.811.506
Região Norte		4.406.280	5.866.645	6.103.320	6.177.019	6.173.684
Região Nordeste		17.397.725	19.700.875	20.371.893	20.365.442	20.200.385
Centro Oeste		5.076.055	7.162.760	6.185.796	6.184.989	6.127.414
Região Sul		7.162.760	8.243.890	8.907.548	8.902.343	8.668.857
Região Sudeste		32.652.900	39.442.995	40.991.219	41.034.420	40.641.166

Fonte: Adaptada ABRELPE, (2020 – 2022)

Em 2022, foi registrado pela primeira vez no Brasil um decréscimo na produção dos resíduos no Brasil, o que mesmo sendo pequeno, é relevante, por indicar uma atendência de cumprimento da hierarquização da PNRS.

Segundo a ABRELPE, 2022, a gravimentria dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, mostra que 45,3% são materia organica, o plástico representa 16,8%, o papel /papelão 10,4, vidro 2,7% e os rejeitos 14,1%.

### **4.3 Região Metropolitana do Recife - RMR e as Areas metropolitana de Lisboa - AML e do Porto – AMP.**

Uma análise da Região Metropolitana do Recife e das áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto está desenvolvida nos itens a seguir.

#### **4.3.1 Região Metropolitana do Recife**

A RMR foi estabelecida pela Lei Estadual 13.306/2007, estão inseridos 14 municípios, em uma área de 2.770.452 km<sup>2</sup>, cuja população é de 3.726.442 habitantes (IBGE, 2022), gerando aproximadamente 3,7 x10<sup>6</sup> kg/dia de resíduos, a coleta convencional é cerca de 92% e a coleta seletiva atinge 3 a 3,5 % dos resíduos produzidos. Apenas o município de Recife, capital do Estado, implantou a cobrança pela destinação final dos resíduos sólidos urbanos, via IPTU, Imposto Predial e Territorial Urbano.

O Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (2011) e revisados em 2018 adota os princípios de gestão integrada da PNRS, cuja hierarquização é reduzir, reciclar, reutilizar, tratar e destinação final adequada. Os municípios estão geograficamente distribuídos em três aglomerados: a) O Norte Metropolitano, composto dos municípios de Abreu e Lima, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá, Igarassu, Itapissuma, Olinda e Paulista; b) O Oeste Metropolitano, formado pelos municípios de Camaragibe, Moreno e São Lourenço da Mata; Sul Metropolitano, abrangendo os municípios de Cabo de c) Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca e Recife (GAMA, 2020).

O sistema metropolitano é composto por duas centrais de tratamento privadas, que não reguladas, (apesar de existir no Estado de Pernambuco Agência reguladora que regula os

serviços público de água, esgotos e eletricidades), e um aterro público para onde são destinados aproximadamente  $1.22 \times 10^6$  toneladas de resíduos dos 14 municípios integrantes da RMR, que diferentemente de outras regiões metropolitana do Brasil, todos os municípios destinam adequadamente os resíduos desde de 2019, além de uma estação de transbordo e pontos de entrega voluntária (GAMA, 2023). A Central de Tratamento de Pernambuco, localizada em Igarassu, que recebe  $0,34 \times 10^6$  t/ano de resíduos oriundo do aglomerado Norte, tem vida útil estimada até 2032, consubstanciando em um EcoParque com tratamento mecanizado, produção de combustível derivado de resíduos (CDR) e uma a unidade de geração de energia a partir do biogás do aterro sanitário. A Central de Tratamento Candeias, localizada em Jaboatão dos Guarapaes, recebe  $0,83 \times 10^6$  t/ano com vida útil prevista até 2033, com unidade de geração de energia a partir do biogás, recebem os resíduos do aglomerado sul e Oeste. O aterro público localiza-se nos municípios de Ipojuca, recebe  $0,04 \times 10^6$  t/ano do próprio município (GAMA 2023). Uma das questões socioambientais da gestão de resíduos no Brasil é a existência de catadores de resíduos recicláveis, que tiram seu sustento da cadeia produtiva dos resíduos. Na RMR existem 27 organizações em forma de cooperativas ou associações de coleta de reciclados e catadores avulsos, totalizando entre organizados ou não aproximadamente 5.000 cooperados membros.

Os municípios possuem, na sua estrutura, órgão de gerenciamento dos serviços públicos, normalmente empresas públicas. No entanto, a operação da coleta convencional e o transporte na maioria dos municípios, são terceirizados.

#### **4.3.2 Áreas Metropolitana de Lisboa e Porto**

Por sua vez, em Portugal continental as áreas metropolitanas, foram criadas de acordo com as leis do associativismo municipal, nomeadamente a Lei nº 75/2013 de 12 de setembro de 2013, 02 áreas metropolitanas: Área Metropolitana de Lisboa e Área Metropolitana do Porto.

#### **4.3.2.1 A Área Metropolitana de Lisboa- AML**

A AML é uma região e subregião situada no centro-sul de Portugal, com área de 3.001 km<sup>2</sup> e 2.870.208 habitantes que gera aproximadamente 4.0 x 10<sup>3</sup> t/ano de resíduos. A sua densidade populacional é 956,4 hab./km<sup>2</sup>. É a segunda região mais populosa e a quinta região mais extensa do país. A AML engloba 18 municípios da Grande Lisboa e da Península de Setúbal. Os municípios/concelhos que contem a AML são os seguintes: Alcochete, Almada, Amadora, Barreiro, Cascais, Lisboa, Loures, Mafra, Moita, Montijo, Odivelas, Oeiras, Palmela, Seixal, Sesimbra, Setúbal, Sintra e Vila Franca de Xira.

Dos 23 Sistemas Gestores de Resíduos Urbanos – SGRU de Portugal, 3 atendem ao AML, da seguinte forma:

- 1- A VALORSUL, que atende a 05 municípios da AML e outros adjacentes, quais sejam: Alcobaça, Alenquer, Amadora, Arruda dos Vinhos, Azambuja, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Lisboa, Loures, Lourinhã, Nazaré, Óbidos, Odivelas, Peniche, Rio Maior, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras, Vila Franca de Xira. A População atendida do total dos municípios ou concelhos é de aproximadamente 1.614.698 habitantes, 2,26 x 10<sup>6</sup> t/ano, em uma área: 3 391 km<sup>2</sup>. Conta com uma infraestrutura de tratamento de 2 Aterros; 01 Central Valorização Orgânica; 01 Central Valorização Energética e 02 Estações de transbordo, Segundo a (APA, 2022), em 2022 foram tratadas cerca de 0,79x10<sup>6</sup>t/ano de resíduos.
- 2- AMARSUL, atende a nove municípios da AML Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal, em uma infraestrutura que contem 02 Aterros; 02 Unidades de Tratamento Mecânico e biológico; 01 Unidade de Tratamento Mecânico e 01 Estação Triagem (APA,2022).

- 3- A TRATOLIXO que atende quatro municípios da AML, Sintra, Oeiras, Cascais e Mafra, totalizando 858.477 habitantes, tratando aproximadamente  $0,47 \times 10^6$  t/ano, em uma infraestrutura de 01 Aterro; 01 Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico; 01 Unidade de Tratamento Mecânico e 1 Estação de triagem, (APA, 2022)

#### **4.3.2.2 Área Metropolitana do Porto**

A Área Metropolitana do Porto é uma sub-região portuguesa situada no noroeste do país, pertencendo à região do Norte, composta por 18 concelhos, quais sejam,: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, paredes, Porto, Póvoa de Varzim, Santa Maria da Feira, Santo Tirso, São João da Madeira, Trofa, Vale de Camba, Valongo, Vila do Conde, Vila Nova de Gaia. Tem uma extensão total de 2.040 km<sup>2</sup>, 1.737.395 habitantes em 2021, com uma geração de  $2,43 \times 10^6$  t/ano de resíduos e uma densidade populacional de 844 habitantes por km<sup>2</sup>.

É atendida por 05 dos 23 sistemas de gestão de resíduos – SGRU, da seguinte forma:

- 1- A LIPOR que atende uma área de 646 m<sup>2</sup>, com total de 978.052 habitantes, recebendo cerca de  $0,52 \times 10^6$  t/ano resíduos dos oito municípios do Grande Porto, quais sejam: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde, a infraestrutura existente é composta de 01 Aterro; 01 Central de Valorização Orgânica; 01 Central de Valorização Energética e 01 Estação Triagem.
- 2- SULDOURE, que atende Santa Maria da feira e Vila Nova de Gaia, tem uma infraestrutura de 02 Aterros; 01 Unidade Tratamento Mecânico e Biológico e 01 Estação de Triagem e recebe  $0,21 \times 10^6$  t/ano de resíduos.
- 3- A RESINORTE que atende os municípios de Santo Tirso e Torfa e além de outros adjacentes, totalizando 900.279 habitantes, em uma infraestrutura com área de 8.031



km<sup>2</sup>, composta por 04 Aterros; 01 Unidade Tratamento Mecânico e Biológico; 02 Unidade Tratamento Mecânico e 04 Estações de Triagem, que trata cerca de 0,40 x10<sup>6</sup> t/ano de resíduos .

- 4- A ERSUC atende Oliveiras de Azeméis e municípios adjacentes, abrangendo uma população de 928372 habitantes e uma área de 6.694 km<sup>2</sup>, em uma infraestrutura de 02 Aterros; 02 Unidades Tratamento Mecânico e Biológico; 02 Unidades Produção CDR e 02 Estações de Triagem, tratando 0,43x10<sup>6</sup> de resíduos.
- 5- AMBISOUSA que atende Paredes além de outros 5 concelhos vizinhos, totalizando uma população de 328.019 habitantes, que produzem cerca de 0,15x10<sup>6</sup> t/ano de resíduos urbanos, em uma infraestrutura de 02 Aterros e 02 Estações Triagem, com área de 767 km<sup>2</sup>.

Todos os SGRU são regulados pela AERSA.

### **3.3 Análise Comparativa entre a Região Metropolitana do Recife - RMR e as Areas metropolitana de Lisboa - AML e do Porto – AMP.**

Em termo de espaço territorial a uma similaridade entre as áreas metropolitanas de Lisboa e do Recife, enquanto que a área do Porto é um pouco menor. Tem uma população equivalente entre as três. Com relação à gestão de resíduos sólidos verifica-se que tanto as regiões de Portugal como do Brasil tendem atender os instrumentos legais, adotados por seus respectivos países, principalmente na disposição ambientalmente adequada.

A infraestrutura de tratamento e destinação final as três áreas metropolitanas estão equipadas com rotas tecnológicas apropriadas e dentro dos padrões utilizados mundialmente, a exceção do tratamento térmico da incineração, que existe nas duas áreas metropolitanas de Portugal, enquanto que na RMR não a utiliza.

Na questão socioambiental a RMR, segue a política da PNRS para os catadores de materiais recicláveis, porém ainda se faz necessária o incentivo a coleta seletiva e apoio as cooperativas, associações e catadores avulsos que atuam na área, tanto para incremento da reciclagem, contribuindo para uma economia circular, como para uma geração de renda apropriada para os mesmos.

## **5 CONCLUSÕES**

Os resultados revelam que o Brasil, carece de uma melhor atuação no que diz respeito à implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com a destinação final adequada, a regulação e cobrança dos serviços públicos e incentivo à coleta seletiva de resíduos, enquanto Portugal apresenta um sistema de gestão organizado em todo território nacional, embora penalizado pelo efeito da pandemia do vírus da Covid-19, tenha apresentado diminuição nos objetivos de desvio de biorresíduos de aterros sanitários, assim como nas metas de preparação para a reciclagem. Mesmo assim, apesar das evoluções que se têm feito sentir, expurgando o efeito pandemia, os progressos não têm sido suficientes para acompanhar as Políticas da União Europeia e cumprir o Novo Quadro Legislativo para a gestão de resíduos, devendo ser incrementada a separação multimaterial para reciclagem e a coleta dos biorresíduos, fortalecendo o Plano de Transição para uma Economia Circular.

As especificidades e a conjuntura são evidentemente díspares entre os países, todavia, o que chama atenção é a diferença na eficácia na implementação das políticas públicas editados pelos diplomas legais dos dois países para a gestão dos resíduos sólidos. No Brasil, a praxis até ao momento sugere que falta um quadro claro do financiamento acoplado a metas objetivas em termos quantitativos e temporais, como a União Europeia estabeleceu para os seus Estados-Membros. Há uma cultura de subfinanciamento do setor dos resíduos (o Brasil

gasta per capita com a gestão de resíduos cerca de 23% do que Portugal gasta, que é o padrão na Europa), que persiste, porque apenas uma minoria dos municípios tem tarifas para a gestão de resíduos (normalmente os de maior dimensão e mais organizados) havendo uma quase generalização de não cobrança aos cidadãos pelos serviços prestados pelas Prefeituras, com as consequências de debilidade do setor, que se conhecem.

Para as regiões metropolitanas estudadas repetem-se os mesmos desafios dos dois países de incremento da coleta seletiva dos biorresíduos e materias recicláveis e alcançar as metas de redução da disposição de resíduos em aterro. Para a Região Metropolitana do Recife, a regulamentação dos serviços públicos de resíduos sólidos pela Agência de Regulamentação Pernambucana – ARPE é urgente para que se possa ter implementada uma cobrança justa e um serviço público de qualidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Instituto Politécnico de Viana do Castelo/Portugal e ao Estado de Pernambuco/Brasil, por meio da Agencia Estadual de Meio Ambiente – CPRH pela oportunidade de realizar a pesquisa pós - doutoral.

## **REFERÊNCIAS**

ABRELPE, 2021. Panorama dos resíduos sólidos do Brasil. São Paulo, 2022.

ABRELPE, 2021. Panorama dos resíduos sólidos do Brasil. São Paulo, 2021.

ABRELPE, 2020. Panorana dos resíduos sólidos do Brasil. São Paulo, 2020.

MALDONADO A. OSPINA-ESPITA, L C, LESMES, Paul Rodriguez, Rodriguez, M. A.R. (2023) Barriers and opportunities for waste pickers within solid waste management policy in Colombia, **Waste Management**. Vol. 163, May 2023, pag 1-11.

APA.PT, Dados RU- <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>, acessado em 14.03.2022.

APA.PT. SGRU. <https://apambiente.pt/residuos/sistemas-de-gestao-e-infraestruturas>, acesso em 29.04.2022.

BIDONE, F. R. A.; PAVINELLI, J. (1999) Conceitos básicos de resíduos sólidos. Publicação EESC – USP São Carlos, SP.

BRASIL. (2022). Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico] /Coord. de André Luiz Felisberto França...[et. al.]. – Brasília, DF: MMA/SQA.

BRASIL. (2020). Ministério do Desenvolvimento Regional. Política Nacional de Saneamento: Novo marco regulatório. Brasília, DF. MDR.

BRASIL. (2007). Ministério das Cidades. Política Nacional de Saneamento Básico. Brasília, DF. MCidades.

BRASIL. (2010). Ministério de Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF. MMA.

COSTA E M. FERREIRA. (2019) Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. 6th International Conference On Energy and Environment Research, Department of Environment and Planning of University of Aveiro, the School of Engineering of the Polytechnic of Porto and the SCIEI, 22–25 July 2019, The University of Aveiro, Portugal. 2019.

FERREIRA, B. O. (2015) Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

GAMA, A.C.F. (2020). Estudo das emissões e cenários de mitigação de gases de efeito estufa no setor de resíduos sólidos na Região Metropolitana do Recife. Recife, 171f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco.

GAMA, Jucá, JFT Firmo. A.B.L (2023). Greenhouse gas mitigation scenarios in the solid waste sector for compliance with the Brazilian NDC: Case study of the Recife metropolitan area, Brazil. Waste Management & Research Journal.

GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (2017). Alternativas em waste-to-energy na gestão de resíduos sólidos: um guia para tomadores de decisão em países emergentes ou em desenvolvimento. Eschborn.

GOOGLE. Mapa de Portugal. Disponível em <https://www.google.com/search?q=mapa+divis%C3%A3o+geopolitica+de+portugal&sxsrf>. Acessado em 01.04.2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2021. Acesso em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama> em 17.05.2022.

INE. (2022). [https://www.ine.pt/scripts/db\\_censos\\_2021.html](https://www.ine.pt/scripts/db_censos_2021.html) acessado em 23.03.2022.

Jucá JFT, Lima JD, Mariano MOH, et al. (2013). Análise das Diversas Tecnologias e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife: BNDS, FADE, UFPE, GRS.

MNE, 2022. <https://ue.missaoportugal.mne.gov.pt/pt/portugal/sobre-portugal/dados-gerais> acesso em 23.03.2022.

SÃO PAULO. (2013) Secretaria de Meio Ambiente. **Caderno de educação ambiental**. São Paulo: SMA.

SILVA, Correia Livia; Roza, B. Costa; Rathmann Régio (2012). Gestão de resíduos sólidos na cidade do Porto: um exemplo de prática sustentável? Revista Gestão Social e Ambiental – RGSA, São Paulo, V 5 n.2, pg. 60-70, 2012.

UOL. Mapa do Brasil. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/mapa-brasil.htm># Acesso em 24.05.2022.

KAZA, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank.