

CADERNOS DO

SEMANÁRIO

RIQUEZAS &
OPORTUNIDADES



Resíduos Sólidos

Desafios e Soluções

Por Eng^a. Ambiental Thaís Patú e Colaboradores

27

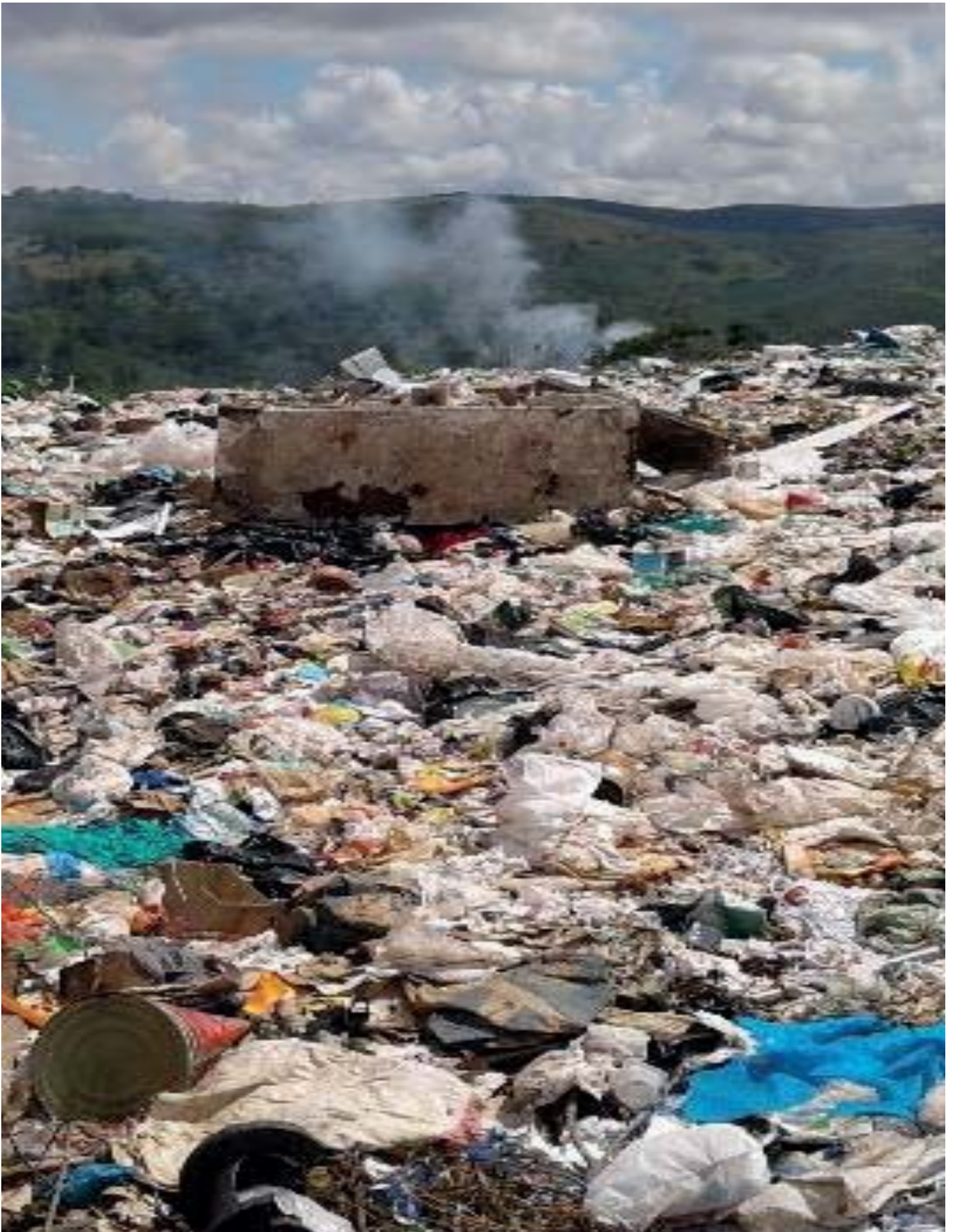


CREA-PE
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Pernambuco



AEAMBSPE
Associação dos Engenheiros Ambientais e
Engenheiros Ambientais e Sanitaristas de
Pernambuco





EXPEDIENTE

Mário de Oliveira Antonino - Coordenador Geral
Marcelo Carneiro Leão - Coordenador Honorário

EQUIPE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Professor Eng. Agrônomo **Carlos Alberto Tavares**
Bibliotecária **Conceição Martins**
Professor Eng. Agrônomo **Egídio Bezerra Neto**
Professor Eng. Agrônomo **Jorge Roberto Tavares de Lima**
Professor Eng. Agrônomo **José Geraldo Eugênio de França**
Professor Eng. Agrônomo **Leonardo Valadares de Sá Barretto Sampaio**
Eng. Ambiental e Assessora da APEENG **Thaís Bezerra Patú**
Professor Geólogo **Waldir Duarte Costa**

EDITORAÇÃO

Projeto Gráfico e Diagramação - **Renaldo Segundo**
Palavras do Presidente **Mário de Oliveira Antonino**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(SIB-Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE)
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C122 Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 26, (2022). Recife: Academia Pernambucana de Engenharia APEENG: Editora UFRPE, 2022.

v.

Este volume: Canal Acauã: A maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica às bacias litorâneas do Estado da Paraíba. / [Organização de] George Cunha.

Bimestral
ISSN (broch.) 2526-2556

1. Engenharia – Periódicos. 2. Agronomia – Periódicos.
3. Semiárido brasileiro. 4. Canal Acauã Araçagi. 5. Obra estruturante. 6. Sustentabilidade hídrica. 7. Estado da Paraíba.
I. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco.
II. Academia Pernambucana de Engenharia APEENG. III. Cunha, George, org.

CDD 620.05

CREAPE

DIRETORIA CREA-PE GESTÃO 2022

- Eng. Civil **Adriano Antônio de Lucena** - Presidente
- Eng. Civil **Stênio de Coura Cuentro** - 1º Vice-Presidente
- Eng^a. de Segurança do Trabalho **Giani de Barros Câmara Valeriano** - 2ª Vice-Presidente
- Eng^a. Civil **Pedro Paulo da Silva Fonseca** - 1º Diretor Administrativo
- Eng. Civil **Ricardo Luiz de Alencar Arraes** - 2º Diretor Administrativo
- Eng^a. de Pesca **Magda Simone Leite Pereira** - 1ª Diretora Financeira
- Eng. Civil **Isaac Sérgio Araújo de Brito** - 2º Diretor Financeiro

Os cadernos estão disponíveis online, através do site:
www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-eoportunidades/



CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Esclarecimentos.*



Mário de Oliveira Antonino

Eng.º Civil, Professor, Rotariano e
Presidente da Academia Pernambucana de Engenharia.

O Caderno do Semiárido de Nº 27, trata de questões muito relevantes para a Sociedade, como a destinação adequada de Resíduos Sólidos Urbanos, seus desafios e soluções para uma gestão integrada. Com uma população prevista para 2030 de 8,5 bilhões de habitantes, a crescente produção de resíduos, que após consumo, é descartada ainda, em lixões, resulta em graves impactos ao Meio Ambiente.

Nesse contexto, a Lei Nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), objetiva, principalmente, a adoção/utilização de diversas técnicas para destinação adequada dos resíduos sólidos, cita os aterros sanitários, muito utilizados no Brasil, principalmente por serem economicamente viáveis, ter um baixo custo, em relação a outras tecnologias e operacionalmente eficazes.

Os entes da Federação, devem adotar medidas preventivas que não ocasionem impactos ao Meio Ambiente, como incentivos à reciclagem, tratamento de resíduos e disposição final dos rejeitos, inclusão de catadores nas ações para serem atores nesse processo além de ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, tendo a logística reversa e a Economia Circular como instrumentos de gestão, objetivando a redução de custos e um melhor aproveitamento em escala,

parcerias com o setor privado visando cooperações técnicas no desenvolvimento de tecnologias e pesquisas.

Diante disto, gostaria de louvar a iniciativa da Engenheira Ambiental e Rotariana Thaís Patú e Colaboradores, por trazerem um tema de extrema relevância, que diante dos desafios, consiste na Educação Ambiental, um dos primeiros passos para alcançar a conscientização para a coleta seletiva, garantindo um futuro sustentável.

Que o tema deste Caderno 27, sirva de inspiração para os nobres colegas da Engenharia Ambiental, Thaís Bezerra Patú, Beatriz Silva Santos, Jair Barros Agra Filho, Fernanda Pereira dos Santos, Rafaela Julia de Lira Gouveia, Alex Souza Moraes, Romildo Morant de Holanda, Bertrand Sampaio de Alencar e Uedja Tatyane Guimarães Medeiros lima que de forma tão dedicada e competente tem servido a Pernambuco e à Humanidade.

Reconhecido e grato a todos.

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Palavra do Presidente da UFRPE.*



Marcelo Carneiro Leão
Reitor da UFRPE

A série Cadernos do Semiárido tem se constituído em uma publicação de extrema relevância na disponibilização de informações sobre diversos temas relacionados ao Semiárido. Estas informações elaboradas por diversos especialistas, promovem uma apropriação por vários atores que lidam cotidianamente com estas questões, levando a construção de conhecimento fundamental para melhorar as atividades produtivas e econômicas no Semiárido, bem como ajudando na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Esse Caderno de Número 27, trata de relevante temática que envolve a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, para o qual foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com a promulgação da Lei Nº 12.305/2010. O PNRS tem como objetivo a adoção/utilização de diversas técnicas para destinação adequada dos resíduos sólidos, incluindo os aterros sanitários, muito

utilizados no Brasil, principalmente por serem economicamente viáveis, ter um baixo custo, em relação a outras tecnologias e operacionalmente eficazes. Muitos são os desafios para solucionar a destinação dos resíduos sólidos, nesse cenário, a responsabilidade deve ser compartilhada entre todos os atores em prol de garantir um futuro sustentável.

Todo o material foi escrito por profissionais de competência e experiência reconhecida, fazendo uma abordagem sobre Resíduos Sólidos do Polo Têxtil em Pernambuco e Sua Consequência Ambiental no Semiárido e sobre a Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Recife: tendências e Perspectivas e a Economia Circular como Instrumento de Gestão Integrada.

Caminheemos, então, nesta agradável leitura, construindo soluções!!!

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Palavra do Presidente do CREA.*



Adriano Antonio de Lucena
Presidente do Crea-PE

O Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos no mundo, sendo o maior na América Latina e Caribe. As suas proporções continentais implicam diretamente no tamanho do problema a ser resolvido. Tanto é que a projeção feita pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) aponta que a geração anual no País alcançará 100 milhões de toneladas/ano em 2030.

Para complicar o cenário, cerca de 6,3 milhões de toneladas geradas anualmente continuam sem ao menos serem coletadas e seguem sendo depositadas sem controle, mesmo quando a legislação determina a destinação para tratamento e, em último caso, para aterros sanitários. O relatório What a Waste 2.0 do Banco Mundial atesta que 2,01 bilhões de toneladas de resíduos são geradas anualmente pelo mundo. Pior: espera-se que em 2050 esse número chegue a 3,40 bilhões de toneladas, um aumento de quase 70%.

A urgência na busca de soluções para o descarte e aproveitamento dos resíduos sólidos faz parte das ações do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco (Crea-PE) para contribuir com saídas viáveis, sustentáveis e com o desenvolvimento econômico. Nesse esforço de criar novos caminhos, a gestão implantou o programa Crea Sustentável, um espaço para

ações, eventos e proposições para as questões ambientais no Estado.

O presente exige coragem para mudarmos radicalmente a relação que o cidadão tem com o meio ambiente. A engenharia é parte disso, dessa mudança comportamental. Não é à toa que a sustentabilidade é um mantra na gestão do Crea-PE. Para tanto, criamos uma agenda ambiental. Neste espaço, especialistas são convocados a contribuir com proposições técnicas, viáveis na adoção de uma agenda sustentável para Pernambuco.

O Conselho também tem se preocupado em observar in loco projetos desenvolvidos nessa área. A exemplo da ida à Central de Tratamento de Resíduos Caruaru (CTR Caruaru), responsável pela destinação adequada dos resíduos sólidos recepcionados de Caruaru. Entre os serviços realizados pela CTR Caruaru estão: Unidade de Compostagem, Tratamento de Lâmpadas Fluorescentes, Aproveitamento Energético do Biogás, com a primeira usina de biogás em funcionamento no Nordeste.

A busca por projetos e ações já em desenvolvimento marcam a atuação do Crea em colocar a engenharia, agronomia e geociências ao alcance de todos. Principalmente torná-los aliados na construção de uma sociedade melhor, calcada em ações e comportamentos sustentáveis.

O Crea-PE aplaude a iniciativa da publicação Cadernos do Semiárido - Riquezas & Oportunidades - Volume 27, que traz nesta edição o tema “Resíduos: Desafios e Soluções”. O projeto Cadernos do Semiárido nasceu do empenho do professor e engenheiro civil, Mário de Oliveira Antonino. Uma contribuição inestimável para os profissionais e para a sociedade.

SUMÁRIO

Esclarecimentos.....	6
Palavra do Presidente da UFRPE.....	8
Palavra do Presidente do CREA.	10
apresentação.....	14
Autores	16
Abordagem Sobre Resíduos Sólidos do Polo Têxtil em Pernambuco e Sua Consequência Ambiental no Semiárido	17
1. Histórico da indústria têxtil no semiárido	17
2. Importância econômica-social	19
3. Processo Produtivo	20
4. Segregação e destinação dos resíduos	21
5. Impactos Ambientais da Destinação Incorreta.....	22
6. Propostas e soluções.....	24
Referências	26
A Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Recife: tendências e perspectivas	29
Resumo	29
Introdução	30

A Região Metropolitana do Recife.....	30
Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Recife.....	32
Responsabilidades Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos	32
Planejamento da Gestão Metropolitana dos Resíduos Sólidos	32
Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	35
Logística Reversa na RMR	39
ICMS Socioambiental	39
Tendências e Perspectivas fa Gestão Metropolitana	40
Referências	41
Economia Circular e a Maximização do Valor do Resíduo.....	43
Resumo	43
Introdução	44
Economia Circular vs Economia Linear	44
Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular	46
Considerações Finais	51
Referências	51
Rotary	54

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *apresentação.*



Thaís Bezerra Patú Cruz

Engenheira Ambiental, Rotariana, Pesquisadora e
Secretária Executiva AEAMBS-PE.

O consumo exacerbado, bem como a geração de produtos não biodegradáveis, gera um aumento, cada vez maior, de resíduos sólidos urbanos associados ao descarte inadequado em lixões, resultando em graves impactos ao meio ambiente. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) traz em sua constituição a gestão integrada, articulando a dimensão socioambiental e econômica dos resíduos sólidos.

Com o fortalecimento da Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que visa a aplicabilidade de diversas técnicas de tratamento para destinação adequada de resíduos, nas quais, não sendo bem geridas podem ocasionar sérios problemas, sobretudo no âmbito da saúde pública, uma vez que, o processo de decomposição da matéria orgânica presente nos Resíduos Sólidos Urbanos, produz o lixiviado, caracterizado pela elevada carga orgânica, bem como o alto potencial tóxico e corrosivo, gerando grandes impactos ambientais ao entrar em contato com o solo, ar e água superficial e subterrânea.

Nesse contexto, surge um novo mercado emergente ao reconhecer o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. A busca por soluções integradas, capazes de considerar

os diferentes resíduos gerados e suas múltiplas características é essencial para o ciclo de vida do produto, trazendo de volta à Cadeia da Reciclagem para serem beneficiados, e posteriormente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo, incentivando a Economia Circular e a Logística Reversa.

Diante do cenário, a responsabilidade deve ser compartilhada por todos os atores, na perspectiva de se atingir a universalização da destinação adequada dos resíduos sólidos nos próximos anos.

Desejamos a todos uma excelente leitura e que mais pessoas se inspirem a preservarem o nosso Planeta.

Autores

Beatriz Silva Santos, Jair Barros Agra Filho, Fernanda Pereira dos Santos,
Rafaela Julia de Lira Gouveia

1 - Programa e Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - UFRPE, Recife- PE;

Thais Bezerra Patu

2 - Secretaria Executiva - AEAMBS, Recife - PE

Alex Souza Moraes

3 - Departamento de Química - UFRPE, Recife - PE;

Romildo Morant de Holanda

4 - Departamento de Tecnologia Rural - UFRPE, Recife - PE;

Abordagem Sobre Resíduos Sólidos do Polo Têxtil em Pernambuco e Sua Consequência Ambiental no Semiárido



Fonte: Acervo Técnico, PATÚ, 2018

1. Histórico da indústria têxtil no semiárido

O setor têxtil é um segmento industrial presente em todas as regiões do Brasil, desde os grandes polos aos pequenos produtores. Essa vasta distribuição geográfica está bastante relacionada a necessidade de vestuário da população, sendo este setor responsável por exercer influência em vários eixos como o social, cultural, político e econômico. Visando atender não apenas a questão vestimenta e moda como também o uso utilitário variado, a sociedade passou a trabalhar e desenvolver uma infraestrutura de produção que viria a se tornar os polos industriais têxteis fazendo frente a demanda exigida pelo mercado consumidor.

A implementação da indústria têxtil no Brasil teve seus primeiros passos ainda no período colonial havendo uma rentável cultura de produção de algodão no norte e nordeste do país, e diversas manufaturas têxteis que iniciavam um processo de industrialização (FUJITA; JORENTE, 2015). Por ventura, a região onde iniciou-se de forma sucinta e artesanal atividades do setor, acabou se tornando um dos grandes polos têxteis conhecidos no país, como é o caso do Arranjo Produtivo Legal (APL) têxtil do agreste de Pernambuco, representado na figura 1, sendo atualmente uma das atividades econômicas mais rentáveis do estado, movimentando recursos

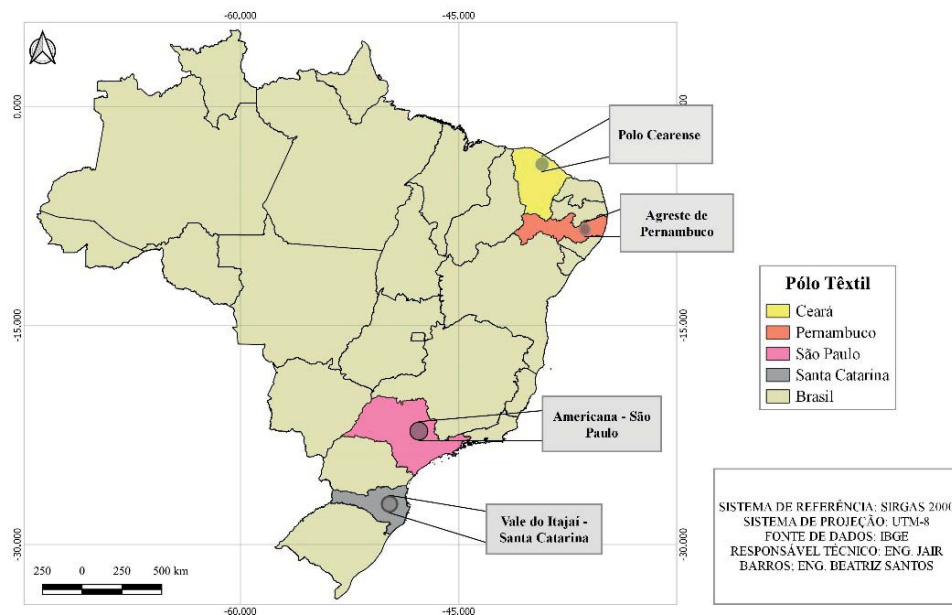


Figura 1- Polos têxteis de destaque no Brasil.
Fonte: (Autores, 2022).

direta e indiretamente por grande extensão da região nordeste, em conjunto com o estado do Ceará.

Com o desenvolvimento tecnológico industrial dos maquinários têxteis e redução de impostos diversas fábricas foram inauguradas na região Nordeste do país por volta de 1830 a 1884, sendo o atual estado da Bahia o primeiro e mais importante centro da indústria têxtil até o ano 1860, devido ao fato desta área dispor de uma grande população escrava, matéria prima em abundância e fontes hidráulicas de energia. Todavia, dada a importância política e econômica do Rio de Janeiro, parte das fábricas antes concentradas na Bahia, passaram a migrar para o centro-sul do país, acontecimento que se fortaleceu ainda mais com a construção da ferrovia ligando São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro tornando decisiva a transferência do setor para a região (FUJITA; JORENTE, 2015).

Ao decorrer dos anos com eventos como as grandes guerras mundiais, quebra da bolsa de New York e crise econômica o mercado têxtil

brasileiro passou por diversas dificuldades. Com uma tecnologia defasada, crescendo a importação e com estabilidade da exportação, o mercado viu-se obrigado a adotar novas manobras para driblar a crise, cujo uma destas foi deslocamento para o Nordeste e demais regiões de incentivos fiscais, com o objetivo de reduzir custos de mão de obra e assim voltar a competir no mercado (KELLER, 2006; FUJITA; JORENTE, 2015). Outro ponto chave também foi continuar investido na produção da cultura algodoeira, matéria prima desta indústria, no espaço geográfico onde se concentravam as atividades, visando a redução dos custos na produção.

Nas décadas de 60 e 70 à forte concorrência das fábricas têxteis paulista, que já era um gigante polo industrial, falta de investimentos em infraestrutura, insuficiente apoio federal e governamentais, levou a indústria têxtil nordestina a quase decadência. No início dos anos 90 a região passou por uma reestruturação

do setor têxtil, passando por corte de gastos, qualificação da mão de obra além de incentivos fiscais, objetivando a diversificação do parque industrial. Houve também, pesquisas e estudos de novas sementes de algodão, sendo estas mais resistentes e produtivas, com isso todas essas iniciativas colocaram o Nordeste novamente como principal produtor algodoeiro do Brasil (DA COSTA OLIVEIRA, 2018).

O melhoramento e estudo do algodão ocorreu por intermédio de que em determinado período o mesmo teve sua produção comprometida por algumas pragas, principalmente a conhecida pelo nome de Bicudo, que foi responsável pelo declínio de pequenos beneficiadores e produtores dessa matéria prima em diversas localidades do semiárido. Isso ocasionava um déficit na disponibilidade do insumo à preços mais acessíveis, o que poderia encarecer o produto final que era beneficiado.

A volta das Fábricas têxteis para o nordeste e sua reestruturação a partir da década de 90, alavancou o desenvolvimento e a economia da região, que é caracterizada por abrigar um dos principais polos do país, gerando empregos e contribuindo para o desenvolvimento do mercado local, regional e nacional. Sendo considerado o segundo maior do país, APL têxtil atualmente se concentra nas cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, como pode ser observado na figura 2. O polo produz cerca de 800 milhões de peças de vestuário todos os anos, tal produção destinada tanto para o comércio nacional quanto para o internacional. Devido a representatividade de sua produção, se tornou referência no Nordeste, mostrando por

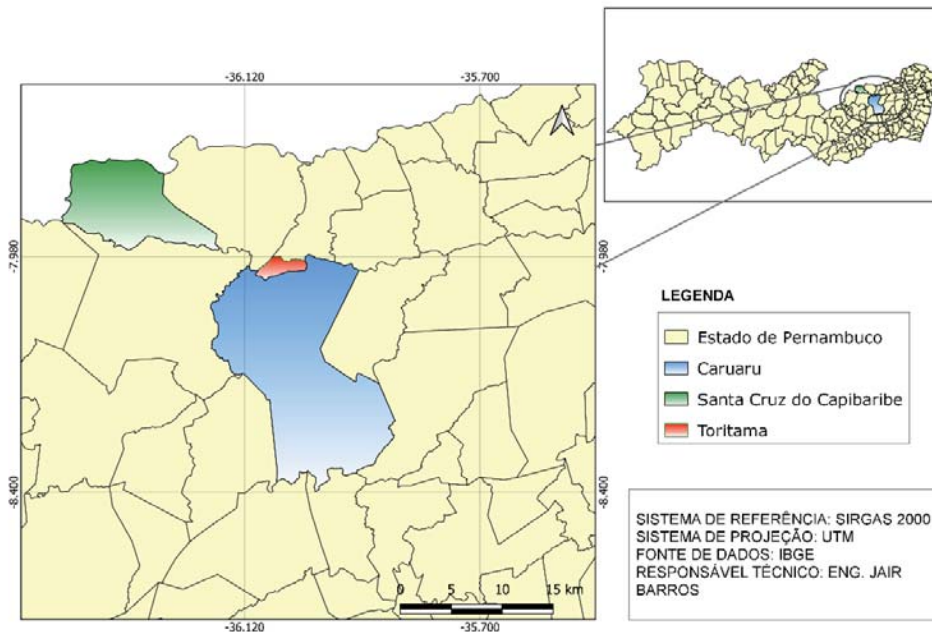


Figura 2: Polo têxtil do agreste de Pernambuco com destaque aos maiores centros.
 Fonte: (Autores, 2022).

exemplo que o polo fabrica 44 vezes mais unidades do que o Rio Grande do Norte, que já foi uma potência regional (NORDESTE, 2018; AGRESTE, 2019).

Apesar de sua importância econômica e social, as indústrias que compõem esse polo de beneficiamento de tecidos, ainda necessitam de maior atenção por parte do poder público. Embora indispensável, as atividades deste segmento trazem consigo alguns problemas sanitários e ambientais, que vão desde o elevado consumo de água que é ampliado “pela manutenção precária do maquinário (válvulas apresentando defeitos, vazamentos, água fluindo mesmo com a máquina parada), equipamento de lavagem em condições de baixa eficiência e ciclos longos, dificultando o reuso de água, até o tratamento e destinação final dos resíduos produzidos. Empresas de maior capital conseguem aderir a novas tecnologias e otimizar seus processos para reduzir o consumo de água além de tratar de destinar de alguma forma o

resíduo produzido, caso este que não se aplica a grande maioria dos empreendimentos que são compostos por pequenos produtores (DE SÁ ROCHA et al, 2021; VIANA et al, 2018).

2. Importância econômica-social

A região semiárida do Brasil pode ser considerada uma das regiões mais pobres do país, se destaca pela densidade populacional e por ter a maior área territorial que compõe os espaços naturais da região Nordeste do Brasil (RUFINO E SILVA, 2017).

Mas, infelizmente apresenta um atraso econômico. Um lugar predominantemente rural que sofre com os longos períodos de seca, com economia de baixa produtividade, escassa presença de infraestrutura e onde as relações econômicas ainda se mostram deficientes (CAVALCANTI JUNIOR & LIMA, 2019).

Alguns setores industriais se destacam na região como os de extração mineral; de borracha,

fumo e couro; construção civil; minerais não metálicos; têxtil/confecções; indústria de calçados e indústria química, influenciando o crescimento dos vínculos empregatícios, aproveitando a disponibilidade de mão de obra de baixo custo.

Segundo ABIT (2022) em 2019, o setor têxtil produziu cerca de 9,05 bilhões de peças (vestuário, meias, acessórios, linha lar e artigos técnicos) e obtendo um faturamento de R\$ 186 bilhões. A segunda maior empregadora da indústria da transformação, a indústria de transformação têxtil possui duas divisões: a fabricação de produtos têxteis e a confecção de artigos de vestuário e acessórios.

A indústria têxtil é grande importância para economia do país, com polos industriais instalado principalmente nos estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco. Desenvolvendo atividades de fiação e tecelagem; fabricação de tecidos, artigos de malha e aviamentos; confecção de peças do vestuário e acessórios.

Segundo o entendimento de Cavalcanti Junior. 2017 é possível elencar os principais setores industriais responsáveis pelo aumento da produção industrial em alguns municípios do semiárido, o aumento na quantidade de vínculos empregatícios em determinado setor pode estar atrelado a diferentes resultados de crescimento das atividades industriais nos municípios. De acordo com o aumento no número de vínculos empregatícios entre os valores médios de (1999-2001) e (2011-2013) mostrou vários resultados significativos.

É notório que o polo industrial Têxtil/Confecções do Agreste de Pernambuco é o maior da região do semiárido brasileiro, o polo é

Vínculos criados

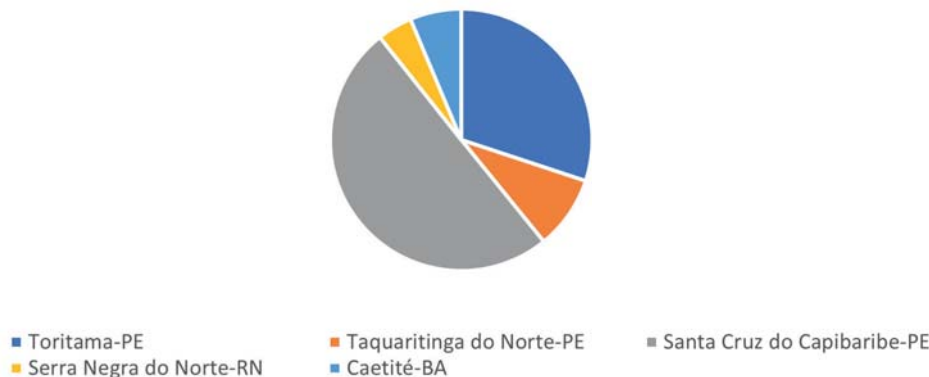


Figura 3: Em relação ao setor têxtil podemos observar a figura x a relação entre os principais municípios e os vínculos empregatícios criados.

Fonte: (Cavalcanti Junior, 2017).

(...)
os responsáveis pela aquisição dos fios de algodão, devem levar em consideração a quantidade necessária para cada produto, de tal maneira que não ocorra o excesso da compra, ocasionando o desperdício de tecido

(...)

composto por dez municípios. Destacando Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe por serem os principais municípios de produção.

Em 2011 o agreste de pernambucano o faturamento total da indústria de confecções atingiu o valor estimado de R\$ 1,1 bilhão. Após descontar deste total o valor do faturamento das confecções (para evitar dupla contagem), chega-se a um valor muito próximo da R\$ 1 bilhão.

O Arranjo Produtivo Local produz cerca de 700 milhões de peças, gerando 75 mil empregos diretos e 15 mil indiretos, respondendo por 73% da produção do setor em Pernambuco e 3% de arrecadação do PIB do estado (ABIT, 2012).

Os produtos têxteis englobam múltiplos segmentos, tais como tinturaria, estamparia, texturização, bordado e lavagem do jeans. Com a proporção do desenvolvimento industrial da região, surge oportunidades de emprego e renda influenciando o setor econômico, dando o poder de aquisição para a população.

Além de atrair diversos turistas que vem de outras regiões comprar roupas para revender, o polo têxtil é a base da economia do agreste pernambucano.

3. Processo Produtivo

O processo produtivo da indústria têxtil engloba o processamento de uma infinidade de matérias primas, tais como algodão, fibras sintéticas, artificiais, lã e outros, tendo a possibilidade de serem processadas de maneira isolada ou na forma de misturas (figura 4). É importante salientar que cada matéria prima possui um processamento específico, no entanto, de maneira geral, as várias operações podem organizar-se da seguinte maneira:

- Preparação da matéria prima - produção de fibras sintéticas, penteado e cardado;
- Fiação - produção de fio;
- Tecelagem - produção de fio;
- Preparação para o tingimento - produção de rama, penteado, fio, tecido ou malha ou produto pronto a tingir;
- Tingimento - produção de rama, penteado, fio, tecido, malha ou produto acabado tingido;
- Estamparia - produção de tecido ou malha estampado;
- A c a b a m e n t o s químicos - produção de tecido ou malhas com características específicas;
- Acabamentos mecânicos - produção de tecido com características específicas;
- Confecção - produção de têxteis e vestuários.

Dessas operações presentes na indústria têxtil, três operações são as mais expressivas, sendo elas: fiação, tecelagem e beneficiamento de tecidos. A fiação, como o próprio nome já diz, envolve a transformação das fibras em fios, podendo ser naturais (lã, seda, algodão e linho) ou sintéticas (elastano, náilon e poliéster). A tecelagem nada mais é que a junção dos fios através do entrelaçamento, com o objetivo de formar os tecidos têxteis. Para finalizar, a etapa de beneficiamento é a que se propõe a melhorar as condições tácteis e visuais dos tecidos, bem como seu tingimento ou estampagem (CSTQ JR., 2021).

De maneira geral, os fios de algodão são a principal matéria-prima utilizada nas indústrias têxteis e geralmente é obtida a partir da compra no próprio município de origem ou em outras localidades próximas, não sendo a etapa de fiação de responsabilidade da indústria. Vale a pena frisar que é importante adquirir a matéria-prima em regiões próximas, visando a diminuição de custos e a contribuição para o crescimento do comércio local.

Outro ponto a observar é que os responsáveis pela

aquisição dos fios de algodão, devem levar em consideração a quantidade necessária para cada produto, de tal maneira que não ocorra o excesso da compra, ocasionando o desperdício de tecido e reduzindo os recursos financeiros que podem ser utilizados em outras necessidades.

No primeiro momento, os fios de algodão devem ser posicionados em barras giratórias conectados a uma máquina responsável por formar grandes rolos de fios. À medida que as barras vão girando os fios são aderidos e submetidos a tecelagem. Como a tecelagem submete os fios a repetidos processos de entrelaçamento para a fabricação do tecido, depois que o mesmo se encontra pronto é submetido a pesagem, para verificar a quantidade de produto químico que será utilizado na etapa de acabamento do tecido, que compreende a tinturaria, secagem, estamparia e outras.

Após o processo de tinturaria, o tecido fica úmido e é inserido em máquinas de altas temperaturas para ser seco e posteriormente cortado e costurado. É nesse

momento que o produto é separado e submetido a processos de empacotamento e armazenagem.

Depois de todos esses processos, resíduos são gerados e devem ser encontrados meios para sua reutilização ou disposição final correta. Entre os resíduos gerados, podem ser elencados: fios de algodão que sobram do processo de tecelagem, restos de plásticos, restos de tecidos e efluentes líquidos decorrentes das lavagens de tecidos e limpeza do ambiente.

4. Segregação e destinação dos resíduos

No Brasil, cerca de 170 mil toneladas de retalhos são geradas por ano. Sendo que, 80% são descartados nos aterros sanitários e até mesmo em lixões clandestinos que posteriormente são queimados, material esse que poderia ser reutilizado ou reciclado gerando renda ou estimulando negócios sustentáveis (SEBRAE, 2014).

A indústria têxtil causa diversos impactos ao meio ambiente, desde a produção de matéria-prima até a destinação final dos resíduos. A indústria da moda é a segunda que mais polui o meio ambiente, estando atrás somente da indústria do petróleo (ISOTON et al., 2022). Além do grande volume de resíduos gerado, deve-se levar em consideração tempo que o mesmo demora para se decompor.

Os resíduos da indústria de vestuário podem ser classificados ainda em dois tipos: Pré-consumo e Pós-consumo (Quadro 1). Pré-consumo são gerados durante o processo produtivo, como sobras da etapa de corte e costura, tecelagem,

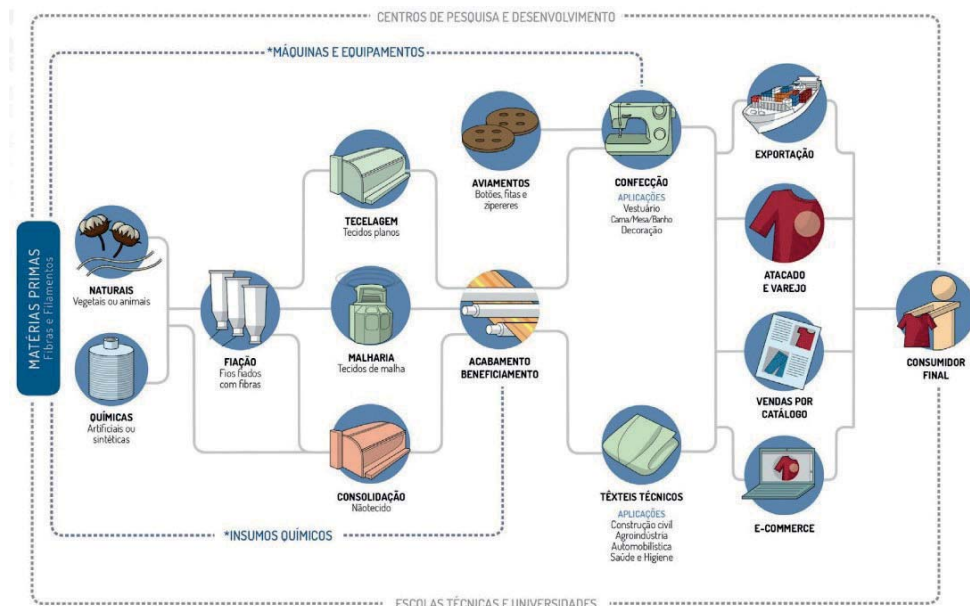


Figura 4: Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção. Fonte: (Agência de notícias da indústria, 2018).

Pré-Consumo	<ul style="list-style-type: none"> Os resíduos de corte e costura. Amostragem e peças com não conformidades
Pós-Consumo	<ul style="list-style-type: none"> Roupa após o uso

Quadro 1: Tipo de classificação dos resíduos têxteis.

Fonte: (Enez e Kipoz, 2019).

amostragem e peças com não conformidade. têm grande potencial de reciclagem na própria indústria de vestuário por se tratarem de matéria-prima de qualidade, sem usos antecedentes.

Pós-consumo que envolve o descarte das roupas após o seu uso. Podem ser reutilizados ou reciclados, sendo que a maioria desses resíduos sofre um processo de recuperação para reuso em um produto.

As características dos resíduos mudam de acordo com a moda, as fibras têxteis são classificadas basicamente em dois grandes grupos: naturais e químicas.

As fibras naturais são encontradas em forma natural, obtidas das plantas ou animais como: a lã, o linho, o algodão, a seda, o couro, precisam ser transformadas somente por meio de processos mecânicos para sua finalidade.

As fibras artificiais e sintéticas são de origem ou formação à base de químicos como: poliéster, poliamida, acrílico, nylon. As artificiais resultam na polimerização de monômeros para o estado fibroso; as sintéticas são classificadas por terem origem e processos totalmente químicos (carbono ou petroquímicos) (SANTOS et al., 2021).

Os retalhos são gerados na etapa de corte no tecido, embora existam softwares que otimizem o planejamento do

corte no tecido. Segundo Pereira et al. (2016) aproximadamente 12% da matéria-prima é desperdiçada na etapa de corte. Após o corte o material é encaminhado para a costura.

A separação deve ser realizada de acordo com a composição e/ou cor do material têxtil de maneira manual ou mecânica, uma das maiores dificuldades do processo de reciclagem é conseguir realizar esta atividade de modo eficiente. Depois que as peças estão prontas é hora de definir e aplicação o design, adicionar acessórios como botões e zíper de metal. Os retalhos podem ser reutilizados para fabricação de outras peças ou produtos, acessórios na fabricação de produtos artesanais.

As sobras dos tecidos muitas vezes são descartadas junto com o resíduo comum e vão para lixões e aterros, pode ocorrer a doação e a venda de baixo custo. É possível citar três rotas de reciclagem de têxteis envolvem os seguintes processos: mecânicos, químicos e térmicos.

5. Impactos Ambientais da Destinação Incorreta

Com a chegada do século XIX, a poluição ganhou um espaço de atenção global pelos seres humanos por conta do acelerado processo industrial (AHSAN; SATTER; SIDDIQUE, 2019). O aumento da industrialização e da urbanização não planejada

tem um impacto adverso em diferentes compartimentos do meio ambiente, incluindo solo, sedimentos e água, bem como na ecologia e biodiversidade. Essas indústrias geralmente produzem uma quantidade substancial de resíduos perigosos que são lançados no meio ambiente em formas sólidas, líquidas ou gasosas contendo poluentes orgânicos e inorgânicos.

(...) os resíduos sólidos representam uma séria ameaça ao desenvolvimento das sociedades humanas, aumentando os riscos para a saúde humana (...)

Efluentes industriais lançados pelas indústrias são os principais contaminantes que causam poluição ambiental e criam sérios problemas de subsistência para as pessoas ao poluir a água e os solos adjacentes, o que pode ter um impacto adverso na saúde humana e no meio ambiente. Os poluentes entram na água do rio e, conseqüentemente, alteram suas propriedades físico-químicas e os impactos negativos na qualidade da água incluem mudança de cor, aumento da turbidez, eutrofização e adição de compostos tóxicos e persistentes.



Figura 5: Leito de secagem de uma lavadeira em Caruaru - PE.

Fonte: Os autores

Muitos poluentes orgânicos, corantes e metais pesados causam danos ao DNA e têm efeitos deletérios na qualidade de vida, por seus efeitos nocivos na água potável e de irrigação. Pesquisas realizadas comprovam que os lixiviados dos efluentes da indústria têxtil e de tingimento e as aminas neles presentes podem induzir genotoxicidade em animais expostos (AKHTAR et al., 2018). Poluentes, drogas e tóxicos podem persistir no meio ambiente e alterar a fisiologia e o comportamento dos animais. Alguns tóxicos podem promover vários fatores genéticos e de desenvolvimento de anormalidades na exposição de curto prazo, enquanto outras podem ter efeitos deletérios na exposição de longo prazo.

Um outro grande problema está no lançamento de efluentes com a presença de microplásticos, devido a sua ingestão ao longo da cadeia trófica, que aumenta a mortalidade e desregulação endócrina dos animais aquáticos (NELMS et al., 2018). Além disso, esses poluentes foram amplamente identificados em produtos para consumo humano como

frutos do mar, água da torneira e engarrafada e sal de cozinha (SCHYMANSKI et al., 2018). No entanto, os riscos para a saúde humana ainda são desconhecidos e é uma área que precisa de mais investigação.

Um outro resíduo gerado no tratamento de águas residuais têxteis são os lodos. Basicamente, os corantes presentes nas águas residuais são convertidos em lodo, a maioria no decantador primário e o restante no clarificador secundário (Figura 5). A eliminação de grandes volumes de lodos continua a ser um desafio fundamental para as estações de tratamento de águas residuais têxteis (BIDU et al., 2021). Na grande maioria das indústrias têxteis do Agreste pernambucano, o lodo é seco graças à ação do calor solar ou através de câmaras de secagem, sendo encaminhado para as instalações municipais de disposição de resíduos sólidos.

Os aterros municipais de resíduos sólidos não são projetados para degradar os corantes; algumas degradações anaeróbicas podem estar ocorrendo, o que pode produzir compostos carcinogênicos,

como aminas aromáticas, onde só podem ser degradadas em condições aeróbicas. Assim os lodos com uma grande quantidade de corantes podem estar acabando no meio ambiente por lixiviação, representando um risco para a saúde humana e ecológica.

Os solos e sedimentos são geralmente os sumidouros finais de poluentes industriais (Khan et al. 2019) e a contaminação do solo devido a poluentes tóxicos, em última análise, tem um efeito adverso nas plantas e representa um sério risco para a saúde humana. As plantas que crescem em áreas altamente poluídas são afetadas por metais tóxicos.

A indústria da moda é conhecida por ser a segunda maior indústria poluente do mundo, superada apenas pela indústria do petróleo. Nos últimos 15 anos, a produção de roupas dobrou, principalmente devido à tendência “fast fashion”, com mudanças mais rápidas de estilos e coleções. Grandes quantidades de recursos não renováveis são extraídos para produzir roupas que geralmente são usadas por apenas um curto período, após o qual os materiais são enviados para aterros sanitários ou incinerados (SIDERIUS E POLDNER, 2021).

Estima-se que mais da metade do fast fashion produzido seja descartado em menos de um ano (Hole e Hole, 2019). Na Holanda, no Reino Unido e nos países nórdicos, estima-se que 61% das roupas descartadas (têxteis pós-consumo) são perdidas no lixo doméstico, terminando em aterros ou incineração. Dessa maneira, os resíduos sólidos representam uma séria ameaça ao desenvolvimento das sociedades humanas, aumentando os riscos para a saúde humana (Figura 6).



Figura 6 - Exemplo de resíduos sólidos da indústria têxtil
Fonte: ASIRTEX

O tratamento de resíduos na indústria têxtil levanta muitas preocupações ambientais, já que os métodos convencionais de tratamento de resíduos da indústria são aterro e incineração, que contribuem para as emissões de gases de efeito estufa, contaminação do solo (Hu et al., 2018), produção de lixiviados tóxicos e biogases. A descarga de compostos prejudiciais devido a reações causadas por

produtos químicos e corantes nos materiais de tecido é um impacto deletério adicional de deposição em aterro ou incineração de resíduos têxteis (Rago, et al., 2018).

Em contraste, os resíduos gerais de baixo valor econômico são descartados em lixeiras domésticas diretamente com os resíduos residuais, o que aumenta a carga de trabalho das instalações de tratamento



Figura 7 - Reutilização do resíduo têxtil
Fonte: Febratex, 2022

de resíduos municipais e os recursos de resíduos. A razão é que a maioria das empresas têxteis são pequenas e médias, onde os têxteis são produzidos em oficinas manuais e a reciclagem não é uma opção economicamente viável para elas (LI, WANG e DING, 2021) (Figura 7).

6. Propostas e soluções

A instalação de estações eficazes de tratamento de efluentes em indústrias têxteis para melhorar a qualidade do efluente, deve funcionar de maneira adequada e regular. O processo de tratamento tem como objetivo minimizar o descarte de produtos químicos tóxicos, bem como minimizar o uso de águas superficiais por meio da reciclagem e reaproveitamento da água tratada, o que também minimiza os custos de produção na indústria em questão (AHSAN; SATTER; SIDDIQUE, 2019).

Quanto as microfibras presentes nos efluentes têxteis, existem soluções de mitigação viáveis. Por exemplo, designs aprimorados de máquinas de lavar que causam menos estresse as roupas ou a comercialização de novas máquinas de lavar com filtros de microfibras embutidos (BELZAGUI et al., 2020). Além disso, os fabricantes também devem incluir em seus folhetos uma categoria de qualificação com relação às emissões de microfibras ou ao estresse induzido nas peças de roupa nas máquinas de lavar. Dessa forma, os empresários podem levar em consideração esse fator ao adquirir uma nova lavadora (Figura 8).

Outro ponto que deve ser observado é sobre a conscientização da população



Figura 8 - Boas práticas para reciclagem do resíduo têxtil

Fonte: Iusnatura, 2022

(...)

os impactos ambientais dos têxteis podem ser reduzidos com o desenvolvimento de novas tecnologias para recuperação e reutilização de têxteis para atender às necessidades atuais e futuras

(...)

em relação a contaminação das microfibras e sua capacidade de reduzir sua geração são temas importantes que

devem ser continuamente consolidados. Nos últimos anos, as plataformas de mídia social têm feito cada vez mais publicações sobre o tema. Além disso, existem tecnologias de captura de microfibras comercialmente acessíveis, que funcionam capturando-as dentro da máquina de lavar ou no efluente. Essas tecnologias conseguiram uma redução de microfibras no efluente das lavanderias de 26% e 87% (MCILWRAITH et al., 2019).

No entanto, a disposição final das microfibras retidas ainda não foi realizada. Por outro lado, o uso de fibras mais naturais do que as artificiais também vem sendo mencionado entre as soluções possíveis. Essa declaração é polêmica, pois hoje grande parte da indústria do algodão conta com uma produção altamente poluente e ambientalmente insustentável (GARCIA et al., 2019).

Em relação aos resíduos sólidos produzidos, em comparação com os métodos convencionais de descarte, os impactos ambientais dos têxteis podem ser reduzidos com o desenvolvimento de novas

tecnologias para recuperação e reutilização de têxteis para atender às necessidades atuais e futuras do negócio. Estudos investigaram o uso da reciclagem para aumentar os ciclos de vida dos têxteis. Este método divide o tecido em fibra por meio de processos mecânicos ou reciclagem química (NORUP et al., 2019), no entanto, o reprocessamento pode degradar as propriedades do fio.

Além disso, os resíduos pré-consumo podem ser convertidos em energia ou calor. Existem também vários estudos na literatura sobre novos produtos criados a partir de resíduos têxteis, como celulase ótima, cal hidráulica, simbiose industrial, materiais de construção de isolamento térmico, copolímeros multibloco ramificados e filamentos de queratina dúctil (MI et al., 2020).

Em Relação ao lodo têxtil, estudos de reaproveitamento demonstraram a possibilidade de destinação de lodo como componente de novo material coagulante, reduzindo a geração de lodo e consequentemente reduzindo gastos com destinação final desse material, resultando em redução de custos no processo. A toxicidade do lodo secundário também pode ser diminuída por tratamento em um digestor anaeróbio ou por fitorremediação e o lodo tratado pode então ser usado como biofertilizante (KATHAWALA, GAYATHRI e SENTHIL KUMAR, 2021).

Se as conexões entre todos os componentes donexo forem analisadas, então isso pode ser um efeito altamente significativo para a sustentabilidade da indústria têxtil e de outras indústrias manufatureiras (ABBAS et al., 2020). Portanto, há uma necessidade de desenvolver

sistemas de tratamento simples, econômicos e ecológicos para a remediação de efluentes têxteis e de todos os resíduos gerados na busca de gerar um desenvolvimento ambiental e econômico sustentável.

Sendo as empresas devem desenvolver programas de sustentabilidade, adotar um sistema de coleta, separação, reutilização ou reciclagem para cada resíduo, com o objetivo que a destinação final ocorra de forma adequada.

Um ponto importante é a aplicação de práticas sustentáveis no dia a dia no caso das peças prontas, devemos fazer um consumo consciente, doar as peças que não se usa mais e que estão em bom estado.

Referências

Abbas, S., Hsieh, L. H. C., Techato, K., & Taweekun, J. (2020). Sustainable production using a resource-energy-water nexus for the Pakistani textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122633.

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções. 4º Modavil leva informações sobre negócios da moda de Caruaru. Disponível em: <http://www.abit.org.br>. Acesso em: 08 set de 2022.

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Perfil do Setor. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 08 set de 2022.

AGRESTE TEX. Entenda a influência do polo têxtil no Agreste Pernambucano, 2019. Disponível em: <https://agrestetex.com.br/entenda-a-influencia-do-polo-textil-no-agreste-pernambucano/>. Acesso em: 08 setembro 2022.

Ahsan, M.A., Satter, F., Siddique, M.A.B. et al. Chemical and physicochemical characterization of effluents from the tanning and textile industries in Bangladesh with multivariate statistical approach. *Environ Monit Assess* 191, 575 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7654-2>.

Akhtar, M. F., Ashraf, M., Javeed, A., Anjum, A. A., Sharif, A., Saleem, M., Mustafa, G., Ashraf, M., Saleem, A., & Akhtar, B. (2018). Association of textile industry effluent with mutagenicity and its toxic health implications upon acute and sub-chronic exposure. *Environmental monitoring and assessment*, 190(3), 179. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6569-7>.

Belzagui, F., Gutiérrez-Bouzán, C., Álvarez-Sánchez, A., & Vilaseca, M. (2020). Textile microfibers reaching aquatic environments: A new estimation approach. *Environmental Pollution*, 265, 114889.

ASIRTEX, 2022 - Acesso em 11/12/2022 - <https://www.residuosprofesional.com/residuos-textiles-terminan-vertederos/>

Bidu, J. M., Van der Bruggen, B., Rwiza, M. J., & Njau, K. N. (2021). Current status of textile wastewater management practices and effluent characteristics in Tanzania. *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 83(10), 2363-2376. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.133>.

Cavalcanti Junior, Carlos A. A Um estudo sobre o setor industrial na região do semiárido nordestino / Carlos Antonio Araujo Cavalcanti Junior. Recife, 2017.

DA COSTA OLIVEIRA, Eric Nilson. A economia do algodão no nordeste brasileiro. VI Congresso Sergipano de História & VI encontro estadual de história da ANPUH/SE, 2018. Disponível em: http://www.encontro2018.se.anpuh.org/resources/anais/8/1540860966_ARQUIVO_AEconomiadoAlgodaoNoNordesteARTIGO.pdf. Acesso em : 08 setembro 2022.

DE SÁ ROCHA, Clarissa Maria Ramalho; DA SILVA Vicente de Paulo Rodrigues; DA SILVA Patrícia Ferreira; CAMPOS João Hugo Baracuy da Cunha. Análise do consumo de água e produtos químicos em indústrias têxteis no Agreste Pernambucano. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 1, p. 581-594, 2021. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2021.001.0047>. Acesso em: 09 setembro 2022.

DOS SANTOS, Natalia Gonçalves; REBELO, Láisa; VIANA, Dianne Magalhães. Um estudo sobre reciclagem e reutilização de resíduos têxteis descartados da indústria de vestuário. IX ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto - UFSC - Florianópolis, 2021.

ENES, E., KIPÖZ, S. Turkey Fashion Industry's Cut-and-Sew Waste Problem and Its Waste Management Strategies, *Tekstil ve Mühendis*, 26: 113, 97-103, 2019.

FEBRATEX, 2022 - Acesso em 11/12/2022: <https://fcm.com.br/noticias/residuo-textil-como-combater-ou-reduzir-essa-producao-na-industria/>

FUJITA, Renata Mayumi Lopes; JORENTE, Maria José. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. *Moda Palavra e-periódico*, n. 15, p. 153-174, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5140/514051496008.pdf>. Acesso em: 08 setembro 2022.

Garcia, Solimar, Cordeiro, Alexandra, de Alencar N€ a€ as, Irenilza, de Oliveira Costa Neto, Pedro Luiz, 2019. The sustainability awareness of Brazilian consumers of cotton clothing. *J. Clean. Prod.* 215, 1490e1502. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.069>.

Hole, G., Hole, A.S., 2019. Recycling as the way to greener production: a mini review. *J. Clean. Prod.* 212, 910e915.

Hu, Y., Du, C., Pensupa, N., & Lin, C. S. K., 2018. Optimisation of fungal cellulase production from textile waste using experimental design. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 133-142. <http://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.009>.

Indústrias têxtil e de alimentos priorizam uso eficiente de recursos. Agência de Notícias CNI. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/industrias-textil-e-de-alimentos-priorizam-uso-eficiente-de-recursos/#>>. Acesso em: 10 set. 2022.

ISOTON, Renan; GIACOMELLO, Cintia; FACHINELLI, Ana Cristina. Práticas para Transição à Economia Circular em Confecções: uma revisão sistêmica da literatura. *Moda Palavra*, Florianópolis, V.15, N. 36, p.113-139, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/21444/14207>. Acesso em: 16 mai. 2022

IUSNATURA, 2022 - acesso em 11/12/2022 - <https://iusnatura.com.br/descarte-de-residuos-texteis/>

JR, CSTQ. Indústria Têxtil - CSTQ Jr. CSTQ Jr. Disponível em: <<https://cstqjr.com.br/industria-textil/>>. Acesso em: 10 set. 2022.

Kathawala, T. M., Gayathri, K. V., & Senthil Kumar, P. (2021). A performance comparison of anaerobic and an integrated anaerobic-aerobic biological reactor system for the effective treatment of textile wastewater. *International Journal of Chemical Engineering*, 2021.

KELLER, Paulo Fernandes. Impactos da globalização econômica sobre a cadeia têxtil brasileira: O caso do pólo têxtil de Americana (SP). *Revista Universidade Rural, Série Ciências Humanas. Seropédica, RJ, EDUR*, v. 28, n. 1, jan.-dez., 2006.p.59-77. Disponível em: <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=21141397>. Acesso em: 08 setembro 2022.

Khan, R., Parvez, M. S., Jolly, Y. N., Haydar, M. A., Alam, M. F., Khatun, M. A., Sarker, M. M. R., Habib, M. A., Tamim, U., Das, S., Sultana, S., Islam, M. A., Naher, K., Paul, D., Akter, S., Khan, M. H. R., Nahid, F., Huque, R., Rajib, M., & Hossain, S. M. (2019). Elemental abundances, natural radioactivity and physicochemical records of a southern part of Bangladesh: implication for assessing the environmental geochemistry. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 12, 100225. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2019.100225>.

Li, X., Wang, L., & Ding, X. (2021). Textile supply chain waste management in China. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125147.

LIMA, João Policarpo Rodrigues; JÚNIOR, Carlos Antonio Cavalcanti. O SEMIÁRIDO NORDESTINO: EVOLUÇÃO RECENTE DA ECONOMIA E DO SETOR INDUSTRIAL. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 50, n. 3, p. 69-88, 2019.

Mcllwraith, Hayley K., Lin, Jack, Erdle, Lisa M., Mallos, Nicholas, Diamond, Miriam L., Rochman, Chelsea M., 2019. "Capturing microfibers e marketed technologies reduce microfiber emissions from washing machines. *Mar. Pollut. Bull.* 139 (August 2018), 40e45. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.012>.

Mi, X., Li, W., Xu, H.L., Mu, B.N., Chang, Yue., Yang, Y.Q., 2020. Transferring feather wastes to ductile keratin filaments towards to sustainable poultry industry. *Waste Manage*, 115, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.022>.

Nelms, Sarah E., Galloway, Tamara S., Godley, Brendan J., Jarvis, Dan S., Lindeque,

Penelope K., 2018. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environ. Pollut.* 238, 999e1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>.

NORDESTE Polo têxtil. Polo Têxtil do Nordeste, 2018. Disponível em: <https://blog.adina.com.br/polo-textil-do-nordeste/>. Acesso em: 08 setembro 2022.

Norup, N., Pihl, K., Damgaard, A., & Scheutz, C., 2019. Quantity and quality of clothing and household textiles in the Danish household waste. *Waste Manag.* 87, 454-463. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.020>.

PEREIRA, Gislaíne; Berretta-Hurtado, A. L.; Furtami, A. H.; Gouvêa, C. A.; Recouvreux, D. Estudo comparativo entre o impacto ambiental resultante da fabricação de malha 100% algodão e com fios reciclados. *Revista Espacios*. Vol.37, ed. 22, p. 37, 2016.

Rago, Y. P., Surroop, D., & Mohee, R., 2018. Torrefaction of textile waste for production of energy-dense biochar using mass loss as a synthetic indicator. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 811-822. <http://doi.org/10.1016/j.jece.2017.12.055>.

RUFINO, Iana Alexandra Alves; SILVA, Simone Tavares da. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: Uma abordagem metodológica. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 23, p. 166-181, 2017.

Schymanski, Darena, Goldbeck, Christophe, Ulrich Humpf, Hans, Fürst, Peter, 2018. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Res.* 129, 154e162. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.11.011>.

SEBRAE. Retalhos de tecidos: no lugar do desperdício, negócios sustentáveis. 2014. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/retalhos-de-tecidos-no-lugar-do-desperdicio-negociossustentaveis/>. Acesso em: 08 set de 2022.

SEBRAE/PE-Estudo Econômico do Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano, 2012. Pernambuco: Sebrae/PE, p.151, 2013. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Estudo%20Economico%20do%20APL%20de%20Confecoes%20do%20Agreste%20-%20%2007%20de%20MAIO%202013%20%20docx.pdf>>. Acesso em: 08 set de 2022.

Siderius, T., & Poldner, K. (2021). Reconsidering the circular economy rebound effect: propositions from a case study of the Dutch circular textile valley. *Journal of Cleaner Production*, 293, 125996.

VIANA, Mirella Alexandre; LIRA, Elizabete Buonora de Souza; COELHO Carla de Paula Gomes, BEZERRA Ana Paula Xavier de Gondra; LORENA Emmanuelle Maria Gonçalves; DE HOLANDA Romildo Morant. Pegada hídrica em indústria de beneficiamento de jeans no Agreste Pernambucano. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, p. 061-068, 2018. Disponível em: <http://ead.codai.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1723>. Acesso em: 09 setembro 2022.

A Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Recife: tendências e perspectivas

Por: Bertrand Sampaio de Alencar¹



Fonte: (Autor, 2021)

RESUMO

A Região Metropolitana do Recife possui 4.083.047 habitantes (IBGE, 2020), produz aproximadamente 3.500 t/dia de resíduos sólidos e tem uma despesa aproximada de R\$ 600 milhões/ano com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Atualmente esses serviços realizados pelos 15 municípios metropolitanos são operados por empresas privadas e atendem cerca de 93% (SNIS, 2019) nos serviços de coleta e pleno atendimento na disposição final de resíduos sólidos. Este artigo busca com base numa metodologia descritiva e analítica, a partir de dados primários e secundários, apresentar tendências e perspectivas para a gestão dos resíduos sólidos na RMR. O Plano Metropolitano indica metas e

prazos para se chegar no ano de 2038 com todos os lixões e aterros controlados remediados e a hierarquização das soluções de acordo com o que estabelece a PNRS (BRASIL, 2010). As ameaças identificadas na pesquisa apontam para o risco da não regulação econômica dos serviços, a necessidade de ampliar o ICMS Socioambiental para os valores anteriores, a educação ambiental, otimizar a coleta seletiva com catadores de materiais recicláveis e expansão das opções de destinação final hierarquizadas conforme a legislação, para evitar maiores impactos ambientais em um território sensível e atualmente bastante impactado.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Região Metropolitana. Serviços de Limpeza Urbana.

¹ Engenheiro civil e de transportes, mestre e doutor em Desenvolvimento Urbano, especialista em resíduos sólidos, professor e atual Superintendente de Meio Ambiente da SEMAS-PE.

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos poluem o ar, o solo e a água. Emitem gases de efeito estufa (GEE), transmitem doenças por meio de vetores e as soluções convencionais são caras e resolvem parte do problema. Em pleno século XXI ainda se registra a presença de milhares de adultos, adolescentes e, inclusive crianças, nos lixões e nas ruas, catando materiais recicláveis para sobreviver. O lixo, portanto, é considerado um problema sanitário, social, ambiental e econômico.

Adotar uma gestão de resíduos sólidos sustentável significa, a priori, conhecer suas tipologias, características e procurar entender como ocorrem os fluxos desde a extração, produção, consumo e descarte. Gerenciar os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos requer planejamento e capacidade operacional para acondicionar, segregar, coletar, transportar, promover a limpeza de vias e logradouros, tratar, transbordar, destinar e dispor de forma ambientalmente adequada.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal No 12.305/2010 estabelece as diretrizes, instrumentos, planos e as tipologias dos resíduos sólidos, definindo a gestão integrada de resíduos sólidos 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. A Política Nacional de Saneamento Básico Lei No 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Regulatório de Saneamento (Lei Federal No

14.026/2020), estabelece as normas e instrumentos para os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

(…)

Ressalte-se a especialização ambiental do território metropolitano como um fator de restrição à implantação de grandes empreendimentos, assim como de novas áreas para disposição final de resíduos sólidos (…)

O presente artigo trata, a partir desse embasamento técnico, normativo e institucional, do planejamento e de um panorama atual da gestão dos resíduos sólidos na Região Metropolitana do Recife (RMR), identificando suas tendências e perspectivas. Aborda inicialmente as características da RMR, o atual modelo de gestão de resíduos sólidos desenhado no plano metropolitano, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e, a final, as tendências e perspectivas com base no contexto atual, na legislação e no planejamento estabelecido.

A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

De acordo com o Plano de Desenvolvimento Integrado (PDUI, 2020), a Região Metropolitana do Recife possui grandes potencialidades, que decorrem da sua base econômica e logística, dos recursos humanos disponíveis e da criatividade e diversidade culturais. No entanto, a RMR padece de problemas comuns a todas as metrópoles brasileiras: pobreza e desigualdade social, concentração populacional em assentamentos precários, degradação dos recursos naturais e do ambiente construído. A insuficiência de saneamento básico, sobretudo esgotamento sanitário, é uma pauta do século passado e tem repercussões no ambiente do território metropolitano. Esta evidente contradição entre suas possibilidades econômicas, sociais e culturais e suas mazelas e dificuldades sanitárias e ambientais, demonstram o enorme desafio que a RMR terá em um mundo cujas mudanças são iminentes e intensas.

Os números que conformam os principais indicadores demográficos e econômicos metropolitanos são bastante expressivos, quando se analisa a Região de Desenvolvimento Metropolitano (RDM) ou Região Metropolitana do Recife (RMR), em relação ao Estado, seja em termos da participação relativa de sua população de 4.083.047 habitantes (IBGE, 2020) e da densidade demográfica de 1.264,17 habitantes/km² (PDUI, 2020), quantidade de municípios (15 municípios - Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Goiana², Igarassu, Ilha de Itamaracá,

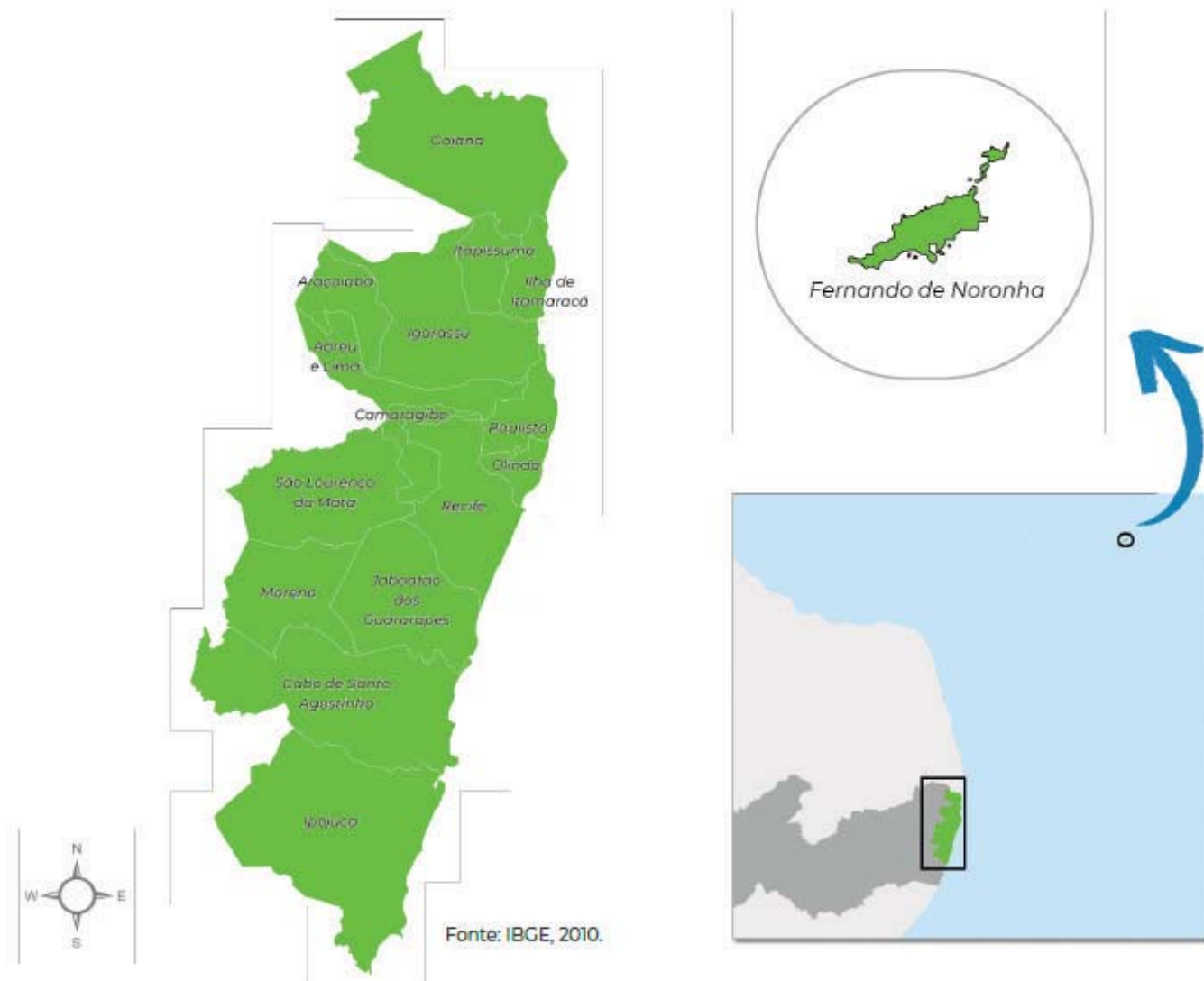


Figura 1 - Localização e municípios da RMR
 Fonte: PERNAMBUCO, 2019

Ipojuca, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata e o Distrito Estadual de Fernando de Noronha), o Produto Interno Bruto (PIB), com total de R\$ 114.660.449,00 em 2020 que representa cerca de 63% do PIB do Estado e um PIB per capita de R\$ 28.346,58/habitante em 2020, de acordo com a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (PDUI, 2020).

Esses números rebatem diretamente na produção de resíduos sólidos, cuja taxa de geração per capita é função diretamente proporcional da população e da renda de uma determinada localidade, distrito, bairro ou município. Ressalte-se a espacialização ambiental do território metropolitano como um fator de restrição à implantação de grandes empreendimentos, assim como de novas áreas para disposição final de resíduos sólidos.

Somente a cidade do Recife, o que é bastante positivo, possui 25 (vinte e cinco) Unidades de Conservação da Natureza (UCNs) e 2 (duas) de Conservação da Paisagem (UCP), instituídas pela Lei Nº 18.014/2014, que institui o Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP). Na RMR, entre unidades de proteção integral (31) e de uso sustentável (25) existem 56 unidades de conservação, representando 63% das unidades estaduais (89), segundo a Agência Ambiental de Pernambuco (CPRH, 2021).

da Zona da Mata Norte de Pernambuco, foi incluído na RMR. No entanto, em 4/2/2020, a Comissão de Justiça da Assembleia Legislativa de Pernambuco (ALEPE) aprovou a saída desse município da RMR, por meio do Projeto de Lei Complementar (PLC) nº 770/2019, estabelecendo um impasse institucional para a questão. Nos estudos e análises efetuadas para o presente artigo, considerou-se o município de Goiana como integrante da RMR.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

RESPONSABILIDADES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A responsabilidade sobre a gestão de resíduos sólidos no Brasil está definida, de uma forma sucinta em função das diversas tipologias legalmente definidas pela PNRS (BRASIL, 2010), compartilhada ou exclusiva, conforme descrito a seguir:

- A. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), classificados em Resíduos Domiciliares (RSD), o que caracteriza os resíduos provenientes de residências, com predominância de matéria orgânica e rejeitos e os Resíduos de Limpeza Urbana (RLU), originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, constituídos geralmente por materiais de pequenas dimensões - Poder Público Municipal
- B. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços (RC), com predominância de materiais recicláveis; Resíduos de Serviços de Transporte (RST), originários em portos, aeroportos, terminais alfândegários, rodoviárias, ferroviárias e passagens de fronteira, constituem resíduos orgânicos, material

reciclável, resíduos químicos e cargas em perdimento; Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico (RSB), gerados no tratamento de esgoto, manutenção dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais, predominam matéria orgânica e material inerte; Resíduos Industriais (RI), gerados nos processos produtivos e instalações industriais, constituído por materiais muito diversificados; Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), constituem materiais como seringas e agulhas, algodão e matéria orgânica; Resíduos Agrossilvopastoris (RA), gerados nas atividade agropecuárias e silviculturas, são resíduos de culturas perenes e resíduos animais; Resíduos de Construção Civil (RCC), gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, predominam materiais trituráveis como restos de alvenaria, argamassas, concreto e asfalto, além de solo; Resíduos de Mineração (RM), gerados nas atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios, predominam materiais rochosos e resíduos de atividades suporte - Setor Privado e o Poder Público.

- C. Resíduos sujeitos ao instrumento econômico da Logística Reversa os quais dependem de Acordos Setoriais ou Termos de Compromissos, classificados por Embalagens (vidro,

plástico, papel, papelão, metais ferroso e não ferrosos, etc.), Resíduos Agrossilvopastoris, Pilhas e Baterias, Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), Pneus, Óleos e Lubrificantes, Medicamentos Inutilizáveis, Lâmpadas, etc.) - Setor Privado, representado por comerciantes, distribuidores, fabricantes e importadores (BRASIL, 2010).

Na RMR diversos órgãos públicos das prefeituras são responsáveis pelos RSU, mas assumem ainda responsabilidades que são do setor produtivo, como também respondem de forma compartilhada por resíduos de serviços de saúde, p.ex., por meio de contrato com empresas privadas. De uma maneira geral, a maioria dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (coleta, limpeza de vias e logradouros, etc.) são contratados a empresas privadas especializadas na prestação desses serviços.

PLANEJAMENTO DA GESTÃO METROPOLITANA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Pernambuco possui sua Política Estadual de Resíduos Sólidos instituída pela Lei No 14.236/2010, na qual criou como instâncias de participação da sociedade, o Comitê Estadual de Resíduos Sólidos (CERS) e o Fórum Estadual de Resíduos Sólidos (FERS). O Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) foi elaborado em 2012 pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade

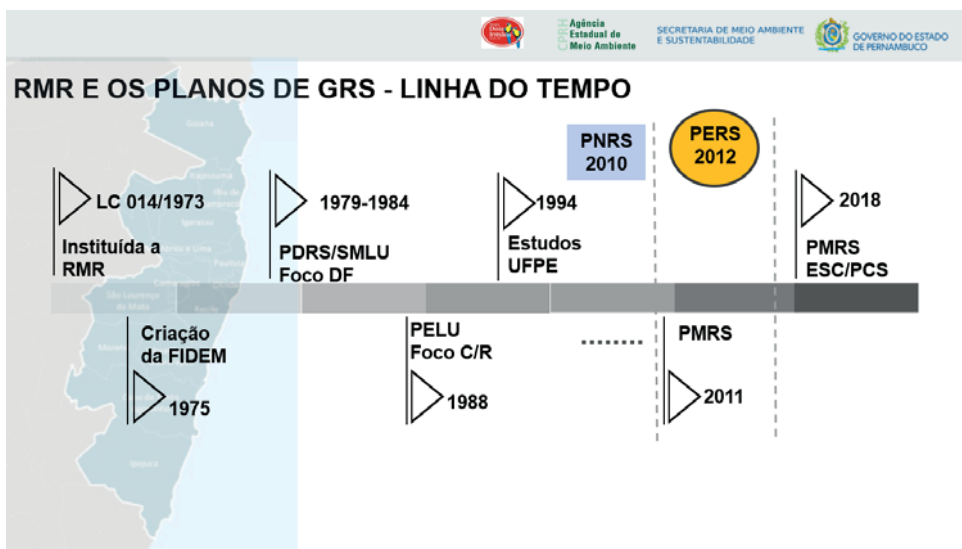


Figura 2 - Linha do Tempo dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos na RMR
 Fonte: Elaborado por ALENCAR, 2021

consolidando a elaboração de uma série de planos elaborados desde a institucionalização da RMR em 1973, conforme o gráfico a seguir.

No Arquipélago de Fernando de Noronha, a responsabilidade pela elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos ficou sob a responsabilidade da Secretaria Estadual de Turismo, por meio do PRODETUR, mas os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em Fernando de Noronha estão sob a responsabilidade da Administração Distrital.

(SEMAS) e o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), cumprindo o prazo legal e atualmente necessita de atualização. A meta principal definida no PERS foi o encerramento dos lixões e a implantação da destinação ambientalmente adequada, assim como implantar a coleta seletiva com catadores de materiais recicláveis e programas de compostagem da matéria orgânica presente nos

resíduos sólidos.

Na RMR, a responsabilidade pela elaboração do Plano Metropolitano ficou com a atual Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano (SEDUH). O Plano definiu o Sistema Metropolitano dos Resíduos Sólidos com três produtos: a) Plano de Resíduos Sólidos (PRS); b) Programa de Coleta Seletiva (PCS); e, c) Estudo de Gestão Consorciada (EGC),

Na elaboração do PMRS foram consideradas as seguintes premissas: a) universalização dos serviços de manejo e tratamento dos resíduos sólidos; b) padrão homogêneo de prestação de serviços pelos municípios integrantes da RMR; c) proteção do meio ambiente e da saúde pública; d) inclusão social dos catadores de materiais recicláveis; e, f) geração de trabalho e renda (PERNAMBUCO, 2018).

QUANT	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO 2020, CPRH (t/dia)	POPULAÇÃO 2020, IBGE (hab)	PPP, 2020 SEM COBERTURA (kg/hab.dia)
1	Abreu e Lima	101,03	99.990	1,01
2	Araçoiaba	11,66	20.524	0,57
3	Cabo de Santo Agostinho	168,56	207.048	0,81
4	Camaraçibe	123,15	157.828	0,78
5	Fernando de Noronha	4,89	3.061	1,60
6	Goiana	110,86	79.758	1,39
7	Igarassu	117,76	117.019	1,01
8	Ilha de Itamaracá	30,13	26.258	1,15
9	Ipojuca	137,92	96.204	1,43
10	Itapissuma	28,03	26.651	1,05
11	Jaboatão dos Guararapes	482,77	702.298	0,69
12	Moreno	34,53	62.784	0,55
13	Olinda	323,24	392.482	0,82
14	Paulista	292,93	331.774	0,88
15	Recife	1.461,32	1.645.727	0,89
16	São Lourenço da Mata	74,98	113.230	0,66
TOTAL		3.503,76	4.082.636	0,86

Tabela 1 - Características dos Resíduos Sólidos na RMR
 Fonte: CPRH, 2020



Figura 3- Estrutura Proposta para o Consórcio Metropolitanamente da RMR
Fonte: PERNAMBUCO (2018)

No modelo de gestão de resíduos sólidos proposto para a RMR no Plano Metropolitanamente, o Consórcio Metropolitanamente para a Gestão dos Resíduos Sólidos tem função prioritária e deve ter sua composição formada pelos municípios da RMR e o Governo do Estado e, a partir dos instrumentos previstos na Lei Federal de Consórcios Públicos (No 11.107/2005) e respectivo Decreto Regulamentador (No 6.017/2007), para implementar Contrato de Rateio, Protocolo de Intenções, Contrato de Programa, Estatuto, e demais necessidades para estruturá-lo de acordo com a imagem a Figura 3.

Como vista na figura anterior, a regulação econômica dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é fator primordial para manter a prestação desses serviços em patamar sustentável. Na prática, ainda não ocorre o consórcio público metropolitanamente e nem a regulação econômica pela Agência de Regulação de Pernambuco (ARPE), autarquia especial criada pela Lei Estadual No 12.126/2001.

Na RMR a forma de cobrança mais comum dos serviços públicos para gestão de

resíduos sólidos é realizada junto ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), tendo como base de cálculo a área construída do imóvel. No entanto, em função das despesas com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos serem maior que a receita específica, os municípios utilizam outras rubricas para cobrir essas despesas.

O volume de recursos atualmente dispendidos

nas RMR com a gestão de resíduos sólidos, considerando todos os serviços (limpeza de vias e logradouros, coleta convencional, coleta seletiva, tratamento, transbordo, transporte, destinação e disposição final), além da fiscalização dos serviços, despesas com planos, operação e manutenção dos órgãos públicos responsáveis pela gestão, os quais geralmente não são contabilizados no cálculo geral destes custos, dentre outras despesas, não é de fácil obtenção, mas está estimado em torno de R\$ 600 milhões/ano, representando um valor per capita médio de R\$ 145,00/hab.³

As metas a serem atingidas e os prazos definidos no Plano Metropolitanamente estão apresentados na figura 4.

O horizonte estabelecido para o PMRS foi o ano de 2038, quando se espera estejam eliminados todos os lixões e aterros controlados e implantada a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Com o encerramento

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS								
METAS	PRAZOS DE EXECUÇÃO							
	2018	2019	2020	2021	2022	2026	2036	2038
Eliminar os lixões e aterros controlados e promover a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos.	100 %	-	-ok	-	-	-	-	-
Recuperar os lixões e aterros controlados, compreendendo a avaliação das suas condições ambientais.	25%	-	50%	-	-	75%	100 %	-
Universalizar sistema de coleta seletiva na RDM/PE e Implantar unidades de triagem de resíduos recicláveis.	30%	40%	50%	60%	70%	80%	100 %	100 %
Implantar usinas de triagem e compostagem de resíduos orgânicos na RDM/PE.	20%	30%	40%	50%	60%	80%	100 %	100 %
Reduzir os resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários.	10%	-	-	-	20%	30%	-	40%
Implementar programas de Educação Ambiental nos municípios da RDM/PE.	-	-	100%	-	-	-	-	-
Universalizar o serviço de limpeza pública na RDM/PE.	-	-	100 %	-	-	-	-	-

Figura 4 - Metas e Prazos do Plano Metropolitanamente de Gestão Resíduos Sólidos
Fonte: PERNAMBUCO, 2018

3 Valores obtidos na base de dados municipais do SNIS (2019), dados de disposição final de resíduos sólidos do relatório do TCE-PE (2021) e contrato de prestação de serviços de limpeza urbana da cidade do Recife (RECIFE, 2021).

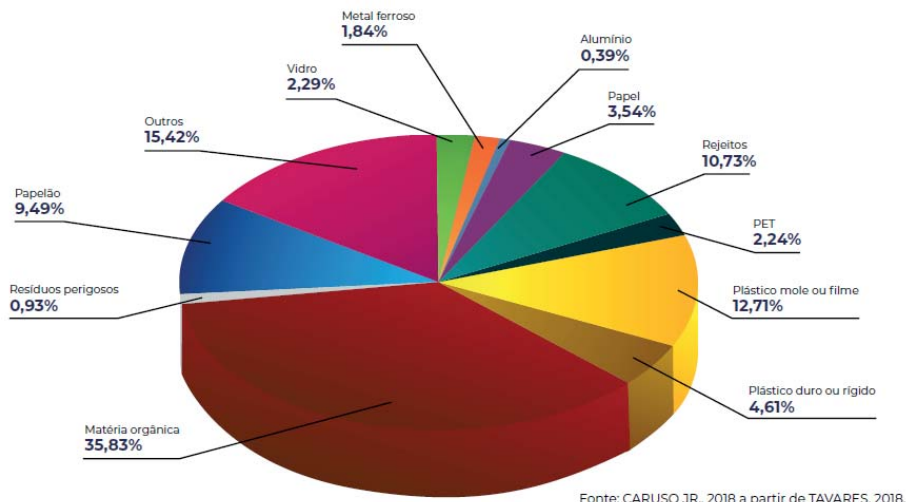


Figura 5 - Composição Gravimétrica dos RSU na RMR
Fonte: PERNAMBUCO, 2018

do último lixão ativo na RMR, o de Camaragibe, desde 2020 todos os resíduos sólidos são dispostos em aterros sanitários licenciados, mas ainda falta cumprir o que determina a legislação com relação à redução desses resíduos sólidos e a disposição final de rejeitos, a recuperação dos lixões e aterros controlados encerrados, a universalização da coleta seletiva com implantação de unidades de triagem de materiais recicláveis e do programa de educação ambiental nos municípios, bem como promover o atendimento pleno dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em todos os municípios da RMR.

De acordo com o PMRS a reciclagem oficial representa apenas 2 a 3% de um potencial de materiais recicláveis de 25% a 30%, conforme pode ser observado no estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos na RMR na figura 5.

No entanto, há a possibilidade de incremento da cadeia produtiva dos recicláveis, com a melhoria na gestão das 30 (trinta) cooperativas e associações

de catadores de materiais recicláveis que atuam na RMR, o que implica na construção de galpões de triagem, treinamento, aquisição de equipamentos, materiais e EPI para possibilitar alavancar a produção dessas entidades, às quais deverão ser remuneradas pela prestação desses serviços, a partir de programa de financiamento com o poder judiciário e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), como pode ser visto na figura 6.

SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Atualmente a RMR é responsável por 40,29% dos resíduos sólidos gerados em Pernambuco. A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na RMR é de competência das prefeituras, realizada por secretarias ou empresas públicas específicas. A maior parte dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são executados por meio de contratos de terceirização com empresas privadas que atuam nos serviços de coleta, transporte, na limpeza de vias e logradouros (varrição, capinação, limpeza de praias, limpezas dos canais, etc.) e na destinação final dos RSU.

A produção estimada de resíduos sólidos, calculada com base no acompanhamento das balanças instaladas nos locais de disposição final, é de 3.504 t/dia, para uma média simples de 0,86 kg/hab.dia de taxa de geração per capita, considerando o atendimento de 92,50% (SNIS, 2019).

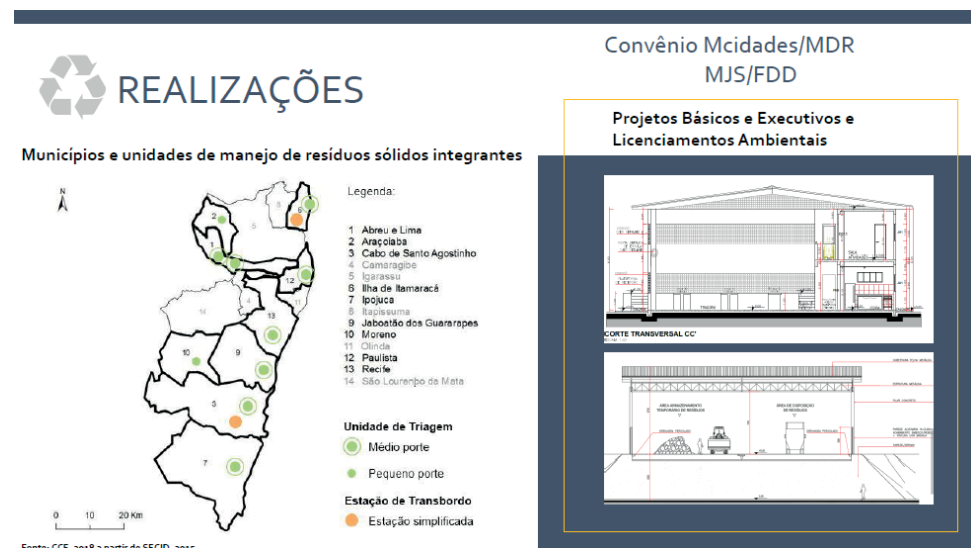


Figura 6 - Proposta de Galpões de Triagem para Coleta Seletiva na RMR
Fonte: PERNAMBUCO, 2018

As associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis realizam a coleta seletiva nos municípios de Recife (9 entidades), Olinda (2), Jaboatão dos Guararapes (4), Araçoiaba (1), Paulista (2), Cabo de Santo Agostinho (2), Abreu e Lima (2), Camaragibe (1), Goiana (1), Igarassu (1), Itapissuma (1), Ipojuca (2), Itamaracá (1) e São Lourenço da Mata (1), cujo total é de 576 catadores organizados atuando na RMR (existem atualmente cerca de 2.000 catadores não organizados atuando nas vias dos municípios da RMR), conforme apresentado na figura 7.

A RMR comporta um importante parque de indústrias e empresas que atuam na reciclagem de papel e papelão (Klabin e Ondunorte), vidro (Owens-Illinois, antiga CIV), plástico (Frompet, Janga Plásticos, etc.), metal (Gerdau, Latasa Reciclagem), caixas longa via (Tetra Pak), dentre outras, com repercussão em todo Nordeste. O trabalho desenvolvido pelos catadores e por essas empresas é fundamental para a expansão da cadeia de reciclagem na RMR e no Estado.

localizadas nos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Igarassu e Ipojuca (o mais recente a ser implantado) e um aterro sanitário municipal de RSU, sob responsabilidade da Prefeitura de Ipojuca e operado por uma empresa privada.

Existe somente uma estação de transbordo (ET) localizada em Paulista e 4 (quatro) unidades recicladoras de resíduos de construção civil (RCC) em Jaboatão dos Guararapes, Igarassu, Camaragibe e Olinda, a saber: CTR Candeias em Jaboatão dos Guararapes, CTR PE em Igarassu, Ciclo Ambiental em Camaragibe e AGR Ambiental em Olinda.

Na RMR operam 4 (quatro) aterros sanitários, dos quais 3 (três) são Centrais de Tratamento de Resíduos (CTR)

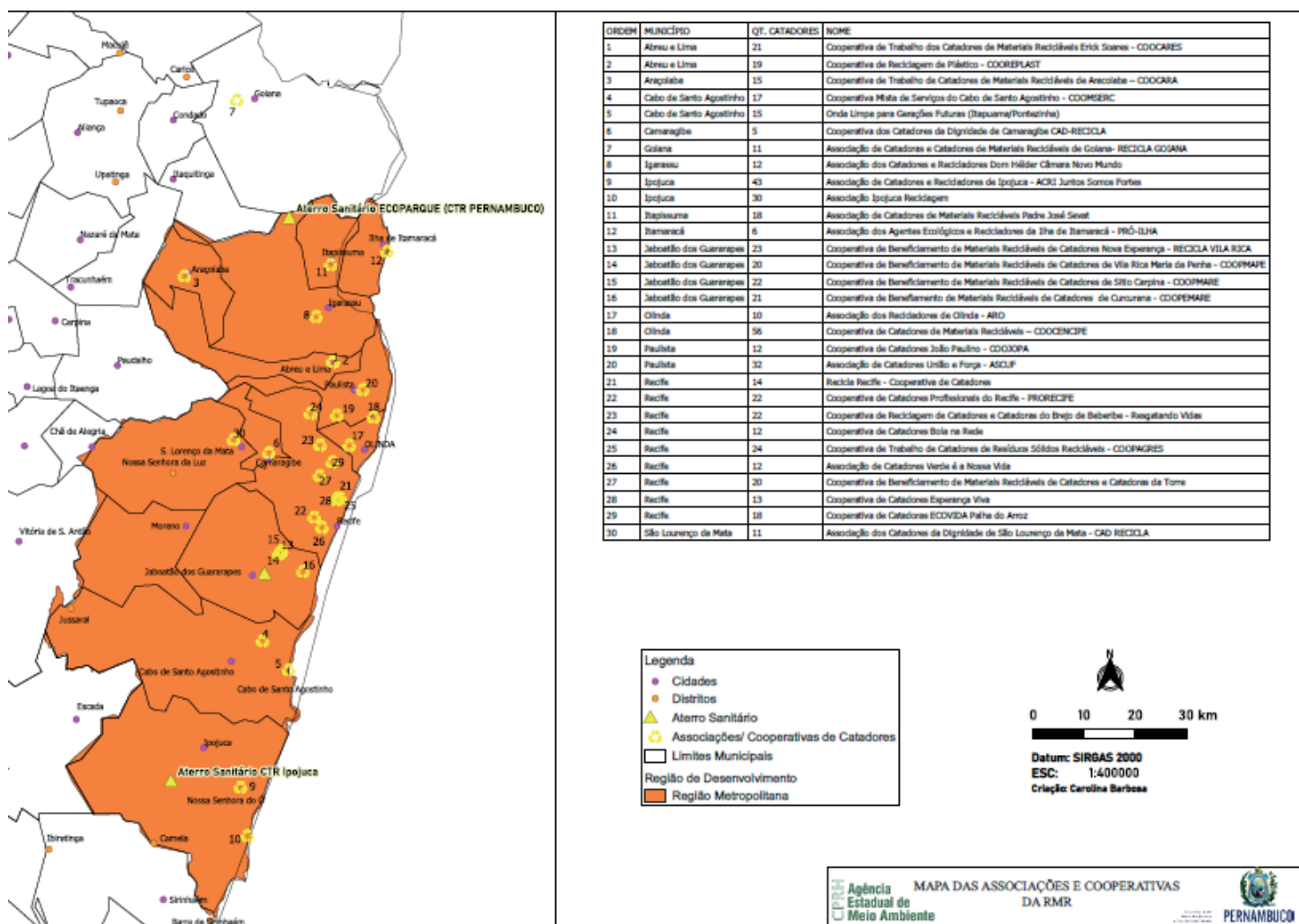


Figura 7 - Localização, relação de associações/cooperativas e quantidade de catadores organizados na RMR
 Fonte: SEMAS, 2020

Os resíduos sólidos industriais (RSI) são destinados à CTR-PE (Igarassu) que possui um aterro de resíduos industriais perigosos (ARIP) para receber todos os tipos de resíduos de Classe I. Os resíduos dos serviços de saúde (RSS) são coletados e tratados por 7(sete) empresas privadas que operam na RMR, das quais 3(três) são de outros estados, a saber: Stericycle Brasil (Guabiraba, Recife), Brascon Soluções em Resíduos (Pombos), Renove Tratamento RSS (Passarinho, Recife), Saneape (Bongi, Recife), Waste Coleta de Resíduos Hospitalares (Souza/PB), Sterlix Ambiental (Teresina/PI), Sim Engenharia Ambiental (Capedelo/PB).

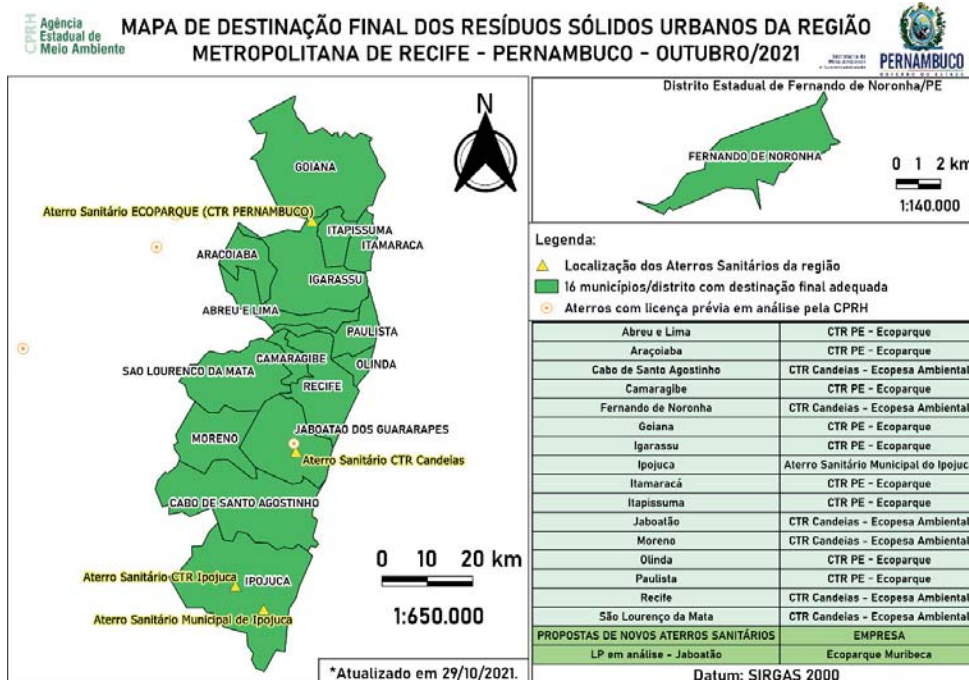


Figura 8 - Disposição Final de Resíduos Sólidos na RMR
Fonte: CPRH (2021)

O mapa atual da destinação final de resíduos sólidos na RMR indica um pleno atendimento quanto à disposição final de resíduos sólidos, como dito, com 4(quatro) unidades e uma (na Muribeca, em Jaboatão dos Guararapes) que se encontra em análise de projeto para implantação, como pode ser observado nas figuras 8 e 9.

As Centrais de Tratamento de Resíduos de Igarassu (CTR-PE) e de Jaboatão dos Guararapes (CTR Candeias) foram as primeiras a serem implantadas, recebem a maior parcela de resíduos sólidos no Estado e possuem unidades de tratamento e disposição final, conforme pode ser observado nas figuras 10 e 11.

A CTR-PE é atualmente a unidade de destinação final que melhor dialoga na RMR com as necessidades que os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) indica para o horizonte de 2030, com Aterro Sanitário Resíduos Classe IIa e IIb, Aterro de Resíduos Perigosos - Classe I, Unidade de Triagem de Recicláveis e de Combustível Derivado de Resíduos (CDR)

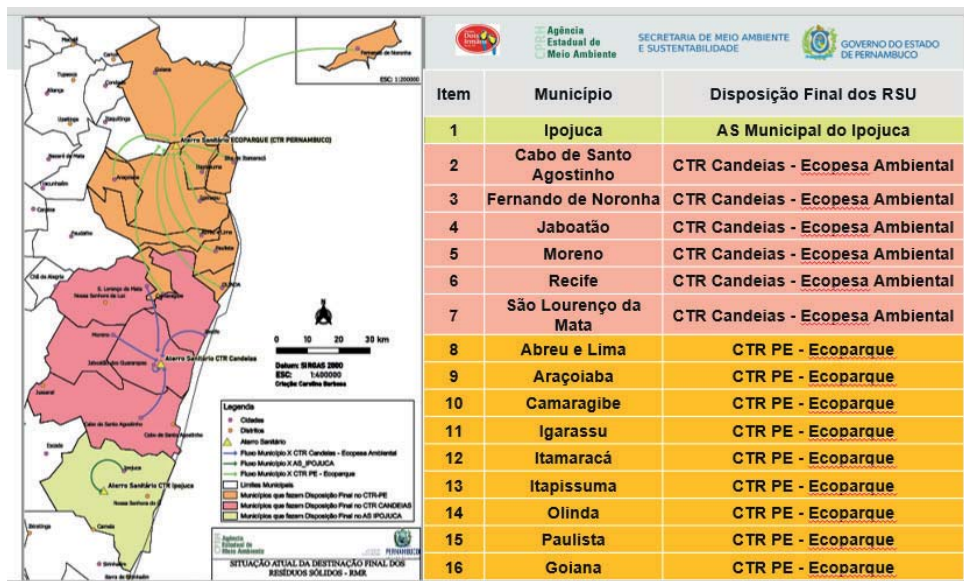


Figura 9 - Localização e descrição dos aterros sanitários e CTR da RMR
Fonte: SEMAS (2021)

tanto industrial (CDRI) quanto urbano (CDRU), Unidade de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás das Células de Aterramento, Estação de Tratamento de Líquidos Percolados ("Chorume"), bem como Unidades de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil (RCC), Blendagem para Coprocessamento, Trituração de Madeira, Compostagem de Matéria Orgânica, Solidificação de Resíduos Líquidos,

Reciclagem de Plásticos Rígidos (PP, PEAD, PET), Pré-tratamento de Pneus e Beneficiamento de Papel e Papelão, Madeira, Vidro e Metais Não-Ferrosos.

A CTR Candeias, cujo aterro sanitário recebe o maior volume de RSU do Estado, além das unidades citadas na figura anterior, encontra-se atualmente em expansão com a implantação de uma unidade de triagem de materiais recicláveis e CDR.



CTR PERNAMBUCO – ECOPARQUE

- Aterro Sanitário Resíduos Classe IIa e IIb
- Aterro de Resíduos Perigosos – Classe I
- Unidade de Triagem de Recicláveis e CDR
- Unidade de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás das Células
- Estação de Tratamento de Líquidos Percolados (“Chorume”)



Figura 10 - Unidades de tratamento e disposição final da CTR Pernambuco
 Fonte: CTR-PE/ECOPARQUE (2021)



CTR CANDEIAS – ECOPESA AMBIENTAL

Aterro Sanitário Resíduos Classe IIa e IIb]

Unidade de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás das Células

Estação de Tratamento de Líquidos Percolados (“Chorume”)

Unidade de Reciclagem de RCC



Figura 11 - Unidades de tratamento e disposição final da CTR candeias
 Fonte: CTR CANDEIAS/ECOPESA (2021)

LOGÍSTICA REVERSA NA RMR

O instrumento econômico da logística reversa definido na PNRS, impulsiona a iniciativa privada a promover na RMR a reciclagem de pilhas e baterias, com o Programa Papão de Pilhas sob responsabilidade da operadora nacional do sistema, definida no acordo setorial, a Green Eletron, integrante da Associação Brasileira da Indústria de Eletroeletrônicos (ABINEE) que responde também por parte da gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) com a Associação Brasileira de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE). Esse setor de logística reversa de REEE foi o último a realizar o acordo setorial com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), depois de 10 anos da institucionalização da PNRS e encontra-se em fase de implantação na RMR.

Na RMR ainda atuam operadores da logística reversa como o Centro de Reciclagem do Nordeste (CRN) e a empresa Revert Brasil, empresas focadas na manufatura reversa de refrigeradores e condicionadores de ar que fazem uso do gás CFC

(clorofluorcarboneto) em sua composição. O Centro de Recondicionamento de Computadores da empresa Reecycle que opera em parceria com outras empresas a coleta e beneficiamento dos REEE, a exemplo da Circular Brain (empresa de rastreamento e certificação de REEE).

O Programa Reciclus destinado à logística reversa de lâmpadas compactas e tubulares possui unidades de recepção na RMR em Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Recife, Paulista e Olinda.

De acordo com o MMA (BRASIL, 2021), o programa de logística reversa de pneus Reciclanip encontra-se em pleno funcionamento desde 2011 e já possui 34 pontos de descarte no Estado, não sendo possível a obtenção de dados especificamente da RMR.

Outras iniciativas de logística reversa vem sendo implementadas na RMR, a exemplo de medicamentos vencidos com o Programa Descarte Consciente em supermercados e drogarias e na UFPE, com a implantação de pontos de coleta no Departamento de Farmácia

do Campus Recife, de óleo de fritura e lubrificantes por meio da empresa ASA Comércio e Indústria e o Programa Jogue Limpo em postos automotivos cujos dados do MMA não estão desagregados por Estado e RMR, somente por região Nordeste (SEMAS, 2020).

ICMS SOCIOAMBIENTAL

O ICMS ecológico é considerado como a parcela ambiental do ICMS Socioambiental e foi instituído em Pernambuco por meio da Lei Estadual No 11.899/2000, a qual estabelece que uma parcela dos recursos do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços seja repassada aos municípios que contribuem para a preservação do meio ambiente, incluindo unidades de conservação ambiental e a implantação de aterros sanitários e unidades de compostagem da matéria orgânica, assim como condiciona o repasse de recursos na área social para melhoria em áreas como saúde e educação.

A figura a seguir, mostra, de forma inequívoca a importância desse instrumento econômico para estimular a destinação final

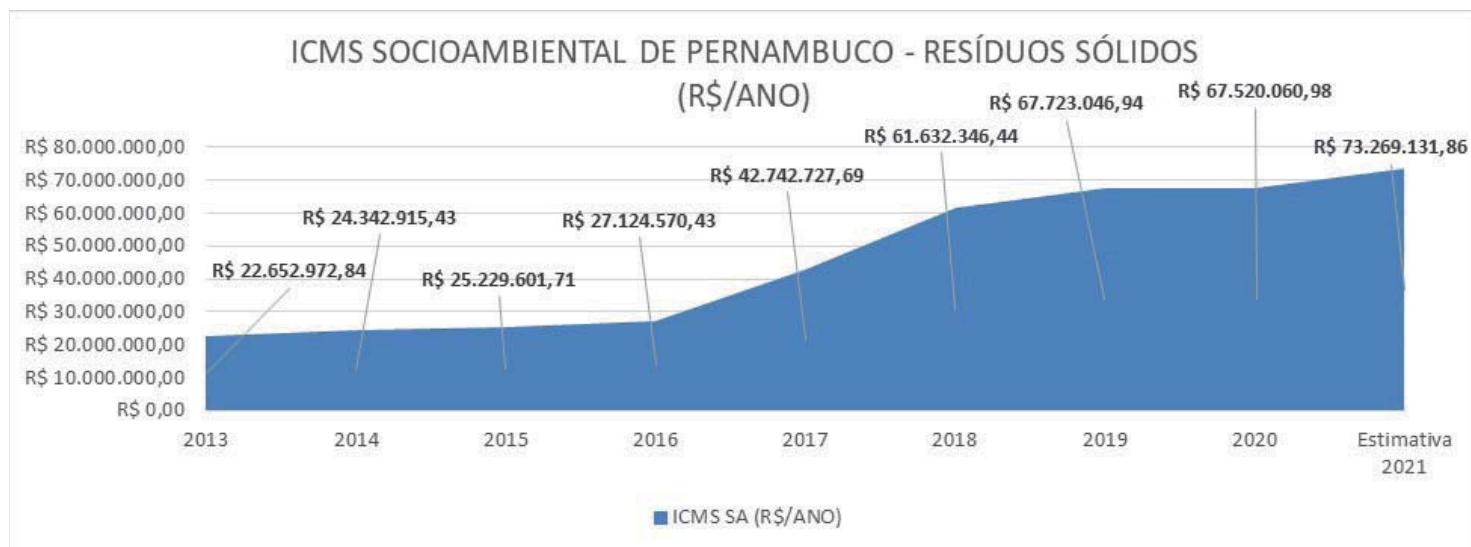


Figura 12 - Evolução dos repasses do ICMS Socioambiental por município em resíduos sólidos de 2013 a 2021
 Fonte: TCE-PE (2021); SEMAS (2021)

dos resíduos sólidos de forma ambientalmente sustentável, sobretudo quando ocorre um maior incremento do ICMS no Estado, ou seja, mais recursos e maior interesse dos municípios.

A lei do ICMS Socioambiental de Pernambuco vem sofrendo algumas alterações, por leis e decretos, desde sua implantação, o que pode implicar em menor interesse dos municípios e da iniciativa privada. Na RMR todos os municípios recebem a parcela do ICMS que representa o maior valor repassado para uma região de desenvolvimento em todo o Estado.

TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA GESTÃO METROPOLITANA

O futuro planejado no Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (PMRS) foi estabelecido para 20 anos. Este planejamento segue uma tendência mundial de preocupação com o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e de promover uma Economia Circular, priorizando ações em prol das Mudanças Climáticas com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). A seguir essa tendência, as perspectivas são positivas na RMR.

O PMRS prevê mais uma unidade de tratamento e disposição final ambientalmente adequada na região Oeste da RMR, além da que está sendo implantada na Muribeca, em Jaboatão dos Guararapes e várias unidades de triagem, das quais uma eletromecânica de grande porte na CTR Candeias e vários galpões de triagem para as organizações de catadores.

Há, portanto, na RMR uma perspectiva de aterros sanitários de rejeitos com aproveitamento de biogás e aproveitamento energético, remediação de lixões com biodigestão anaeróbia para geração de energia, compostagem da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, coleta seletiva com inclusão social e produtiva de catadores de materiais recicláveis, redução e estímulo à reutilização e à reciclagem de todas as tipologias possíveis de resíduos sólidos, assim como a ampliação do programa de logística reversa de embalagens e resíduos do tipo Classe I sob a responsabilidade de instituições contratadas por fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes do setor privado..

Diante do exposto, torna-se possível que os resíduos sólidos passem a ser tratados definitivamente como um recurso a ser valorizado de forma sustentável, desde que sejam mantidas essas condições. Ameaças como a redução do ICMS Socioambiental, a não hierarquização dos resíduos sólidos com pressupõe a PNRS, a não implantação de novas unidades de destinação e disposição final ambientalmente adequadas, a não implementação do consórcio público metropolitano e a regulação econômica dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, podem tornar iminente um retrocesso na gestão metropolitana, com forte rebatimento ambiental numa região bastante impactada e sensível, cuja preservação deve ser a regra para garantir um padrão de qualidade de vida adequado à população metropolitana.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Lei federal no 11.445/2007. Brasília/DF. 2007.

BRASIL. Política Nacional de Consórcios Públicos. Lei federal no 12.305/2010. Brasília/DF. 2010;

BRASIL. Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Lei federal no 11.445/2007. Brasília/DF. 2007.

BRASIL. Paineis Descarte Legal - Logística Reversa (Pneus, Lâmpadas, Óleos Lubrificantes) DGE/Ministério do Meio Ambiente. Obtido em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojOi0DZiMjZmNDQtYmFiOCooY-TRhLWI5ZGEtZDAyMDlh-ZDRkZGM2IiwidCI6IjM5N-TdhMzY3LTZkMzgtNGMx-Zi1hNGJhLTMzZThmM2M1N-TBlNyJ9&pageName=Report-Section51dcc3b7c72e0d05e709>. Consulta realizada em 27/11/2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Obtido em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/recife.html>. Consulta em 27/11/2021;

PERNAMBUCO. Lei Estadual No 11.899/2000. ALEPE. Institui o ICMS Socioambiental. Recife. 2000

PERNAMBUCO. Manual para destinação [recurso eletrônico]: orientação ao consu-

midor sobre como e onde destinar os seus resíduos sólidos em Pernambuco /SEMAS, UFPE, MNCR-PE; [revisão e atualização]: Bertrand Sampaio de Alencar. 4. ed. rev. e atual. - Recife: Ed. UFPE, 2020.

PERNAMBUCO. Plano de Resíduos Sólidos: Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco - RDM/PE / Secretaria das Cidades. - 1. ed. - Recife: Caruso Jr., 2018. 108 p.

PERNAMBUCO. Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana do Recife (PDUI). Agência CONDEPE/FIDEM. Recife. 2020

CPRH. Portal. Obtido em: <http://www2.cprh.pe.gov.br/> Consulta em 27/11/2021.

SNIS - Sistema Nacional de Informações em Saneamento. Relatório de Resíduos Sólidos. MMA. 2019;

TCE-PE. Destinação Final de Resíduos Sólidos em Pernambuco. Montezuma, A. e Teixeira, P. Obtido em <https://www.tce.pe.gov.br/especial50/residuos.html>. Consulta realizada em 27/11/2021.

SEMAS. Portal. Obtido em: <https://semas.pe.gov.br/>. Consulta em 27/11/2021.

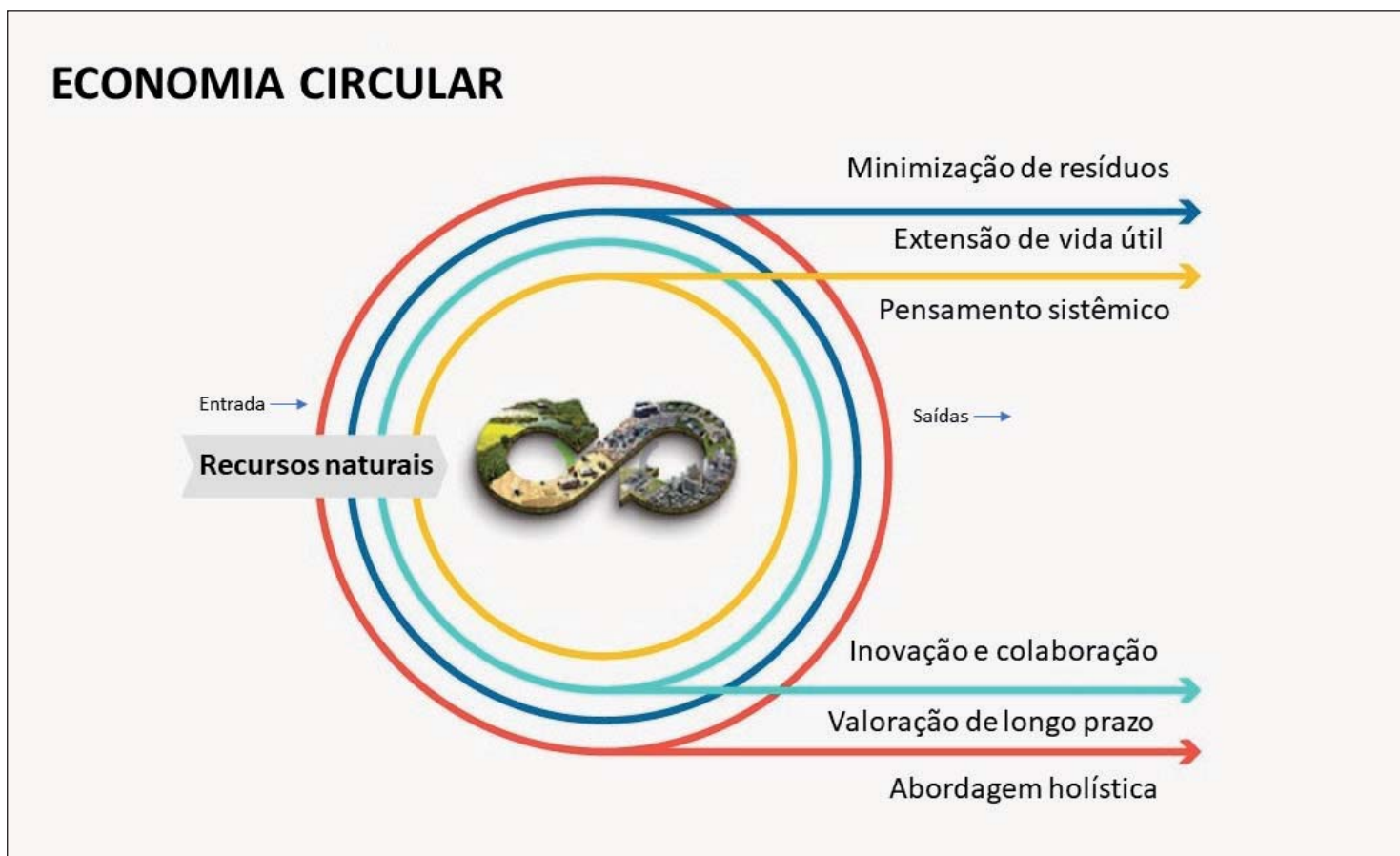


Economia Circular e a Maximização do Valor do Resíduo

Por: Uedja Tatyane Guimarães Medeiros Lima

Engenheira Ambiental e Sanitarista, Consultora Ambiental. Doutoranda do Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil PPGEC/UFPE.

uedja.tatyane@ufpe.br



RESUMO

O padrão predominante na economia mundial é o conhecido como modelo de produção linear, no qual a conversão de capital natural em resíduos ocorre através da extração de matéria prima, manufatura e descarte, o que resulta na deterioração do meio ambiente. O uso circular e eficiente dos recursos naturais enfrenta desafios decorrentes dessa prática de produção e consumo. A forma conservadora de gestão de resíduos precisa ser revisada para aumentar a circularidade dos materiais. Este trabalho tem o objetivo de apresentar a economia circular como uma alternativa à gestão de resíduos sólidos, dissociando as atividades produtivas do consumo de materiais finitos e de fontes não renováveis, mantendo materiais em ciclos regenerativos. Para promover a transição para uma economia circular, é necessário o desenvolvimento de novos modelos de negócios, com o reconhecimento de áreas de intervenção, benefícios, pontos fortes, fragilidades, oportunidades, barreiras e identificação de riscos. Esses modelos enfatizam práticas desde a concepção do produto, eliminando o conceito tradicional de desperdício e reaproveitando os recursos no final de seu ciclo de vida como insumos de matéria-prima para novos itens. Neste cenário, são abordados meios que podem ser adotados para essa transição, representando uma ferramenta de apoio para auxiliar pesquisadores e profissionais nesta transição.

Palavras-chave: circularidade, gestão de resíduos, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A cada ano, a economia global gera em torno de 2,01 toneladas de resíduos sólidos, compostos principalmente de papel, plásticos, metais, orgânicos e muitos outros subprodutos, sendo 33% desse quantitativo, gerenciado de forma ambientalmente inadequada. Até 2050, espera-se que a geração global de resíduos cresça para 3,40 bilhões de toneladas, impulsionada principalmente pelo crescimento populacional, aumento da renda média e ritmo acelerado de urbanização (KAZA et al., 2018). No Brasil, a geração de resíduos em 2020 alcançou aproximadamente 66,7 milhões de toneladas, cada brasileiro produzindo, em média, 379,2 kg de lixo/ano, o que corresponde a 1 kg/dia (ABRELPE, 2021).

A gestão de resíduos sólidos afeta a todos, no entanto, os mais atingidos pelos impactos negativos de um gerenciamento deficiente deste serviço são, na maioria das vezes, os mais vulneráveis da sociedade. O modelo de desenvolvimento dominante, segue tradicionalmente uma abordagem de economia linear, denominado por Ness (2018) como extrair, produzir e descartar. Os esforços empregados para otimização das práticas de gestão linear geralmente se limitam aos R's da sustentabilidade (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar), não levando em consideração o grande potencial de maximização do valor dos resíduos sólidos.

Contrapondo a abordagem tradicional, que ainda dispõem

seus resíduos de forma ambientalmente inadequada, a economia circular busca maximizar o valor do uso dos materiais por meio da criação de uma economia de ciclo fechado (GEISENDORF E PIETRULLA, 2017). Ou seja, um sistema regenerativo no qual a entrada e o desperdício de recursos, são minimizados por desaceleração, fechamento e estreitamento de ciclos, que podem ser alcançados por manutenção, reparo, reutilização, reforma e reciclagem dos materiais (GEISSDOERFER et al., 2016).

A economia circular (...)

As agências governamentais e os consumidores responsáveis desempenham um papel ativo, assegurando a operação correta do sistema a longo prazo

(...)

surge como uma alternativa ao sistema de gestão tradicional pois é um novo sistema econômico que objetiva zero desperdício e poluição ao longo dos ciclos de vida dos materiais, desde a extração do meio ambiente até a transformação industrial e os consumidores finais, aplicando-se a todas as etapas dos processos envolvidos. Ao final de sua vida útil, os materiais retornam a um processo industrial ou, no caso de resíduos orgânicos, trazidos

de volta ao meio ambiente com segurança como em um ciclo natural de regeneração.

Sua atuação cria valor nos níveis micro (produtos, empresas, consumidores), meso (parques ecoindustriais), macro (cidade, região, nação), tendo como base fontes de energias limpas e renováveis, com uso e consumo de recursos de forma eficiente, explorando ao máximo o conceito de sustentabilidade. As agências governamentais e os consumidores responsáveis desempenham um papel ativo, assegurando a operação correta do sistema a longo prazo (KIRCHHERR et al., 2017; NOBRE e TAVARES, 2021).

Este artigo pretende apresentar ao leitor a Economia Circular como alternativa à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, de modo que o setor produtivo, governos e sociedade civil, aumentem o nível de conscientização, implementam boas práticas e promovam a transição para uma economia circular, visando a melhoria da gestão de resíduos e permitindo o uso sustentável de recursos naturais limitados.

ECONOMIA CIRCULAR VS ECONOMIA LINEAR

O modelo econômico praticado na atualidade é conhecido como linear, denominado por Ness (2008) como “pegar, produzir e descartar”. Nele, o recurso natural é extraído do meio ambiente, transformado em produto ou serviço por meio da manufatura, utilizado pela sociedade e por fim, descartado, sem a devida preocupação com a separação dos resíduos de base biológica e de base inorgânica “técnicos”. Durante esse processo é comum a utilização de energia de fontes finitas como por exemplo, combustíveis fósseis (Figura 1).

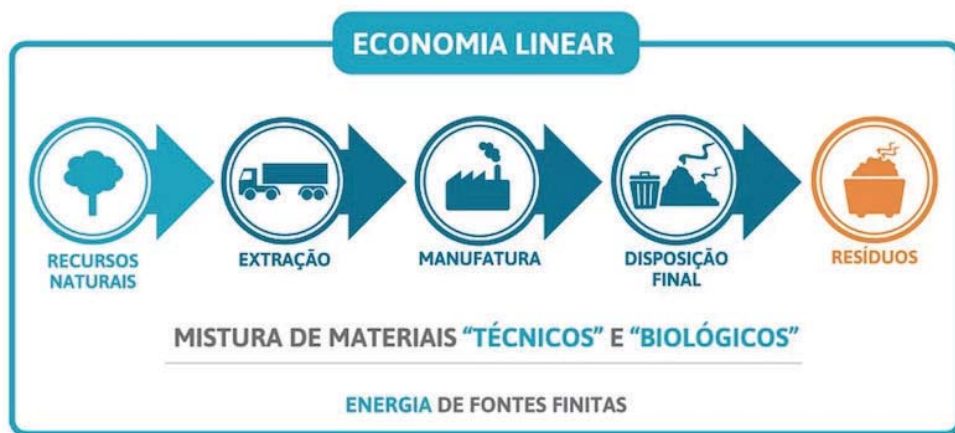


Figura 1: Sistema econômico linear.

Fonte: Autora, adaptado de Ness, 2008.

A economia linear é o equivalente da natureza ‘viver fora de suas possibilidades’. Assim como viver além de seus limites econômicos pode ser arriscado e levar a problemas em como você é capaz de operar no dia a dia, viver além de nossos limites planetários ameaça os ecossistemas e a segurança com que eles podem funcionar. Nossos ecossistemas apresentam cada vez mais desequilíbrio no fornecimento de recursos, o que resulta em volatilidade de preços, incertezas econômicas, e deterioração ambiental (FISCHER; PASCUCCI, 2017).

A economia Circular é uma alternativa, uma abordagem de desenvolvimento das sociedades dentro dos limites de nosso planeta, por meio de estratégias de um Sistema regenerativo em que a entrada de recursos e resíduos, emissões e vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento, estreitamento de cadeias de materiais e energia. Podendo ser alcançado pelo uso prolongado, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem (GEISSDOERFER, 2017).

Oferece diversas ferramentas de criação de valor apresentando novas formas de produção diferentes do consumo de recursos finitos. Os materiais são divididos

em dois grupos, biológicos e técnicos. No ciclo dos materiais biológicos, ocorre a gestão dos fluxos renováveis, onde os recursos se regeneram, por meio de processos naturais da vida ou por intervenção do homem, já no ciclo dos materiais técnicos, ocorre gestão de estoques, onde os recursos são recuperados e restaurados (Figura 2).

Manutenção do produto; 2ª Reutilização/redistribuição - produto usado; 3ª Atualização/remanufatura do produto e 4ª Reciclagem de produto. No ciclo

menor, no caso do 1º o produto/material retém o valor mais alto, já que pode ser aplicado por diversas vezes, de acordo com sua finalidade original. No ciclo de maior tempo, no caso 4º, o valor residual do produto é o mais inferior, que deve ser pensado para circular com o máximo de agregação de valor em ciclos o mais contínuo possível, evitando sua disposição final em aterros sanitários (EMF, 2017).

Esta economia circular é fundamentada em três princípios básicos que norteiam suas práticas. Princípios podem ser definidos como abordagens que servem como base fundamental para tomada de decisões ou comportamento (BSI, 2017). Eles prezam o aumento do capital natural, a otimização da produção de recursos e o fomento da eficácia do sistema (Figura 4).

O primeiro princípio busca preservar e aumentar o capital natural controlando estoque finitos e mantendo o equilíbrio entre os fluxos de recursos

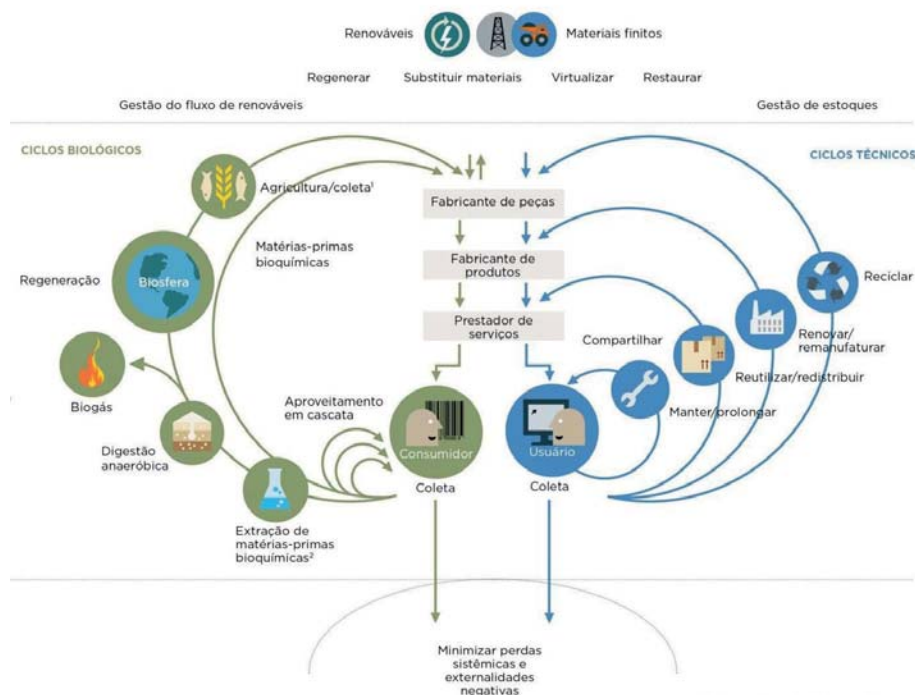


Figura 2: Nutrientes biológicos e tecnológicos dentro de uma perspectiva circular.
Fonte: EMF, 2017.



Figura 4: Princípios básicos de uma economia circular.
 Fonte: Autora, adaptado de EMF, 2017.

(...)
a circularidade econômica funcione em qualquer escala, de pequena a grande porte, para organizações e indivíduos, a nível regional ou global
 (...)

renováveis, começando pela desmaterialização dos produtos e serviços. Selecionando e escolhendo os recursos a serem utilizados com sensatez, dando prioridade às tecnologias e processos que fazem uso de recursos renováveis ou aquelas que apresentam melhores desempenho.

O segundo princípio busca a otimização da produção fazendo com que os produtos mantenham um fluxo de circulação de modo que, componentes e materiais permaneçam no mais alto nível de utilidade por mais tempo possível, tanto no ciclo técnico, sendo projetados para a remanufatura, reforma e reciclagem quanto no biológico, prolongando o ciclo de vida dos produtos e acentuando sua reutilização. O terceiro princípio tem o

objetivo de fomentar a eficácia do sistema, analisando as externalidades negativas e as incluindo no projeto, reduzindo a probabilidade de possíveis danos a produtos e serviços (EMF, 2016).

Em uma perspectiva circular, as atividades econômicas beneficiam a saúde geral do sistema. O conceito reconhece que a circularidade econômica funcione em qualquer escala, de pequena a grande porte, para organizações e indivíduos, a nível regional ou global. A transição de uma economia tradicional (linear) para a circular não se limita a ajustes visando a reduzir os impactos negativos (EMF, 2018). Ela se caracteriza como uma mudança sistêmica que constrói resiliência em longo-prazo, gerando ganhos econômicos e de negócios, proporcionando benefícios tanto nas questões ambientais como nas sociais.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E ECONOMIA CIRCULAR

A diminuição dos recursos naturais disponíveis vinculada ao aumento expansivo do consumo, estimulou as empresas a conciliar a produção/prestação de seus serviços com a redução do uso de matéria-prima. Como resultado, observa-se a operação e intensificação de sistemas de gestão de resíduos de maneira que promovam a eficiência dos recursos e a redução dos custos. Fatores como legislação, consciência ambiental dos consumidores, intervenções do governo e questões econômicas, estimularam novas iniciativas. Essas iniciativas são divididas em duas categorias: gestão tradicional de resíduos e economia circular (ROMERO-HERNÁNDEZ, ROMERO, 2018).

Historicamente, a gestão de resíduos sólidos segue a

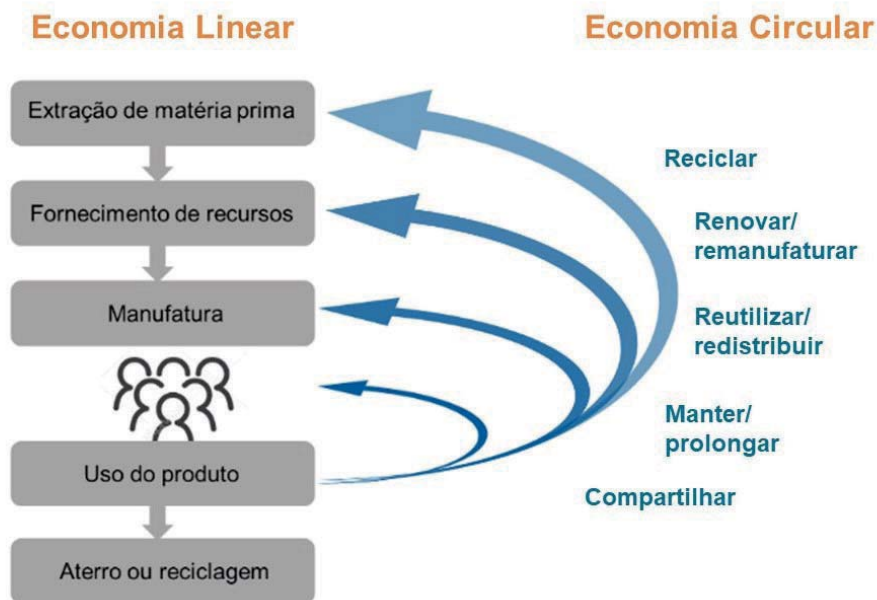


Figura 4: Economia linear e economia circular.
 Fonte: Autora, adaptado de EMC, 2017; Ness, 2016.

linha da economia linear, onde a matéria-prima é extraída da natureza, manufaturada, utilizada e descartada (NESS, 2018). Esforços empregados para aprimoramento dessa prática de gestão geralmente se limitam a aplicação dos conhecidos R's da sustentabilidade (Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Esse aprimoramento não aproveita todo o valor potencial contido no resíduo, muitas vezes tratado como rejeito. A economia circular vem com o intuito de solucionar essa lacuna, maximizando o valor desses resíduos, reduzindo os fluxos lineares de material e energia dos sistemas produção-consumo, aplicando ciclos de materiais e fluxos de energia renováveis em cascata ao sistema linear, promovendo a cooperação de produtores, consumidores e outros atores sociais envolvidos nas ações voltadas ao desenvolvimento sustentável. (KORHONEN et. al., 2018).

Para proporcionar um melhor entendimento do conceito, a Figura 4 apresenta

os dois modelos de economia: linear e circular. O modelo linear despreza o valor do resíduo, não aproveitando todo seu potencial de retorno à cadeia produtiva, por outro lado, a economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio. Mantém produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor por longos períodos, onde o ciclo mais curto (compartilhar) é o mais favorável para toda cadeia comparado com o ciclo mais prolongado (reciclar). Essa abordagem busca, em última instância, dissociar a visão de que para se alcançar o desenvolvimento econômico é necessário o consumo de recursos naturais finitos (EMF, 2017).

É importante salientar que os princípios da economia circular não são aplicados somente no aprimoramento da gestão de resíduos sólidos, vão além. Eles enfatizam as práticas que envolvem design e produção para eliminar o conceito

tradicional de desperdício e reaproveitar recursos de produtos no final de seu ciclo de vida de volta como insumos de matéria-prima para a criação de novos produtos.

Impulsionada pelo aumento populacional, aumento da renda média e ritmo acelerado de urbanização, prever-se que em 2025 a geração global de resíduos cresça mais de 70% (WORLD BANK, 2012). No tempo presente, consumimos recursos 50% mais rápido do que eles podem ser reabastecidos, dados alarmantes como esses, demonstram a urgência na transição da economia linear para a circular no setor de resíduos. Pesquisas realizadas pela Centro de Negócios McKinsey e Fundação Ellen MacArthur, estimam que, com a transição mundial para uma economia circular, o consumo de novos materiais pode ser reduzido em até 32% em 15 anos e mais de 50% em 2050 (ESPOSITO et al., 2015).

Considerando que o setor empresarial possui práticas de gerenciamento de resíduos profundamente arraigadas, mudar as práticas operacionais pode ser complexo, dispendioso e demorado. Para ultrapassar estes obstáculos e facilitar a transição para uma economia circular Romero-Hernández e Romero (2018), propuseram um quadro de referência que consiste em duas estratégias principais: práticas de redução de resíduos e iniciativas de economia circular. Essa estrutura ilustra como as organizações devem inicialmente implementar práticas simples de gerenciamento de resíduos para depois realizar a transição para uma gestão circular (Figura 4).

A hierarquia holística da gestão de resíduos considera que a viabilidade da transição é realizada por três temas-chaves: venda, eliminação e preparação. Dado que os recursos naturais se tornam cada vez mais

Hierarquia holística da gestão de resíduos



Hierarquia tradicional da gestão de resíduos

Transição do tradicional para o holístico



Figura 4: Transição da hierarquia tradicional da gestão de resíduos para hierarquia holística da gestão de resíduos. Fonte: Autora, adaptado Romero-Hernández e Romero, 2018.

escassos e a demanda por mercadoria de origem primária aumenta, as empresas devem buscar compradores que irão utilizar seus resíduos em novos fluxos de receita. Ao aplicar os princípios da economia circular, as empresas podem otimizar processos e minimizar o volume de matérias-primas utilizadas, resultando em oportunidades de maximização de lucros. É vital que se mantenha uma postura proativa, e não reacionária, em relação à gestão de resíduos e à economia circular. Os esforços para transformar produtos e processos residuais em melhoria de resultados deve ser contínuo (ROMERO-HERNÁNDEZ E ROMERO, 2018).

Embora o termo “economia circular” ainda não tenha sido contemplada por nenhuma legislação brasileira, a primeira

iniciativa circular pode ser observada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual o governo introduz em sua política ambiental a ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos ‘não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos’.

Além disso, institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e estabelece a logística reversa como instrumento de desenvolvimento econômico e social por meio de descarte de resíduos ambientalmente corretos. Embora seja um começo, a abordagem da gestão de resíduos representa uma pequena parte do potencial de uma economia circular, que

abrange propostas eficazes de gestão de recursos, como produção mais limpa (BASS, 1995), logística reversa (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999) e responsabilidade estendida do produtor (LINDHQUIST, 2000).

A hierarquia tradicional da gestão de resíduos sólidos foi promulgada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, bem como por outras organizações, como o Banco Mundial e está em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Corroborando com o exposto, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tem uma visão hierárquica e considera os sistemas de manufatura de ciclo fechado mais sustentáveis do que a maioria dos outros conceitos

de manufatura, pois engloba mais metas e mecanismos deecoinovação (GEISSDOERFER et al., 2016).

Salmenpera et al., (2022), aborda que um sistema funcional de ciclos fechados de materiais necessita conhecer os benefícios econômicos de uma economia circular, se adequando a cada caso em específico, melhorando as informações, o compartilhamento de dados relacionados a resíduos e aprimorando o diálogo e cooperação entre os principais atores, sejam estes de nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, para o benefício das gerações atuais e futuras.

O Brasil avançou na reutilização dos resíduos em vários setores da indústria, mas o espaço para crescer ainda é extenso e há um grande potencial

para o país se tornar referência na economia circular. Algumas instituições públicas e privadas vêm desenvolvendo o tema no país. A Confederação Nacional da Indústria (CNI) publica estudos e análises desde 2017 (CNI, 2017, 2018a, 2018b, 2019, 2020). Destaca-se o documento intitulado “Economia Circular: caminho estratégico para a indústria brasileira” (CNI, 2019), que aponta a relevância da educação, engajamento de agentes públicos e financeiros, a importância da interação entre a academia e o mercado, assim como o desenvolvimento de programas que fomentem a cooperação entre as empresas para estimular o mercado.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em conjunto com outras agências certificadoras globais, debatem a nova norma ISO para economia circular, com publicação prevista para março de 2023 (ISO, 2018). Representando agências e bancos públicos a FINEP e o BNDES promovem eventos e trabalham na construção de linhas de fomento dedicadas à economia circular (AGNI.CE, 2021).

Para promover a transição para uma economia circular, será necessário o desenvolvimento de modelos de negócios circulares, sendo o resíduo pensado desde a etapa 0, a de criação do produto (CHIOATTO, SOSPIRO, 2021). Modelos de negócios circulares podem, de fato, apoiar as empresas na adoção de sistemas circulares. O objetivo é conciliar a criação de valor comercial com adoção de estratégias circulares (NUBHOLZ, 2018), prolongando a vida útil dos produtos e componentes e fechando círculos de materiais (loops de recursos). Os modelos de negócios devem mudar do design de ciclo de uso único para modelos que gerem e regenerem o valor do produto, com menor impacto ambiental possível.

Um dos maiores desafios enfrentados hoje é como de fato implementar e promover essa transição. Oito eixos temáticos devem ser utilizados: educação, ganho de escala, investimento, colaboração e engajamento, comunicação, incentivos e políticas públicas, resultados e renováveis (Tabela 01) (AGNI.CE, 2022; GERSEN, 2016).



EIXOS TEMÁTICOS QUE PROMOVEM A TRANSIÇÃO PARA ECONOMIA CIRCULAR

1 Educação	Fundamental para o desenvolvimento de novas estratégias, disseminação do conhecimento: campanhas, reuniões e seminários. Transmite as possibilidades de aplicação e as oportunidades da E.C, além de estimular o desenvolvimento de pesquisas.
2 Ganho de escala	Permite a criação e desenvolvimento de ecossistemas que viabilizem a interação de startups com grandes empresas para elaboração de projetos conjuntos.
3 Investimento	Devem adotar modelos de negócios circulares. Instituições como bancos, governos e fundos de financiamento precisam tornar possível um cenário em que as empresas e iniciativas de E.C tenham oportunidades competitivas em relação às demais iniciativas já consolidadas.
4 Colaboração e engajamento	Criação de redes para auxílio e troca de conhecimento, experiências, e sobretudo a construção de uma confiança neste novo modelo. As redes de colaboração promovem o engajamento, auxiliam na compra e venda dos resíduos e na identificação de novas oportunidades de negócios.
5 Comunicação	Estabelecer canais confiáveis de comunicação para transmissão de informações. Assim como as parcerias são importantes para ajuda mútua, as redes de comunicação também são fundamentais para a construção de confiança e para propagar os aprendizados sobre a E.C.
6 Incentivos e políticas públicas	Elaboração de políticas públicas, planos de ação e outras estratégias, como incentivo ou penalidades fiscais, são meios em que a atuação pública pode contribuir, orientar e promover mudanças de comportamento da população e das empresas.
7 Resultados	Divulgação de resultados obtidos por cases de sucesso, servem como exemplo e inspiração, para que as empresas e governos invistam em estratégias e iniciativas circulares.
8 Renováveis	Priorização da utilização de materiais e combustíveis renováveis, além de escolher recursos que possam ser reutilizados, reciclados e reaproveitados, de modo que voltem ao ciclo produtivo.

Tabela 01: Oito eixos temáticos que promovem a transição para uma economia circular.
Fonte: Autora, adaptado de AGNI.CE, 2022; GERSEN, 2016.

A implementação adequada da economia circular está diretamente associada a vários fatores. O aspecto econômico: o quanto economicamente as comunidades/empresas estão disponíveis para fazer investimentos, para transformar suas ações/processos mais circulares. O aspecto físico também

influencia: o arranjo espacial para inserir novos processos e tecnologias precisam ser pensados e ajustados. O critério intelectual é decisório: o conhecimento e habilidades das pessoas são essenciais na criação de sistemas mais eficientes visando os resultados requeridos. Os aspectos ambientais: devem ser levados em consideração na

hora de avaliar a aplicabilidade dos conceitos, uma vez que toda forma de preservar o meio ambiente é válida e viável pela Economia Circular (SALES et al, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos esforços empregados na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos tenham melhorado significativamente nos últimos anos, principalmente com o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei nº 12.305/2010, ainda existem muitas oportunidades de melhoria e uma delas é por meio da implementação da economia circular. As estratégias de gestão de resíduos utilizadas atualmente de fato reduzem o volume geral de resíduos, porém falham em capturar o valor econômico apresentado pelos subprodutos.

Apoiara transição para uma economia circular, amplamente definida, transformando produtos residuais em fluxos de receita, contribuindo com fatores sociais, ambientais e econômicos, por meio do uso de subprodutos anteriormente descartados. Assim, este trabalho ressalta que os meios utilizados para o fomento da economia circular são como blocos construtivos, que reduzem a produção de resíduos à medida que impulsiona o crescimento da receita.

Por último, mas não menos importante, fica claro que a economia circular não é “uma onda do momento”, mas uma tendência global, que vem ganhando seu espaço na sociedade e amplamente discutida nacional e internacionalmente. Espera-se que este artigo possa contribuir não apenas para o entendimento do que é a economia circular e de como ela maximiza o valor do resíduo, como também ser uma ferramenta de apoio para auxiliar pesquisadores e profissionais na transição das economias e na criação de projetos inovadores

relacionados a essa temática.

REFERÊNCIAS

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

AGNI.CE. Circulando ideias e ideias. 1. ed. Núcleo de Economia Circular, 2021. 28p.

BAAS, Leo W. Cleaner production: beyond projects. *Journal of Cleaner Production*, v. 3, n. 1-2, p. 55-59, 1995.

CHIOATTO, E.; PAOLO S. P. Transition from waste management to circular economy: the European Union roadmap. *Environment, Development and Sustainability*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02050-3>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Economia Circular: caminho estratégico para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2019. 76 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Economia Circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018a. 76p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Economia Circular: uma abordagem geral na indústria 4.0. Brasília: CNI, 2017. 98p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS

(CNI). Mapa estratégico da indústria 2018-2022. Rev. e atual. Brasília: CNI, 2018b.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Pesquisa sobre Economia Circular 2019. Brasília: CNI, 2020. 6p.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. EMF, 2016.

EMF- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The circular economy opportunity for urban industrial innovation in china. EMF, 2018.

EMF- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular Economy: economics and business rationale for an accelerated transition. EMF, 2017.

FISCHER, A.; PASCUCCI, S. Institutional incentives in circular economy transition: the case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*, v.155, Part 2, p.17-32, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.038>.

GEISENDORF, S.; PIETRULLA, F. The circular economy and circular economic concepts - a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/tie.21924>.

GEISSDOERFER, M., et al., The Circular Economy e A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

GERSEN, P. The Netherland Circular Hotspot: sharing innovation. 1.ed.



Amstelzijde: MGMT SCOPE, 2016. 52p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISSO TC 323: Circular economy. 2018.

KAZA, S.; YAO, L.; BHADA-TATA, P.; WOERDEN, F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development. Washington, DC: World Bank, 2018.

LINDH QVIST, Thomas. Extended producer responsibility in cleaner production: Policy principle to promote environmental improvements of product systems. Lund University, 2000.

KORHONEN, J. et al. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, v. 175, p. 544-552, 2018.

NESS, D. Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, v. 15, p. 288-3011, 2018.

NOBRE, G. C.; TAVARES, E. The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. *Journal of Cleaner Production*, v. 314, p. 127973, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127973.

NUBHOLZ, L. J. A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. *Journal of Cleaner Production*, v. 197, p. 185-194, 2018.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-

LEMBKE, R. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council, 1999.

ROMERO-HERNÁNDEZ, O.; ROMERO, S. Maximizing the value of waste: From waste management to the circular economy. *Thunderbird International Business Review*, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/tie.21968>.

SALES, G. et al. Desenvolvimento da Economia Circular na Indústria e Demais Organizações Brasileiras. *Conhecimentos Teóricos, Metodológicos e Empíricos para o Avanço da Sustentabilidade no Brasil*. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. v. 1, cap. 7, p. 82-93.

SALMENPERA, H et al. Critical factors for enhancing the circular economy in waste management. *Journal of Cleaner Production*, v. 280, 2021.

WORLD BANK. What a waste: A global review of solid waste management. *Urban Development Series*, v. 15, p. 1-98, 2012.

Rotary



Elequicina Maria dos Santos

Eng.^a Civil
Governadora do Distrito 4500
Gestão 2022 / 2023

O Rotary Club Distrito 4500, ao longo da Gestão 2022-2023, vem fortalecendo o debate sobre a temática voltada aos Resíduos Sólidos, tão importante para Humanidade.

O Planeta vem passando por mudanças climáticas emergenciais, e atender aos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável preconizados na agenda 2030, é responsabilidade de todos.

Rotarianos e Rotarianas vêm liderando ações sobre proteção ambiental, na perspectiva de encontrarem soluções para os desafios na área da Sustentabilidade. Destacamos os Mutirões de Limpeza em mantermos as praias, rios, mares e oceanos sem resíduos. Trabalhos como a Educação Ambiental nas Escolas e Comunidades com a implantação de coleta seletiva, inserindo as Associações e Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis no processo de inclusão conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, gerando renda e dignidade para tantas famílias. Além disso, ações como as hortas comunitárias com o plantio de espécies nativas, medicinais e frutíferas, vem causando impactos não só no ambiente escolar com espaços mais verdes, mas engajando jovens como agentes de transformação multiplicadores em suas comunidades de mantermos um ambiente limpo e com qualidade de vida.

Apoiar a Educação Ambiental para promover comportamentos que protejam o meio ambiente, defendendo o consumo sustentável de produtos e o gerenciamento ambientalmente seguro de subprodutos para construir uma economia mais eficiente em termos de recursos,

é nosso papel. Estamos empenhados em apoiar atividades que reforcem a conservação e proteção dos recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ecológica, e fomentando a harmonia entre as comunidades e o meio ambiente, isto é Rotary.

A Coordenadora deste Caderno do Semiárido N°27, a Engenheira Ambiental, Thaís Patú, Líder de Meio Ambiente em Pernambuco no Distrito 4500, que faz a compilação dos dados dessa Obra, nosso reconhecimento pelo trabalho desenvolvido, juntamente com toda equipe de colaboradores que se empenharam na construção e desenvolvimento para um Mundo mais Justo e socialmente Sustentável.

Desejamos uma boa leitura e que sirva de inspiração.

CADERNOS DO

SEMIÁRIDO

Os cadernos estão disponíveis online, através do site:

www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-eoportunidades/



REALIZAÇÃO



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



CREA-PE
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Pernambuco

APOIO



Rotary



FIEPE

Clube de Engenharia de Pernambuco