

DIREITO AMBIENTAL, RESÍDUOS E ECONOMIA CIRCULAR

Ângela Damasceno
Fábio Ribeiro
Laíze Lantyer Luz
Rodrigo Bertocelli
Tasso Cipriano
Thaís Lopes
(organizadores)



Copyright© 2024 Navida Editora

Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, sejam quais forem os meios empregados, a não ser com a permissão escrita do autor e da editora, conforme a Lei nº 9610, de 19 de fevereiro de 1998.

Título: Direito Ambiental, Resíduos e Economia Circular

Organizadores: Ângela Damasceno, Fabio Ribeiro, Laíze Lantyer Luz, Rodrigo Bertocelli, Tasso Cipriano, Thaís Lopes

Coordenação editorial: Laíze Lantyer Luz

Capa: Victor Habib Lantyer

Diagramação: Victor Habib Lantyer

Revisão: Victor Habib Lantyer

Conselho editorial:

Doutores:

Aída Cristina do Nascimento Silva

André Alves Portella

Andréa Cardoso Ventura

Antonio Pedro Silva

Bárbara Pontes

Elias Sampaio

Isabel Colucci Coelho

Laura Braz

Silvana Sá de Carvalho

Wdileston Batista

Mestres:

Alexandre Sion

Ana Paula Mendes Geitenes

Dalzimar Andrade

Diogo Assis Cardoso Guanabara

Isis Veiga

Joilson Santana

Lisdeili Nobre

Milton Vasconcellos

Paulo Cezar Martins Pinto

Ricardo Xavier

Sara Meireles

Taís Dórea

www.navidaeditora.com
contato@navidaeditora.com
@navidaeditora
doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Direito ambiental, resíduos e economia circular
[livro eletrônico] / organização Ângela
Damasceno...[et al.] ; coordenação editorial
Laíze Lantyer Luz. -- Salvador : NAVIDA,
2024.

PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Fábio Ribeiro, Laíze
Lantyer Luz, Rodrigo Bertoccelli, Tasso Cipriano,
Thais Lopes.

Bibliografia.

ISBN 978-65-89020-19-6

1. Economia circular 2. Direito ambiental -
Brasil 3. Resíduos - Gestão I. Damasceno, Ângela.
II. Ribeiro, Fabio. III. Luz, Laíze Lantyer.
IV. Bertoccelli, Rodrigo. V. Cipriano, Tasso.
VI. Lopes, Thais.

24-190155

CDU-34:502.7(81)

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Direito ambiental 34:502.7(81)

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

PREFÁCIO.

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.000

É com grande satisfação e entusiasmo que tenho a honra de apresentar esta coletânea intitulada "Direito Ambiental, Resíduos e Economia Circular". Este trabalho representa uma iniciativa valiosa e pioneira, congregando diversas mentes brilhantes que compartilham o compromisso de promover um futuro mais sustentável e equitativo por meio da interseção entre o Direito, os resíduos e a economia circular.

O cenário contemporâneo exige uma abordagem integrada e interdisciplinar para enfrentar os desafios ambientais que se apresentam. Nesse contexto, esta obra destaca-se por sua amplitude e profundidade ao abordar temas cruciais que transcendem as fronteiras disciplinares tradicionais. Os capítulos reunidos aqui não apenas abordam as questões legais relacionadas ao meio ambiente e resíduos, mas também exploram as complexas interações entre tecnologia, economia, sociedade e políticas públicas.

A logística reversa de embalagens e o ecodesign, por exemplo, emergem como ferramentas indispensáveis na busca por sistemas de produção e consumo mais responsáveis. Os desafios legais e tecnológicos relacionados aos resíduos espaciais demonstram como a rápida evolução da tecnologia também exige uma adaptação ágil do arcabouço jurídico. A inclusão de capítulos sobre moedas sociais e economia circular destaca a necessidade de uma abordagem holística para a construção de comunidades mais sustentáveis e inclusivas.

Ao abordar o ecofeminismo, a exploração energética e os arranjos produtivos sob a perspectiva do direito ambiental, a obra destaca a importância de considerar as dimensões de gênero e sociais em todas as esferas de decisão. O exame crítico das políticas públicas, do ordenamento jurídico brasileiro e das iniciativas de fomento à

economia circular oferece uma visão abrangente das estruturas legais e institucionais que orientam nossa busca por práticas mais sustentáveis.

A discussão sobre biomassa inteligente para geração de energia térmica, governança organizacional e as leis pertinentes à economia circular fornece uma visão aprofundada sobre como integrar soluções inovadoras nas práticas cotidianas. Este compêndio reflete o comprometimento dos autores em explorar novas fronteiras do conhecimento, destacando caminhos promissores para a construção de uma sociedade mais resiliente e ecologicamente responsável.

Como acadêmica e advogada especializada em direito de resíduos e economia circular, é inspirador testemunhar a convergência de diferentes disciplinas em prol de um objetivo comum: a preservação do meio ambiente e a construção de um futuro mais sustentável. Este trabalho, ao reunir mentes brilhantes e dedicadas, representa um marco significativo e multidisciplinar, contribuindo de maneira ímpar para a compreensão dos desafios ambientais que enfrentamos.

Que esta coletânea sirva como fonte de inspiração para acadêmicos, profissionais do direito, pesquisadores e tomadores de decisão comprometidos com a construção de um mundo mais justo, equitativo e ambientalmente consciente.

Laíze Lantyer Luz

Professora Universitária, Advogada e Consultora Especialista em
Direito de Resíduos e Economia Circular

SUMÁRIO.

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DO FIM PARA O COMEÇO: LOGÍSTICA REVERSA E ECODESIGN DE EMBALAGENS NO DIREITO AMBIENTAL BRASILEIRO EM TEMPOS DE ECONOMIA CIRCULAR.....	3
3. RESÍDUOS ESPACIAIS SOB A ÓRBITA JURÍDICA E TECNOLÓGICA.	48
4. A INSUSTENTABILIDADE DO DESENVOLVIMENTO: ATÉ QUANDO VAMOS PAGAR NA MESMA MOEDA?	80
5. A ECONOMIA CIRCULAR NO ÂMBITO DAS CIDADES E DOS ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS.....	92
6. SUSTENTABILIDADE MENSTRUAL NA ABORDAGEM DO ECOFEMINISMO.....	105
7. ECONOMIA CIRCULAR E EXPLORAÇÃO ENERGÉTICA NO SETOR DE RESÍDUOS: ARTICULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E CONTRIBUIÇÃO PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.....	122
8. O ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO E A ECONOMIA CIRCULAR.....	136
9. CALDEIRA DE BIOMASSA INTELIGENTE PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA: CASE DE TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL.	155
10. PROCESSO DE GOVERNANÇA ORGANIZACIONAL NO FORTALECIMENTO DE INICIATIVAS LOCAIS E TERRITORIAIS DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL.	183
11. LEIS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO À ECONOMIA CIRCULAR APLICÁVEIS À INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: PANORAMA DA CIDADE DE SALVADOR/BAHIA.	197
SOBRE OS AUTORES	217

1. INTRODUÇÃO.

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.001

À medida que avançamos na era da informação e tecnologia, enfrentamos um paradoxo crescente entre o progresso humano e a conservação do meio ambiente. A questão dos resíduos, um subproduto da nossa sociedade consumista, emergiu como uma das principais preocupações do século XXI. O livro "Direito Ambiental, Resíduos e Economia Circular" aborda essa complexa interseção, oferecendo uma visão ampla com a participação de autores de diversas especialidades, sobre como o direito ambiental e as práticas de economia circular podem coexistir para formar uma solução sustentável.

Das primeiras leis voltadas à proteção de áreas naturais específicas até as complexas normas internacionais atuais, o direito ambiental se desenvolveu para se tornar um elemento essencial na luta contra a degradação ambiental. Este desenvolvimento reflete uma crescente conscientização global sobre a importância da sustentabilidade e a necessidade de uma governança ambiental efetiva.

Contudo, as leis, por si só, não bastam. A gestão de resíduos enfrenta desafios únicos, especialmente numa era dominada pelo consumo excessivo. A economia circular não é apenas uma estratégia de gestão de resíduos; é uma filosofia abrangente que requer uma mudança radical na forma como produzimos, consumimos e pensamos sobre os recursos. Incorporando os princípios da economia circular ao direito ambiental, iniciamos a criação de sistemas mais sustentáveis e resilientes. Este livro representa tanto uma investigação quanto um chamado à ação, mostrando a importância do direito

ambiental na gestão de resíduos e a necessidade de aderir a modelos de economia circular para um futuro mais sustentável.

2. DO FIM PARA O COMEÇO: LOGÍSTICA REVERSA E ECODESIGN DE EMBALAGENS NO DIREITO AMBIENTAL BRASILEIRO EM TEMPOS DE ECONOMIA CIRCULAR.

Tasso Alexandre Richetti Pires Cipriano¹

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.002

1. INTRODUÇÃO²

As embalagens são onipresentes em nossa vida. É muito fácil perceber isso, basta pensar em algumas necessidades básicas do ser humano, como comer, beber e vestir.

A não ser que você produza o seu próprio alimento, do *in natura* ao processado, boa parte do que você come certamente passou por alguma embalagem, dos mais variados formatos, tamanhos e tipos de material. Isso vale também para bebidas: café, chá, suco, refrigerante, cerveja, vinho e até mesmo água, difícil imaginar o consumo delas sem uma garrafa ou uma lata.³

Com vestir é a mesma coisa. A roupa e os acessórios que você está trajando, da cabeça aos pés, provavelmente foi transportada em uma sacola, se é que não veio embalada. Poderíamos pensar, ainda, nos

¹ Professor do curso de graduação em direito do Centro Universitário da Fundação Santo André. Doutor em direito pela Universidade de Bremen (Alemanha) e pela Universidade de São Paulo (USP), onde se graduou. Especialista em gerenciamento de áreas contaminadas pelo Centro Universitário Senac, onde leciona. Graduando em química pela USP. Advogado militante na área ambiental e sócio de Cipriano e Castilho Advocacia. E-mail: tasso@ciprianocastilho.com.br e tasso.cipriano@fsa.br.

² Informo que a redação deste texto foi finalizada em 28/12/2023.

³ Sem ignorar o fato de que cerca de 735 milhões de pessoas passaram fome no mundo em 2022 (FAO *et al.*, 2023).

produtos de higiene pessoal e de limpeza, igualmente essenciais para uma vida digna, e o resultado não seria diferente. O mercado online e as refeições por delivery – duas realidades irreversíveis no mundo digital e cada vez mais atarefado em que vivemos – são apenas mais um atestado da onipresença das embalagens no nosso cotidiano.

Agora, pare e pense: onde vão parar todas essas embalagens? O que acontece com elas depois de cumprirem o seu propósito e de se tornarem desinteressantes para nós? Por quanto tempo mesmo elas chegaram a ser utilizadas? Qual é o esforço, inclusive ambiental, necessário para produzi-las? Existem alternativas de consumo sem o uso desenfreado de embalagens?

Este capítulo discute, no contexto da chamada economia circular, se o direito ambiental brasileiro está preocupado em oferecer respostas a essas perguntas, ou pelo menos em as ventilar.

2. O QUE É ECONOMIA CIRCULAR?

Economia circular significa coisas muito diferentes para pessoas diferentes. Essa é uma das conclusões de um artigo científico de 2017 que analisou 114 definições de economia circular encontradas em trabalhos acadêmicos e não acadêmicos, mostrando que o conceito é interpretado e implementado de diversas maneiras (Kirchherr, Reike e Hekkert, 2017). Em 2023, o artigo foi revisitado para analisar outras 221 definições, desta vez constantes apenas de trabalhos acadêmicos publicados depois do estudo de 2017, tendo sido constatado que o conceito continua a se diferenciar (Kirchherr *et. al.*, 2023).

Apesar da multiplicidade de definições, na base delas está a ideia de uma economia circular *em contraposição a* uma economia linear. O termo “economia” costuma ser empregado no sentido de modelo econômico, isto é, de representação da realidade econômica, com todas as simplificações que todo e qualquer modelo envolve.

A principal característica da economia linear, e que a distingue da economia circular, é o sentido *unidirecional* do fluxo de recursos naturais ao longo do processo econômico, desde a extração deles da natureza, passando pela transformação dos recursos naturais extraídos em produtos e pelas etapas de distribuição, de comercialização e de consumo dos produtos transformados, até o descarte dos produtos não mais interessantes para quem os consumiu e a subsequente eliminação, na natureza, dos recursos naturais de que os produtos descartados são feitos.

No modelo circular, o desinteresse pelos produtos consumidos e a eliminação dos recursos naturais que os compõem desaparecem. Produtos e recursos naturais são reaproveitados nas etapas que antecedem o descarte, passando a circular pelo sistema econômico. Nesse sentido, o fluxo deixa de ser unidirecional e torna-se *cíclico*, em mimetismo à ciclagem de nutrientes na natureza.

Essa circularidade implica diferentes conexões entre as diferentes etapas do circuito econômico e isso talvez explique a diversidade conceitual da economia circular. A conexão mais ilustrativa é o fato de que reaproveitar recursos naturais em vez de eliminá-los na natureza torna desnecessário extrair novos recursos (matéria-prima virgem), um benefício ambiental intuitivo de estratégias como o reuso e a reciclagem.

Pode acontecer, todavia, de o reuso e a reciclagem não serem possíveis, por exemplo porque os produtos não foram projetados para serem reutilizados ou reciclados após o uso pelo consumidor, porque não existe tecnologia para tanto ou por falta de interesse, seja econômico por quem prefere colocar um produto novo no mercado, seja psicológico por quem prefere um produto novo por razões estéticas. Daí o questionamento sobre o design das coisas que produzimos e consumimos e o apelo por mudança que constituem o

pano de fundo da economia circular enquanto novo modelo econômico.

3. DIREITO AMBIENTAL DOS PRODUTOS

A construção conceitual da economia circular apoia-se em analogias entre o processo econômico e os processos ecológicos. A principal delas já foi enunciada e diz respeito à mudança na trajetória do fluxo de recursos naturais pelo processo econômico: ela deixa de ser unidirecional, como acontece com o fluxo de energia nos ecossistemas, e passa a ser cíclica, como acontece com os ciclos biogeoquímicos (ODUM e BARRETT, 2020, p. 81). É possível discutir se os ciclos são abertos ou fechados, como fiz em outro texto (CIPRIANO, 2015), mas meu maior interesse, tanto lá quanto aqui, é a aplicação dessa visão cíclica ao direito ambiental.

A primeira consequência da circularidade para o direito ambiental é o desaparecimento da própria criação jurídica de resíduo. Se, juridicamente falando, resíduo é a coisa submetida a uma operação de destinação final ambientalmente adequada⁴ ante a falta de interesse, por quem a descartou, de conservá-la em seu poder, a certeza do efetivo interesse de qualquer outro alguém pela coisa põe fim à residualidade do material (CIPRIANO, 2023b).

A segunda consequência é a centralidade do produto e do seu ciclo de vida na regulação ambiental. Não à toa, o ciclo de vida do produto é o nome que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela [Lei Federal nº 12.305/2010](#), dá a um importante – se não o principal – conjunto de deveres (art. 31), entre eles o de ecodesign (art.

⁴ O art. 3º, VII, da Lei Federal nº 12.305/2010 define destinação final ambientalmente adequada como a “destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama [Sistema Nacional do Meio Ambiente], do SNVS [Sistema Nacional de Vigilância Sanitária] e do Suasa [Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária], entre elas a disposição final [em aterros], observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

31, I) e o da logística reversa (art. 31, III) aqui discutidos. A depender da etapa do ciclo de vida do produto, a intervenção jurídica pelo direito ambiental é maior, como nas etapas envolvendo o acesso direto aos recursos naturais, ou menor, como na etapa de consumo de produtos e de serviços (CIPRIANO, 2015).

Além dessa variação de intensidade regulatória, o foco no produto e no seu ciclo de vida permite visualizar alguns desafios não endereçados pela abordagem tradicional do direito ambiental, centrada no controle dos problemas ambientais – extração de recursos, de um lado, e poluição, de outro lado – causados por grandes instalações produtivas (CIPRIANO, 2015). O fato de o licenciamento ambiental, concebido para lidar com os impactos ambientais, diretos e indiretos, positivos e negativos, decorrentes da instalação, da modificação e do funcionamento de instalações produtivas (art. 10 da [Lei Federal nº 6.938/1981](#)), ainda ser o principal instrumento do direito ambiental ilustra a menor preocupação desse ramo jurídico com os impactos ambientais dos produtos.

E nem poderia ser diferente. Se, por força da liberalização econômica, os produtos circulam livremente pelos mercados nacional e internacional, é natural escaparem do licenciamento ambiental, cujo alvo são as *instalações* produtivas, isto é, atividades *fixadas* em uma localidade. O licenciamento ambiental foi arquitetado para dar conta dos impactos ambientais de processos produtivos sobre o espaço onde ocorrem, e não do resultado da produção em si, ou seja, dos produtos. Consequente e metodologicamente, o licenciamento ambiental restringe a liberdade econômica de decidir *como* produzir, não *o que* produzir. É esta segunda liberdade que está por trás da onipresença das embalagens discutida na introdução, mas ela ainda é muito pouco discutida juridicamente.

Para novos desafios, como é o caso dos impactos ambientais dos produtos, são necessários novos instrumentos jurídicos. A logística

reversa é um exemplo, apesar de incidir apenas sobre a etapa final do ciclo de vida dos produtos, conforme a seguir discutido.

4. COMEÇANDO PELO FIM: A LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS

No Brasil, logística reversa é a nomenclatura atribuída pela Lei Federal nº 12.305/2010 à conjugação de dois deveres impostos a quem coloca produtos no mercado: retorno e destinação final ambientalmente adequada.

Para determinados produtos, incluindo embalagens, a PNRS exige de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, coletivamente designados setor empresarial, a adoção de mecanismos que assegurem – primeiro – o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor ao setor empresarial e – segundo – a destinação final ambientalmente adequada do que for retornado.

A logística reversa foi originalmente concebida como um instrumento de incentivo ao ecodesign (CIPRIANO, 2023b; CIPRIANO, 2017): se quem coloca produtos no mercado é obrigado a realizar, ou pelo menos custear, o gerenciamento – do retorno à destinação final ambientalmente adequada – dos produtos no fim de vida após o descarte pelos consumidores, espera-se que a pessoa obrigada invista no desenvolvimento e na colocação no mercado de produtos cujo consumo gere a menor quantidade de resíduos possível para reduzir os custos associados ao gerenciamento.⁵⁻⁶

⁵ Para uma discussão crítica desse objetivo, vide Atasu (2016).

⁶ A melhoria no ecodesign dos produtos não é, nem nunca foi, o único objetivo da logística reversa. Outros dois objetivos da logística reversa são a melhoria do gerenciamento de resíduos e o alívio dos cofres públicos com os custos desse gerenciamento como consequência da transferência dessa obrigação, até então imposta ao poder público local (no caso brasileiro, ao município), para o setor empresarial que coloca os produtos (futuros resíduos) no mercado. Vide, por exemplo, Cipriano (2017, 2022, 2023b).

Estruturar e implementar sistemas de logística reversa, como manda o art. 33, *caput*, da Lei Federal nº 12.305/2010, significa arranjar e fazer funcionar em um país de dimensão continental e culturalmente diverso um conjunto de infraestrutura e de operações, sobretudo logísticas, com a participação de diferentes agentes intervenientes no ciclo de vida dos produtos: os consumidores, usuários dos produtos e geradores dos resíduos; o setor empresarial, que coloca os produtos no mercado e, por isso, controla a quantidade e o tipo de resíduos gerados pelos consumidores (CIPRIANO, 2017); os gerenciadores de resíduos, contratados pelo setor empresarial para fazer a logística reversa; e, a depender do caso, até mesmo o Poder Público municipal.

Compreender a logística reversa no contexto maior da Lei Federal nº 12.305/2010 passa por dois pontos. Primeiro, logística reversa é espécie do gênero responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (art. 31, incisos I a IV, da PNRS), entendida como um plexo de obrigações que inclui, além da logística reversa (inciso III), os deveres de ecodesign (inciso I), de informação (inciso II) e de participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos para os produtos ainda não sujeitos à logística reversa (inciso IV)⁷. As quatro obrigações que compõem a chamada responsabilidade compartilhada relacionam-se entre si e este texto discute a relação da logística reversa com o ecodesign.

Em segundo lugar, a logística reversa é apenas um dos três regimes jurídicos de gestão de resíduos no direito brasileiro. Além da logística reversa, a Lei Federal nº 12.305/2010 disciplina, de um lado, o gerenciamento dos chamados resíduos da produção, que são os gerados por atividades produtivas nos três setores da economia e que devem ser objeto de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos

⁷ Não tenho conhecimento de que o art. 31 IV, da PNRS tenha tido qualquer aplicação prática nos mais de 13 anos da PNRS.

(PGRS) elaborado e implementado a cargo do gerador, e, de outro lado, junto com a [Lei Federal nº 11.445/2007](#) sobre saneamento básico, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) de titularidade pública municipal.

Esses outros dois regimes jurídicos de gestão de resíduos (PGRS de resíduos da produção e serviço público de manejo de RSU), as relações entre os três regimes existentes e os contornos gerais da logística reversa não serão discutidos neste capítulo, pois são assuntos já tratados em outros textos (CIPRIANO, 2023a; CIPRIANO, 2022). Aqui, meu foco é a logística reversa de embalagens e algumas de suas particularidades que têm repercutido sobre o que se poderia denominar “teoria geral da logística reversa”.

Por “embalagens” me refiro ao que, na prática da logística reversa, tem sido chamado de “embalagens em geral”: aquelas que compõem a fração seca dos RSU e dos resíduos equiparados, conforme discutido no subitem 4.3 abaixo, *em contraposição* às embalagens de agrotóxicos e às embalagens plásticas de óleos lubrificantes, cuja logística reversa é disciplinada por regulamentação específica⁸.

4.1. PANORAMA DA LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL

A logística reversa é obrigatória *ope legis* para os produtos e as embalagens a que se referem os incisos I a VI do *caput* do art. 33 da Lei Federal nº 12.305/2010, podendo a obrigatoriedade ser estendida por força de regulamentos infralegais (decretos e atos dos órgãos normativos do Sistema Nacional do Meio Ambiente⁹) ou contratuais

⁸ A logística reversa das embalagens de agrotóxicos é disciplinada pela Lei Federal nº 7.802/1989 e pelo Decreto Federal nº 4.074/2022 que a regulamenta, enquanto a das embalagens plásticas de óleos lubrificantes é disciplinada pelo “acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes”, firmado em 19/12/2012.

⁹ O Sisnama foi instituído pelo art. 6º da Lei Federal nº 6.938/1981. A competência de seus órgãos normativos está disciplinada nos §§1º e 2º do art. 6º e no art. 8º dessa lei.

(acordos setoriais e termos de compromisso) para outros produtos e outras embalagens nos termos dos §§1º e 2º do art. 33 da PNRS.

Com base nessa autorização legal, no final de 2015 a União celebrou com parcela do setor empresarial – que coloca no mercado tanto embalagens quanto produtos embalados – um acordo setorial para regular nacionalmente a logística reversa de embalagens em geral. Poucos anos depois, foram celebrados, ainda em nível federal, dois termos de compromisso, um para a logística reversa de embalagens de aço e outro para a de latas de alumínio para bebidas.

Passados os 24 meses previstos para a implementação da primeira fase do acordo setorial de 2015, alguns estados, no exercício da competência concorrente para legislar em matéria ambiental (art. 24, VI, da Constituição Federal), começaram a editar seus próprios regulamentos de logística reversa, uns gerais e outros específicos para embalagens, com destaque para o pioneirismo de São Paulo, seguido de Mato Grosso do Sul.¹⁰

Alguns municípios, sobretudo as capitais, também têm legislado sobre o tema. Embora não discuta aqui os limites da atuação legiferante dos entes federados sobre meio ambiente, por fugir do tema e dos limites deste capítulo, registro minha leitura mais centralizadora quanto à competência para legislar ambientalmente sobre produtos em geral e resíduos em particular, incluindo a logística reversa: a meu ver, deve prevalecer *prima facie* a legislação federal, pois tanto produtos quanto resíduos (ex-produtos) apresentam elevada

¹⁰ Talvez a principal diferença entre a legislação paulista e sul-mato-grossense seja a forma de controlar o cumprimento da logística reversa: enquanto São Paulo – por conveniência da Administração Pública ambiental paulista – condiciona a emissão e a renovação da licença ambiental de operação *apenas* dos empreendimentos que o órgão ambiental estadual licencia à comprovação da logística reversa, Mato Grosso do Sul – mais corajosamente – tem privilegiado uma atuação estratégica entre os órgãos ambiental e fazendário: a autoridade fazendária informa a listagem de *todas* as empresas que colocam embalagens e produtos embalados no mercado sul-mato-grossense à autoridade ambiental, que, então, convoca publicamente as empresas a comprovarem o cumprimento da logística reversa.

mobilidade, isto é, grande circulação pelo território nacional, a exigir uniformidade na regulação.

A tabela abaixo relaciona a legislação federal e de quatorze estados sobre logística reversa de embalagens por ano de edição, com identificação do ato normativo e de seu respectivo objeto.

Tabela 1 – Legislação federal e estadual sobre logística reversa de embalagens (até 28/12/2023)¹¹

Ano	Federal ou estadual?	Ato normativo	Objeto
2015	Federal	Acordo setorial	Embalagens em geral
2018	Federal	Termo de compromisso	Embalagens de aço
	SP	Decisão de Diretoria da Cetesb nº 76 (revogada)	Regulamento geral de logística reversa, incluindo embalagens
	RJ	Lei nº 8.151	Embalagens em geral
2019	MS	Decreto nº 15.340 (revogado)	Embalagens em geral
	SP	Decisão de Diretoria da Cetesb nº 114 (revogada)	Regulamento geral de logística reversa, incluindo embalagens
	RJ	Resolução SEAS nº 13	Embalagens em geral
2020	Federal	Termo de compromisso	Latas de alumínio para bebidas
2021	PR	Resolução Conjunta Sedest/IAT nº 22	Regulamento geral de logística reversa, incluindo embalagens

¹¹ Os hiperlinks das normas são de fontes oficiais, nos estados onde foi possível encontrar pelo menos uma fonte oficial. Último acesso em 28/12/2023.

	SP	Decisão de Diretoria da Cetesb nº 127	Regulamento geral de logística reversa, incluindo embalagens
2022	Federal	Decreto nº 11.044 (revogado)	Créditos de logística reversa
		Decreto nº 11.300	Embalagens de vidro
	PB	Decreto nº 43.346	Embalagens em geral
	PE	Decreto nº 54.222	Embalagens em geral
	PI	Decreto nº 20.498	Embalagens em geral
2023	Federal	Decreto nº 11.413	Créditos de logística reversa
	AM	Decreto nº 47.117	Embalagens em geral
	DF	Decreto nº 44.607	Embalagens em geral
	GO	Decreto nº 10.255	Embalagens em geral
	MA	Decreto nº 38.140	Embalagens em geral
	MS	Decreto nº 16.089	Embalagens em geral
	MT	Decreto nº 112	Embalagens em geral
	RJ	Decreto nº 48.354	Logística reversa em geral, incluindo embalagens
	RS	Resolução Consema nº 500	Embalagens em geral
	SE	Decreto nº 525	Embalagens em geral

Fonte: elaboração do autor.

4.2. O QUE É UMA EMBALAGEM?

Por incrível que pareça, por muito tempo a legislação federal exigiu a logística reversa das embalagens em geral sem, contudo, definir embalagem ou definindo-a redundantemente a partir de algum qualificativo (“embalagem é a embalagem que...”). É o caso do acordo setorial de 2015, do termo de compromisso de embalagens de aço de

2018 e do termo de compromisso de lata de alumínio para bebidas de 2020, todos vigentes.

Diferentemente da logística reversa das embalagens de agrotóxicos e das embalagens plásticas de óleos lubrificantes, cuja respectiva legislação específica define embalagem sem redundâncias,¹²⁻¹³ uma tal definição no caso das embalagens em geral surgiu em âmbito federal apenas em 2022 com o Decreto nº 11.044¹⁴, hoje substituído pelo Decreto nº 11.413/2023, que resgata uma definição redundante por qualificativo (“embalagem é a embalagem que...”)¹⁵.

Em nível estadual, o primeiro diploma normativo a definir embalagem sem redundâncias foi a Resolução Conjunta Sedest/IAT nº 22/2021 no Paraná.¹⁶

Da definição de embalagem encontrada na legislação de agrotóxicos e suas embalagens, na de embalagens plásticas de óleos lubrificantes, no revogado Decreto Federal nº 11.044/2022 sobre créditos

¹² O art. 1º, IX, do Decreto Federal nº 4.074/2022, que regulamenta a Lei Federal nº 7.802/1989, define embalagem como o “invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, *destinado a* conter, cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter os agrotóxicos, seus componentes e afins” (ênfase minha).

¹³ A alínea “k” da cláusula segunda do acordo setorial sobre a logística reversa de embalagens plásticas de óleos lubrificantes define embalagens plásticas como o “elemento ou conjunto de elementos *destinados a* evolver, conter e proteger produtos durante sua movimentação, transporte, armazenamento, comercialização e consumo, produzidos com materiais obtidos, em sua maioria, a partir dos derivados de petróleo” (ênfase minha).

¹⁴ “[E]mbalagem – produto feito de materiais de qualquer natureza *destinado a* conter, proteger, movimentar, entregar e apresentar mercadorias, desde as matérias-primas até os produtos transformados, e desde o produtor até o utilizador ou consumidor” (art. 5º, V, ênfase minha).

¹⁵ “[E]mbalagem em geral – *qualquer embalagem* que compõe a fração seca dos resíduos sólidos urbanos ou equiparáveis, gerada após o uso pelo consumidor, exceto as classificadas como perigosas pela legislação e pelas normas técnicas brasileiras” (art. 5º, VI, ênfase minha).

¹⁶ “Embalagens: invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, *destinado a* cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, produtos” (art. 2º, VII, ênfase minha).

de logística reversa, no Decreto Federal nº 11.300/2022 sobre embalagens de vidro¹⁷ e na legislação estadual sobre embalagens em geral se conclui que embalagem é um *produto* cujo traço distintivo é a sua *função* (para que serve?) antes que a sua composição (do que é feito?) ou, como será discutido no subitem seguinte, a origem do resíduo (onde é descartado?).

Se a definição de embalagem é funcional, é importante saber qual função ou quais funções o produto deve desempenhar para ser considerado embalagem e, no caso de serem várias as funções, se elas devem ser atendidas alternativa ou simultaneamente umas às outras. Por exemplo, se embalagem é o produto que serve para conter outro e para transportá-lo, sacolas são, por essa definição, embalagens. Diferentemente, se embalagem é o produto que *somente* apresenta outro produto, então sacolas não são embalagens, mas cabides e etiquetas são¹⁸.

Chama a atenção nas definições legais de embalagem que a função ou as funções a ser desempenhada(s) pela embalagem – conter, proteger, apresentar, transportar etc. – se dão em relação a outro produto. Em outras palavras, embalagem é o produto que serve – contém, protege, apresenta, transporta etc. – um outro produto. Ou seja, a definição legal de embalagem é, além de funcional, relacional. Isso ajuda a explicar por que na logística reversa de embalagens costumam ser impostas obrigações a quem coloca no mercado tanto *embalagem* quanto *produto embalado*.¹⁹

¹⁷ “[E]mbalagem de vidro – vasilhame de vidro *destinado ao* acondicionamento de produtos, *com a finalidade de* contenção, conservação, manuseio, proteção e transporte” (art. 3º, XI, ênfase minha).

¹⁸ Como acontece na Alemanha: o anexo 1 da lei federal de embalagens – *Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz – VerpackG)*, em alemão – lista cabides e etiquetas como exemplos de embalagens.

¹⁹ Embora a legislação estadual costume cobrar a logística reversa só de quem coloca o produto embalado.

4.3. LOGÍSTICA REVERSA PARA QUAIS EMBALAGENS?

Para se sujeitar à logística reversa de embalagens em geral não basta o produto ser definido como embalagem. O acordo setorial de 2015 inaugurou um requisito adicional que é repetido pelo termo de compromisso de embalagens de aço de 2018, pelo termo de compromisso de lata de alumínio para bebidas de 2020 e pela legislação estadual: a embalagem deve compor a fração seca dos RSU e dos resíduos equiparados.

Por definição do art. 13, I, c, da Lei Federal nº 12.305/2010, os RSU são os resíduos domiciliares mais os oriundos do serviço público municipal de limpeza urbana. Já os resíduos equiparados, segundo o art. 13, parágrafo único da PNRS, são os resíduos não perigosos gerados por estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços (art. 13, I, d) em quantidade ou qualidade que o município considere similar à dos resíduos domésticos, avocando para si o gerenciamento dos resíduos que equiparar.

Trata-se de um critério de origem (onde o resíduo é gerado?), ancorado no art. 13, I, da Lei Federal nº 12.305/2010: se a embalagem residual é proveniente de uma residência urbana, do serviço público municipal de limpeza urbana ou, excepcionalmente, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços equiparados a residências, ela se sujeita à logística reversa e, portanto, deve ser gerenciada pelo setor empresarial que a coloca no mercado, no limite da meta quantitativa aplicável (vide o subitem 3.5 abaixo); do contrário, ela é um resíduo da produção objeto de PGRS e cujo gerenciamento é exigido do gerador, o responsável pela atividade produtiva.

À primeira vista, o critério utilizado no acordo setorial de 2015 – fração seca dos RSU e dos resíduos equiparados – parece coincidir com o critério da origem doméstica e não doméstica adotado pela legislação

de outros setores obrigados à logística reversa, como os de lâmpadas²⁰, eletroeletrônicos²¹ e medicamentos de uso humano²²: neles, a logística reversa é obrigatória apenas em relação aos produtos de uso doméstico. No entanto, a coincidência é apenas parcial. Se não há dúvidas quanto à identidade entre RSU e resíduos domésticos, o mesmo não acontece entre resíduos equiparados e resíduos não domésticos, pois os equiparados são apenas uma parcela do universo dos não domésticos, conforme ilustra a tabela abaixo:

Tabela 2 – Critérios de origem do resíduo para definir a obrigatoriedade da logística reversa

Critério de outros setores sujeitos à logística reversa	Doméstico	Não doméstico	
Critério do acordo setorial de embalagens de 2015	RSU	Equiparados	Não equiparados

Fonte: elaboração do autor.

Pelo critério do acordo setorial de 2015, segundo o qual entram no escopo do regulamento contratual também as embalagens que compõem a fração seca dos resíduos equiparados, é possível contabilizar, para fins de cumprimento das obrigações de logística reversa, as chamadas “embalagens de fundo de loja” – as embalagens residuais geradas em estabelecimentos comerciais e de prestação de

²⁰ Vide o acordo setorial de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, celebrado em 2014 e disponível em <<https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/02-Acordo-Setorial-de-Lampadas.pdf>>. Último acesso em 28/12/2023.

²¹ Vide o [Decreto Federal nº 10.240/2020](#).

²² Vide o [Decreto Federal nº 10.388/2020](#).

serviços equiparados e que, sem a equiparação, seriam gerenciadas pelos próprios estabelecimentos.²³

Como a equiparação é uma decisão do município, seria melhor falar nas embalagens que compõem a fração seca dos RSU e dos resíduos *equiparáveis*, ou seja, daqueles que *abstratamente podem ser equiparados*, afinal, se a ideia é incluir parcela do universo de resíduos não domésticos na logística reversa de embalagens, falar em resíduos equiparados, a rigor, demanda saber *concretamente* quais municípios decidiram pela equiparação, quais os critérios adotados por cada um deles e quando a equiparação aconteceu, do contrário não é possível precisar quais embalagens de quais estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços podem ou não ser contabilizadas para fins de logística reversa.

Existe um outro critério muito difundido na prática para aferir a obrigatoriedade da logística reversa de embalagens em geral: o tipo de embalagem, se primária ou secundária. De acordo com a norma técnica brasileira (NBR) 9198:2010 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), embalagem primária é a “embalagem que está em contato direto com o produto” e embalagem secundária é a “embalagem designada para conter uma ou mais embalagens primárias, podendo não ser indicada para o transporte”.

Mais especificamente, a discussão gira em torno de saber se a logística reversa é obrigatória só para as embalagens primárias ou também para as secundárias. Esse critério é adotado na legislação estrangeira, a exemplo da União Europeia²⁴, que contempla também as

²³ Essa possibilidade de contabilização das embalagens de fundo de loja exige, como o outro lado da mesma moeda, que elas sejam consideradas na base de cálculo da meta quantitativa (vide o item 3.5 abaixo).

²⁴ Vide o número 1 do art. 3º da [Diretiva 94/62/CE](#) relativa a embalagens e resíduos de embalagens.

embalagens terciárias²⁵, porém não encontra amparo na legislação brasileira²⁶⁻²⁷.

Não bastasse a falta de previsão legal entre nós para o critério do tipo de embalagem, se primária ou secundária, ele e o critério da origem (RSU e resíduos equiparados) não são mutuamente excludentes. Por exemplo, uma garrafa de água é, pelo critério do tipo, uma embalagem primária ao mesmo tempo que, pelo critério da origem, pode ser tanto RSU, se for descartada em uma residência ou em uma lixeira pública, quanto resíduo equiparado, se for descartada em uma loja. O mesmo acontece com embalagens secundárias, a exemplo de um pacote de garrafas de água: pelo critério da origem, o pacote pode ser RSU, se for descartado em uma residência, ou resíduo equiparado, se for descartado pelo supermercado que desempacotou as garrafas para vendê-las individualmente.

Mais que uma sobreposição conceitual, a não exclusão mútua entre os dois critérios gera um problema prático de saber quais embalagens se sujeitam ou não à logística reversa e, no limite, quem deve gerenciar o resíduo. Por exemplo, se o critério adotado é o tipo de embalagem em vez da origem, as embalagens descartadas por uma fábrica passam a ser objeto de logística reversa e deixam o escopo do PGRS da instalação fabril, afinal não importa onde o resíduo se origine, apenas se a embalagem é primária ou secundária. Se a origem é

²⁵ Definidas pelo art. 3º, número 1, c), da Diretiva 94/62/CE como a “[e]mbalagem de transporte [...], ou seja, qualquer embalagem concebida com o objectivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda [embalagens primárias] ou embalagens grupadas [secundárias], a fim de evitar danos físicos durante a movimentação e o transporte. A embalagem de transporte não inclui os contentores para transporte rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo.”

²⁶ O Decreto Federal nº 11.044/2022 sobre créditos de logística reversa até chegou a incorporar as definições de embalagens primárias e secundárias, porém foi revogado pelo Decreto Federal nº 11.413/2023, que as abandonou.

²⁷ A legislação de Mato Grosso até chega a definir embalagem primária e embalagem secundária, mas apenas por definir, afinal a definição não tem importância prática alguma, pois dela não depende qualquer das obrigações impostas.

irrelevante, então as embalagens residuais – primárias ou secundárias – de *todos* os geradores *não domésticos* entram no escopo da logística reversa, coisa incompatível com o critério adotado pela legislação em vigor desde o acordo setorial de 2015, como visto acima.

4.4. REGULAÇÃO POR TIPO DE MATERIAL?

No início de 2021, o governo federal colocou em consulta pública uma proposta de decreto para disciplinar a logística reversa de embalagens de vidro.²⁸ No final de 2022, outras três propostas de decreto de logística reversa de embalagens foram igualmente colocadas em consulta pública, uma para cada um dos seguintes tipos de material: plástico²⁹, papel/papelão³⁰ e metal³¹. Somente a proposta de regulamento para as embalagens de vidro acabou prosperando, tendo sido publicado, às vésperas do Natal de 2022, o Decreto Federal nº 11.300.

A minuta do decreto colocada em consulta pública em 2021 revogava expressamente o acordo setorial de 2015 no tocante às embalagens de vidro,³² mas tal previsão não foi reproduzida no Decreto

²⁸ Embora as embalagens de vidro sempre tenham sido contempladas pelo acordo setorial de 2015, a indústria vidreira nunca chegou a assiná-lo. Por isso, elas nunca foram contabilizadas nos reportes que o conjunto das associações que representam as empresas signatárias do acordo – a chamada Coalização – faz às autoridades ambientais. O mesmo aconteceu com as embalagens de aço, porém estas são objeto de termo de compromisso firmado em 2018. Daí a proposta de regulamento de logística reversa específico para as embalagens de vidro.

²⁹ Disponível em <<https://www.gov.br/participamaisbrasil/decreto-embalagens-de-plastico>>, último acesso em 28/12/2023. Uma segunda minuta, alterada após a consulta pública, está disponível em <<https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/MINUTA-DECRETO-DE-LR-DE-PLASTICOS-1.pdf>>, último acesso em 28/12/2023.

³⁰ Disponível em <<https://www.gov.br/participamaisbrasil/decreto-embalagens-de-papel-e-papelao>>, último acesso em 28/12/2023.

³¹ Disponível em <<https://www.gov.br/participamaisbrasil/decreto-embalagensde-metal>>, último acesso em 28/12/2023.

³² Vide o art. 73 do documento disponível em <<http://consultaspublicas.mma.gov.br/decretoembalagensdevidro/wp->

Federal nº 11.300/2022. Isso não significa que a revogação não tenha acontecido, apenas que não foi expressa, e sim tácita (art. 2º, §1º, parte final da lei de introdução às normas do direito brasileiro, o [Decreto-lei nº 4.657/1942](#))³³.

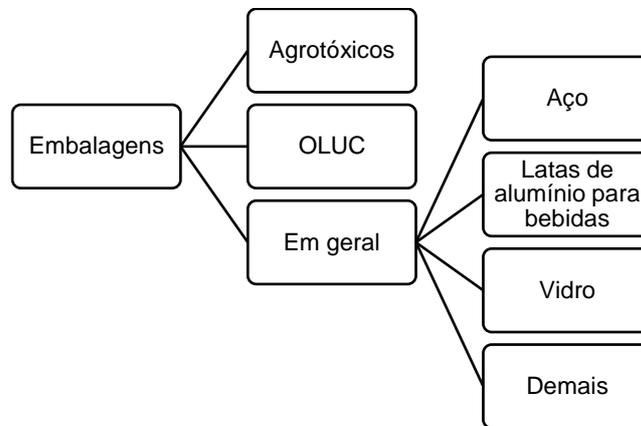
Talvez a maior novidade do Decreto Federal nº 11.300/2022 em comparação com o acordo setorial de 2015 sejam as metas quantitativas, assunto explorado no subitem seguinte. O acordo setorial de 2015 prevê um único tipo de meta quantitativa, a chamada meta de reciclagem, consistente no desvio, para a reciclagem, de 22% das embalagens dispostas em aterros sanitários em todo o país. Já o decreto do vidro, de um lado, não só aumenta o índice de 22% para 27,5% em 2023, chegando a 40% em 2032, como ainda decompõe a meta nacional em metas regionais. De outro lado, ele introduz a chamada meta de conteúdo reciclado: percentual mínimo de matéria-prima reciclada na composição da embalagem.

O decreto do vidro deve ser enxergado como mais um passo na diferenciação de regimes jurídicos para a logística reversa de embalagens. Antes dele, já existiam dois regimes jurídicos *específicos*, um para as embalagens de aço e outro para as latas de alumínio para bebidas, cada qual objeto de termo de compromisso próprio, e um regime jurídico *geral* para as demais embalagens, objeto do acordo setorial de 2015. Com o Decreto Federal nº 11.300/2022 passa a existir mais um regime jurídico específico, em clara tendência de esvaziamento do acordo setorial de 2015.

[content/uploads/2020/12/DECRETO_Logistica-Reversa-de-Embalagens-de-Vidro_Consulta-Publica.pdf](#)>, último acesso em 28/12/2023.

³³ “§1º A lei posterior revoga a anterior quando expressamente o declare, quando seja com ela incompatível ou quando regule inteiramente a matéria de que tratava a lei anterior.”

Figura 1 – Regimes jurídicos de logística reversa de embalagens no Brasil (até 28/12/2023)



Fonte: elaboração do autor.

4.5. QUAL META QUANTITATIVA SE APLICA?

A legislação manda o setor empresarial fazer a logística reversa e atingir determinados resultados. Esses resultados obrigatórios correspondem às chamadas metas de logística reversa, que costumam ser quantitativas e geográficas (CIPRIANO, 2022). Tradicionalmente, as metas quantitativas consistem na quantidade mínima de resíduos que a legislação exige seja *retornada* para a subsequente destinação final ambientalmente adequada,³⁴ geralmente expressa em termos percentuais da quantidade que foi colocada no mercado em determinado momento³⁵. No Brasil – e, até onde eu sei, no mundo – ainda não existem metas quantitativas de 100%, exceto para pneus³⁶.

³⁴ Apesar de tais metas se referirem ao retorno dos produtos aos sistemas de logística reversa, e muito embora nem tudo que é retornado seja efetivamente reciclado, elas tem sido equivocadamente chamadas, inclusive pela legislação aplicável, de metas de reciclagem.

³⁵ Geralmente no ano anterior, mas pode ser em ano fixo, como acontece na logística reversa dos produtos eletroeletrônicos de uso doméstico (vide o art. 49, §1º do Decreto Federal nº 10.240/2020).

Conforme exposto no subitem anterior, a edição do Decreto Federal nº 11.300/2022 sobre a logística reversa das embalagens de vidro trouxe um novo tipo de meta quantitativa, a de conteúdo reciclado, que diz respeito mais à composição do produto e menos ao seu retorno no fim de vida após o uso pelo consumidor, razão pela qual será discutido no item 4 abaixo sobre ecodesign, e não neste subitem relativo à logística reversa propriamente dita.

Já as metas geográficas dizem respeito à cobertura territorial mínima do sistema – conjunto de infraestrutura e de operações – de logística reversa, por vezes com a exigência de uma distribuição espacial da infraestrutura de retorno e de consolidação (acumulação) do material retornado conforme o tamanho populacional ou por regiões do país, respectivamente.

No caso de embalagens, a cláusula sétima do acordo setorial de 2015 estabeleceu a seguinte meta quantitativa: “redução de no mínimo 22% das [e]mbalagens dispostas em aterros do aterro, até 2018, o que corresponde ao acréscimo da taxa de recuperação da fração seca em 20% [...] representando no mínimo a média de 3815,081 ton[.]/dia que deverá ser aferida mensalmente.” Na prática, essa meta tem sido interpretada e aplicada – e depois foi incorporada na legislação estadual – como a recuperação (reciclagem) de 22% das embalagens colocadas no mercado nacional no ano anterior. A informação sobre a quantidade colocada no mercado é autodeclarada pelo setor empresarial às autoridades ambientais.

Com o surgimento das regulamentações estaduais, passou a ser necessário saber a quantidade de embalagens colocadas nos mercados estaduais (base de cálculo) para sobre ela incidir o percentual de 22%

³⁶ O art. 3º, *caput*, da [Resolução Conama nº 416/2009](#), que regulamenta o art. 33, III, da PNRS, exige de fabricantes e importadores a destinação final ambientalmente adequada de um pneu inservível para cada pneu novo colocado no mercado de reposição (1:1), tudo em massa e aplicado o fator de desgaste de 30% (art. 3º, §2º da Resolução Conama nº 416/2009).

(alíquota). Essa necessidade acabou se revelando uma dificuldade, pois, segundo o setor empresarial, ele não consegue precisar a quantidade de produtos, incluindo embalagens, colocada nos mercados estaduais, apenas no mercado nacional.

Para contornar a situação, a legislação estadual passou a adotar o chamado “critério Confaz”: a quantidade de embalagens colocada em cada mercado estadual deve ser calculada com base na participação relativa de cada unidade da federação na arrecadação total do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), que é um tributo estadual, de acordo com os boletins do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz). Na prática, o passo a passo para saber a meta quantitativa de logística reversa de embalagens em determinado estado é o seguinte: multiplica-se a quantidade de embalagens colocada no mercado nacional, cujo número é autodeclarado pelo setor empresarial, pelo percentual da participação relativa do estado na arrecadação total de ICMS, sendo o resultado multiplicado pelo percentual referente à meta quantitativa (no caso 22%) para, assim, se obter a quantidade, em números absolutos (toneladas, por exemplo), de embalagens cuja recuperação (reciclagem) deve ser comprovada.

No fim de 2021, o estado de São Paulo impôs percentuais levemente maiores que o percentual federal³⁷: a meta quantitativa no território paulista para embalagens em geral, exceto para as de aerossol, passou a ser 22,5% em 2022, 23% em 2023, 23,5% em 2024 e 24% em 2025. A existência de metas estaduais mais rigorosas que as federais traz novamente a discussão sobre a repartição da competência legislativa em matéria ambiental e a possibilidade ou não de regras

³⁷ Sem esquecer que em âmbito federal já existiam índices maiores que os 22% do acordo setorial de 2015: para embalagens de aço a meta é de 28% desde o fim de 2018 e para latas de alumínio para bebidas a meta é de 95% desde o fim de 2020.

estaduais diferirem das federais, tema que escapa dos propósitos deste texto.

Em 2022, o [Decreto Federal nº 11.043](#) aprovou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares)³⁸ a que se refere o art. 15 da PNRS. Ao tratar da meta relativa ao aumento da recuperação (desvio de aterro) da fração seca dos RSU, cujo gerenciamento é obrigação dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos, o Planares adotou como um dos indicadores do alcance dessa meta o “percentual de embalagens em geral recuperadas pelo sistema de logística reversa”, da seguinte maneira:

Tabela 3 – Indicador 6.2. do Planares (adaptado)

REGIÃO/ANO	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	3%	4%	4%	5%	5%
Nordeste	5%	5%	6%	7%	7%
Centro-oeste	5%	5%	6%	7%	8%
Sudeste	12%	14%	16%	18%	20%
Sul	6%	7%	8%	9%	10%
Brasil	30%	35%	40%	45%	50%

Fonte: Planares.

Apesar de se tratar de um *indicador* de meta relativa aos RSU, como os percentuais acima se referem à recuperação de embalagens *pela logística reversa*, surgiu a dúvida se eles seriam exigíveis, a título de meta quantitativa, do setor empresarial a ela obrigado. Considerando que a logística reversa é uma obrigação do setor empresarial enquanto agente econômico interveniente no ciclo de vida dos produtos, penso que o Planares deve ser encarado como instrumento de planejamento da atividade econômica nos termos do

³⁸ Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/Anexo/and11043.pdf, último acesso em 28/12/2023.

art. 174 da [Constituição Federal](#)³⁹. Consequentemente, os percentuais em apreço *não* devem ser encarados como metas quantitativas de logística reversa de embalagens *por força exclusiva do Planares*.

Para que os percentuais do Planares sejam obrigatórios é necessário que o instrumento normativo – legal, infralegal ou contratual – que regulamentar a logística reversa, ao tratar das respectivas metas quantitativas, incorpore os mesmos índices do Planares, como fez o Decreto Federal nº 11.300/2022 para as embalagens de vidro, ou que pelo menos faça referência expressa a eles, como acontece em alguns estados que seguiram o protagonismo de Pernambuco⁴⁰. Não fosse assim, no caso das latas de alumínio para bebidas, cuja meta já é de 95% nos termos do termo de compromisso correspondente, admitir a obrigatoriedade dos indicadores de logística reversa do Planares pelo simples fato de ele ter sido aprovado pelo Decreto Federal nº 11.043/2022 significaria verdadeiro retrocesso ambiental.⁴¹

³⁹ “Art. 174. Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.”

⁴⁰ Vide o art. 4º, §3º do Decreto Estadual nº 54.222/2022.

⁴¹ A não ser que o conflito entre o termo de compromisso de latas de alumínio para bebidas e o Planares seja resolvido pelo critério da especialidade (*lex specialis derogat generali*), considerando o termo de compromisso lei especial e o Planares lei geral. Há dois contrapontos a essa solução. Primeiro, é possível resolver o conflito não pelo critério da especialidade, e sim pelo cronológico (*lex posteriori derogat legi priori*), caso em que o Planares prevaleceria por ser posterior ao termo de compromisso. Segundo, é possível sustentar que o Planares é veiculado por decreto, ato normativo imposto unilateralmente pelo Estado que deveria prevalecer sobre um ato contratual. Em defesa do termo de compromisso, a lei de introdução às normas do direito brasileiro manda a lei respeitar o ato jurídico perfeito, o direito adquirido e a coisa julgada (art. 6º do Decreto-lei nº 4.657/1942). Pela tradição jurídica brasileira, não acostumada a regular assuntos de direito público em geral, e de direito ambiental em particular, por meio de contratos, a relação entre a legislação de logística reversa editada pelo Legislativo e regulamentada pelo Executivo, de um lado, e os acordos setoriais e termos de compromisso contratados com o Executivo, de outro lado, ainda não foi explorada entre nós, quer em doutrina, quer em jurisprudência.

Uma segunda dúvida diz respeito à relação entre a *meta nacional*, cujos percentuais variam conforme o tipo de material (aço, alumínio, vidro e outros), as *metas regionais*⁴², no caso das embalagens de vidro e dos estados que as adotam por referência ao Planares, e as *metas estaduais*: em estados com legislação própria, qual percentual (alíquota) deve incidir sobre a quantidade de embalagens colocada no mercado estadual (base de cálculo) – o nacional, o regional ou o estadual?

Tabela 4 – Metas quantitativas de reciclagem (federal e em SP)

Tipo de material	Legislação federal		Legislação estadual	
	Meta nacional	Meta regional	Meta em SP ⁴³ (*)	Meta em MS ⁴⁴ (**)
Aço (*)	28%	Não há	28%	Planares
Latas de alumínio para bebidas (*)	95%	Não há	95% (vide nota de rodapé 43)	95% (vide a nota de rodapé 44)
Vidro (**)	2023 – 27,5% 2032 – 40%	Planares	2022 – 22,5% 2023 – 23%	Planares
Demais materiais (*)	22%	Não	2024 – 23,5% 2025 – 24%	? (ver nota de rodapé 44)

⁴² Metas regionais têm origem na logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados (vide atualmente a [Portaria Interministerial nº 475/2019 dos Ministérios do Meio Ambiente e de Minas e Energia](#)). No caso de embalagens, metas regionais existem para as embalagens de vidro, por força do Decreto Federal nº 11.300/2019, e nos estados onde os percentuais do Planares são obrigatórios.

⁴³ De acordo com o item 4.2.1 da Decisão de Diretoria da Cetesb nº 127/2021, quando a legislação federal ou estadual impuser metas mais restritivas que as estabelecidas na decisão, as primeiras devem prevalecer sobre as segundas.

⁴⁴ Segundo o art. 5º, §4º do Decreto nº 16.089/2023, as metas nele previstas “não poderão ser inferiores àquelas estabelecidas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares, [em] Acordos Setoriais e [em] Termos de Compromisso de âmbito nacional ou estadual”.

			(***)	
--	--	--	-------	--

(*) Não adota os indicadores do Planares como metas

(**) Adota os indicadores do Planares como metas

(***) Exceto embalagens em aerossol

Fonte: elaboração do autor.

Terceira e última pergunta é saber se pode haver compensação entre metas regionais, por exemplo se a meta de uma região for ultrapassada e a meta de outra região não for alcançada. Nem o Decreto Federal nº 11.300/2022 sobre as embalagens de vidro nem a legislação dos estados que tornam os percentuais do Planares obrigatórios enfrenta esse ponto, diferentemente da legislação da logística reversa de óleos lubrificantes usados ou contaminados, que admite a compensação inter-regional somente para fins de cumprimento da meta nacional.⁴⁵

4.6. COMO FAZER LOGÍSTICA REVERSA?

A Lei Federal nº 12.305/2010 manda o setor empresarial fazer logística reversa, mas *não detalha como*. Conquanto os §§3º a 6º do art. 33 da PNRS tragam um modelo *geral*, devem prevalecer os modelos *específicos* de cada setor conforme a respectiva regulamentação – legal, infralegal ou contratual.

A pergunta sobre como fazer logística reversa pode ser respondida desde pelo menos três perspectivas diferentes. Em primeiro lugar, quanto à modalidade de retorno dos produtos ao setor empresarial, se mediante coleta ou devolução, ou ao tipo de destinação

⁴⁵ O art. 1º, §1º da Portaria Interministerial MMA/MME nº 475/2019 dispõe que “[s]erá admitida a coleta adicional em qualquer [r]egião de modo a cumprir a meta referente ao [p]aís”.

final ambientalmente adequada, se mediante reciclagem ou outra operação.

Retornar um medicamento vencido é diferente de retornar uma geladeira, mais ainda de retornar o óleo lubrificante usado em um automóvel ou uma bateria industrial. Entre o retorno e a destinação final ambientalmente adequada podem existir mais ou menos etapas intermediárias, sobretudo de acumulação do material retornado, a depender da distribuição geográfica das instalações de destinação final e considerando a dimensão continental do território brasileiro.

Também as operações de destinação final ambientalmente adequada podem variar conforme o produto objeto de logística reversa. Na maioria dos setores, a *preferência* é por soluções superiores à disposição final em aterros, em sintonia com a hierarquia estabelecida no art. 9º da Lei Federal nº 12.305/2010⁴⁶. Mas em alguns casos pode existir uma única opção, a exemplo de óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC), cuja reciclagem, denominada rerrefino, é obrigatória (art. 3º da [Resolução Conama nº 362/2005](#))⁴⁷. No setor de medicamentos, por sua vez, o art. 7º, §3º do Decreto Federal nº 10.388/2020 estabelece a seguinte ordem de prioridade: incineração, coprocessamento e disposição final em aterro sanitário resíduos perigosos (classe I).

Em segundo lugar, o sistema de logística reversa pode ser individual ou coletivo. Fazer logística reversa individualmente significa assegurar o retorno e a destinação final ambientalmente adequada dos próprios produtos que coloca no mercado. Já no sistema coletivo, a

⁴⁶ “Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.”

⁴⁷ “Art. 3º Todo o óleo lubrificante usado ou contaminado coletado deverá ser destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino.”

logística reversa acontece independentemente de quem os tenha colocado no mercado. As empresas costumam se organizar por meio das chamadas entidades gestoras, pessoas jurídicas⁴⁸ geralmente criadas especificamente para assegurar o cumprimento da logística reversa em nome e benefício das empresas que representa. A variante coletiva é vantajosa por criar economias de escala, o que explica a sua preferência sobre a variante individual na realidade empresarial,⁴⁹ porém desvantajosa por inibir incentivos ao ecodesign, conforme será discutido no subitem seguinte.

Em terceiro lugar, na modalidade coletiva da logística reversa, é possível enxergar a sua implementação tanto prospectiva quanto retrospectivamente. Na primeira situação, que é a mais comum, sobretudo em setores nos quais a logística reversa é fruto exclusivo da regulação antes que da espontaneidade do mercado, as empresas pagam a entidade gestora, geralmente sem fins lucrativos, para que ela possa, então, organizar a logística reversa.⁵⁰

⁴⁸ Independentemente do formato jurídico, se com ou sem finalidade lucrativa.

⁴⁹ Sobretudo quando pensamos nas metas geográficas.

⁵⁰ Em termos legislativos, a logística reversa e forma de implementá-la coletivamente sob a perspectiva aqui denominada prospectiva surgiram na Alemanha com o decreto de embalagens de 1991 ([Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen](#), em alemão), editado com base na autorização contida no §14 da lei alemã de resíduos de 1986 ([Abfallgesetz](#), em alemão). O §2 e os §§4-6 do decreto impuseram obrigações de logística reversa tanto a quem fabrica embalagens e materiais para embalagens (*Hersteller*, em alemão) quanto a quem coloca no mercado embalagens e produtos embalados (*Vertreiber*, em alemão), obrigações essas distribuídas conforme o tipo de embalagem, se primária (*Verkaufsverpackungen*, em alemão), secundária (*Umverpackungen*, em alemão) ou terciária (*Transportverpackungen*, em alemão). Não obstante a amplitude da definição do segundo grupo de sujeitos obrigados (*Vertreiber*), a exposição de motivos deixa claro a mira do decreto nos comerciantes (*Handel*, em alemão), sobretudo em relação às embalagens primárias e secundárias. Seja como for, o §6(3) do decreto autorizou os sujeitos individualmente obrigados à logística reversa das embalagens primárias a cumprirem as suas obrigações por meio da participação em um sistema coletivo de coleta e de destinação final ambientalmente adequada (*Sammel- und Verwertungssystem*, em alemão). Na época, a regra era a implementação individual e a exceção a implementação coletiva. Hoje, ocorre o inverso: o §7º da lei alemã de embalagens de 2017 ([Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen](#), em alemão) exige a participação em um sistema coletivo de logística reversa

Mas pode acontecer de já existirem ações pulverizadas de logística reversa, realizadas por agentes econômicos atuantes no mercado de comercialização de resíduos com valor econômico,⁵¹ as quais passam a ser organizadas por entidades gestoras, geralmente com finalidade lucrativa, que repassam os resultados – dessa organização de atividades de logística reversa até então desorganizadas – às empresas. A ideia desse repasse, mediante pagamento, de algo que já foi feito é que está por trás dos chamados créditos (ou certificados) de logística reversa (ou de recuperação ou de reciclagem).⁵²

(*Systembeteiligungspflicht*, em alemão). O decreto de 1991 comentado pode ser encontrado, por exemplo, em Rummler e Schutt (1991), bem como em Strecker e Berndt (1992). O comentário mais recente da lei vigente é de Klein e Mehdorn (2024).

⁵¹ Uns por sobrevivência, como as catadoras e os catadores de materiais recicláveis, e outros pelo alto valor agregado, como exportadores de componentes eletroeletrônicos com metais sem tecnologia para a recuperação no Brasil.

⁵² Os créditos de logística reversa surgiram no Reino Unido. Para atingir as metas de recuperação de embalagens estabelecidas no art. 6(1) da Diretiva 94/62/CE da então Comunidade Europeia (CE), e com base na autorização contida nas seções 93 a 95 da lei de 1995 que estabeleceu a política ambiental da região ([Environment Act 1995](#), em inglês), foi editado em 1997 o regulamento de embalagens – [The Producer Responsibility Obligations \(Packaging Waste\) Regulations 1997](#), em inglês. Fabricantes de matéria-prima para embalagens (*manufacturer*, em inglês), fabricantes de embalagens (*convertors*, em inglês), fabricantes de produtos embalados (*packer/filler*, em inglês), importadores tanto de materiais para embalagens quanto de embalagens (*importer*, em inglês) e comerciantes atacadistas (*wholesaler*, em inglês) e varejistas (*seller*, em inglês) de embalagens, conjuntamente denominados produtores (*producer*, em inglês), passaram a ser obrigados, individual ou coletivamente por meio de uma entidade gestora (*compliance scheme*, em inglês), a recuperar/reciclar uma quantidade de embalagens proporcionalmente à quantidade de embalagens com que lidaram (*handled*, em inglês) no ano anterior, variando a proporção conforme a categoria do produtor (vide o 3(5)(b)(i) e o anexo 2 – *Schedule 2*, em inglês – do regulamento). O regulamento impôs, ainda, uma obrigação de certificação (*certifying obligation*, em inglês), consistente na apresentação, à autoridade ambiental competente (*the appropriate agency*, em inglês) de um certificado de *compliance* (*certificate of compliance*, em inglês) atestando o cumprimento da meta (vide o 3(5)(b)(ii) e o 23 do regulamento). No cumprimento individual, o certificado deveria ser acompanhado de um relatório (*returns*, em inglês) com as seguintes informações: quantidade, em toneladas, dos resíduos de embalagens fornecidos aos operadores de recuperação/reciclagem (*reprocessors*, em inglês); quantidade, em toneladas, de cada tipo de material de embalagem recebido pelos operadores; nome e endereço dos operadores, assim como as datas em que os resíduos foram entregues a eles (vide o 22(1) e o 22(2) do regulamento). No cumprimento coletivo, a apresentação do relatório dependia de solicitação pela autoridade competente (ver o 24(1) do regulamento). Nesse quadro

A diferença entre a maneira tradicional de fazer logística reversa, aqui denominada prospectiva, e os créditos de logística reversa, outra maneira de fazer logística reversa e aqui denominada retrospectiva, é simplesmente uma questão de perspectiva: organizar (e pagar) para fazer ou organizar (e pagar) o que já foi feito, respectivamente.

Embora simples, essa diferença de perspectiva tem implicações profundas sobre a forma de fiscalizar o cumprimento das obrigações de logística reversa. Quando a logística reversa ainda não existe, é natural o setor empresarial ter que se organizar primeiro para só depois fazer o que a legislação cria (olhar prospectivo), muitas vezes até pela falta, ou a concentração em poucas regiões do país, da infraestrutura necessária para o retorno e a subsequente destinação final ambientalmente adequada. Isso gera, pelo menos em um primeiro momento, uma maior proximidade do setor empresarial com a entidade gestora e um controle maior das atividades por ela exercidas.

Diferentemente, no caso dos créditos (olhar retrospectivo), a logística reversa já acontece no mercado e, por isso, a entidade gestora é mais uma comercializadora de certificados, no fundo documentos (ou um conjunto deles) que atestam o cumprimento dos deveres legais. O foco é mais no resultado do que já é feito que no como fazer. No jargão econômico, fala-se em uma solução de mercado que reduz os custos de transação: o setor empresarial não precisa se envolver (tanto) na logística reversa e, assim, pode concentrar seus esforços nos seus negócios.

regulatório, os operadores passaram a emitir – e os produtores e as entidades gestoras a adquirir – as chamadas notas de recuperação de embalagens (*packaging recovery notes* – PRN em inglês) atestando a recuperação/reciclagem dos materiais. As PRN passaram a ter previsão legal expressa no regulamento de 2005, que substituiu o de 1997. Um resumo do decreto de 1997 é fornecido por Edwards (1997). Uma descrição do sistema britânico e sua comparação com o sistema alemão (vide nota 50 acima) são fornecidas por Bailey (1999).

Embora nas duas perspectivas – prospectiva e retrospectiva – a entidade gestora seja uma intermediária entre o setor empresarial e os chamados operadores (gerenciadores de resíduos, do retorno à destinação final ambientalmente adequada), o grau de ingerência do setor empresarial na tomada de decisão, pela entidade gestora, sobre a organização da logística reversa é bastante diferente: maior na primeira situação e quase inexistente na segunda.

Daí a necessidade de assegurar a lisura da documentação que lastreia os créditos. No Brasil, essa documentação é composta, de um lado, pelas notas fiscais de comercialização dos materiais residuais e, de outro lado, pelo certificado de destinação final (CDF) ambientalmente adequada, documento autodeclaratório emitido eletronicamente no módulo do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir)^{53,54}.

Quanto às notas fiscais, é necessário verificar se são verdadeiras e se não foram apresentadas em duplicidade. Essa averiguação é tarefa do verificador de resultados, figura criada sob o nome original de verificador independente pelo Decreto Federal nº 11.044/2022, substituído pelo Decreto Federal nº 11.413/2023. Tem o formato jurídico de pessoa jurídica de direito privado e deve ser contratada pela entidade gestora, emissora dos créditos.⁵⁵ Na prática, as notas fiscais são submetidas a um software que verifica a veracidade delas no sistema da Receita Federal e compara as notas entre si para garantir a não

⁵³ Criado pelo art. 12 da Lei Federal nº 12.305/2010 e disponível em <<https://www.sinir.gov.br>>.

⁵⁴ O MTR foi previsto inicialmente para os resíduos objeto de PGRS (vide a [Portaria MMA nº 280/2020](#)) e depois para os resíduos sujeitos à logística reversa (vide o art. 15, §1º do [Decreto Federal nº 11.936/2022](#), que regulamenta a Lei Federal nº 12.305/2010).

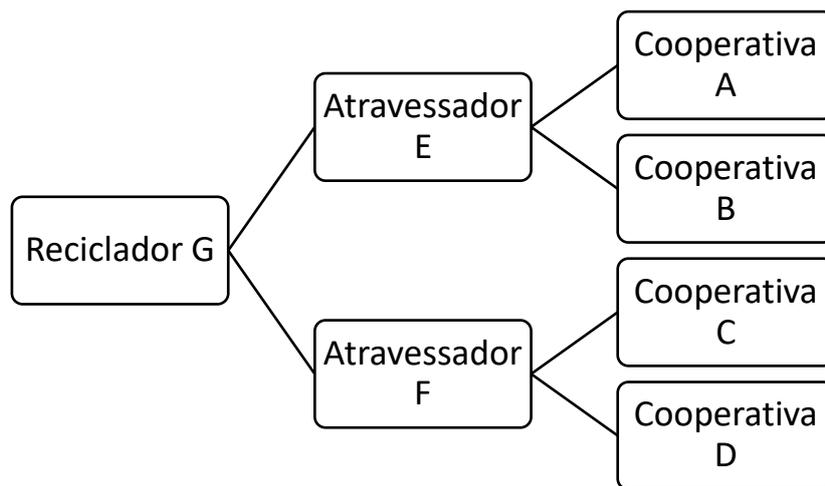
⁵⁵ Paradoxalmente, apesar de somente a entidade gestora poder emitir crédito (ou certificado) de logística reversa, o dever de contratar o verificador de resultados também existe para os sistemas individuais de logística reversa.

duplicidade. A existência de mais de um verificador de resultados exige, evidentemente, a comunicação entre os diferentes sistemas. Por armazenar informações sobre a movimentação dos resíduos em todo o país, é no mínimo questionável a natureza privada do software e do próprio verificador.

Mais desafiador que evitar a duplicidade de notas fiscais é evitar a duplicidade de massa de resíduos (declarada nas notas) ao longo da cadeia, do descarte do resíduo à destinação final ambientalmente adequada. Para ilustrar o problema, tomemos o exemplo de quatro cooperativas de catadoras e de catadores de materiais recicláveis (A, B, C e D), dois atravessadores⁵⁶ (E e F) e um reciclador (G). As cooperativas A, B, C e D triam, cada uma, 100 toneladas de embalagens recicláveis. As cooperativas A e B comercializam o material triado ao atravessador E e as cooperativas C e D ao atravessador F. Os atravessadores E e F, por sua vez, acumulam, cada um, as 200 toneladas recebidas das cooperativas e comercializam o material acumulado ao reciclador G, que recebe e dá a destinação final ambientalmente adequada ao total de 400 toneladas. Como as 100 toneladas iniciais declaradas nas notas fiscais de saída emitidas por cada uma das quatro cooperativas são as mesmas 200 toneladas declaradas nas notas fiscais de saída emitidas por cada um dos dois atravessadores e as mesmas 400 toneladas declaradas nas notas fiscais de entrada emitidas pelo reciclador, surge a necessidade prática de decidir quais notas de quais operadores aceitar e quais notas de quais operadores não aceitar.

Figura 2 – Duplicidade de massa ao longo da cadeia

⁵⁶ Intermediários da cadeia que acumulam materiais recicláveis.



Fonte: elaboração do autor

Curiosa e absurdamente, o art. 10 do Decreto Federal nº 11.044/2022 admitia as notas fiscais emitidas por todos e quaisquer operadores, da cooperativa ao reciclador para continuar no exemplo acima. No Decreto Federal nº 11.413/2023, que o revogou o Decreto Federal nº 11.044/2022, isso mudou: as notas fiscais emitidas *por* recicladores deixaram de ser admitidas,⁵⁷ mas passou a se admitir apenas as notas fiscais emitidas *para* recicladores, exceto no caso de notas fiscais emitidas por cooperativas (art. 15, §§7º e 8º).

A “solução” para o problema da duplicidade de massa de acordo com os decretos é, de um lado, relacionar a massa declarada na nota fiscal com a declarada no CDF emitido pelo reciclador, em clara duplicidade de sistemas: um privado do verificador de resultados para averiguar as notas fiscais e outro público das autoridades ambientais para controlar a movimentação dos resíduos do descarte à destinação final.

De outro lado, os decretos passaram a exigir uma auditoria.⁵⁸ O Decreto Federal nº 11.044/2022 falava em auditoria anual por terceira

⁵⁷ Diferentemente do modelo inglês, que admite apenas notas (de recuperação de embalagens, as PNR) apenas dos recicladores. Vide a nota 52, acima.

⁵⁸ Já existente e praticado no modelo tradicional de implementar logística reversa, aqui denominado prospectivo.

parte custeada pela entidade gestora (art. 9º, §2º) que incluísse “a verificação de documentos emitidos pelos operadores e pela entidade gestora, as vistorias em suas instalações e a avaliação de cumprimento da legislação ambiental” (art. 9º, §3º). Já o Decreto Federal nº 11.413/2023 menciona a auditoria apenas documental (art. 15, §2º) a cargo do verificador de resultados, atribuição essa no mínimo redundante, para não dizer estranha: que independência tem a pessoa que audita a documentação que ela mesmo verificou? ⁵⁹

Se toda essa sistemática realmente leva à redução do custo de transação pretendida com a criação do modelo de créditos é algo que, a meu ver, merece maior atenção pela pesquisa econômica.

5. FINALIZANDO PELO COMEÇO: O ECODESIGN

A logística reversa, apesar de incidir sobre a etapa final do ciclo de vida dos produtos, é um mecanismo de intervenção *indireta* no ecodesign (CIPRIANO, 2023b), que é a etapa inicial. Por meio da logística reversa, o Estado, em vez de prescrever como os produtos devem ser projetados, manda o setor empresarial assegurar o retorno e a subsequente destinação final ambientalmente adequada de parcela dos produtos que coloca no mercado na esperança de que as empresas, querendo reduzir seus custos de logística reversa, redesenhem os seus produtos para que menos resíduos sejam gerados no pós-consumo.

Tem sido argumentado, principalmente na seara acadêmica, que fazer logística reversa coletivamente bloqueia esse incentivo de melhoria no ecodesign dos produtos, pois os produtos residuais

⁵⁹ No contexto das concessões, nas quais o verificador independente é contratado para aferir a performance da concessionária (Sartal e Barnabé, 2019), a independência dele já foi questionada pelo Tribunal de Contas da União (TCU). Vide, por exemplo, o [acórdão 498/201 – Plenário](#), rel. Min. Vital do Rego, sessão de 10/3/2021, relativo à concessão de unidade de conservação federal. O TCU entendeu que a contratação e a remuneração do verificador independente pela própria concessionária, dentro de uma relação jurídica privada, não garante a isenção dele.

descartados pelo consumidor são gerenciados em massa e independentemente de quem os tenha colocado no mercado, isto é, sem qualquer identificação e separação dos produtos com mais investimento em ecodesign – e, portanto, cuja destinação final é mais fácil e menos custosa – e daqueles sem ou com menor investimento em ecodesign – e, portanto, cuja destinação final é mais difícil e mais cara. Se os pagamentos às entidades gestoras não levam em consideração quem investe e quem não investe em ecodesign, não há incentivo para o investimento.

Embora exista quem questione a validade empírica desse argumento e sugira mais pesquisa, embasada em avaliação do ciclo de vida (ACV)⁶⁰, para confirmá-lo no contexto de cada setor sujeito à logística reversa (ATASU, 2018), ele serviu para modificar a [Diretiva 2008/98/CE](#) em 2018, cujo artigo 8a(4)(c) passou a exigir que as contribuições financeiras das empresas às entidades gestoras sejam

determinadas, quando possível, para produtos ou grupos de produtos semelhantes, tendo em conta, nomeadamente, a sua durabilidade, reparabilidade e possibilidade de reutilização e de reciclagem, bem como a presença de substâncias perigosas, segundo uma abordagem baseada no ciclo de vida, consentânea com os requisitos previstos no direito da União aplicável e baseada, caso existam, em critérios harmonizados a fim de assegurar o bom funcionamento do mercado interno.

Essa estratégia é denominada ecomodulação e pode ser resumida como a diferenciação das contribuições financeiras que as empresas pagam às entidades gestoras mediante descontos e

⁶⁰ A ACV é, de acordo com as normas técnicas 14.040 e 14.044 da Organização Internacional de Normalização (*International Standardisation Organization* – ISO, em inglês) que padronizam a sua metodologia, a “compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida”.

acréscimos no pagamento conforme os atributos ambientais dos produtos. Fora da União Europeia, onde a ecomodulação ainda está começando a ser implementada, ela é encontrada também na legislação de alguns entes subnacionais do Canadá e dos EUA (LIFSET *et al.*, 2023).

A ecomodulação traz uma série de desafios (LIFSET *et al.*, 2023), a começar pela definição dos atributos ambientais dos produtos nos quais a diferenciação dos pagamentos deve se basear e dos critérios de verificação de cada um dos atributos definidos.⁶¹ Além disso, é possível – para não dizer provável – que certos atributos apresentem *trade-offs* entre si⁶² ou com atributos não ambientais dos produtos⁶³, o que remete à necessidade de ACV⁶⁴. Isso sem falar na repercussão que os atributos definidos podem ter sobre a inovação, a depender do produto regulado.

A existência de mais de uma entidade gestora, caso típico da logística reversa de embalagens no Brasil, e a mundialização do comércio, a qual permite que produtos fabricados em um país sejam usados e descartados em outro, exigem a harmonização das práticas de ecomodulação adotadas por diferentes sistemas de logística reversa para um mesmo produto em diferentes jurisdições. Isso esbarra na questão sobre a tomada de decisão sobre a ecomodulação: ela deve ser definida concertadamente no interior de cada entidade gestora, em uma espécie de autorregulação setorial, ou imposta pela regulação estatal?

⁶¹ Micheaux e Aggeri (2021) oferecem alguns exemplos práticos.

⁶² Por exemplo, se uma embalagem for menos intensiva em recursos naturais (haverá menos massa de material a reciclar), mas contiver substâncias químicas perigosas.

⁶³ Por exemplo, se uma embalagem for reutilizável ou reciclável, mas a embalagem reutilizada ou reciclada não atender às especificações – sanitárias, de segurança etc. – do produto.

⁶⁴ Vide a nota 60 acima.

Seja como for, a ecomodulação é uma tarefa nova e igualmente complexa, que exige levantamento de dados sobre o setor do produto regulado, notadamente sobre as práticas de ecodesign já adotadas e monitoramento do sucesso da diferenciação dos pagamentos em carrear as mudanças de ecodesign desejadas, as quais podem levar algum tempo.

Outra maneira de intervir no ecodesign dos produtos mais diretamente é a imposição de metas de reuso, modalidade de destinação final ambientalmente adequada superior à reciclagem consoante a hierarquia de resíduos do art. 9º da Lei Federal nº 12.305/2010. A grande dificuldade desse tipo de meta é como contabilizar e comprovar a reutilização.⁶⁵

No estado de São Paulo, por exemplo, a Decisão de Diretoria da Cetesb nº 127/2021 passou a permitir a redução da meta quantitativa de reciclagem aplicável às embalagens *descartáveis* (não reutilizáveis) considerando a quantidade de embalagens *retornáveis* (reutilizáveis) colocadas no mercado e efetivamente retornadas à cadeia produtiva. A regra estabelecida foi a seguinte: “para cada 5% da taxa de embalagens de vidro retornáveis colocadas no mercado será descontado 1% da meta necessária para o cumprimento da meta quantitativa de embalagens de vidro descartáveis” (item 6.1).

Para tanto, o regulamento exige a medição e a apresentação do “volume em massa de embalagens de vidro retornáveis e descartáveis colocadas no mercado” (item 6.2), bem como a disponibilização, por cinco anos e sempre que solicitado pela autoridade ambiental paulista,

⁶⁵ Tradicionalmente, as metas de reciclagem – que, a rigor, são metas de *retorno* – incidem sobre a quantidade de produtos colocada no mercado em determinado período. A parcela de produtos descartada é retirada de circulação. Quando reciclada, essa parcela permite a comparação do que foi colocado no mercado (produto) com o que foi retirado dele (resíduo) e, assim, o cumprimento da meta é auferida. Contudo, no caso do reuso, isso não acontece, pois o produto continua em circulação. Em termos conceituais, na reutilização o produto sequer chega a se tornar resíduo. Se isso é verdade, fica difícil – para não dizer impossível – medir o que não existe (CIPRIANO, 2023b).

da seguinte documentação (item 6.4): os documentos fiscais referentes à quantidade de embalagens descartáveis e retornáveis colocadas no mercado anualmente; os documentos que comprovam as quantidades de embalagens retornáveis que retornaram para as fábricas entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de cada ano; e os documentos fiscais referentes às quantidades de embalagens retornáveis que foram encaminhadas para reciclagem no mesmo período.

Com a superveniência do Decreto Federal nº 11.300/2022, há quem sustente, com base no art. 24, §4º do texto constitucional⁶⁶, a perda de eficácia da regra paulista que permite o abatimento da meta de reciclagem das embalagens de vidro descartáveis com a comprovação do retorno de embalagens de vidro descartáveis, pois o decreto federal restringiu a logística reversa às embalagens de vidro descartáveis, excluídas as retornáveis (art. 9º, §3º).

Mas a intervenção jurídica sobre o ecodesign dos produtos pode ser ainda mais direta, como acontece com o art. 31, I,⁶⁷ e o art. 32⁶⁸ da Lei

⁶⁶ “§4º A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário.”

⁶⁷ “Art. 31. Sem prejuízo das obrigações estabelecidas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos e com vistas a fortalecer a responsabilidade compartilhada e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange:

I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:

a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada;

b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível; [...]”.

⁶⁸ “Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§1º Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm;

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§2º O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no caput.

§3º É responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que:

I - manufatura embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens;

Federal nº 12.305/2010, o primeiro relativo aos produtos em geral e o segundo específico para embalagens. Os comandos dos dois dispositivos são extremamente genéricos e ainda carecedores de regulamentação. Um primeiro passo na concretização desses deveres genéricos de ecodesign da PNRS são as metas de conteúdo reciclado do Decreto Federal nº 11.300/2022 sobre embalagens de vidro, discutidas no subitem 3.5 acima. Embora o objetivo primordial desse tipo de meta seja fomentar a reciclagem do vidro, o uso de matéria-prima reciclada substitui o uso de matéria-prima virgem, o que pode ser benéfico ambientalmente a depender da avaliação de ciclo de vida que compare os impactos ambientais das embalagens de vidro com e sem conteúdo reciclado.

Pode acontecer, ainda, de intervenções igualmente diretas e mais específicas serem veiculadas por lei em sentido formal, isto é, por ato normativo editado pelo Poder Legislativo. É o que se observa, no Brasil, em relação a sacolas plásticas e produtos descartáveis em geral. Diversos entes políticos, sobretudo em nível municipal, têm editado leis ora banindo esses produtos, ora exigindo a substituição deles por alternativas consideradas ecologicamente superiores, ora disciplinando mais detalhadamente o design, especialmente a composição química e o layout.

O interesse municipal na regulação desses produtos (art. 30, I e II da Constituição Federal) costuma ser justificado pela sobrecarga que o gerenciamento deles no fim de vida – ou seja, depois de terem se tornando resíduos – representa para os entes locais, encarregados do manejo de RSU de acordo com a Lei Federal nº 11.445/2005 (saneamento) e a Lei Federal nº 12.305/2010 (PNRS). Em defesa das sacolas plásticas e dos produtos descartáveis, costuma-se argumentar

II - coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.”

– primeiro – que, não sendo eles proibidos pela legislação federal, não podem ser banidos por estados e municípios e – segundo – que demais exigências afetam o comércio interestadual, assunto de competência legislativa privativa da União (art. 22, VIII, da Constituição Federal).

Há pouco mais de um ano, o Supremo Tribunal Federal decidiu que leis municipais obrigando a substituição de sacolas plásticas por sacolas biodegradáveis são constitucionais, tanto formal quanto materialmente.⁶⁹

Aliás, não surpreende a discussão em torno do ecodesign desses – e de outros – produtos alcançar a seara constitucional, afinal regular diretamente o ecodesign de produtos implica restrições na liberdade – frequentemente intocada – de decidir *o que* produzir (CIPRIANO, 2023b; CIPRIANO, 2022b).

SÍNTESE CONCLUSIVA

Tendo como pano de fundo a onipresença das embalagens em nossa vida cotidiana e misturando teoria e prática, iniciei o texto discutindo o que é economia circular e quais são os seus impactos metodológicos sobre o direito ambiental, com destaque para a importância de esse ramo jurídico olhar a regulação do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida em vez de se limitar ao licenciamento ambiental de instalações produtivas.

Nesse contexto do ciclo de vida das coisas e focando as embalagens, comecei pela etapa final do produto e discuti a logística reversa, que é um dos instrumentos direito ambiental dos resíduos. Após mapear a legislação federal e estadual aplicável, procurei mostrar duas coisas: primeiro, a definição de embalagem é funcional e relacional; segundo, *de lege lata* nem todas as embalagens se sujeitam ao regime da logística reversa, apenas as que compõem a fração seca

⁶⁹ STF, Recurso Extraordinário nº 732.686/SP, rel. Min. Luiz Fux, j. 19/10/2022.

dos resíduos sólidos urbanos e – *de lege ferenda* – dos resíduos equiparáveis.

Na sequência, evidenciei a diferenciação de regimes jurídicos de logística reversa de embalagens e o consequente esvaziamento do acordo setorial de 2015, com destaque para uma tendência de regulação por tipo de material.

Passei, então, à descrição dos dois principais tipos de metas de logística reversa, geográficas (relativas à cobertura territorial mínima dos sistemas de logística reversa) e quantitativas (referentes à quantidade mínima de resíduos a ser retornada proporcionalmente à quantidade de produtos colocada no mercado e que têm sido erroneamente designadas “metas de reciclagem”). Quanto às últimas, expliquei como são aferidas no caso concreto e apontei dificuldades da coexistência de metas nacionais, regionais e estaduais.

Discuti, por fim, três aspectos fundamentais sobre como fazer – e assim, entender – a logística reversa. Primeiro, o retorno dos produtos (para a subsequente destinação final ambientalmente adequada) pode ocorrer mediante coleta, devolução ou outra modalidade, conforme a regulação específica do setor. Segundo, é possível cumprir a logística reversa tanto em relação aos próprios produtos colocados no mercado (cumprimento individual) quanto independentemente de quem os tenha colocado no mercado (cumprimento coletivo). No último caso, a logística reversa costuma ser organizada para um grupo de empresas pelas chamadas entidades gestoras. Terceiro, é possível olhar para a implementação da logística reversa tanto prospectiva quanto retrospectivamente. No primeiro caso (modelo alemão), a logística reversa é inexistente e as empresas precisam se organizar para estruturar e pôr em funcionamento todo um sistema de infraestrutura e de operações. Na segunda hipótese (modelo inglês), já existe um mercado de logística reversa e, por isso, as empresas preocupam-se

apenas em pagar pelos resultados do que já aconteceu, os chamados créditos (ou certificados) de logística reversa.

Terminei o texto pela etapa final do produto: o seu (eco)design. Embora a logística reversa tenha sido concebida para incentivar melhorias no ecodesign dos produtos a ela sujeitos, a maneira coletiva de implementá-la tem sido vista como um bloqueio a esse incentivo, por não ser possível identificar. Uma das soluções para contornar esse obstáculo é diferenciar os pagamentos das empresas às entidades gestoras com base nos atributos ambientais dos produtos que colocam no mercado: resumidamente, quem investe (mais) em ecodesign deve pagar menos pela logística reversa, enquanto quem não investe ou investe menos deve pagar mais. Essa estratégia é conhecida na União Europeia como ecomodulação.

Mas a logística reversa, com ou sem ecomodulação, é só um maneira – indireta – de intervir no ecodesign das coisas. Há outros instrumentos de intervenção mais direta. Um exemplo são as metas de conteúdo reciclado, já impostas no Brasil para as embalagens de vidro. Outra maneira é prescrever detalhadamente as características do produto (composição, funcionalidade, performance etc.) ou, ainda, simplesmente bani-lo, de que é ilustrativa a guerra legislativa e jurisprudencial que tem sido travada contra os produtos descartáveis.

Discutir juridicamente o ecodesign das coisas que produzimos e consumimos passa, necessariamente, por discutir restrições à liberdade sobre o que produzir e consumir, ainda muito pouco enfrentada pelo direito em geral e pelo direito ambiental em particular, a explicar, a meu ver, a onipresença das embalagens.

REFERÊNCIAS

ATASU, Atalay. Operational perspectives on extended producer responsibility. *Journal of Industrial Ecology* 23 (2018), p. 744-750.

BAILEY, Ian. Flexibility, harmonization and the single market in EU environmental policy: the Packaging Waste Directive. *Journal of Common Market Studies* 37:4 (1999), p. 549-571.

CIPRIANO, Tasso Alexandre Richetti Pires. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e remuneração dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos. *Interesse Público* 21 (2023a), p. 187-211.

____. *Waste prevention through product ecodesign regulation in Brazilian and EU environmental law*. Baden-Baden: Nomos, 2023b.

____. Mitos e verdades sobre a logística reversa no Brasil. In: VIEIRA, Luciane Klein; FRAINER, Victória Maria (Org.). *A implementação das diretrizes das nações unidas de proteção ao consumidor em matéria de consumo sustentável no direito brasileiro*. São Leopoldo: Casa Leiria, 2022a, p. 301-320.

____. Pauta ambiental do STF para 2022 destaca regulação de produtos. *JOTA*, 8/1/2022 (2022b). Disponível em <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/pauta-ambiental-do-stf-2022-destaca-regulacao-produtos-08012022>.

____. O conceito de fabricante no direito brasileiro dos resíduos. *Revista de direito ambiental*, v. 86, 2017, p. 239-258

____. Juridificação dos resíduos no Brasil. In: PHILIPPI JR., Arlindo; PASSOS DE FREITAS, Vladimir; SPÍNOLA, Ana Luiza Silva. (Org.). *Direito ambiental e sustentabilidade*. Barueri: Manole, 2015, p. 155-205.

EDWARDS, David. Packaging waste – facing up to the responsibility. *Business Law Review* 8/9 (1997), p. 195-197.

LIFSET, Reid; KALIMO, Harri; JUKKA, Antti; KAUTTO, Petrus; MIETTINEN, Mirella. Restoring the incentives for eco-design in extended producer responsibility: the challenges for eco-modulation. *Waste Management* 168 (2023), p. 189-201.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO); FUNDO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA (IFAD); FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF); WORLD FOOD PROGRAMME (WFP); ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *The state of food security and nutrition in the world 2023: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum*. Rome: FAO, 2023, disponível em <https://doi.org/10.4060/cc3017en>, acesso em 5/11/2023.

KIRCHHER, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. “Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions”. *Resources, Conservation & Recycling* 127 (2017), p. 221-32.

KIRCHHER, Julian *et. al.* “Conceptualizing the circular economy (revisited): an analysis of 221 definitions”. *Resources, Conservation & Recycling* 194 (2023), disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344923001374>, último acesso em 28/12/2023.

KLEIN, Matthias; MEHDORN, Ilka. *Verpackungsgesetz: Kommentar*. Munique: C. H. Beck, 2024.

MICHEAUX, Helen; AGGERI, Franck. Eco-modulation as a driver for eco-design: a dynamic view of the French collective EPR scheme. *Journal of Cleaner Production* 289 (2021).

ODUM, Eugene P.; BARRETT, Gary W. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

RUMMLER, Thomas; SCHUTT, Wolfgang. *Verpackungsverordnung: Praxishandbuch mit Kommentar*. Hamburg: Behr's, 1991.

SARTAL, Estevam Palazzi; BARNABÉ, André Isper Rodrigues. “Verificador independente: conceito, finalidade, escopo de atuação e formas de contratação”. *Revista de Direito Público da Economia* 67 (2019), p. 137-159.

STRECKER, Arthur; BERNDT, Dieter. *Kommentar zur Verpackungsverordnung*. Heidelberg: Recht und Wirtschaft, 1992.

3. RESÍDUOS ESPACIAIS SOB A ÓRBITA JURÍDICA E TECNOLÓGICA.

Ana Paula Bortoleto⁷⁰

Kátia Oliver Sá⁷¹

Laíze Lantyer Luz⁷²

Victor Habib Lantyer⁷³

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.003

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da nova corrida espacial em 2021, o mundo testemunhou uma transformação significativa no cenário da exploração espacial. Impulsionada pela competição entre bilionários e empresas privadas, como Virgin Galactic, Blue Origin e SpaceX, a exploração do espaço ultrapassou os limites da pesquisa científica e

⁷⁰ Engenheira civil pela Universidade Estadual de Campinas, com mestrado e doutorado pela Universidade de Tóquio em Engenharia Urbana e Ambiental, e livre-docência em Design pela Universidade de São Paulo (FAUUSP). Atualmente é coordenadora do Programa de Doutorado em Ambiente e Sociedade - NEPAM/Unicamp.

⁷¹ Doutorado (2009) e Mestrado (2002) em Educação pela Universidade Federal da Bahia. Em 2013 desenvolveu e concluiu estudos, pesquisa e estágio de Pós-doutoramento no PPG da Faculdade de Educação da UNICAMP em História e Filosofia da Educação. Atualmente é professora do Curso de Licenciatura em Educação Física e membro do colegiado do Programa da Pós-Graduação em Políticas Sociais e Cidadania da Universidade Católica do Salvador (UCSal) e atua como membro do Centro de Escrita Científica - CEC da UCSal, desde 2018. Doutora em Educação pela FACED/UFBA Pós-doutora em Filosofia e História da Educação pela FE/UNICAMP

⁷² Doutoranda e Mestra em Políticas Sociais e Cidadania pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL) e Doutorado Sanduíche pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Portugal (Bolsa CAPES). Pós-Graduada em Gestão Sustentável pela Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA. Pós-Graduada em Direito Ambiental e Gestão de Resíduos Sólidos Socialmente Integrada pela Universidade Federal da Bahia (GERSI/UFBA). Graduada em Direito pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL).

⁷³ Mestrando em Direitos Fundamentais e Alteridade pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL). Pós-Graduado em LL.M (Master of Laws) em Direito Empresarial pela Faculdade Baiana de Direito. Graduado em Direito pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL).

governamental para se tornar um campo de interesse comercial e turístico. Paralelamente, o avanço tecnológico resultou na redução dos custos de operações espaciais e no aumento da acessibilidade ao espaço, destacando o papel emergente de startups e nanossatélites. Contudo, este progresso trouxe consigo um problema crítico: o acúmulo de resíduo espacial. Com milhares de toneladas de detritos orbitais, variando de fragmentos de satélites a estágios de foguetes e objetos relacionados a missões, a questão do resíduo espacial se tornou uma preocupação ambiental e de segurança universal.

O acúmulo de resíduos espaciais, composto por uma vasta gama de objetos deixados pelo homem em órbita ao redor da Terra, representa um problema crescente e complexo (O'Callaghan, 2019). Esta categoria de resíduos inclui satélites fora de funcionamento, fragmentos resultantes de colisões ou deterioração, estágios de foguetes, e até ferramentas e outros objetos perdidos durante missões espaciais (O'Callaghan, 2019). O desafio apresentado por esses resíduos não é apenas ambiental, mas também de segurança, pois esses objetos, viajando a velocidades extremamente altas, representam um risco significativo de colisão com satélites operacionais, espaçonaves tripuladas e a própria Estação Espacial Internacional (O'Callaghan, 2019).

Com base em estimativas derivadas de modelos estatísticos, a Agência Espacial Europeia (ESA) reporta que existem aproximadamente 36.500 objetos de detritos espaciais maiores que 10 cm, cerca de 1 milhão de objetos variando de 1 cm a 10 cm, e aproximadamente 130 milhões de objetos com dimensões entre 1mm e 1 cm orbitando a Terra (ESA, 2022). Desde 1961, mais de 630 eventos de fragmentação foram registrados, sendo a maioria desses eventos atribuída a explosões causadas pelo combustível residual em foguetes e a colisões ou anomalias resultantes em fragmentação adicional (ESA, 2022). Entre os incidentes de colisões diretas, apenas sete foram

documentados, com o mais notável sendo a colisão do satélite russo inativo Kosmos 2251 com o satélite de telecomunicações ativo Iridium 33 (Iberdrola, 2022).

A gestão efetiva desses detritos é dificultada pela sua abundância e diversidade, assim como pela complexidade de rastreá-los e removê-los de forma segura da órbita (O'Callaghan, 2019). O aumento contínuo de lançamentos espaciais, especialmente por entidades privadas, agrava ainda mais a situação, tornando urgente a necessidade de soluções inovadoras e cooperação internacional para lidar com este problema (O'Callaghan, 2019).

Neste sentido, a presente pesquisa almeja investigar o impacto crescente do resíduo espacial na sustentabilidade das operações espaciais e na segurança em órbita. As questões-chave incluem: Como o aumento da atividade espacial privada e comercial contribui para o acúmulo de resíduos espaciais? Quais são os riscos associados ao crescente volume de detritos espaciais para as futuras missões espaciais, incluindo a segurança da Estação Espacial Internacional, satélites em operação e possíveis missões tripuladas? Como fazer face ao aumento exponencial dos resíduos espaciais fruto do aumento da intensidade da utilização do espaço para diferentes fins? Qual a responsabilidade jurídica dos privados que se dedicam à exploração espacial? Qual a responsabilidade dos Estados onde ocorre o lançamento? Além disso, busca-se entender como as lacunas nas regulamentações atuais impactam a gestão efetiva do resíduo espacial.

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar o impacto do aumento do resíduo espacial resultante da nova corrida espacial e propor soluções viáveis para mitigar seus riscos. Os objetivos específicos: (i) analisar o crescimento da atividade espacial privada e seu papel na geração de resíduos espaciais, (ii) identificar e avaliar os riscos associados ao acúmulo de resíduos espaciais, incluindo potenciais colisões e seus impactos nas operações espaciais, (iii) examinar as

regulamentações internacionais atuais relativas à gestão do resíduo espacial e identificar suas lacunas, (iv) explorar soluções tecnológicas e políticas para a remoção e gestão eficaz do resíduo espacial.

A pesquisa será conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando análise de documentos e revisão da literatura existente. Fontes primárias incluirão relatórios de agências espaciais como NASA, ESA e ROSCOSMOS, além de dados de organizações relevantes como a Union of Concerned Scientists e a UNOOSA. A análise também envolverá revisão de tratados internacionais, como o Tratado do Espaço Sideral da ONU, e estudos jurídicos sobre direito espacial. Além disso, serão considerados estudos de caso de incidentes envolvendo resíduos espaciais e iniciativas atuais para mitigar o problema, como as Diretrizes das Nações Unidas para a Mitigação de Detritos Espaciais. A pesquisa será complementada por uma análise de tendências tecnológicas emergentes na gestão de resíduos espaciais.

Os descritores principais utilizados para a pesquisa serão "Resíduo Espacial", "Exploração Espacial", "Sustentabilidade Ambiental" e "Riscos de Colisão", combinados pelos operadores booleanos "AND" e/ou "OR". Para a seleção dos estudos, serão adotados critérios de inclusão como publicações entre 2010 e 2023 que abordem a problemática do resíduo espacial, seu impacto nas operações espaciais e as questões ambientais e de segurança relacionadas. Serão excluídos estudos que não apresentem metodologias claras ou que careçam de fundamentação teórica consistente. A análise foca em um conjunto abrangente de estudos que proporcionem uma compreensão detalhada sobre a gestão de resíduos espaciais e as implicações para a sustentabilidade das atividades espaciais, incluindo os desafios éticos e riscos associados.

2. O PROBLEMA DO RESÍDUO ESPACIAL

O ano de 2021 é o marco para a chamada nova corrida espacial no mundo, onde a disputa entre bilionários tem impulsionado um novo

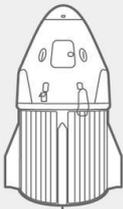
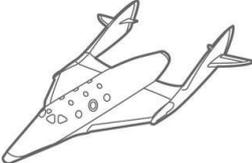
modelo de negócio relacionado à exploração espacial (Paiva, 2022). No dia 11 de julho, a empresa Virgin Galactic®, de Richard Branson, inaugurou os voos espaciais turísticos, levando seis tripulantes civis, entre eles o próprio Richard Branson, alcançando a marca de 100 quilômetros da superfície da Terra (Paiva, 2022).

Em 20 de julho de 2021, nove dias após o voo da Virgin Galactic®, a empresa Blue Origin®, do bilionário Jeff Bezos, que estava a bordo da nave, viajou por dez minutos fora da órbita da Terra sem um piloto e com seis tripulantes civis, entre eles uma aviadora de 92 anos e um estudante de 18 anos (Paiva, 2022). Em setembro do mesmo ano, a Space X®, de Elon Musk, fez um voo para o espaço apenas com civis, fazendo o percurso de três dias ao redor da Terra (Paiva, 2022). Essa foi a viagem em que os civis chegaram mais longe, desde o programa Apollo (G1, 2021; Costa, 2021). Entretanto, essa é uma realidade para poucos, a passagem de uma viagem suborbital pela Virgin Galactic® pode chegar à 450.000 dólares americanos por tripulante enquanto para voos orbitais pela Blue Origin® podem custar cerca de 55 milhões de dólares americanos por assento (Roulette, 2021).

Em outubro de 2021, a Rússia chamou a atenção por fazer o primeiro filme gravado no espaço, com o diretor Klim Shipenko e a atriz Yulia Peresild, junto com um cosmonauta (Paiva, 2022). Ao todo, foram 12 dias na Estação Espacial Internacional gravando o primeiro filme de ficção no espaço (Paiva, 2022). Dias depois, o ator americano William Shatner, que interpretou o Capitão Kirk de Star Trek (Jornada nas Estrelas), se torna aos 90 anos, a pessoa mais velha a ir ao espaço, através da empresa Blue Origin (Paiva, 2022).

As diferenças entre as naves de turismo espacial

Veja detalhes de cada missão tripulada com civis

Naves	 Falcon 9	 New Shepard	 VSS Unity
Dono	Elon Musk	Jeff Bezos	Richard Branson
Empresa	SpaceX	Blue Origin	Virgin Galactic
Tipo	Foguete espacial	Foguete espacial	Misto de avião e foguete
Tripulantes	7* 	4 	6 
Condução	Autônoma	Autônoma	2 pilotos
Duração do voo	2m e 38s + 3 dias em órbita	10 minutos	20 minutos
Velocidade	1.500 km/h	3.700 km/h	3.700 km/h
Local de decolagem	Cabo Canaveral, Flórida	Van Horn, Texas	Truth or consequences, Novo México
Status	Primeiro voo tripulado com civis a ir para a órbita da Terra	1º voo espacial civil tripulado sem piloto	Primeiro voo espacial civil tripulado
Data de lançamento	15/09/21	20/07/21	11/07/21

*Capacidade máxima, porém na missão "Inspiration4" serão apenas 4 tripulantes

Fontes: NASA, SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic



Infográfico elaborado em: 13/09/2021

Fonte: G1. SpaceX, de Elon Musk, decola para 1º voo orbital com civis no espaço. G1,

São Paulo, 15 set. 2021. Disponível em:

<https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2021/09/15/spacex-de-elon-musk-faz-lo-voo-orbital-com-civis-no-espaco.ghtml> . Acesso em: 21 dez. 2023.

De acordo com a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos EUA (National Aeronautics and Space Administration - NASA, na sigla em inglês), com os avanços tecnológicos adquiridos ao longo da história, o custo para operações de lançamento espacial já caiu 25 vezes. A tendência é de queda desses custos no futuro,

principalmente com o avanço tecnológico dos nanossatélites, pesando menos de 10 quilos, permitindo que qualquer startup, em qualquer lugar do mundo, possa ser competitiva no mercado espacial (Granemann, 2022). Antes era necessário contar com a cooperação e patrocínio de diversas nações para financiar empreitadas através de agências governamentais espaciais (Marasciulo, 2021). Durante a última década, os programas espaciais governamentais passaram a sofrer significativos cortes de custos, abrindo o caminho para as empresas privadas no setor, em grande parte financiadas por bilionários entusiastas do setor (Marasciulo, 2021).

Em 23 de maio de 2019, a Space X® enviou os primeiros 60 satélites do sistema Starlink, com objetivo de prover internet de alta velocidade a partir do espaço para qualquer lugar do globo terrestre (Galileu, 2019). Naquele momento, de acordo com a Union of Concerned Scientists, entidade de cientistas para proteção ambiental, havia pouco mais de 2 mil satélites operando em órbita (Galileu, 2019). A empresa britânica OneWeb® começou em fevereiro de 2019 a operar seis satélites (Galileu, 2019). A BlueOrigin® também começou a trabalhar neste período com um projeto composto por 3,2 mil satélites para prover internet (Galileu, 2019).

De acordo com a Euronconsult, as viagens espaciais representam uma pequena parcela do lucro do mercado espacial, enquanto a prestação de serviços de telecomunicação e navegação correspondem respectivamente a 41% e 51% dos 370 bilhões de dólares movimentados no setor globalmente durante 2021 (Granemann, 2022). Segundo a Morgan Stanley's Space Team, em 2040, o faturamento anual do mercado espacial será superior a 1 trilhão de dólares (Granemann, 2022).

Diante da nova corrida espacial, a órbita espacial da Terra está cada vez mais ocupada por satélites, criando uma série de problemas ao planeta (Shepardson, 2022). Em um recente comunicado, a

Comissão Federal de Comunicações (FCC, na sigla em inglês), agência norte-americana responsável pelo licenciamento das viagens comerciais ao espaço, informou que as regras vigentes foram desenvolvidas majoritariamente para uma outra era, e, por isso, estão defasadas (Shepardson, 2022). Uma das preocupações atuais do FCC está relacionada com a criação de novas regras dentro dos Estados Unidos para regularizar a proliferação intensa de satélites em órbita e novas atividades em altitudes mais altas (Shepardson, 2022). O FCC busca também novas formas de limpar os detritos orbitais, uma vez que existem milhares de toneladas cúbicas de resíduo espacial (Shepardson, 2022). Tem se buscado tornar viável a manutenção, fabricação e montagem no espaço, possibilitando reabastecer, consertar satélites e até montar novos sistemas em órbita (Shepardson, 2022).

Segundo a Agência Espacial Europeia (ESA), na categoria de resíduo espacial incluem-se: carga útil, que se refere, principalmente, a satélites, incluindo fragmentos resultado da deterioração ou de colisões; foguetes, que são restos dos estágios utilizados para colocar a missão em órbita, também incluindo os resultados da deterioração ou colisões; e os objetos relacionados às missões, como ferramentas perdidas, a exemplo de parafusos, câmeras, cabos, dentre outros (Iberdrola, 2022). A ESA, através do Space Debris Office, fornece um relatório anual sobre o resíduo espacial desde 2016. Desde 1957, foram lançados 6220 foguetes, sem contar com os lançamentos que falharam (ESA, 2022). Conforme o supracitado relatório, existe um total de 13.320 satélites colocados na órbita da Terra por estes foguetes, estando apenas 8.580 deles ainda no espaço e 6.100 em plena atividade (ESA, 2022). O número de objetos de detritos regularmente rastreados pelas Redes de Vigilância Espacial e mantidos em seu catálogo é um total de 31.740. Estimando-se, portanto, que exista uma massa total de mais de 10.000 toneladas de detritos espaciais na órbita da Terra (ESA, 2022).



Fonte: THE EUROPEAN SPACE AGENCY. We're launching more than ever. Paris, 3 mar. 2021. Infográfico. Disponível em: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/03/We_re_launching_more_than_ever. Acesso em: 21 dez. 2023.

O infográfico acima apresentado pela United Nations Office for Outer Space Affairs em colaboração com a European Space Agency (ESA) ilumina o notável aumento no número de lançamentos de espaçonaves desde o início da era espacial até os dias atuais e projeta tendências para o futuro próximo, especificamente até depois de 2025.

O gráfico revela uma mudança significativa no setor espacial: o número de lançamentos de empresas privadas disparou recentemente, refletindo uma nova era na exploração espacial. Ao mesmo tempo, nota-se que o tamanho médio dos satélites está se reduzindo, indicando avanços tecnológicos que permitem que dispositivos menores realizem funções anteriormente possíveis apenas por satélites maiores.

Os dados que embasam este infográfico, atualizados até junho de 2023, têm suas origens no registro da ONU de objetos lançados no espaço para os últimos 20 anos e no banco de dados ESA DISCOS para informações anteriores e classificações adicionais. Esses dados não apenas registram a atividade humana no espaço, mas também servem de premissa para uma preocupação crescente com o meio ambiente espacial. Segundo a UNOOSA, o Escritório das Nações Unidas para Assuntos Espaciais (The United Nations Office for Outer Space Affairs, em inglês), os 3700 satélites ativos em 2021 dividem órbita com 8800 toneladas de resíduo espacial, sendo ao menos 26 mil objetos com mais de 10 centímetros rastreados pelas agências espaciais, considerando os fragmentos sem monitoramento, esse número pode chegar a 129 milhões (Marasciulo, 2021).

Viajando a uma velocidade de 28 mil km/h, o choque entre detritos e uma nave espacial pode gerar colisões com gigantescos prejuízos (Viggiano, 2021). A primeira colisão averiguada com lixo espacial catalogado ocorreu em 1996, danificando seriamente o satélite de reconhecimento militar francês Cerise (Esa, 2005). Uma das mais graves colisões espaciais da história aconteceu em 2009, quando o satélite russo em inatividade Kosmos-2251, colidiu com o satélite de telecomunicações dos Estados Unidos, Iridium 33, ainda ativo, numa altura de 789 quilômetros, resultando numa nuvem de detritos de mais de 10 centímetros, que gerou em efeito cascata outros acidentes (Marasciulo, 2021). E o custo para evitar essas colisões é enorme. São

horas gastas no solo monitorando o espaço e a atmosfera, calculando o risco e planejando manobras, sem mencionar o combustível extra gasto e a ciência perdida e os dados coletados enquanto os instrumentos estão desligados.

O Astronautics Research Group da Universidade de Southampton no Reino Unido, identificou que a constelação de satélites Starlink, lançada em 2019 pela Space X® de Elon Musk, se envolveu em cerca de 1600 encontros perigosos entre veículos espaciais por semana (Marasciulo, 2021). Uma dessas colisões ocorreu em abril de 2021, quando os destroços de um lançamento caíram em uma fazenda no centro de Washington nos Estados Unidos (Yahoo Finanças, 2022). Outro episódio ocorreu no dia 8 de julho de 2022, quando um pedaço da espaçonave da Space X®, medindo três metros colidiu a 25 mil km/h numa fazenda no estado de New South Wales, na Austrália, sem vítimas ou danos patrimoniais (Yahoo Finanças, 2022). Estima-se que quando todos os 12 mil satélites autorizados pelo FCC estiverem em órbita, a Starlink poderá se tornar responsável por 90% das aproximações com risco de colisão (Marasciulo, 2021).

O problema tem se tornado tão crítico, que algumas agências espaciais têm desenvolvido protótipos de espaçonaves lixeiras, capazes de recolher detritos em órbita (Marasciulo, 2021). A ESA formou parcerias com empresas privadas para o desenvolvimento de novas missões e tecnologias que removerão o resíduo espacial da órbita da Terra. O Programa de Tecnologia de Suporte Geral da ESA e a empresa de tecnologia espacial HPS GmbH estão colaborando no desenvolvimento do projeto "velas de arrasto" conhecido como Drag Augmentation Deorbiting Subsystem (ADEO). Essas velas ajudam a acelerar a descida de uma espaçonave para a atmosfera da Terra, onde ela se queimará após o término de sua missão. Isso reduz a chance de que ela se envolva em uma colisão e libera a órbita útil para outro satélite (ESA, 2021)

E não é somente para a exploração pelas agências espaciais ou para viagens sub e orbitais privadas, o espaço também atrai interesse de um setor bastante poderoso de várias potências: o militar, onde armas e tecnologias militares são desenvolvidas para serem colocadas em órbita. Entretanto, de acordo com a agência espacial russa, ROSCOSMOS, a quantidade de resíduo espacial que circula na órbita baixa da Terra (distância menor de 2 mil km do planeta) aumentará como efeito colateral desses avanços e poderá atingir o limiar da síndrome de Kessler (@roscomos, 2020). Kessler (2010) desenvolveu uma teoria que no caso de um alto volume de resíduo espacial na órbita baixa da Terra, objetos como satélites começariam a se chocar com esse resíduo, produzindo um efeito em cadeia gerando ainda mais resíduo espacial. Isso acarretaria consequências significativas, como a impossibilidade de voos espaciais, a interrupção das comunicações globais ou o enfraquecimento da inteligência militar, incluindo problemas com a Estação Espacial Internacional.

A Índia realizou em 2019 um teste de uma arma antissatélite, batizado como Missão Shakti, para destruir um satélite a 300 km da Terra que gerou mais de centenas de fragmentos (aproximadamente 50 continuam em órbita). O teste foi criticado por diversas agências espaciais e causou uma discussão global sobre as consequências da política espacial (Raju, 2019). O professor Ram S. Jakhu, da Faculdade de Direito da Universidade McGill, no Canadá, explica que esses problemas têm surgido não por falhas nos tratados internacionais, e sim nas distorções na interpretação dos documentos, especialmente para agradar a interesses políticos, particulares e comerciais (Marasciulo, 2021).

Assinado em 1967, o Tratado do Espaço Sideral da Organização das Nações Unidas (ONU) determina que o espaço não pode ser reivindicado por nenhuma nação, bem como que o Acordo da Lua de 1979, também da ONU, estabelece que o espaço não pode ser explorado

comercialmente (Medeiros, 2022). Contudo, Estados Unidos e Rússia, no contexto da Guerra Fria nos anos 80 e 90, não assinaram nenhum dos dois tratados (Medeiros, 2022). Atualmente, os Estados Unidos têm desenvolvido o Acordo Artemis, através do qual os países signatários poderão explorar a Lua de forma conjunta e cooperativa, mas sem apoio da China e Rússia (Medeiros, 2022).

O Tratado do Espaço Sideral da ONU foi ratificado por 111 nações, ofertando princípios amplos para direcionar a atividade das nações, mas deixando uma série de lacunas legais acerca de diversos pontos (Hanlon, Autry, 2022). Por um lado, ele não fornece definições claras de “fins pacíficos” e “devido respeito”, podendo criar uma série de conflitos na prática (Hanlon, Autry, 2022). Por outro lado, define que o espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes. Define ainda que não poderá ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio.

Entretanto, o Tratado garante a liberdade de exploração e uso do espaço por toda humanidade, fazendo apenas duas ressalvas: (1) a Lua e outros corpos celestes só podem ser usados para fins pacíficos, e (2) as atividades conduzidas no espaço devem ser feitas com o devido respeito aos interesses correspondentes de todos os outros Estados integrantes do acordo (Hanlon, Autry, 2022). Os Estados partes do Tratado têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não-governamentais.

Os Estados partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração

de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim. Ainda de acordo com o tratado, a nação que lance ou ordene o lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e qualquer nação, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes.

O Comitê das Nações Unidas sobre os Usos Pacíficos do Espaço Exterior, é responsável pelas questões atinentes às atividades espaciais desde 1959 e o mandato do comitê de 95 membros é o incentivo e promoção da cooperação internacional, bem como estudo de problemas legais relacionados à exploração espacial (Hanlon, Autry, 2022). Entretanto, o comitê não tem qualquer poder coercitivo, sem capacidade de impor princípios e diretrizes estabelecidos no Tratado Espacial Exterior de 1967 ou mesmo obrigar os membros a negociarem (Hanlon, Autry, 2022).

Apesar dos tratados protegerem os Estados de danos causados por detritos, não existe nenhuma consequência legal para quem gera, lança ou abandona o seu resíduo no espaço. Outro problema é o número crescente de fragmentos não rastreáveis que não permitem a identificação da origem do responsável. O artigo 9º do Tratado do Espaço Sideral, que fala sobre evitar os efeitos prejudiciais da contaminação espacial, é o único que se preocupa marginalmente com a questão ambiental (Brasil, 1969). De acordo com Timiebi Aganaba, professora assistente de Espaço e Sociedade na Universidade do Estado do Arizona, nos Estados Unidos, o melhor caminho é focar na prevenção

de que mais detritos sejam lançados no espaço, já existindo algumas iniciativas neste sentido, como as Diretrizes das Nações Unidas para a Mitigação de Detritos Espaciais de 2007 (Aganaba, 2021).

Importante salientar que o artigo 1º da Convenção relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico, de 12 de novembro de 1974, ratificado pelo Brasil em 2006, define que o termo Estado-Lançador como aquele que promove o lançamento ou lança diretamente um objeto espacial independentemente do local físico em que ocorra o fato. O termo “objeto espacial” inclui as partes de um objeto espacial, assim como seu veículo propulsor e respectivas partes componentes, incluindo o resíduo espacial gerado.

No caso de um Estado-Parte não conseguir rastrear e identificar um objeto espacial que lhe tenha causado danos (tanto a pessoas física ou jurídica) por consequência da aplicação dos dispositivos impostos pela Convenção relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico, este poderá solicitar aos Estados possuidores de instalações de observação e rastreamento espaciais para tentarem, na medida mais ampla possível, a identificação de tal objeto. Ao apresentar este pedido, o Estado-Parte deverá fornecer as mais amplas informações possíveis sobre o momento, a natureza e as circunstâncias dos fatos que deram origem ao pedido. As condições em que se prestará tal auxílio serão objeto de acordo entre as partes interessadas.

À medida que a nova corrida espacial ganha impulso, incentivada pela inovação tecnológica e pelo capital privado, enfrentamos desafios sem precedentes relacionados aos resíduos espaciais e sua gestão. A proliferação de satélites e outros detritos na órbita terrestre não apenas representa um risco para as operações espaciais atuais e futuras, mas também levanta questões críticas sobre responsabilidade e regulamentação. O aumento do tráfego espacial, marcado por eventos históricos como voos turísticos espaciais e filmagens no espaço, exige uma resposta coordenada e eficaz para

garantir a sustentabilidade a longo prazo do ambiente espacial. Enquanto organizações como a FCC e a ESA esforçam-se para desenvolver novas regras e tecnologias para mitigar o impacto dos detritos espaciais, a necessidade de uma abordagem mais holística e regulamentação internacional torna-se cada vez mais evidente.

A situação atual evidencia a lacuna existente entre a evolução tecnológica e a regulamentação legal no espaço. Apesar dos esforços para limpar e gerenciar os detritos espaciais, a ausência de um quadro legal abrangente e universal para o espaço ultraterrestre continua a ser um obstáculo significativo. Os tratados existentes, como o Tratado do Espaço Sideral da ONU, fornecem princípios gerais, mas não abordam especificamente a questão dos detritos espaciais e suas implicações ambientais e de segurança. À medida que a atividade espacial se expande e se torna mais acessível, é imperativo que a comunidade internacional trabalhe em conjunto para desenvolver normas e regulamentos que não apenas protejam os interesses de todos os Estados, mas também preservem o espaço para as gerações futuras. A necessidade de uma governança espacial eficaz e responsável nunca foi tão crítica quanto é agora, no limiar de uma nova era na exploração espacial.

3. JURISDIÇÃO E RESPONSABILIDADE NO DIREITO ESPACIAL: DEBATES E DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

O campo do Direito Espacial, embora relativamente jovem, tem enfrentado desafios crescentes e debates intrincados, especialmente no que tange à jurisdição e responsabilidade. A expansão das atividades espaciais, impulsionada tanto por avanços tecnológicos quanto pelo crescente interesse de diversos Estados e entidades privadas, trouxe à tona questões complexas de regulamentação e governança. Este cenário é ainda mais complicado pela ambiguidade em torno da delimitação entre o espaço aéreo e o espaço sideral, uma questão que tem sido objeto de discussão intensa e contínua. A falta de consenso

sobre esta fronteira não apenas desafia a aplicação clara de leis e tratados existentes, mas também levanta preocupações sobre a gestão e responsabilidade por atividades e resíduos no espaço.

No cerne deste debate, encontra-se a dualidade de regimes de responsabilidade para danos causados por objetos espaciais, conforme descrito pela Convenção de 1974. Dependendo de onde ocorre o dano - seja na superfície terrestre, em aeronaves em voo, ou no espaço sideral - diferentes princípios de responsabilidade são aplicados, variando entre objetiva e subjetiva. Esta distinção revela a complexidade inerente ao Direito Espacial, onde os princípios de soberania estatal, direitos humanos, proteção ambiental e a necessidade de cooperação internacional se entrelaçam. A evolução da jurisdição estatal no contexto do direito internacional, refletida nas abordagens "funcionalistas" e "espacialistas", demonstra uma busca contínua pelo equilíbrio entre os interesses nacionais e as necessidades globais, especialmente no que diz respeito à proteção do meio ambiente e à gestão de resíduos espaciais.

Bittencourt Neto (2011) explica que a Convenção de 1974 prevê quanto a responsabilidade internacional dos Estados por objetos espaciais, um duplo regime que depende do local onde ocorreu o dano. Se o dano ocorreu na superfície terrestre ou em uma aeronave em voo, o Estado-lançador deverá responder de forma objetiva, independente de culpa (Bittencourt Neto, 2011). Já se o dano for causado a outro objeto espacial, a responsabilidade será subjetiva, dependendo do nexo de causalidade e de imperícia, imprudência, negligência ou dolo do agente (Bittencourt Neto, 2011).

A evolução do conceito de soberania na contemporaneidade, permite identificar que existem limites ao poder de jurisdição do Estado, estabelecido pelo Direito Internacional, impondo o dever de respeito aos vizinhos, os direitos humanos de seus respectivos povos e a natureza do planeta (Bittencourt Neto, 2011). O território, dentro do

Direito Internacional, passou a desempenhar um papel funcional, e portanto, relativo, em relação a determinados assuntos como a proteção do meio ambiente e direitos humanos (Bittencourt Neto, 2011).

O Direito Internacional surgiu amparado no conceito de soberania estatal, que produz reflexos tanto internamente, com poder amplo sobre a população daquele território, quanto externamente, referente a independência internacional (Bittencourt Neto, 2011). Deste modo, a jurisdição estatal, compreendida como a capacidade de exercer funções públicas, incluindo a função do monopólio estatal da força, se encontra restrito ao território nacional, definido por limites prescritos no Direito Internacional (Bittencourt Neto, 2011).

Neste sentido, Bittencourt Neto (2011) leciona que existe um grande debate jurídico no âmbito internacional acerca das divisas entre espaço aéreo e o espaço sideral, fazendo com que a doutrina se divida entre “funcionalistas” e “espacialistas”. Os “espacialistas” defendem a delimitação da fronteira entre espaço aéreo e ultraterrestre, e a dos “funcionalistas” entendem que isso é impossível e supérfluo essa delimitação (Bittencourt Neto, 2011). Durante a Guerra Fria, os soviéticos defendiam a delimitação de fronteiras aéreas/ultraterrestre, e os norte-americanos defendiam a posição “funcionalista” (Bittencourt Neto, 2011).

Com o fim da Guerra Fria esta divergência não foi resolvida, com os países mantendo suas respectivas posições históricas (Bittencourt Neto, 2011). O Brasil defende a delimitação e definição do espaço ultraterrestre desde as primeiras discussões no Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço Exterior (COPUOS) (Bittencourt Neto, 2011). Os Estados que se dizem “funcionalistas” defendem que é impossível e desnecessária a delimitação da fronteira entre espaço aéreo e ultraterrestre, argumentando que devem ser consideradas espaciais todos aqueles empreendimentos que explorem ou que planejam explorar o território ultraterrestre (Bittencourt Neto, 2011).

Diante da divergência histórica, nenhum dos cinco grandes tratados de Direito Espacial existentes tentou definir ou delimitar o espaço ultraterrestre, assim como o Direito Aéreo não buscou estabelecer seus limites no âmbito internacional (Bittencourt Neto, 2011). Essa ausência de regulamentação internacional, para alguns doutrinadores, seria o indicativo de anuência tácita com a corrente "funcionalista" (Bittencourt Neto, 2011).

Guido Silva Soares (2006) afirma que os principais tratados multilaterais sobre Direito Internacional do Meio Ambiente dividem-se nos seguintes temas: mega espaços ambientais; proteção de elementos de flora e fauna, pesca internacional, combate à desertificação e proteção da biodiversidade; luta contra a poluição industrial e movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos; espaços marítimos e oceânicos; rios transfronteiriços, lagos e bacias internacionais; atmosfera, camada de ozônio e clima; uso pacífico da energia nuclear e desarmamento; patrimônio mundial natural e cultural; comércio e meio ambiente; e, por fim, responsabilidade e reparação de dano.

A delimitação entre o espaço aéreo e o espaço sideral é um debate jurídico que impacta a aplicação de leis e tratados. No contexto dos resíduos espaciais, esta delimitação torna-se crucial (i) Jurisdição e Responsabilidade: A definição clara de onde termina o espaço aéreo e começa o espaço sideral determina a jurisdição e as leis aplicáveis. Por exemplo, detritos na órbita terrestre baixa podem ser considerados sob jurisdição internacional, enquanto detritos mais próximos da Terra podem cair sob leis nacionais; (ii) Implementação de Tratados: A delimitação influencia como tratados podem ser adaptados para resíduos espaciais. Se o espaço sideral for considerado uma jurisdição separada, tratados específicos para resíduos espaciais podem ser necessários.

A ausência de regulamentação internacional específica para o espaço sideral, juntamente com a contínua evolução da soberania estatal no contexto do direito internacional, levanta questões críticas sobre a responsabilidade e a gestão ambiental no espaço. Enquanto os tratados existentes, como o Tratado do Espaço Sideral da ONU, fornecem um quadro geral para as atividades espaciais, eles deixam lacunas significativas em relação à gestão de resíduos espaciais. A situação é complicada pelo debate contínuo entre abordagens "funcionalistas" e "especialistas" sobre a delimitação do espaço ultraterrestre. Essa divergência, não resolvida desde a Guerra Fria, reflete nas políticas atuais e na eficácia dos esforços internacionais para enfrentar o crescente problema dos resíduos espaciais. Portanto, a necessidade de um consenso internacional sobre a delimitação do espaço e a implementação de regulamentos eficazes para a gestão de resíduos espaciais se torna cada vez mais urgente, não apenas para garantir a segurança e sustentabilidade das atividades espaciais futuras, mas também para proteger o ambiente terrestre e os interesses globais no espaço.

4. COMPARATIVO ENTRE A GESTÃO DE RESÍDUOS TERRESTRES E ESPACIAIS: UMA PERSPECTIVA LEGAL E AMBIENTAL

A correlação entre a lei internacional de resíduos terrestres e os resíduos espaciais revela semelhanças e diferenças importantes na abordagem e na gestão desses problemas ambientais. Enquanto a legislação internacional sobre resíduos terrestres foca na prevenção, gestão e minimização do impacto ambiental dos resíduos na Terra, o desafio dos resíduos espaciais exige uma abordagem mais complexa devido à sua natureza única e ao ambiente em que se encontram.

Nas leis de resíduos terrestres, a responsabilidade recai principalmente sobre o país onde os resíduos são gerados. Há uma série de convenções e acordos internacionais que regem a transferência transfronteiriça de resíduos perigosos, como a Convenção de Basileia.

No espaço, por outro lado, o Tratado do Espaço Sideral estabelece que os Estados lançadores são responsáveis pelos objetos lançados, incluindo seus resíduos. No entanto, a gestão dos resíduos espaciais é complicada pela falta de jurisdição clara e pela dificuldade em atribuir responsabilidades por detritos que podem ter se fragmentado ou mudado de órbita ao longo do tempo.

A Convenção de Basileia, um tratado internacional de 1989, regula a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos e a sua disposição. Seu principal objetivo é proteger a saúde humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos resultantes do transporte e gestão inadequada desses resíduos. A Convenção foca em reduzir o movimento de resíduos perigosos entre nações, especialmente de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, e promove a gestão ambientalmente racional de resíduos perigosos. Aplicando os princípios da Convenção de Basileia ao contexto dos resíduos espaciais, podemos explorar ideias semelhantes para regular e gerenciar detritos deixados na órbita da Terra:

- (i) Princípio da Minimização: Assim como a Convenção de Basileia incentiva a minimização da geração de resíduos perigosos, um tratado sobre resíduos espaciais poderia promover a minimização da criação de detritos espaciais. Isso poderia envolver regulamentações mais rigorosas sobre o design de satélites e veículos de lançamento para garantir que produzam o mínimo de detritos possível;
- (ii) Responsabilidade pelo Próprio Resíduo: A Convenção responsabiliza os países pela gestão dos resíduos gerados dentro de suas fronteiras. Uma abordagem similar poderia

- ser aplicada aos resíduos espaciais, onde as nações ou empresas privadas responsáveis pelo lançamento de satélites seriam responsáveis pela remoção de seus detritos após o fim da vida útil do satélite;
- (iii) Restrições ao Movimento Transfronteiriço: Enquanto a Convenção de Basileia regula o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos, no contexto espacial, isso se traduziria em regulamentações sobre a colocação e movimentação de objetos em órbitas específicas, para evitar a poluição de "espaços" comuns e essenciais, como as órbitas geoestacionárias;
 - (iv) Gestão Ambientalmente Racional: Assim como a Convenção de Basileia promove a gestão ambientalmente racional de resíduos perigosos, um tratado sobre resíduos espaciais poderia estabelecer diretrizes para a disposição segura e ambientalmente responsável de detritos espaciais, incluindo técnicas de reentrada controlada ou métodos para movimentar detritos para órbitas onde eles possam se desintegrar de forma segura;
 - (v) Cooperação Internacional: a Convenção de Basileia encoraja a cooperação internacional na gestão de resíduos perigosos. Da mesma forma, a gestão efetiva dos resíduos espaciais exigiria colaboração global, incluindo partilha de tecnologia, conhecimento e recursos para rastrear, monitorar e, eventualmente, remover detritos espaciais.

Na gestão de resíduos terrestres, as leis tendem a se concentrar em estratégias de reciclagem, reutilização e minimização da produção de resíduos. Estratégias internacionais, como as promovidas pela Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, buscam reduzir o impacto ambiental dos resíduos. Em contraste, a gestão de resíduos espaciais ainda está em uma fase inicial, com foco na prevenção da geração de mais detritos e no desenvolvimento de tecnologias para remover os detritos já existentes, como evidenciado pelas Diretrizes das Nações Unidas para a Mitigação de Detritos Espaciais.

Tanto na gestão de resíduos terrestres quanto espaciais, a cooperação internacional é crucial. A gestão eficaz dos resíduos terrestres muitas vezes requer acordos entre países para lidar com problemas transfronteiriços. Da mesma forma, a natureza global dos resíduos espaciais exige um esforço internacional coordenado, já que os detritos em órbita não respeitam fronteiras nacionais e podem afetar todos os usuários do espaço. Ambos os domínios enfrentam desafios na implementação de leis e diretrizes. Nos resíduos terrestres, as diferenças nas capacidades de gestão de resíduos entre países podem levar a desafios na implementação de normas internacionais. Nos resíduos espaciais, a falta de tecnologia viável para a remoção de detritos e a complexidade de coordenar esforços entre diferentes nações e entidades privadas representam obstáculos significativos.

A inovação é fundamental em ambos os campos para resolver os desafios apresentados. No caso dos resíduos terrestres, inovações em reciclagem e gestão sustentável são vitais. Para os resíduos espaciais, o desenvolvimento de novas tecnologias para rastreamento, monitoramento e remoção de detritos é essencial para um gerenciamento eficaz. Enquanto as leis de resíduos terrestres estão mais desenvolvidas e implementadas, a gestão de resíduos espaciais ainda está em uma fase emergente, requerendo desenvolvimento

tecnológico e uma abordagem jurídica mais refinada para lidar com os desafios únicos que apresenta.

5. POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Com o objetivo de reduzir a geração de resíduo espacial foram propostas várias medidas. A NASA, em 1995, foi a primeira agência espacial a estabelecer procedimentos para a minimização dos detritos que, dois anos depois, contribuiu para o desenvolvimento de um conjunto de Práticas Padrões para Mitigação dos Detritos Espaciais aprovado pelo governo dos EUA (U.S. Government, 2019). Em sequência, outros países e organizações estabeleceram seus próprios modelos de práticas de prevenção de resíduo espacial.

Entretanto, deve-se considerar alguns pontos importantes quando o assunto é a prevenção do resíduo espacial. Primeiramente, o material utilizado na fabricação dos componentes de satélites, aeronaves etc. Muitos desses componentes são feitos de alumínio, que tem um baixo ponto de fusão. Como resultado, esses componentes normalmente se desintegram em grandes altitudes, logo no início da reentrada. Por outro lado, se um componente é feito de materiais com pontos de fusão mais altos (como titânio, aço inoxidável e berílio), o objeto se deteriorará a uma altitude mais próxima do solo ou, em muitos casos, pode chegar ao solo sem se desintegrar ou mesmo quase intacto. Alguns objetos têm ainda uma proteção exterior que retarda a deterioração do objeto interior, causada pelo atrito com o ar, na reentrada na atmosfera.

Outro fator importante é a reentrada desse resíduo na atmosfera terrestre, onde a maior parte é destruída. Isto pode ocorrer tanto por uma queda orbital (reentrada não-controlada, sistema passivo), como por entrada controlada (processo ativo). Entretanto há sempre o risco de permanecerem fragmentos ou mesmo peças inteiras desses objetos e não há garantias que a sua queda ocorra em locais desabitados ou com menor risco de colisão com seres humanos. No

caso da queda controlada, utiliza-se normalmente uma grande quantidade de combustível propelente para ajustar o ângulo correto para a reentrada e, assim, garantir que o oceano seja o local da queda.

Tradicionalmente, os sistemas passivos eram a principal opção para a reentrada desses equipamentos espaciais devido à sua maior simplicidade. No entanto, recentemente, os métodos ativos estão ganhando proeminência. Algumas das novas soluções de reentrada ativa incluem uma espaçonave separada que pode ser acoplada ao satélite extinto para levá-lo a órbitas mais baixas, onde os satélites podem concluir a reentrada usando seu próprio decaimento de arrasto (Nasa, 2023). Esse método ativo pode exigir recursos de navegação e operação de missão, tornando-o inconveniente e mais caro para algumas missões de espaçonaves pequenas. De modo geral, os métodos de reentrada ativa ainda são desafiadores para espaçonaves pequenas, pois essa demanda aumenta a complexidade do projeto e utiliza massa e volume valiosos (Bonin, 2013). Recentemente, o projeto europeu *RemoveDebris*, com pequenas espaçonaves, implementou uma variedade de sistemas de reentrada ativos e passivos para provar a viabilidade de tais tecnologias no espaço (University of Surrey, 2023).

A Agência Espacial Europeia introduziu a abordagem "Zero Debris", visando limitar significativamente a produção de detritos nas órbitas da Terra e da Lua até 2030 para todas as suas futuras missões, programas e atividades (Esa, 2023a; Esa, 2023b). Essa abordagem inclui uma Política e Requisitos atualizados de Mitigação de Detritos Espaciais, que entraram em vigor em novembro de 2023 (Esa, 2023a; Esa, 2023b). Esses novos requisitos se concentram em reduzir a duração da fase de disposição em órbita baixa da Terra para um máximo de cinco anos, garantindo uma maior probabilidade de descarte bem-sucedido e introduzindo novos requisitos para a evitação de colisões e coordenação do tráfego espacial (Esa, 2023a; Esa, 2023b). A ESA também enfatiza a importância da cooperação internacional e

incentiva outras entidades espaciais a aderirem à Carta Zero Debris, uma iniciativa global comprometida com um ambiente espacial sustentável (Esa, 2023a; Esa, 2023b).

A tecnologia de remoção ativa de detritos (ADR) também está ganhando força, com empresas como a Astroscale desenvolvendo soluções para remover ativamente satélites obsoletos e grandes detritos da órbita (Mansfield, 2023). Sistemas aprimorados de rastreamento e monitoramento, como os desenvolvidos pela LeoLabs, estão fornecendo dados precisos críticos para a evitação de colisões e estratégias de mitigação de detritos (Mansfield, 2023). Esses sistemas são vitais para manter uma compreensão atualizada do ambiente orbital e para planejar operações espaciais seguras e sustentáveis (Mansfield, 2023).

Há também um crescente interesse no serviço de satélites no espaço, com empresas como Astroscale, Northrop Grumman, Maxar e Airbus trabalhando em conceitos para se aproximar e acoplar a espaçonaves quebradas ou sem combustível para prolongar sua vida útil (Roulette, 2023). A empresa australiana Neumann Space está desenvolvendo tecnologia que poderia reciclar satélites antigos e obsoletos em combustível, usando o metal sucateado para gerar impulso de plasma para novos satélites (Roulette, 2023).

Por último, o mercado de remoção de detritos espaciais está projetado para crescer significativamente, de USD 0,1 bilhão em 2023 para USD 0,6 bilhão até 2028 (Mansfield, 2023). Esse crescimento reflete a crescente conscientização sobre os riscos representados pelos detritos espaciais e a importância de manter um ambiente orbital seguro para as atuais e futuras atividades espaciais (Mansfield, 2023).

Essas iniciativas e avanços tecnológicos representam um avanço significativo no enfrentamento do desafio dos detritos espaciais, destacando a responsabilidade compartilhada na

administração do nosso ambiente orbital para a segurança e sustentabilidade de todas as atividades espaciais. Há outras inúmeras propostas para coletar o resíduo espacial existente. Alguns sugerem a utilização de rebocadores automatizados, vassouras de laser para desintegrar ou agrupar as partículas em órbita, bolhas de aerogel para absorver o resíduo que colidam com elas e a criação de um aterro orbital que poderia ter uma utilidade futura (Mark, 2019). Todas essas propostas visam, exclusivamente, evitar colisões a fim de prevenir a formação de novos fragmentos de resíduo espacial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação do cenário de exploração espacial, impulsionada pelo aumento das atividades comerciais e privadas, resultou em um acúmulo significativo de detritos orbitais. Estes detritos, incluindo satélites inativos e estágios de foguetes, representam riscos ambientais e de segurança, afetando operações espaciais futuras, como missões tripuladas e a integridade da Estação Espacial Internacional. Os desafios de rastrear e remover esses detritos de forma segura são complexos, ressaltando a necessidade de soluções inovadoras e cooperação internacional. O crescente volume de resíduos espaciais aumenta os riscos de colisões catastróficas, podendo causar danos significativos a satélites operacionais e estruturas espaciais vitais. Há lacunas nas regulamentações existentes e questões sobre a responsabilidade jurídica dos entes privados e dos Estados no contexto da exploração espacial.

Para mitigar os detritos espaciais, foram propostas várias medidas, incluindo procedimentos estabelecidos por agências espaciais e iniciativas como a abordagem "Zero Debris". As tecnologias emergentes de remoção ativa de detritos e a melhoria dos sistemas de rastreamento e monitoramento são cruciais. A cooperação internacional robusta é essencial para enfrentar eficazmente o problema dos detritos espaciais. Comparando a gestão de resíduos terrestres e espaciais, evidenciam-se diferenças notáveis nas abordagens. A gestão terrestre foca na prevenção, reciclagem

e minimização de resíduos, enquanto a gestão espacial enfrenta desafios adicionais devido ao ambiente único.

Problemas específicos incluem a falta de jurisdição clara e a dificuldade em atribuir responsabilidades por detritos que mudam de órbita ou se fragmentam. Aplicar princípios da Convenção de Basileia ao contexto espacial, incluindo a minimização da geração de detritos espaciais e responsabilização pelos resíduos gerados, poderia ser benéfico. Contudo, a gestão espacial requer inovações tecnológicas adicionais para rastrear, monitorar e remover detritos em órbita. A cooperação internacional é crucial na gestão de resíduos espaciais, assim como nos esforços transfronteiriços na gestão terrestre. Embora existam semelhanças nos princípios de gestão, as diferenças nos desafios exigem abordagens distintas e inovadoras para a gestão eficaz dos resíduos espaciais.

Em conclusão, uma abordagem holística e coordenada é necessária para a gestão de resíduos espaciais, envolvendo o desenvolvimento de novas tecnologias, a implementação de políticas eficazes e a cooperação internacional. Sem essas medidas, o ambiente orbital ao redor da Terra poderá se tornar cada vez mais inseguro e insustentável para futuras operações espaciais, ressaltando a urgência de encontrar soluções viáveis e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AGANABA, Timiebi. If a satellite falls on your house, space law protects you – but there are no legal penalties for leaving junk in orbit. The Conversation, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://theconversation.com/if-a-satellite-falls-on-your-house-space-law-protects-you-but-there-are-no-legal-penalties-for-leaving-junk-in-orbit-160757> . Acesso em: 21 dez. 2023.

BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. Limite Vertical à Soberania dos Estados: Fronteira entre Espaço Aéreo e Ultraterrestre. 2011. Tese (Doutorado em Direito Internacional), - Faculdade de Direito do Largo São Francisco, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2011. Orientador: CASELLA, Paulo Borba. p. 177. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2135/tde-15052012-095902/publico/Olavo_de_Oliveira_Bittencourt_Neto_DO.pdf >. Acesso em 08 agosto 2022.

BONIN, G. et al. The CanX-7 Drag Sail Demonstration Mission: Enabling Environmental Stewardship for Nano- and Microsatellites. 2013. 27th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites

BRASIL. Decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969. Promulga o Tratado sobre Exploração e Uso do Espaço Cósmico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d64362.html . Acesso em: 21 dez. 2023

CAVALCANTE, Daniele. Agência Espacial Europeia lança infográficos e podcasts sobre o lixo espacial. CanalTech, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/agencia-espacial-europeia-lanca-infograficos-e-podcasts-sobre-o-lixo-espacial-178822/> . Acesso em: 9 ago. 2022.

COSTA, Anna Gabriela. SpaceX realiza com sucesso lançamento da primeira viagem só com civis ao espaço. CNN, São Paulo, 15 set. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/spacex-realiza-com-sucesso-lancamento-da-primeira-viagem-so-com-civis-ao-espaco/> . Acesso em: 21 dez. 2023.

ESA. Deploying a drag sail. The European Space Agency, Paris, 28 abr. 2021. Disponível em: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/04/Deploying_a_drag_sail . Acesso em: 21 dez. 2023.

ESA. ESA leads the way towards a Zero Debris future. The European Space Agency, Paris, 14 dez. 2023b. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_leads_the_way_towards_a_Zero_Debris_future . Acesso em: 21 dez. 2023.

ESA. Mitigating space debris generation. The European Space Agency, Paris, 21 dez. 2023a. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Mitigating_space_debris_generation . Acesso em: 21 dez. 2023.

ESA. Space debris by the numbers. The European Space Agency, [s. l.], 2022. Disponível em: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers . Acesso em: 9 ago. 2022.

G1. SpaceX, de Elon Musk, decola para 1º voo orbital com civis no espaço. G1, São Paulo, 15 set. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/inovacao/noticia/2021/09/15/spacex-de-elon-musk-faz-lo-voo-orbital-com-civis-no-espaco.ghtml> . Acesso em: 21 dez. 2023.

GALILEU. Space X inicia projeto que oferecerá internet de alta velocidade para o mundo. Galileu, [s. l.], 24 maio 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/05/space-x-inicia-projeto-que-oferecera-internet-de-alta-velocidade-para-o-mundo.html> . Acesso em: 8 ago. 2022.

GRANEMANN, Emerson. Nova corrida espacial nos mantém vivos e em evolução. Monitor Mercantil, [s. l.], 16 maio 2022. Disponível em: <https://monitormercantil.com.br/nova-corrída-espacial-nos-mantem-vivos-e-em-evolucao/> . Acesso em: 8 ago. 2022.

HANLON, Michelle; AUTRY, Greg. As regras do espaço não são atualizadas há 50 anos, e a ONU diz que é hora. CNN, [s. l.], 3 jan. 2022. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2022/01/03/world/space-law-united-nations-partner-scn/index.html> . Acesso em: 8 ago. 2022.

IBERDROLA. Lixo espacial: chegou o momento de começar a cuidar do cosmo?. Iberdrola, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/lixo-espacial> . Acesso em: 9 ago. 2022.

KESSLER, Donald J. et al. The kessler syndrome: implications to future space operations. Advances in the Astronautical Sciences, v. 137, n. 8, p. 2010, 2010.

MANSFIELD, Simone. Tackling the Growing Challenge of Space Debris. Space Daily, [s. l.], 2023. Disponível em: https://www.spacedaily.com/reports/Tackling_the_Growing_Challenge_of_Space_Debris_999.html . Acesso em: 21 dez. 2023.

MARASCIULO, Marília. Com bilionários, corrida espacial inaugura nova era (e novos desafios). Galileu, [s. l.], 17 set. 2021. Disponível em:

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2021/09/com-bilionarios-corrída-espacial-inaugura-nova-era-e-novos-desafios.html> . Acesso em: 8 ago. 2022.

MARK, C. Priyant; KAMATH, Surekha. Review of active space debris removal methods. *Space Policy*, v. 47, p. 194-206, 2019.

MEDEIROS, Ana Paula. Nova corrida espacial continua concentrada nas mãos das maiores potências. *Jornal da USP*, São Paulo, 12 jul. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/nova-corrída-espacial-continua-concentrada-nas-maos-das-maiores-potencias/#:~:text=Nova%20corrída%20espacial%20continua%20concentrada%20nas%20m%C3%A3os%20das%20maiores%20pot%C3%AAs,-De%20acordo%20com&text=Em%202021%2C%20a%20China,se%20tor%20uma%20superpot%C3%AAs%20espacial> . Acesso em: 8 ago. 2022.

NASA. State-of-the-Art of Small Spacecraft Technology. NASA, Washington, 2023. Disponível em: https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/deorbit-systems/#_Toc96425753 . Acesso em: 21 dez. 2023.

O'CALLAGHAN, Jonathan. What is space junk and why is it a problem?. Natural History Museum, Londres, 2019. Disponível em: <https://www.nhm.ac.uk/discover/what-is-space-junk-and-why-is-it-a-problem.html> . Acesso em: 20 dez. 2023.

PAIVA, Bianca. Retrospectiva: ano de 2021 foi marco na chamada nova corrida espacial. Agência Brasil, Brasília, 2 jan. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2022-01/retrospectiva-ano-de-2021-foi-marco-na-chamada-nova-corrída-espacial> . Acesso em: 8 ago. 2022.

RAJU, R. The Impact of Mission Shakti on Space Warfare and Pollution. *India in Transition*. 2019. Disponível em: [The Impact of Mission Shakti on Space Warfare and Pollution | Center for the Advanced Study of India \(CASI\) \(upenn.edu\)](https://casi.upenn.edu/the-impact-of-mission-shakti-on-space-warfare-and-pollution/). Acesso em 21 dez. 2023.

ROULETTE, Joey. As space junk threat grows, government and investors seek solutions. Reuters, Washington, 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/space-junk-threat-grows-government-investors-seek-solutions-2023-03-03/> . Acesso em: 21 dez. 2023.

ROULETTE, Joey. How much does a ticket to space on new Shepard cost? Blue Origin isn't saying. *Nova Iorque*. New York Times, 2021.

SHEPARDSON, David. Novas regras: EUA preparam legislação para evitar acúmulo de lixo espacial... - Veja mais em <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/reuters/2022/08/06/novas-regras-eua-preparam-legislacao-para-evitar-acumulo-de-lixo-espacial.htm?cmpid=copiaecola> . Tilt Uol, [s. l.], 6 ago. 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/reuters/2022/08/06/novas-regras-eua-preparam-legislacao-para-evitar-acumulo-de-lixo-espacial.htm> . Acesso em: 8 ago. 2022.

SOARES, Guido Fernando Silva. Curso de Direito Internacional Público. São Paulo: Atlas, 2006.

THE EUROPEAN SPACE AGENCY. Detritos espaciais: avaliar o risco. The European Space Agency, Lisboa, 2005. Disponível em: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Detritos_espaciais_avaliar_o_risco . Acesso em: 21 dez. 2023.

U.S. GOVERNMENT. Orbital Debris Mitigation Standard Practices. U.S. Government, Washington, 2019. Disponível em: https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/usg_orbital_debris_mitigation_standard_practices_november_2019.pdf . Acesso em: 21 dez. 2023.

UNIVERSITY OF SURREY. RemoveDEBRIS. University of Surrey, Guildford, 2023. Disponível em: <https://www.surrey.ac.uk/surrey-space-centre/missions/removedebris> . Acesso em: 21 dez. 2023.

VIGGIANO, Giuliana. Lixo espacial é armadilha que pode enclausurar a humanidade na Terra. CNN, São Paulo, 11 dez. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/lixo-espacial-e-armadilha-que-pode-enclausurar-a-humanidade-na-terra/> . Acesso em: 21 dez. 2023.

YAHOO FINANÇAS. Equipe da SpaceX foi para a Austrália para investigar acidente de lixo espacial. Yahoo Finanças, [s. l.], 7 ago. 2022. Disponível em: <https://br.financas.yahoo.com/noticias/equipe-da-space-x-foi-para-a-australia-para-investigar-acidente-de-lixo-espacial-224903136.html> . Acesso em: 8 ago. 2022.

4. A INSUSTENTABILIDADE DO DESENVOLVIMENTO: ATÉ QUANDO VAMOS PAGAR NA MESMA MOEDA?

Caroline Santos Ribeiro ⁷⁴
Fábio Ribeiro de Olivera ⁷⁵

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.004

1. INTRODUÇÃO

Há mais na economia circular do que a lógica cíclica da utilização de matérias-primas e resíduos até o seu esgotamento. O conceito de economia circular está associado à intersecção dos significados de palavras chaves como: prevenção da poluição, ciclo de vida, inovação, eficiência, reaproveitamento, reuso, reciclagem e parcerias. Logo, se a economia circular está vinculada à produção de objeto ou artefato por meio de processos que buscam minimizar os desperdícios e aproveitar ao máximo os recursos, como este modelo pode andar em compasso também com uma maior sustentabilidade local no âmbito socioeconômico?

Ao tentar se inserir na nova dinâmica de consumo consciente e responsável, o que inclui o incentivo à economia circular, diversas tomadas de decisão podem estar centradas em premissas que reduzem a dimensão da problemática. Por exemplo, qual seria a escolha ambientalmente mais correta: fazer uma compra de alimentos industrializados/embutidos e até mesmo verduras, frutas e legumes cortados e embalados de grandes supermercados ou comprar do produtor/comerciante local? Em diversas situações optamos pelo produto x ou y devido ao seu potencial de biodegradabilidade,

⁷⁴ Engenheira Sanitarista e Ambiental. Universidade Federal da Bahia (UFBA)

⁷⁵ Engenheiro ambiental (UFOP). Doutor em Sistema de Gestão Sustentáveis (UFF)

produção com materiais recicláveis e reciclados e outros parâmetros ditos ecologicamente corretos. Mas frequentemente deixamos de lado a logística e o fator humano da produção.

Por exemplo, para produtos alimentícios chegarem até os supermercados, podem ser demandados, entre outros, a adição de produtos químicos e conservantes, a grande quantidade de energia para os maquinários, empacotamento e embalagens extras para os alimentos pré-prontos para consumo, além de toda a logística de transporte.

A produção de qualquer item ocasiona em gastos de recursos e geração de resíduos, mas os fatores citados anteriormente podem ser minimizados ao consumirmos localmente, uma vez que o comércio local costuma vender mais produtos in natura sem excessos de envasamentos; produzem em locais mais próximos de onde são comercializados; utilizam menos aditivos químicos e nocivos à saúde e ao meio ambiente; e o trabalho é mais manual do que mecanizado. Logo, tão importante quanto se ater ao material, é levar em consideração toda a técnica para a sua confecção, as necessidades logísticas, durabilidade da mercadoria e as opções de destino pós-consumo para se ter condições de fazer escolhas mais conscientes e sustentáveis.

Se formos mais pragmáticos, podemos citar as discussões quanto ao uso dos canudos de madeira, bambu, metal ou até mesmo de papel. Mas para que investir em objetos duráveis e até mesmo biodegradáveis, quando a atitude mais sustentável é a recusa pelos materiais que vão virar resíduos? A recusa sempre será mais eficaz do que a reciclagem ou qualquer outro método de compensação. Isso não quer dizer que a economia circular não tenha alta relevância para viabilizar uma indústria mais sustentável, mas ressalta a necessidade de pensarmos para além do design e do reaproveitamento de insumos.

Por isso, a economia circular deve ser construída considerando não só os processos produtivos, mas também as relações humanas e econômicas antes e pós consumo para que não caminhemos para uma utopia em relação ao desenvolvimento sustentável. Dessa forma, quais mecanismos podem ser usados para que a economia circular de fato, promova o desenvolvimento socioeconômico em compasso com as questões ambientais? Como podemos fortalecer sistemas que visem a tríade da sustentabilidade sem desconsiderar pessoas e os organismos socioculturais onde estão inseridas? Este artigo passa por tais questões, buscando trazer a contribuição das moedas sociais para uma economia local mais solidária e inclusiva. Assim, objetiva-se analisar as moedas sociais como ferramentas para promover a economia circular, com foco no aspecto socioeconômico.

Em relação à metodologia, a pesquisa qualitativa foi realizada utilizando como estratégia de abordagem o formato revisão de literatura e estudos de caso, devido à necessidade de exemplificar o funcionamento e expor resultados da utilização de moedas sociais, possibilitando a discussões e reflexões.

2.ECONOMIA CIRCULAR E MOEDAS SOCIAIS

O sociólogo alemão Ulrich Beck deu vida à frase “Pensar globalmente, agir localmente” (CRUZ e BODNAR, 2008) que é muito utilizada nas discussões relacionadas ao meio ambiente com o intuito de expressar não só a importância das ações individuais, podendo ser interpretada também como a necessidade de usufruir dos recursos disponíveis e produzidos *in loco* a fim de simplificar etapas de obtenção de matérias-primas, além de diminuir o ônus ambiental das atividades logísticas e de fabricação. Com isso, as ações de economia circular podem gerar empregos e novos negócios devido à redução de custos, contribuindo para uma maior sustentabilidade do desenvolvimento local.

O incentivo à compra direto com o produtor, seja ele agricultor, artesão, cozinheiro ou microempreendedor de outro ramo é pauta constante dos movimentos socioambientais visto que adquirir produtos e serviços de pessoas e locais próximos da residência são estratégias para tentar garantir a qualidade e a responsabilidade socioambiental da produção. Conhecendo quem e como produz é mais fácil rastrear as condições de trabalho dos envolvidos no processo, assim como as riquezas naturais, insumos, fontes de água e energia necessárias aos bens e serviços. Vale ressaltar que a origem dos produtos inclui o cuidado com o meio ambiente, logo, também é responsabilidade de quem compra e consome.

Entretanto, na maioria das vezes não há como saber qual o caminho percorrido e quais mãos trabalharam para que um determinado objeto comprado em grandes empresas chegue até o consumidor. Por outro lado, existem sistemas que encurtam as cadeias e fortalecem os laços e arranjos locais, a exemplo da utilização das moedas sociais, alinhada com o propósito de “agir localmente” pode promover o desenvolvimento em um ambiente previamente delimitado, como um bairro, comunidade ou uma cidade.

De acordo com Freire (2008) a moeda social é uma tecnologia de autofinanciamento capaz de resolver ou atenuar a disparidade entre disponibilidade de capital (recursos disponíveis) e necessidades não atendidas. Considerando que tal instrumento é uma alternativa para a viabilização do acesso aos direitos sociais, podemos considerar como sistemas de moedas sociais as relações econômicas sem fins lucrativos promovidas através da cooperação social e que vão desde o escambo em feiras e clubes até programas de milhagem e micropagamentos.

De bancos comunitários à moeda social local e digital, o Brasil possui, pelo menos, 103 moedas sociais (ANAFISCO, 2020). Apesar de não substituírem a moeda corrente oficial do país, possuem muito poder quando se trata de geração de riquezas e investimento na própria comunidade. O estímulo à economia local por meio de uma

moeda complementar reproduz os princípios da economia circular e vai além, pois leva em conta o fator social, ou seja, as pessoas e suas interações com o meio.

2.1. O EXEMPLO DO BANCO PALMAS

Em geral, as moedas sociais existem para resolver um paradoxo: Como populações pobres movimentam milhões de reais por mês e permanecem pobres? Segundo o documentário Palmas (2014), dirigido por Edlisa Peixoto, o bairro Conjunto Palmeiras, localizado em Fortaleza - Ceará, por exemplo, cuja associação de moradores criou o primeiro banco comunitário brasileiro, o Banco Palmas, gerava R\$1.200.000,00 por mês. Portanto, mais importante do que saber com o que o dinheiro estava sendo gasto, era rastrear para onde ele estava indo.

Joaquim Melo, coordenador do Instituto Banco Palmas e Liderança do Conjunto Palmeiras, afirma que os mapeamentos financeiros realizados para implantação do Banco, nos anos 1998, mostraram que apenas 20% da população residente do bairro comprava localmente, enquanto 80% deixava as suas finanças no comércio alheio à comunidade. Este é um indicador que mostra que a circularidade da renda entre os moradores é de extrema importância para o desenvolvimento do próprio local, através do estímulo à geração de emprego e renda, e do desenvolvimento urbano e de infraestrutura que estejam atrelados à promoção da qualidade de vida e também da dignidade.

No VII Seminário Banco Central sobre Finanças, que ocorreu em 2008, a utilização das moedas sociais já era defendida pela Procuradoria-Geral do banco pelas seguintes razões (FREIRE, 2008):

- a) Financiamento de pequenas atividades econômicas que são diretamente responsáveis pela geração de riqueza e renda em nível local (pequenas e microempresas e trabalhadores autônomos);

- b) Proteção do meio ambiente, da cultura e de outros valores característicos dos espaços locais contra os efeitos perversos da globalização no processo de desenvolvimento;
- c) Dinamização da atividade econômica do comércio local;
- d) Transformação do próprio sistema de trocas, onde se observa uma priorização dos interesses da eficiência econômica em detrimento das necessidades de justiça social.

Desta forma, por intermédio da economia circular, conforme o fluxo econômico se afunila para próximo do gerador de renda, mais se beneficia com as melhorias locais que vão desde o fortalecimento das relações humanas dentro da comunidade até a superação da pobreza através de sistemas de economia solidária.

A economia social ou solidária não representa nem a economia pública nem a privada, permitindo valorizar o ser humano como sujeito e fim da atividade econômica, diminuindo as etapas entre o fluxo entre as práticas de produção e consumo. Portanto, pode ser relacionada à economia circular e sustentabilidade ao passo em que promove justiça social, solidariedade, cooperação, autogestão, e preservação do meio ambiente através de escolhas conscientes e mudanças de comportamento de consumo, além da redução da pegada de carbono. A instituição de moedas sociais em um território, por consequência, favorece a economia local como uma das formas de economia solidária, com o apoio ao crédito local, o cooperativismo e a autogestão (MOSTAGI *et al.*, 2019).

Com o crescimento do Banco Palmas diversas iniciativas populares como coletivos, projetos sociais, cooperativas e associações foram criadas no Conjunto Palmeiras, entre elas: Palmaslab,

Emancipadas, Cia Bate Palmas, Palmacoop, PrograManas, Prato Colorido, Conselho do Quarteirão, BuChein e Batuque de Mulher (BANCO PALMAS, 2022). A mais recente, BuChein, é uma campanha coordenada por organizações da sociedade civil com o objetivo de garantir a segurança alimentar para pessoas em situação de vulnerabilidade que foram afetadas pela pandemia do Coronavírus através da distribuição de sopas e arrecadação de alimentos.

Já o Conselho do Quarteirão tem o papel de fiscalizar, reivindicar e realizar ações que melhorem a paisagem e mobilidade urbana, limpeza, cultura e lazer de cada quarteirão. No quesito meio ambiente e saneamento básico, o PalmaCoop (Cooperativa de Trabalho em Saneamento Ambiental do Conjunto Palmeiras) se baseia na gestão de resíduos sólidos, tratamento de água, esgotamento sanitário e drenagem, além do cuidado com as praças e canteiros.

Buscando a conquista de espaços pelas mulheres da periferia, o Batuque de Mulher é um grupo de percussão, canto, gingado e tambor, criado para mostrar através de atos de resistência o direito da mulher ao acesso à cultura.

No ramo da tecnologia o PalmasLab propõe promover inovação e pesquisa produzidas na periferia. Trata-se de um laboratório de encorajamento para a produção de conteúdo com alto impacto social e econômico a partir da experiência, saberes e criatividade da periferia com o desenvolvimento de soluções de TI e formação de jovens na respectiva área.

No que diz respeito a emancipação feminina, o grupo Emancipadas abre portas para o aprendizado e discussões sociopolíticas com a realização de cursos profissionalizantes e rodas de conversa que abrangem os temas: direito da mulher, gênero e violência, economia solidária, empreendedorismo feminino e educação financeira.

Por fim, o Prato Colorido se dedica à distribuição de cestas básicas e sopão todos os dias, além do plantio de hortas urbanas. Assim como os outros projetos reforçam a solidariedade entre os moradores, além da organização e mobilização política e comunitária.

Cabe ressaltar que apesar de cada centro, cooperativa, associação e outras formas de organização social possuírem suas metas individuais, o suporte e entrosamento entre todos eles são uma característica marcante que fortalece e dá sentido à vida em comunidade, além de estimular os sistemas de economia solidária.

Segundo Mostagi *et al.*, 2019 apud Oliveira e Silva, 2012:

A construção de diferentes formatos associativos como meio de enfrentamento coletivo dos problemas sociais e ambientais tem sido uma das alternativas encontradas pelos trabalhadores e produtores autônomos e familiares, nas áreas urbanas e rurais, para viabilizar atividades de produção, de prestação de serviços, de crédito, de comercialização e de consumo, já que nem o Estado nem as empresas oferecem soluções a essas necessidades, pelo menos no médio prazo. (OLIVEIRA e SILVA, 2012, p. 278).

Dessa forma, associar as economias circular e solidária às moedas sociais traz inúmeros benefícios ambientais, visto que se tem um maior controle dos critérios de produção e das etapas que se sucedem até o produto chegar no consumidor final. Para além da preservação do meio ambiente, sistemas que integram o bem-estar social, ambiental e o desenvolvimento econômico, como os bancos comunitários, estão mais alinhados com os propósitos da sustentabilidade.

2.2. O EXEMPLO DA MOEDA MUMBUCA

Entre outros casos bem-sucedidos está Mumbuca, a moeda social nacional mais consolidada e a primeira a ser reconhecida por legislação municipal. Criada em Maricá, município do Rio de Janeiro, a moeda completou 8 anos de circulação em dezembro de 2021. A participação da população é tamanha que 19 milhões de compras são realizadas por mês nos comércios da cidade através da moeda social, promovendo o fortalecimento da economia local. Um dos programas do Banco Mumbuca é a Renda Básica de Cidadania (RBC) que beneficia mensalmente os cidadãos de Maricá em situação de vulnerabilidade com 170 mumbucas (equivalentes a 170 reais) para uso em 12 mil empreendimentos comerciais credenciados e locais (PREFEITURA DE MARICÁ, 2021).

Linhas de crédito como as dos projetos Produto Solidário Simples, Produto Solidário Avançado, Produto Solidário Sociedade e Produto Solidário MEI, que oferecem empréstimo para aquisição de capital de giro de máquinas e equipamentos em formato individual e coletivo, criam redes de trabalho e de produção de forma que a população desenvolva atividades econômicas coletivas e cooperativamente. Prova disto foi o crescimento de microempreendedores individuais em 280% entre 2012 e 2021 (RODRIGUES e NEUMANN, 2021) e um saldo positivo de mais de 10% no quesito emprego formal em 2021, durante um período de forte impacto econômico negativo por conta da pandemia do coronavírus (DINIZ e MELO, 2022).

Isto significa que o valor repassado para a população através dos projetos ligados ao Banco Mumbuca se tornou fonte de investimento e capital de giro para microempreendedores, como aconteceu no Conjunto Palmas. Diferente de recursos apenas assistencialistas, a moeda, atrelada a iniciativas socioeducacionais, gera emprego e renda, aumenta a capacidade do comércio local de suprir as demandas da população e inibe a necessidade de busca de fornecedores fora da

comunidade, integrando o sistema à economia circular através da otimização de processos, redução de desperdícios de recursos e de passivos ambientais.

Os programas sociais responsáveis pelo êxito da Mumbuca são: Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT), Programa de Amparo ao Emprego (PAE), Fomenta Maricá e Renda Básica da Cidadania (RBC), este último já citado anteriormente. O PAT e o PAE surgiram como forma de conter os danos socioeconômicos da pandemia. O primeiro assegurou o pagamento de um salário-mínimo em mumbucas aos trabalhadores autônomos formais ou informais, valor que passou a ser de R\$600,00 em períodos mais brandos da contaminação pelo vírus. Já o PAE se configurou como a transferência da mesma quantia para empregados formais, cujas empresas empregadoras se comprometeram a não fazer demissões. Como resultado, 75% dos R\$326 milhões injetados na economia de Maricá foram gastos nos estabelecimentos cadastrados junto ao Banco Mumbuca (RODRIGUES e NEUMANN, 2021).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre Palmas e Mumbuca existem diversos outros exemplos bem-sucedidos de moedas sociais que nos fazem questionar se a economia solidária e a circular são uma alternativa ao modelo linear ou uma necessidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Integrar políticas públicas de incentivo ao comércio local por meio das moedas sociais torna o mercado regional mais competitivo, visto que através dos créditos dos bancos comunitários é possível disputar com os grandes centros comerciais.

Considerando a solidez apresentada pelo Banco Palmas e moeda Mumbuca, assim como o seu potencial multiplicador e de geração de valor para a economia local do ponto de vista socioeconômico, pode-se inferir que as moedas sociais são ferramentas para promover a economia circular.

Além disso, no modelo solidário, a produção e comercialização de produtos condizentes com a vocação natural local, tendem a gerar menos danos ambientais e a fortalecer os valores culturais do território. Em vista disso, a economia circular se torna um parâmetro complementar, corroborando com um maior equilíbrio ambiental por intermédio das práticas de prevenção, não desperdício, uso racional e aproveitamento de materiais e energia, e também social, com a efetiva inclusão de pessoas nos processos de geração de emprego e renda.

REFERÊNCIAS

ANAFISCO - Associação Nacional dos Auditores-fiscais de Tributos dos Municípios e Distrito Federal. Moedas sociais: saiba como funciona a economia alternativa no Brasil. ANAFISCO, 2020. Disponível em: <https://anafisco.org.br/moedas-sociais-saiba-como-funciona-a-economia-alternativa-no-brasil/> . Acesso em: 05 de maio de 2022.

BANCO PALMAS. Iniciativas Populares do Conjunto Palmeiras. Fortaleza, 2022. Disponível em: bancopalmas.com. Acesso em: 15 de maio de 2022.

CRUZ, Paulo Márcio; BODNAR, Zenildo. Pensar Globalmente e Agir Localmente: O Estado Transnacional Ambiental em Ulrich Beck. Revista de Doutrina da 4ª Região, Brasília, n. 27, dezembro, 2008

DINIZ, Eduardo H.; Melo, Joaquim. Bancos comunitários municipais: articulando renda básica com moeda local digital. Estadão, 2022. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/gestao-politica-e-sociedade/bancos-comunitarios-municipais-articulando-renda-basica-com-moeda-local-digital/> . Acesso em: 23 de maio de 2022

FREIRE, Marusa. Moedas sociais: o que são, como funcionam e porque podem ser consideradas instrumentos de desenvolvimento local. Aspectos relevantes. VII Seminário Banco Central Sobre Finanças. Belo Horizonte, 2008. Transparências. Disponível em:

https://www.bcb.gov.br/pre/microFinancas/arquivos/horario_arquivos/apres_116.pdf . Acesso em: 05 de maio de 2022.

MOSTAGI, Nicole Cerci; PIRES, Lilian de Lima; MAHNIC, Chayne de Lima Pereira; DOS SANTOS, Luís Miguel Luzio. Banco Palmas: inclusão e desenvolvimento local. Interações: revista internacional de desenvolvimento local, Campo Grande, v. 20, n. 1, p. 111-124, jan./mar. 2019

OLIVEIRA, Nilza Duarte Aleixo.; SILVA, Tania Nunes. Inovação social e tecnologias sociais sustentáveis em relacionamentos intercooperativos: um estudo exploratório no CREDITAG-RO. Revista de Administração da UFSM, Santa Maria, RS, v. 5, n. 2, p. 277-295, maio/ago. 2012.

PALMAS. Direção: Edlisa Peixoto. Youtube: [s. n.], 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yuXbEPQUbD8> . Acesso em: 13 jun. 2022.

PREFEITURA DE MARICÁ. Moeda Mumbuca completa 8 anos de benefícios à população de Maricá/RJ. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.marica.rj.gov.br/noticia/moeda-mumbuca-completa-8-anos-de-beneficios-a-populacao-de-marica/> . Acesso em: 15 de setembro de 2022.

RODRIGUES, Danilo Pitarello; NEUMANN, Denise Maria. Moeda social e desenvolvimento local em Maricá (RJ). Dissertação. Mestrado Profissional em Gestão e Políticas Públicas. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2021.

5. A ECONOMIA CIRCULAR NO ÂMBITO DAS CIDADES E DOS ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS.

Fábio Ribeiro de Oliveira ⁷⁶

Alice Tereza Alves Pereira ⁷⁷

Isamaira Pereira Lima Oliveira ⁷⁸

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.005

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional e os padrões de consumo trazem graves problemas de equacionamento quanto à demanda e à disponibilidade de recursos, além dos consequentes impactos sociais, ambientais e econômicos. Com 7,2 bilhões de pessoas, o planeta já apresenta dificuldades em atender as necessidades humanas em questões territoriais e alimentares, somado aos problemas quanto às intervenções ambientais, extração de recursos naturais e à forma de destinação aos diversos tipos de resíduos gerados (EEA, 2016).

A reflexão e o efetivo preparo para os cenários futuros são fundamentais para a adaptação e o planejamento. Estima-se que até 2060, o uso global de materiais pode chegar a 190 bilhões de toneladas, mais que o dobro em comparação às 92 bilhões de toneladas no ano de 2019, além de um aumento nas emissões de gases do efeito estufa em cerca de 43% (UNEP, 2019).

As projeções de crescimento populacional e a configuração dos impactos ambientais negativos associados às demandas dos modelos de produção e consumo, mostram a urgência da transição para

⁷⁶ Engenheiro ambiental (UFOP). Doutor em Sistemas de Gestão Sustentáveis (UFF).

⁷⁷ Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFBA).

⁷⁸ Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFBA).

sistemas mais sustentáveis. Nesta perspectiva, as cidades e respectivos centros urbanos são grandes consumidores de recursos e geradores de poluição, muitas vezes acompanhados de vulnerabilidades e desigualdades sociais. Conforme apontando por Limonad (2013), a cidade, sendo um espaço de convergência, aglutinação e enfrentamento de diferentes lógicas e interesses sociais, representa na contemporaneidade um terreno crucial para a construção de um espaço diferencial e de uma sociedade mais equânime.

As áreas urbanas são responsáveis por 75% dos recursos naturais e energias consumidas no planeta e por 80% das emissões globais de gás carbônico (MUÑOZ e NAVIA, 2021). No ano de 2020, a população urbana chegou a 4,4 bilhões de pessoas, representando 56,2% da população total, e com perspectiva que este número chegue, no ano de 2050, a 6,7 bilhões de habitantes, ou seja, mais de dois terços (68,4%) do total populacional (ONU, 2018).

A insustentabilidade das formas de produção e consumo associadas às cidades levantam questionamentos quanto ao modelo de desenvolvimento adotado e as reais possibilidades de adaptação e planejamento. Segundo Sachs (2000), crescimento econômico não é sinônimo de desenvolvimento, e esse segundo deve ser pensado de uma forma mais ampla, um “desenvolvimento sem adjetivos”, que contemple as dimensões econômica, social, cultural, política, ambiental e humana.

Neste contexto, reforçam-se as iniciativas voltadas à valorização das vocações locais, ao fortalecimento da organização social, e precaução quanto às condições e capacidade de suporte ambiental. Entre tais ações, um sistema voltado à economia circular, busca que planejamento, recursos, aquisições, produção e reprocessamento sejam projetados e gerenciados com foco em maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano (MURRAY et al., 2017).

Oliveira et al. (2018) apontam a necessidade de ampliação dos trabalhos voltados ao reconhecimento e ampliação de estratégias de economia circular em arranjos produtivos, associações ou outras formas de organizações produtivas locais, considerando o âmbito da cidade ou uma mesma região geográfica.

Desta forma, este estudo busca discutir os direcionamentos e as abordagens de economia circular em relação às cidades. Como objetivos específicos estão o levantamento de desafios e oportunidades para o fortalecimento da economia circular no contexto brasileiro, principalmente em relação aos Arranjos Produtivos Locais (APLs).

Os aspectos metodológicos considerados neste capítulo estão pautados em uma abordagem qualitativa, na qual, à luz da literatura científica e análises documentais, a economia circular é discutida de forma teórico-reflexiva no âmbito das cidades e APLs.

2. ECONOMIA CIRCULAR EM CIDADES

Blomsma e Brennan (2017) alocam a economia circular como um modelo que agrega relações entre os conceitos já existentes, de forma a possibilitar um novas perspectivas, alcance e enquadramento das estratégias, visto que as necessidades intrínsecas à relação do homem com o meio em que vive passaram a demandar interações e modelos inspirados nos próprios sistemas ecológicos. As atividades antrópicas são capazes de influenciar parte dos sistemas físico/naturais impondo-lhes ritmos diferentes e acelerando processos com consequente alteração de suas escalas de tempo de ocorrência (QUARESMA e PEREZ FILHO, 2006).

Grafström e Aasma (2021) apontam que uma barreira frequentemente encontrada para transição para economia circular são as questões estruturais adotadas pela sociedade no sentido de uma economia linear. A literatura brasileira ainda está muito atrelada ao foco

na gestão de resíduos, evidenciando uma visão reativa (fim de tubo) na gestão, processos e serviços.

De forma geral, é necessário buscar um direcionamento mais proativo, no sentido da prevenção quanto à geração de resíduos a partir da ótica dos benefícios sociais, ambientais e econômicos de tal prática. Entende-se que, apesar de necessário, esse é um grande desafio no contexto da gestão pública municipal e das micro e pequenas empresas que muitas vezes tem dificuldades para minimamente atender os requisitos legais e buscar uma destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

Um sistema de economia linear, fundamentado em extrair recursos, produzir bens e descartar os rejeitos, somado ao crescimento da população, a urbanização e aumentam a pressão e as intervenções no ambiente e conseqüentemente geram efeitos negativos nas cidades. Soma-se a isso, o fato de no Brasil, a grande maioria das cidades não terem sido planejadas, e precisarem passar por constantes processo de readaptação, muitas vezes socialmente excludentes, para conseguirem atender a demanda antrópica.

Uma forma de repensar as cadeias produtivas atrelada à prevenção da poluição traz benefícios tanto operacionais como estratégicos, em níveis micro e macroeconômico. Também fornece oportunidades de inovação e design ao nível de produtos, processos e modelos de negócio. Cabe a ressalva que, em um âmbito mais global, tendo em vista as grandes corporações, a abordagem de uma economia circular e da prevenção da poluição precisam ir muito além de ações mercantilista e muitas vezes pautadas em práticas simplistas, que muitas vezes reduzem a problemática com a apropriação dos conceitos através de ações de marketing, e “virtudes ambientalistas” refletidas pelo greenwhasing.

Quanto às cidades, é necessário também ter o cuidado de que as propostas relativas à sustentabilidade e, por vezes, a ambientalização do planejamento, não sejam omissas e instrumentais no sentido de acarretar no esvaziamento do sentido social da questão ambiental, deixando de considerar o caráter estratégico que o espaço social assume para a reprodução do capital na contemporaneidade (LIMONAD, 2013). Para Leivoso et. al. (2018), todo sistema urbano tem certo potencial para se tornar circular, dado por suas características sociais, econômicas e ambientais, de forma que as estratégias de economia circular devem ser reconhecidas, pensadas e adaptadas à realidade de cada contexto.

Conforme colocado, faz-se um desafio a incorporação de práticas socioeconômicas em iniciativas de economia circular em níveis de cidade (KIRCHHERR et al., 2017). Segundo Bilitewski (2012), ferramentas como ações públicas auxiliam um novo sistema econômico por meio de taxação, subsídios, isenções e mobilização da sociedade para estabelecer um novo padrão de consumo, reutilização, reciclagem e redução na geração de resíduos. Pultrone (2018) cita a necessidade de colaborações entre ecologia, economia, legislação, planejamento espacial, governança territorial e sociedade, em busca de direcionamentos para a economia circular e uma efetiva cultura de sustentabilidade. Um governo alinhado com práticas econômicas circulares tem o potencial de promover mudança em diversos níveis da cadeia de valor, além de estimular a transição para um sistema circular por meio das políticas públicas, em compasso com as necessidades sociais.

Um outro desafio quanto à economia circular é carência de dados e indicadores voltado à gestão nas cidades, sendo um empecilho que vem sendo constantemente evidenciado por pesquisadores. Petit-Boix e Leipold (2018) acreditam que os dados disponibilizados na literatura ainda não são suficientes para avaliar a economia circular em nível de

idades, principalmente devido à extensão, consistência e comparabilidade dos dados. Pascale et al. (2021) dissertam sobre a falta de indicadores ser reconhecida na literatura como uma barreira para a passagem para um sistema econômico circular. Indicadores são importantes para aperfeiçoamento do planejamento, tal qual servem como medidores de impactos positivos ou negativos nos sistemas urbanos.

Além da carência de indicadores e, principalmente, do engajamento de parte da população nesta área, existem outros desafios que geram entraves para a transição de um sistema urbano para economia circular. Kirchherr et al. (2017), ao levantarem dados de publicações científicas, registraram mais de cem definições para economia circular, e também o grande foco dado os 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar). Novamente, pondera-se que a mentalidade de fim de tubo prejudica uma adoção mais ampla de práticas circulares, pois ao invés de haver adesão do sistema desde o início da cadeia produtiva, a resolução de problemas se restringe ao fim das ações, o que pode ser considerado ultrapassado para os princípios da economia circular, considerando que as resoluções focadas principalmente em reciclagem só devem ser idealizadas em último caso.

Como posto previamente, os desafios e oportunidades de adesão da economia circular variam de cidade para cidade. Dentre essas expectativas, estimular negócios locais e a capacitação de partes interessadas é uma alternativa para tornar a transição acessível a diversos nichos. Contudo, para que isso seja possível, reforça-se que a governança local faz o papel de um importante agente contribuidor, além da apropriação e pertencimento social.

3. ECONOMIA CIRCULAR E ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS

Ao reforçar o incentivo à inclusão social e a vocação natural quanto à capacidade produtiva de determinado território, os APLs destacam-se no contexto brasileiro como facilitadores para trabalhos conjuntos, por possuírem uma maior capacidade de articulação devido aos princípios endógenos de cooperação e interação entre os agentes pertencentes ao arranjo.

Os APLs são aglomerados de empresas e agentes econômicos de uma mesma região que, por possuírem algum vínculo, trabalham em cooperação, o que resulta em benefícios para todos aqueles que fazem parte dele (CASSIOLATO e LASTRES, 2003). Como principais características de tais arranjos podem-se citar o aspecto regional, o trabalho em cooperação, e a confiança que deve existir entre os atores envolvidos.

O potencial transformador desses aglomerados tem um forte vínculo com o território e a sociedade nele inserido, englobando também, de forma sistêmica, as dimensões econômicas e ambientais. O território é um espaço socialmente organizado que possui uma identidade e pode ser caracterizado por fatores históricos, culturais, ambientais, por movimentos sociais ou um projeto coletivo (ZAPATA, 2015 apud Mauro et al., 2018). Em se tratando dos APLs, o território geralmente coincide com o perímetro da cidade, ocorrendo a transferência da localização da produção de um ambiente privado para um ambiente territorial, que, por sua vez, é de natureza pública e permite a construções de redes de relações sociais e econômicas (PITANGUI et al., 2019).

A territorialização apresenta-se como uma estratégia para uma maior sustentabilidade, com foco na gestão social e alicerce nos conhecimentos, habilidades locais e sentimento de pertença (ARRUDA et al., 2018). Segundo Maluf (2011), a maioria dos APLs se originaram através do aproveitamento de vantagens territoriais, que permitiram o

surgimento de estruturas produtivas com algum nível de especialização, com um número significativo de empresas. A autora ainda destaca o fato de que muitos desses arranjos cresceram a partir do compartilhamento de experiências, sem receber nenhum tipo de subsídio por parte da iniciativa pública, ressaltando a característica de resiliência.

As características dos APLs aproximam-se aos princípios e meios de implantação de uma economia circular. Como exemplo de estratégias que estão relacionadas aos arranjos, Oliveira et al. (2018) apontam a minimização dos impactos ambientais negativos quanto à concepção dos produtos (ex.: utilização de ferramentas de ecodesign, avaliação do ciclo de vida, certificações ambientais), ao processo produtivo (ex.: ecoeficiência, produção mais limpa, reaproveitamento interno dos resíduos), e também em relação à pós-produção (ex.: práticas de simbiose industrial, logística reversa). Tais práticas, para a efetiva adoção, passam pela articulação com a rede envolvida no APL, como comunidade, empresários, fornecedores, associações, sindicatos, agências e órgão reguladores, gestão municipal, instituições de ensino e pesquisa, e demais partes interessadas.

Caso aplicados em espaços nos quais cooperação e inovação sejam incentivadas e valorizadas, os princípios da economia circular ganhariam mais espaço e efetividade, sendo que as externalidades positivas poderiam alcançar regiões por vezes esquecidas. Neste ponto, os APLs têm, por essência e concepção, o potencial para se fortalecerem a partir de ações de economia circular.

Entre os desafios encontrados neste contexto, Pultrone (2018) registra também a necessidade de colaborações sinérgicas entre ecologia, economia, legislação, planejamento espacial, governança territorial e sociedade, em busca de direcionamentos para a economia circular e também para uma cultura de sustentabilidade.

Neste interim, abrem-se espaços para sistemas de gestão que agreguem valor às organizações em associação a uma maior harmonia com as questões ambientais e sociais (LEITÃO, 2015). Contudo, também é necessário ponderar que se a somatória de tais conceitos em prol do desenvolvimento for guiada apenas por modelos prontos e voltados ao meio industrial, pode acabar reforçando as desigualdades e inviabilizando a possibilidade dos países periféricos autodefinirem seus próprios caminhos (TUNES et al., 2006). Limonad (2013) pondera que a superação da exclusão social exige o reconhecimento do caráter instrumental e político que vem sendo dado à ideia de sustentabilidade tornando o espaço estratégico para a reprodução das relações sociais de produção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar a perspectiva de ecossistema e modelos naturais como forma de inspiração e sinergia para as atividades humanas, a economia circular proporciona uma diversidade de oportunidades, tendo em vista o planejamento e adaptação de modelos de negócios, processos produtivos e respectivas estratégias, métodos e ferramentas.

Mesmo os ideais apontados tendo como eixos norteadores as questões ambientais e econômicas, também é possível gerar contribuições sociais, espaciais e culturais diante de uma transição para relações sociais mais prósperas, uma maior integração antrópica ao meio e hábitos de produção e consumo mais responsáveis. Assim, torna-se necessário uma ampla, reflexiva e profunda abordagem da economia circular no âmbito das cidades, requerendo uma maior consolidação de bases para a elaboração de políticas públicas ou mesmo planos de ação setoriais. Ressalta-se que tais ações já vêm sendo evidenciadas em diversos países no mundo, o que também requer uma avaliação concisa quanto à evolução, efetividade e abrangência das iniciativas e programas implementados.

Somado a isso, no contexto brasileiro, os arranjos produtivos locais inserem-se na urbe como uma manifestação endógena que possui características alinhadas aos princípios de uma economia circular, tanto no sentido das ações que devem ser reconhecidas quanto àquelas que podem ser potencializadas, respeitadas as diversidades sociais, ambientais e econômicas do país.

Por fim, cabe destacar que este capítulo não tem a pretensão de esgotar as discussões a abranger todos os pontos de vista inerentes ao assunto, dada as dimensões, especificidades e direcionamentos quanto ao tema e objeto de estudo, de forma a incentivar aprofundamentos e estudos de caso no que tange à economia circular em cidades e respectivos arranjos produtivos locais.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, C. D. B; MATOS, F. R. N.; ARRUDA, A. S. O.; MACHADO, D. Q. Dimensões e elementos de ecodesenvolvimento territorial: Estudo de caso no Centro Sul Vale do Salgado. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*. V. 8, p. 94-115, 2018.

BILITEWSKI, B. The circular economy and its risks. *Waste Management*. V. 32, p. 1-2, 2012.

BLOMSMA, F.; BRENNAN, G. The emergence of circular economy: A new framing around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, V. 21, n. 3, p. 603-614, 2017.

CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena MM. O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas. *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 21-34, 2003.

EEA - European Environment Agency. *Circular Economy in Europe – Developing the knowledge base*. EEA Report n. 2, 2016. Disponível em:

<https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe> .

Acesso em 01/02/2022.

GRAFSTRÖM J.; AASMA S. Breaking Circular Economy Barriers. *Journal of Cleaner Production*. V. 292, 2021.

KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*. V. 127, p. 221–232, 2017.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, v. 1, n. 2, p. 150-171, 2015.

LEVOSO, A. S.; GASOL, C. M; MARTÍNEZ-BLANCO, J.; DURANY, X. G.; LEHMANN, M.; GAYA, R. F. Methodological framework for the implementation of circular economy in urban systems. *Journal of Cleaner Production*. V. 248, 2020.

LIMONAD, E. A insustentável natureza da sustentabilidade. Da ambientalização do planejamento às cidades sustentáveis. *Cadernos Metrópole*, V. 15, n. 29, p. 123-142, 2013.

MALUF, Rosemma Burlacchini. O arranjo produtivo local de confecções da Rua do Uruguai. In: FLEXOR, Maria Helena Ochi; SHWEIZER, Peter José (org.). *Península de Itapagipe: patrimônio industrial e natural*. Salvador: Edufba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16789> . Acesso em: 30/07/2021.

MAURO, R. A.; CINTRÃO, J. F. F.; MELHEN, J. E.; OLIVEIRA, E. Dimensões do desenvolvimento territorial e políticas públicas: perspectivas e desafios a partir da Constituição Federal de 1988A. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. V. 7, n. 3, p. 489-506, 2018.

MUÑOZ, E.; NAVIA, R. Circular economy in urban systems: how to measure the impact?. *Waste Management & Research*. V. 39, n. 2, p. 197-198, 2021.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, V. 140, p. 369-380, 2017.

OLIVEIRA, F. R.; FRANÇA, S. L. B.; RANGEL, L. A. D. Challenges and opportunities in a circular economy for a local productive arrangement of furniture in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*. V. 135, p. 202–209, 2018.

ONU. Revision of World Urbanization Prospects, 2018. Disponível em <https://population.un.org/wup/> . Acesso em 27/05/2022.

PASCALE, A.; ARBOLINO, R.; SZOPIK-DEPCZYŃSKA, K.; LIMOSANI, M.; IOPPOLO, G. A systematic review for measuring circular economy: The 61 indicators. *Journal Of Cleaner Production*. V. 281, p. 124942, 2021.

PETIT-BOIX, A.; LEIPOLD, S. Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices. *Journal of Cleaner Production*. V. 195, p. 1270-1281, 2018.

PITANGUI, C. P.; TRUZZI, O. M. S.; BARBOSA, A. S. Arranjos produtivos locais: uma análise baseada na participação das organizações locais para o desenvolvimento. *Gestão & Produção*. V. 26, n. 2, 2019.

PULTRONE, G. The ecological challenge as an opportunity and input for innovative strategies of integrated planning. In: CALABRO F.; DELLA SPINA L.; BEVILACQUA C. (eds) *New Metropolitan Perspectives. Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer: Cham, V. 101, p. 691-698, 2018.

QUARESMA, C. C.; PEREZ FILHO, A. Fragilidade de terras ocupadas por savana no território paulista – SP. *Revista Associação Portuguesa de Geomorfologia (Lisboa)*. V. 3, p. 245-250, 2006.

SACHS, I. Sociedade, cultura e meio ambiente. *Mundo & Vida*. V. 2, p. 7-13, 2000.

TUNES, G.; BARTHOLO, R.; TUNES, E. Três tempos do desenvolvimento situado. Oikos (Rio de Janeiro). V. 5, n. 2, p. 1-21, 2006.

UNEP- IRP. United Nations Environment Programme - International Resource Panel. Global Resources Outlook 2019. Natural Resources for the Future We Want. Nairobi, Kenya, 2019. Disponível em <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook> . Acesso em 27/05/2022.

6. SUSTENTABILIDADE MENSTRUAL NA ABORDAGEM DO ECOFEMINISMO.

Dara de Souza Amorim ⁷⁹

Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz ⁸⁰

Laiza Oliveira de Jesus⁸¹

Ana Cristina Defanti Rocha⁸²

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.006

1. INTRODUÇÃO

1.1. FILOSOFIA ECOFEMINISTA

Na filosofia ecofeminista de Karen J. Warren, os sistemas de dominação das mulheres e da natureza são caracterizados por estruturas conceituais opressoras e, especialmente, pela lógica da dominação. Sob a lógica histórica de dominação do capitalismo patriarcado explora a mulher e a natureza, no princípio feminino comum de gerar a vida. No sistema de *plantations*, por exemplo, os fazendeiros tentavam expandir a força de trabalho por meio da reprodução natural. As mulheres tinham sua capacidade geradora explorada para que “parissem” a mão de obra e a terra tinha sua capacidade geradora explorada para “parir” as monoculturas (FEDERICI, 2017).

Em seu livro WARREN (2000) demonstra a conexão entre a opressão da mulher e da natureza por meio das estruturas conceituais opressoras, que seriam o conjunto de valores, atitudes e pressupostos de um povo que resulta numa determinada visão de mundo. As

⁷⁹ Graduanda em Gestão Ambiental. Universidade de São Paulo - USP

⁸⁰ Professora Doutora. Universidade de São Paulo-USP

⁸¹ Graduada em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

⁸² Pós graduada curso de especialização em Planejamento, implementação e gestão em educação a distância- UFF

estruturas conceituais da sociedade capitalista são opressoras no viés machista porque são afetadas pelo fator gênero e justifica a dominação das mulheres e da terra pelo homem (ROSENDO, 2016).

A lógica de dominação do patriarcado também determina a forma como as mulheres lidam com seu próprio corpo e como elas são vistas na sociedade. Assim, geralmente, as mulheres apresentam um comportamento definido por padrões previamente predeterminados, inclusive no que diz respeito ao seu corpo, evidenciando-se um tabu em relação à menstruação. Na análise dessa questão, Boris e de Holanda Cesídio (2007), entendem que depois de ter acontecido diversas transformações culturais, econômicas, históricas e políticas, a mulher começa a vivenciar uma outra maneira de entender seu corpo, haja vista a possibilidade de expressar seu prazer e consumir tudo aquilo que deseja, entretanto, passou por um processo de adequação ao modelo corporal imposto pelo sistema capitalista e pela ideologia da mídia. Dessa forma, entende-se que os corpos das mulheres, seus processos biológicos naturais foram silenciados e apagados para se adequarem ao ideal de corpo feminino que não passa por processos naturais.

Como consequência disso, as mulheres encontram-se desprovidas de liberdade ou empoderamento para falarem abertamente sobre seu ciclo menstrual, tornando um tabu o que é um processo natural. Tudo isso fez com que as mulheres, sem mesmo perceberem, tenham uma relação confusa com sua menstruação e enxerguem a mesma como algo “sujo” que deve ser escondido e descartado, refletido na prática por meio do hábito de consumir absorventes descartáveis que se tornam resíduos de grande impacto ambiental (RATTI, 2015).

1.2. ABSORVENTES CONVENCIONAIS E A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS

Os absorventes descartáveis apresentam grande impacto ambiental por serem considerados resíduos não recicláveis (BRASIL,

2012). A avaliação do ciclo de vida de absorventes internos e externos realizada pelo Instituto Real de Tecnologia, em Estocolmo, na Suécia, mostra que o processo do ciclo de vida deste produto é o processamento do LDPE (polietileno de baixa densidade), dado pelo elevado consumo de energia para produzir esse plástico. No mesmo estudo concluiu-se também que a fibra de algodão contribui com 80% do impacto total da produção, uma vez que no seu processo produtivo são utilizados muita água, agrotóxicos e fertilizantes. Além da poluição e gasto energético envolvido na produção de absorventes, existe a poluição gerada pelo descarte deste material que é destinado a lixões e aterros sanitários, demora cerca de 100 anos para se decompor (ECYCLE, 2016).

Nos EUA, por exemplo, ao longo da vida, uma única mulher usará entre 5 e 15 mil absorventes internos e externos, e a grande maioria acabará em aterros como lixo plástico (BROUNDA, 2020). Petrossi (2004), afirmou que 622 milhões de absorventes internos são consumidos anualmente no mundo e 10 mil absorventes descartáveis são consumidos por uma mulher ao longo da vida. O que significa uma impactante geração de lixo que não é reciclado, é apenas descartado.

1.3. RISCOS À SAÚDE FEMININA

Na mesma matéria, Tierno (1983) apud Petrossi (2004) apresenta uma suspeita de que cerca de 10 mil absorventes consumidos por uma mulher ao longo da vida, possam ser responsáveis por certos tipos de câncer e disfunções hormonais. Este autor, que se dedica a estudar a saúde de produtos de consumo feminino, realizou trabalho científico mostrando que a carboximetilcelulose contida em tampões femininos 'Rely' (R-CMC) pode se tornar uma fonte exógena de nutrientes para organismos patogênicos.

A Food and Drug Administration (FDA), agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, que influencia diversas organizações no mundo que lidam com a segurança

e eficácia dos absorventes, declara que as evidências científicas negam os rumores negativos em relação aos mesmos. Essas informações são retiradas de base de dados de fabricantes de absorventes e esses dados não estão disponíveis ao público (DUDLEY et al, 2018).

1.4. A EVOLUÇÃO DOS ABSORVENTES SUSTENTÁVEIS

Precedentes aos absorventes descartáveis, as mulheres faziam uso de panos e não descartavam grandes quantidades de resíduos durante seus ciclos. Segundo Redação Mundo estranho (2011), até o início do século XX, o absorvente mais usado eram as “toalhinhas”, nome popular das faixas de tecido dobradas em três partes, depois lavadas e reutilizadas.

Atualmente, temos uma versão adaptada conhecida como bio absorventes que são feitos de tecido lavável e reutilizável e que, surgem como uma boa forma de se repensar nas antigas estratégias de manejo menstrual. Embora exista no mercado diversas opções de absorventes ecológicos ou até mesmo, o coletor menstrual que tem como material o silicone e durabilidade de 5 a 10 anos (COOPER, 2018), a maior parte da população ainda não é adepta a esse recurso.

O coletor menstrual além de ser uma alternativa sustentável de manejo menstrual, é também uma opção benéfica à saúde ginecológica, uma vez que oferece baixo risco de infecção, é hipoalergênico. O uso do coletor contribui com o autoconhecimento da mulher sobre o seu corpo visto que para usá-los as mulheres entram em contato com o próprio corpo, se tocam, se sentem e se conhecem melhor. O uso deste dispositivo que é ajustável anatomicamente e é feito a partir da introdução do mesmo no início do canal vaginal (VARELA, 2015).

1.5. SUSTENTABILIDADE MENSTRUAL

O mercado atual já dispõe de vários produtos ecológicos que de maneira eficiente substituem os absorventes descartáveis, que

reconfiguram a relação entre a mulher e a menstruação, algumas opções como absorventes de tecido podem ser feitas artesanalmente, o que acarreta um grande avanço na autonomia e redução de consumo. Outro benefício, muito importante associado ao uso desses produtos é a possibilidade que oferecem como fonte a matéria orgânica menstrual, por meio da prática de “plantar a lua” que consiste no aproveitamento dos fluidos menstruais como matéria orgânica para o solo (OLIVEIRA, 2010).

Portanto, torna-se necessário ocorrer uma mudança de hábito de consumo por meio da educação ambiental ecofeminista para que as mulheres reconfiguram sua relação com seu ciclo biológico, que se dará na substituição de absorventes descartáveis, reduzindo significativamente os impactos ambientais gerados pelo mesmo.

Esse trabalho teve como proposta refletir sobre a possibilidade de libertação da mulher e da natureza, destaca-se que tal libertação pode vir pelo Ecofeminismo que prega o fim do sexismo e do naturismo (dominação injustificada da natureza), deixando de lado a lógica da dominação, tornando-se mais coerente com a ética ambiental (ROSENDO, 2016).

A ferramenta usada para realizar uma mudança de hábitos baseada em valor ecofeminista foi a educação ambiental. A educação ambiental vem sendo usada para propagar o Ecofeminismo no Brasil e no mundo. O Ecofeminismo busca promover a emancipação da mulher através da educação ambiental. (FRANCO; CARNIATTO; FABRINI, 2017).

Neste sentido, a universidade, como espaço plural serviu como berço para essas discussões e para o acolhimento de possibilidade de aquisição de novos hábitos.

1.6. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

Em síntese, teve como objetivo geral analisar os hábitos de consumo e descarte de absorventes femininos, os impactos para a

saúde da mulher e meio ambiente gerados pela adoção desses comportamentos. Visou estudar como o ciclo menstrual é encarado pelas mulheres e como estas lidam com seu processo biológico e a geração de resíduos. Além disso, pretendeu-se realizar a sensibilização sobre o assunto, principalmente, incentivar a mudança dos hábitos de consumo de absorventes tradicionais para os ecológicos, e outras tecnologias de manejo menstrual, por meio de processos de educação ambiental, pressupondo-se que tal alteração possa levar a um empoderamento feminino nas bases do Ecofeminismo.

Os objetivos específicos foram:

- Verificar o conhecimento que as mulheres têm sobre o impacto ambiental gerado com o uso de absorventes descartáveis;
- Apurar o conhecimento que as mulheres possuem sobre os absorventes ecológicos e os riscos causados à saúde feminina com o uso de absorventes descartáveis;
- Informar sobre o impacto ambiental e riscos à saúde da mulher provocados com o uso de absorventes descartáveis;
- Conscientizar as mulheres que o resíduo menstrual não é e nem deve gerar lixo;
- Estimular o uso de materiais duráveis ao invés de descartáveis visando a redução de resíduos.

A análise foi realizada a partir do processamento de dados recolhidos por questionário e a discussão foi feita baseada na literatura. A proposta de intervenção para atingir a reconfiguração entre a mulher, sua menstruação e o meio ambiente, foi desenvolvida por meio de ações educativas e exposição oral.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa com a quantificação das respostas objetivas obtidas através do instrumento de pesquisa questionário estruturado, seguida de intervenções pedagógicas em educação ambiental ecofeminista, e oriunda de uma experiência com revisão de bibliografia.

O universo considerado neste trabalho foi a população de mulheres estudantes da graduação da ESALQ/USP, um total de 834 mulheres, que em 2018 correspondia a cerca de 40.75% do número de estudantes da graduação.

Uma amostra de 15,3% desta população foi abordada presencialmente por uma única pesquisadora para aplicação do questionário estruturado. Foram estabelecidos os seguintes critérios para realização da pesquisa e participação das voluntárias:

Critérios de inclusão: ser alunas de graduação da ESALQ; estar na faixa etária entre 18 e 35 anos; concordar em participar da pesquisa; mulheres com estado geral de saúde normal. Critério de não inclusão: fazer uso ininterrupto de anticoncepcional; possuir problemas de saúde que impliquem em não menstruar; mulheres que por qualquer outro motivo não menstruam. Critério de exclusão: voluntárias que por qualquer motivo solicitem saída da pesquisa.

O trabalho foi dividido em 3 etapas: inicialmente foi aplicado um questionário estruturado físico sobre os hábitos femininos no que diz respeito; a relação das entrevistadas com a menstruação; como este processo é encarado por elas; qual a destinação que estas dão ao resíduo menstrual; qual tecnologia de manejo menstrual que foi apresentada na menarca e em relação ao conhecimento sobre as implicações na saúde ginecológica causadas pelo uso de absorventes descartáveis.

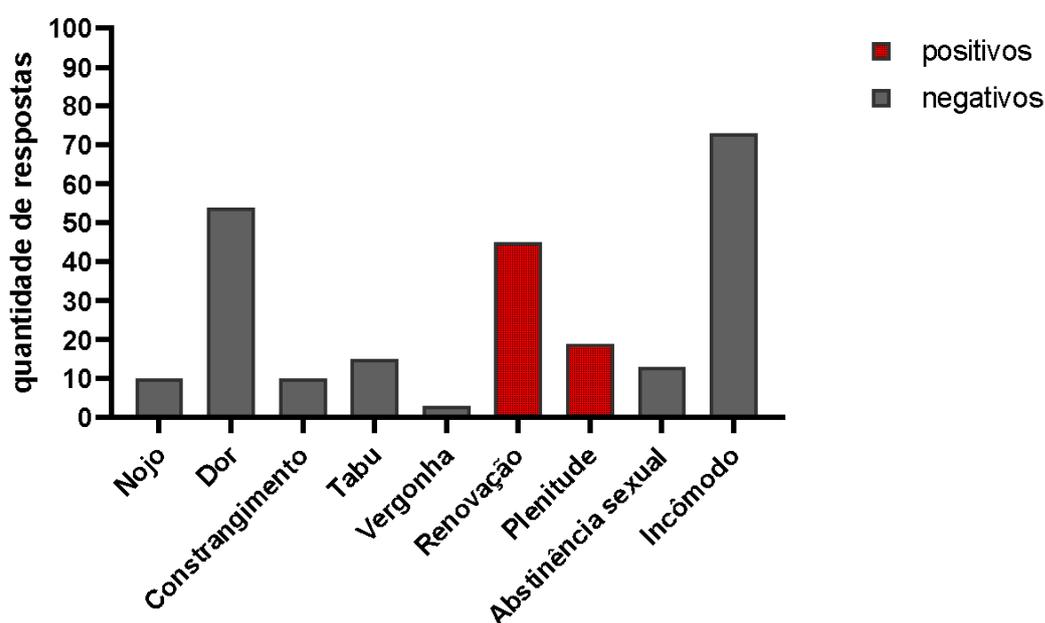
Após a aplicação do questionário, ocorreu a segunda etapa que consistiu na análise dos dados obtidos, este instrumento de pesquisa serviu de base para a elaboração da terceira etapa, que consistiu no desenvolvimento de ações pedagógicas em educação ambiental ecofeminista.

No entanto, esse trabalho apresentou como limitação a não realização de uma quarta etapa, a qual corresponderia a uma avaliação dos possíveis impactos gerados à população estudada, decorrentes das ações pedagógicas realizadas.

3. DESENVOLVIMENTO

Foram incluídas na amostra 128 voluntárias com idade média de 21 anos. O gráfico 1 representa os sentimentos relacionados ao período menstrual relatados pelas participantes.

Gráfico 1-Sentimentos relacionados à menstruação

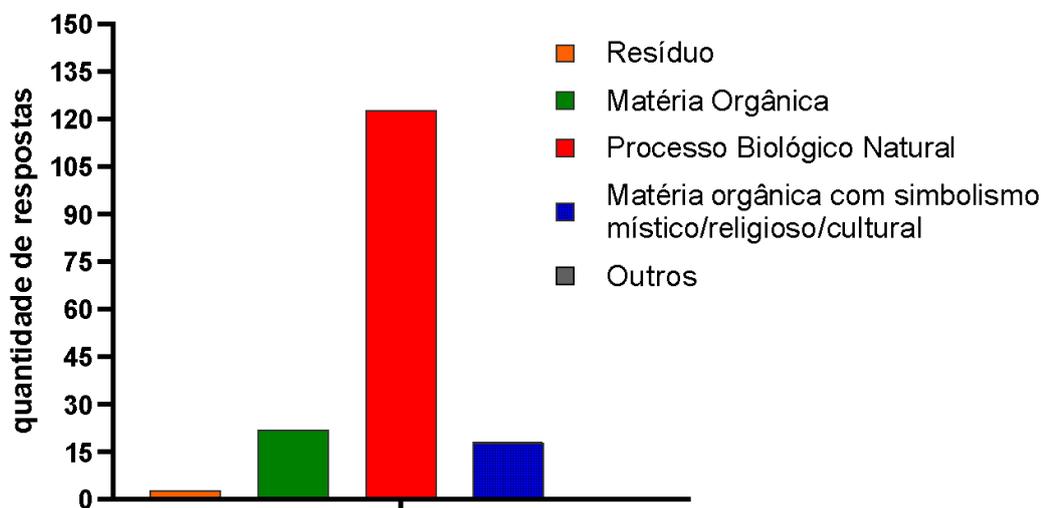


Fonte: Autoria própria, 2018.

Foi observado que a maior parte das voluntárias reportou sentimentos negativos atrelados à menstruação, incômodo e dor foram os mais expressivos, representaram respectivamente 93,44% e 69,12% das respostas. Foram apenas observados apenas dois sentimentos

positivos: renovação e plenitude. O primeiro foi mencionado por 45 voluntárias e o segundo apenas por 19, representaram respectivamente 57,6% e 24,32% das respostas.

Gráfico 2- Como a menstruação é encarada pelas mulheres



Fonte: Autoria própria, 2018.

O gráfico 2 demonstra a forma como o período menstrual é encarado pelas voluntárias. A maior parte das voluntárias, cerca de 93,75%, acredita que a menstruação é um processo biológico natural.

Tabela 1- Destino de encaminhamento para a menstruação

Destino que encaminha à menstruação	Número de voluntárias	Já pensou em gerar resíduos com a menstruação	
		Sim	Não
Descarte	108	77	31
Aproveita	12	12	0
Nunca pensou sobre o assunto	10	7	3
Não sabe responder	-		
Outro	-		

Fonte: Autoria própria, 2018.

Das 108 voluntárias que relataram descartar a menstruação, 77 já pensaram em não gerar resíduos, enquanto que 31 nunca pensaram. Outras 12 voluntárias reportaram aproveitar a menstruação, enquanto

que 10 disseram nunca ter pensado sobre o assunto. Houve associação entre o destino o qual a menstruação é encaminhada e a respostas das voluntárias quanto já ter pensado na possibilidade de não gerar resíduos com a menstruação (tabela 2).

Acima de 90% das mulheres enxergam a menstruação como processo biológico. Entretanto, cerca de 85% ainda encaminha a própria menstruação para o descarte comum. Cerca de 71% dessas que descartam já pensaram em não gerar resíduos. Contudo, pode haver falta de conhecimento sobre o que fazer com essa menstruação (tabela 2).

Cerca de 96% das voluntárias foram apresentadas na menarca ao absorvente higiênico, que é a opção utilizada com maior frequência pelas mesmas e opção de maior acesso atualmente.

Tabela 2- Tecnologias de contenção de fluxo que foram apresentadas na menarca para as voluntárias

O que foi apresentado na menarca para uso	Utilizados com maior frequência atualmente	Qual/quais das opções tem acesso atualmente	
Protetor diário	20	18	102
Absorvente higiênico	123	89	122
Absorvente interno	11	29	118
Coletor menstrual descartável	1	3	64
Coletor menstrual durv	0	34	101
Absorvente reutilizável	1	12	58
Calcinha absorvente	1	4	68
Outros	0	0	0

Fonte: Autoria própria, 2018.

A tabela 4 mostra que das 106 voluntárias que utilizam absorventes convencionais, 51(correspondente a 54,06%) não conhecem as implicações ginecológicas ocasionadas pelo mesmo, e

ainda as 55 que conhecem (corresponde a 58,3%), mantêm o uso frequente.

São desconhecidos por muitas mulheres os riscos à saúde que os absorventes convencionais causam e após a descoberta o interesse em mudar para produtos ecológicos e sem danos à saúde ginecológica foi expressivo. As implicações ginecológicas incluem, por exemplo, o risco de síndrome de choque tóxico, alergias e infecções, principalmente em mulheres que têm a pele e a mucosa mais sensíveis às fragrâncias, corantes e materiais sintéticos, que estão na composição de alguns desses produtos (ECYCLE, 2016).

Das 22 voluntárias que não utilizam absorventes convencionais, 19 sabiam das implicações ginecológicas consequentes dos materiais plásticos presentes nos absorventes descartáveis, que não permitem a ventilação, deixam a área vaginal quente e úmida, podem promover possíveis proliferações fungos e bactérias (ECYCLE, 2016), enquanto que 3 não os utilizava mesmo sem declarar esse conhecimento.

Tabela 3- Voluntárias que tinham conhecimento sobre as implicações ginecológicas ocasionadas pelo uso de absorventes convencionais

Uso	Sim	Não
Absorventes convencionais	55	51
Outros tipos	19	3

Fonte: Autoria própria, 2018.

Na Semana da Mobilidade Sustentável do Campus "Luiz de Queiroz", 20/09/2018, evento que objetivou estimular uma reflexão sobre o uso excessivo do automóvel e diminuir o número destes no campus durante essa semana. Foi realizada uma intervenção, foi ocupado o espaço de uma vaga de carro, próximo ao prédio central para desenvolver a exposição: Um novo olhar para a menstruação. A importância de resgatar cosmovisões de outros tempos e culturas para expandir a perspectiva em relação a menstruação.

Imagem 1- Estudante presente na exposição: Um novo olhar para a menstruação



Fonte: Lucas Santos, 2018

No dia 30/10/2018 foi realizada uma palestra para a ABEEF (Associação Brasileira de Estudantes de Engenharia Florestal), no Centro de Vivência da ESALQ com o título: Ecofeminismo dentro da universidade como instrumento de educação ambiental e de gênero.

Imagem 2- Estudantes na palestra: Ecofeminismo dentro da universidade como instrumento de educação ambiental e de gênero



Fonte: Lucas Santos, 2018.

No dia 20/02/2019 foi realizada uma oficina de Ecofeminismo, na semana de recepção dos ingressantes. Título: Conceituando Ecofeminismo no contexto da ESALQ.

Imagem 3- Oficina para os ingressantes, em 2019



Fonte: Lucas Santos, 2019.

Foi realizada a MIP (Micro Intervenção Possível) na Revolução das Flores, no dia 06/06/2019.

Imagem 4- Discentes e colaboradores da Esalq presentes na MIP Revolução das Flores



Fonte: Lucas Santos, 2019

Resultado do impacto deste trabalho as estudantes de graduação dos cursos da ESALQ perceberam a necessidade de expandir a ação com o apoio da Instituição para promover uma maior sensibilização da comunidade feminina esalqueana em relação ao tema, principalmente funcionárias prestadoras de serviço que, muitas vezes, podem não ter acesso a esse tipo de esclarecimento.

Foi promovida palestra sobre o tema com enfermeira especializada em saúde da mulher, em colaboração com as estudantes simpatizantes e o coletivo feminista Raiz Fulô (Entidade política e

estudantil das mulheres da ESALQ/USP), ofereceu ajuda financeiro à pesquisa para a compra dos absorventes reutilizáveis. Outra atividade educadora também foi feita sobre saúde da mulher e meio ambiente. Para realização das ações mencionadas (palestra e atividade educadora) contamos com o apoio da prefeitura do campus que disponibilizou um horário com as funcionárias da limpeza e estrutura. Essa atividade integrou as estudantes com as funcionárias da Esalq, contribuiu na construção da consciência ambiental e empoderamento feminino.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interpretações dos dados extraídos a partir dos questionários, informações adquiridas das diversas vivências e intervenções mostraram que as mulheres possuem interesse em não gerar resíduo com a menstruação, para isso a educação ambiental nos moldes do Ecofeminismo traz as instigações e informações para impulsionar o que até então só era um anseio.

A educação ambiental pode romper esse ciclo de hábitos de consumo e despertar a mudança que provavelmente refletirá nas futuras gerações dessas mulheres que agora poderão apresentar outras formas de manejo menstrual para suas filhas. A descoberta dos riscos à saúde que os absorventes descartáveis causam, aumentou o interesse nas tecnologias ecológicas de manejo menstrual pela população estudada.

As experiências percebidas durante as vivências pedagógicas promovidas neste estudo mostraram que é muito importante trazer a resignificação da menstruação. De fato, esta resignificação embasada pela conceituação ecofeminista possibilita reflexão a respeito do cuidado com o próprio corpo e com a menstruação. Assim, torna-se possível o despertar para um novo hábito de consumo de tecnologias de manejo menstrual que sejam mais sustentáveis, e que melhorem a qualidade de vida.

Diante do que foi exposto, pode-se perceber que o patriarcado capitalista faz com que mulheres lidem com seus próprios corpos com tabu, o que é refletido inclusive na visão equivocada de seus próprios processos biológicos e, que esse tipo de opressão gera na mulher hábitos que impactam o meio ambiente. Observa-se então, que quando a mulher é oprimida ela gera impacto na natureza e que ambas as opressões estão conectadas.

Desta forma, o presente estudo reforça a relevância da discussão sobre o assunto e além disso, a importância de que ações educativas e formativas sejam desenvolvidas através da educação ambiental ecofeminista, para fomentar a resignificação ecológica entre a mulher, seus processos biológicos naturais e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABSORVENTES descartáveis: história, impactos ambientais e alternativas. **Ecycle**, [2016]. Seção Consuma Consciência. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/absorvente-impactos-ambientais> . Acesso em: 02 nov.2022.

BORIS, G. D. J. B; DE HOLANDA CESÍDIO, M. Mulher, corpo e subjetividade: uma análise desde o patriarcado à contemporaneidade. **Revista mal-estar e subj.**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 451-478, set. 2007. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-61482007000200012&lng=pt&nrm=iso . Acesso em: 27 ago.2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Brasil Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012. Bibliografia ISBN: 978-85-99093-21-4. Disponível em: http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_para_plano_municipal_de_gestao_de_residuos_solidos-mma-marco_2012.pdf . Acesso em: 02 nov.2022.

BROUNDA, A. Como os absorventes tornaram-se tão insustentáveis. **National Geographic**, 2020. Seção Meio Ambiente. Disponível em: <http://nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/09/absorvente-interno-tampao-menstruacao-saude-mulher-poluicao-plastico> . Acesso em: 10 jan.2021.

COOPER, K. L. The people fighting pollution with plastic-free periods. **BBC News**, 2018. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/world-43879789> . Acesso em: 02 de nov.2022.

DUDLEY, S. et al. Tampon Safety. **National Center for Health Research**, [2018]. Disponível em: <http://www.center4research.org/tampon-safety> . Acesso em: 02 nov.2022.

FEDERICI, S. **O calibã e a bruxa: mulheres, corpo e acumulação primitiva**. Editora Elefante, São Paulo, Cap.2, p. 178-180, 2017.

FRANCO, R. B.; CARNIATTO, I. ; FABRINI, J. E. Ecofeminismo e a propagação da educação ambiental. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL,16., 2017, Curitiba. **Anais...**Curitiba: Setor de Educação da UFPR, 2017. p. 1351, ref.1353. Disponível em: <http://www.epea2017.ufpr.br/wp-content/uploads/2017/07/06-07-fich%C3%A1rio.pdf> . Acesso em: 02 nov.2022.

OLIVEIRA, A. F. Em conexão com a terra: práticas, rituais e concepções sobre o “femenino” no fogo sagrado. In:FAZENDO GÊNEROS, 9., 2010, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: Universidade de Santa Catarina, 2010. p.2.

PETROSSI, E. Absorvente verde. **Super Abril**, 2004. Seção Ideias. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ideias/absorvente-verde> . Acesso em: 02 nov.2022.

RATTI, C. R. et al. O Tabu da Menstruação Reforçado pelas Propagandas de absorvente. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO**, 38., Rio de Janeiro, 2015.

REDAÇÃO MUNDO ESTRANHO. Quem inventou o absorvente higiênico?. **Revista Super Interessante**, abril, 2011. Seção Saúde. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quem-inventou-o-absorvente-higienico> . Acesso em: 27 ago.2022.

ROSENDO, D. Filosofia ecofeminista: Repensando o feminismo a partir da lógica de dominação. **Revista Diversitas**, São Paulo,v. 4, n. 5, p. 99-123, 2016. ISSN 2318-2016. Disponível em: https://diversitas.fflch.usp.br/sites/diversitas.fflch.usp.br/files/inline-files/revista_diversitas_5_1.pdf. Acesso em: 02 nov.2022.

SANTOS, L. **Discentes e colaboradores da Esalq presentes na MIP Revolução das Flores**. Piracicaba-SP. 2019. Imagem 4.

SANTOS, L. **Estudante presente na exposição: Um novo olhar para a menstruação**. Piracicaba-SP.2018. Imagem 1.

SANTOS, L. **Estudantes na palestra: Ecofeminismo dentro da universidade como instrumento de educação ambiental e de gênero**. Piracicaba-SP. 2018. Imagem 2.

SANTOS, L. **Oficina para os ingressantes, em 2019**. Piracicaba-SP. 2019. Imagem 3.

VARELA, M. Coletor menstrual: por que não falamos dele?. **Drauzio Varella**, 2015. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/mulher-2/coletor-menstrual-por-que-nao-falamos-dele> . Acesso em: 02 nov.2022.

WARREN, K. **Ecofeminist Philosophy: A western Perspective on what it is and why it matters**. Rowman & Littlefield Publishers, out.2000, p. 46.

7. ECONOMIA CIRCULAR E EXPLORAÇÃO ENERGÉTICA NO SETOR DE RESÍDUOS: ARTICULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E CONTRIBUIÇÃO PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.

André Vivan de Souza

André Marchesin

Leticia Elizeu Duarte

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.007

1. INTRODUÇÃO

Em 13/04/2022, o Governo Federal aprovou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (“Planares”)⁸³, um dos instrumentos para a consecução dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

O diagnóstico reproduzido no Planares é o retrato de um caminho preocupante que a sociedade brasileira vem percorrendo no modelo de gestão de seus resíduos. De um lado, os dados colhidos demonstram que a geração de resíduos vem crescendo em curva ascendente no país. De outro, os índices de reutilização, reciclagem e aplicação de outras formas de aproveitamento de resíduos ainda se revelam baixos, corroborando o componente de alto desperdício que marca os modelos de produção e consumo brasileiros.

O perfil traçado no Planares demonstra que a lógica de produção, consumo e descarte na sociedade brasileira ainda ignora a capacidade de aproveitamento e reinserção na cadeia produtiva daquilo que é descartado pelo mercado consumidor. Mesmo uma superficial análise crítica do modelo linear atualmente seguido é capaz de revelar sua

⁸³ Decreto Federal nº 11.043/2022

inviabilidade a longo prazo, na medida em que há crescente demanda por insumos, nítida escassez de certos recursos naturais para atender à alta demanda e ainda maior limitação de áreas capazes de acolher os volumosos descartes feitos pela população. Portanto, estão reunidas as condições para um contínuo aumento dos custos decorrentes da atual forma de gestão dos resíduos.

A situação calamitosa do relacionamento da sociedade com os resíduos por ela gerados convida-nos a refletir acerca dos caminhos até aqui adotados pela sociedade para lidar com esse problema. A par da constatação de que o padrão atual é insustentável sob ambas as perspectivas ambientais e econômicas, o modelo da “Economia Circular” pode auxiliar na construção de padrões de produção e consumo mais racionais na sociedade brasileira. O conceito está, aliás, abordado no Planares⁸⁴ como modelo que deve pautar a atuação pública e privada na gestão dos resíduos decorrentes das atividades de produção e consumo.

O tema da Economia Circular, a seu turno, repercute nos variados estágios do ciclo de vida dos produtos. Os esforços para a compreensão e implementação do modelo contribuíram para o desenvolvimento e aprimoramento de estruturas que permitam o reaproveitamento de recursos naturais mediante a reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva. Os instrumentos da coleta seletiva e a logística reversa preconizados na Política Nacional de Resíduos Sólidos⁸⁵ são ilustrativos

⁸⁴ “Nesse sentido, ganham cada vez mais atenção ações relacionadas à economia circular, que representa a ruptura do modelo econômico linear, baseado na dinâmica de extrair, transformar e descartar, para um modelo onde se prioriza a redução, a reutilização e a reintrodução dos materiais ao longo da cadeia produtiva de forma eficiente, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais, as emissões de GEE, o desperdício, a geração de rejeitos e a poluição.” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022, p. 28)

⁸⁵ Lei nº 12.305/2010. Art. 8º. São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros: (...) III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

meios de atuação concreta da Economia Circular, por viabilizarem a reinserção dos resíduos pós-consumo na cadeia produtiva. Economia Circular, portanto, é mais uma forma de exprimir que devemos aproveitar mais os resíduos como matéria-prima capaz de geração de novos ciclos de econômicos e menos como custos ou passivos.

Para além dos principais instrumentos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente, muita atenção tem recaído sobre o tema do aproveitamento energético de resíduos, que, em todos os seus aspectos, dialoga com o modelo de Economia Circular. O crescente espaço que esta discussão vem ocupando na pauta ambiental muito pode ser creditado não só à sua adequação com o modelo conceitual da Economia Circular, mas também ao seu potencial de colaborar para o enfrentamento das mudanças climáticas.

Sem a pretensão de exaurimento do tema, pretendemos, a partir da metodologia analítica de fontes doutrinárias e normativas, analisar as atuais tendências no campo da intersecção entre Economia Circular e Geração Energética. Neste artigo, abordamos o tema do aproveitamento energético de resíduos sob o enfoque das políticas públicas brasileiras que têm se preocupado em propiciar um ambiente de fomento ao emprego de tecnologias que permitam a exploração do referido potencial energético, bem como o da relevância da sua aplicação para a transição energética.

2. ECONOMIA CIRCULAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Desde a divulgação do Quinto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) em 2014, consolidou-se internacionalmente a noção de que a Economia Circular exerce um papel relevante nos esforços de mitigação das mudanças climáticas⁸⁶.

⁸⁶ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf

Sabe-se que a linearidade na lógica de produção e o consumo elevado geram pressões sobre recursos naturais e energéticos, bem como o acúmulo de resíduos em aterros ou lixões. A tal fenômeno pode-se imputar a elevação das taxas de emissão de gases de efeito estufa (GEEs), eis que a geração desenfreada de resíduos, cumulada com a sua disposição em aterros, já corresponde a 4% das emissões brasileiras de GEEs⁸⁷.

De um lado, por deixar de reaproveitar os itens já colocados em circulação, a produção linear dispende energia e recursos para atender à sua demanda por insumos. De outro lado, os aterros e lixões são grandes emissores de gás metano, que é produto do processo químico envolvido na decomposição natural da matéria orgânica ali despejada.

A concepção de Economia Circular tradicionalmente está associada a soluções de redução, reutilização, reaproveitamento e reciclagem de materiais. Procura reter o valor dos materiais “circulantes” e ao mesmo tempo eliminar resíduos e poluição, mantendo produtos e materiais em uso para regenerar sistemas naturais⁸⁸. Apesar de não estar incorporado na noção tradicional, atualmente tem se defendido a visão de que a valorização energética de resíduos é um elo crucial no modelo circular.

2.1. TÉCNICAS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS

Pelo atual estado da técnica, são conhecidas essencialmente duas modalidades de exploração energética de resíduos, ambas pouco utilizadas no país.

A primeira consiste no emprego de métodos térmicos (*i.e.*, pirólise ou incineração) sobre os resíduos, em unidades de recuperação energética (URE) conhecidas globalmente como “*waste-to-energy*”

⁸⁷ ABRELPE, 2021

⁸⁸ KPMG. Resourcing the energy transition: making the world go round. March, 2021. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2021/03/resourcing-the-energy-transition.pdf>. Acesso em 16/02/2022.

facilities". Tais processos são empreendidos com o propósito de recuperar parte da energia contida nos resíduos que não puderam ser reaproveitados no âmbito das metas de não geração, redução, reutilização, reaproveitamento e reciclagem.

Conquanto possam ser identificadas posições contrárias ao tratamento térmico de resíduos, o tema deve voltar à pauta despido de preconceitos. No atual estágio de avanço tecnológico e do controle ambiental, deve-se reconhecer que a técnica apresenta sustentabilidade quando empregada de maneira subsidiária às demais soluções da Economia Circular. É importante amadurecer a visão a respeito do relacionamento mantido pela sociedade com os resíduos que ela gera e admitir ser utópica a meta de reaproveitamento integral de resíduos. Processos de coleta seletiva possuem falhas que lhe são inerentes e, em algum grau, sempre será necessária a disposição em aterros de resíduos que foram misturados e contaminados com frações orgânicas. Daí que a destinação para UREs pode ser extremamente vantajosa dentro do contexto da Economia Circular, por viabilizar a redução do volume de rejeitos a serem dispostos em aterros, bem como permitir que do resíduo insersível seja extraído algum benefício, ainda que exclusivamente associado a seu potencial energético.

Em termos de vantagens para os desafios climáticos, a recuperação energética atua tanto na seara da redução das emissões em aterros, dada a diminuição do volume aterrado, como também contribui para a diminuição do uso de combustíveis fósseis para geração de energia.

A despeito de possuir previsão na Política Nacional de Resíduos Sólidos⁸⁹, o método de recuperação energética tem tido participação

⁸⁹ Lei nº 12.305/2010. Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. § 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação

tímida no mosaico de soluções para gestão de resíduos no Brasil. De acordo com os dados constantes do Planares⁹⁰, o Brasil conta apenas com três empreendimentos de tal natureza situados na região sudeste, todos ainda inoperantes e em fase de instalação. Os números de unidades capazes de gerar oportunidades transversais entre o setor de resíduos e energia comprova que ainda serão necessários investimentos relevantes em infraestrutura que viabilize esta agenda.

O segundo modelo de exploração energética de resíduos consiste na utilização de técnicas de captura de gases gerados no âmbito da decomposição biológica da matéria orgânica. O fenômeno é resultado da digestão anaeróbica por microrganismos, em equação química cujo produto libera composto gasoso formado por gases metano, dióxido de carbono, entre outros. Tal composto é denominado “biogás” e seu processo de formação ocorre naturalmente no interior de aterros sanitários ou em áreas onde há o acúmulo de resíduos orgânicos.

energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

⁹⁰ “O processo de incineração de RSU consiste na submissão dos resíduos a tratamento térmico em ambiente controlado no interior de instalações construídas especificamente para esse propósito. As vantagens desta tecnologia são: reduzir o volume e massa dos resíduos; tornar os resíduos inertes quimicamente; e viabilizar a recuperação de energia, metais e outros materiais.

Já existem no país incineradores para resíduos industriais, de serviços de saúde (RSS) e de equipamentos que contenham Bifenilas Policloradas (PCB, comercializados com o nome de ascarel). Na aplicação de incineração para RSU ou CDR de RSU ainda não foi identificada nenhuma atividade no país. Está em fase de implantação uma Unidade de Recuperação Energética (URE) para tratamento térmico de RSU e CDR, em Barueri/SP. A URE terá capacidade para tratar 825 toneladas/dia, com potência instalada de 20 MW de energia.

Recentemente outras duas plantas de recuperação energética receberam suas licenças ambientais, uma em Mauá, em São Paulo, e outra no Caju, na cidade do Rio de Janeiro. A planta de Mauá está projetada com uma capacidade instalada para tratar 4.000 toneladas/dia de resíduos e potência instalada de 80 MW. Já a URE do Caju foi projetada para tratar 1.200 toneladas/dia (cerca de 14% dos resíduos coletados em toda cidade do Rio de Janeiro) e potencial de geração de 30 MW de energia, o suficiente para abastecimento de uma população de 200 mil pessoas.” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022, pp. 39-40)

O biogás possui potencial energético que pode ser aproveitado a partir de sua combustão. Por meio do emprego de um processo de purificação do biogás, é também possível extrair o biometano, que, além de sua capacidade de atender o mercado como substituto do gás natural, pode também servir como combustível veicular e contribuir com a diminuição da dependência de combustíveis fósseis do setor de transportes.

Segundo a ABiogás – Associação Brasileira do Biogás, o aproveitamento efetivo do potencial energético do biogás poderia alterar drasticamente a dependência de combustíveis fósseis no setor de transporte. Estima-se que o biogás tem o potencial de atender a 70% da atual demanda de diesel. O seu potencial na seara elétrica também é bastante relevante, prevendo-se que o biogás poderia chegar a suprir o 34,5% da demanda nacional. Os números são realmente impressionantes e, dado o seu potencial de contribuição para a transição energética para uma economia de baixo carbono, criam um senso de urgência para que sua aplicação se torne uma realidade no país.

2.2. A RESSIGNIFICAÇÃO DO SETOR DE RESÍDUOS A PARTIR DA PERSPECTIVA DE OPORTUNIDADE

A par do potencial brasileiro para a exploração energética dos resíduos, rompe-se o dogma de que os resíduos correspondem pura e simplesmente em passivo ambiental social.

O esforço de se analisar o potencial energético dos resíduos brasileiros a partir dos conceitos de Economia Circular e Mudanças do Clima proporciona uma visão transformadora quanto à forma de portar-se face à questão dos resíduos. Antes tido como passivo ambiental da sociedade, o avanço para a utilização de tecnologias de geração de energia em empreendimentos como UREs e aterros

sanitários passam a proporcionar que o setor de resíduos seja avaliado sob uma visão de oportunidade.

O caminho rumo à implementação do modelo circular, na busca por reintroduzir no sistema produtivo os resíduos das etapas de ciclo de vida do produto e diminuir os níveis de disposição final em aterros sanitários e lixões clandestinos, é também uma meta desejável sob o ângulo do enfrentamento dos desafios climáticos. Incorporar de maneira definitiva o aproveitamento energético como um dos elos oficiais da Economia Circular é, neste contexto, fundamental para a redução das emissões de GEEs e para a criação de alternativas que viabilizem a transição para uma economia de baixo carbono.

Para que os benefícios energéticos dos resíduos possam ser extraídos em sua plenitude, porém, é essencial a formação de um quadro regulatório que fomente e viabilize o emprego destas tecnologias. A seguir, sem a pretensão de esgotar o tema, trataremos das políticas públicas atualmente em curso para propiciar a expansão da exploração do potencial energético associado aos resíduos no país.

3. POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS DE RECUPERAÇÃO E REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS

Em tempos recentes, a exploração do potencial energético dos resíduos tem sido considerada com otimismo pelos setores governamentais brasileiros. De acordo com declarações constantes do sítio eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR)⁹¹, a recuperação energética de resíduos é avaliada pelos gestores públicos como *“potencial solução para a diversificação da matriz energética do país, para o aumento da vida útil de aterros sanitários e a redução da emissão de gases de efeito estufa”*.

⁹¹ Disponível em: <<https://sinir.gov.br/suplementares/o-que-e-recuperacao-energetica/>> Acesso em 29/05/2022

Durante a Conferência das Partes ocorrida em Glasgow (COP26), o assunto foi destaque em meio aos painéis apresentados pela Delegação Brasileira, que se dedicaram a apresentar o cenário brasileiro potencial para a exploração energética de fontes limpas associadas aos resíduos, sobretudo no que se refere ao biogás. Durante a Conferência, o Brasil ainda aderiu ao Compromisso Global de Metano, comprometendo-se com a redução de 30% das emissões de metano até 2030, o que pressupõe a aplicação de tecnologias de recuperação energética e geração de biogás para o alcance da meta.

O posicionamento do país em conferências internacionais demonstra que o tema tem ganhado fôlego em meio aos gestores públicos, a fim de que se construa o arcabouço normativo que torne realidade a diversificação da matriz energética brasileira a partir da exploração de energia derivada de resíduos.

De maneira escalonada, o Poder Público tem editado programas e regulamentações com o intuito de propiciar a segurança jurídica necessária ao avanço da exploração energética de resíduos no país. Se efetivamente implementadas, a experiência brasileira poderá servir de modelo de sucesso global no desenvolvimento de aplicações sustentáveis na geração de energia a partir de resíduos.

Em 2019, o Governo Federal lançou o Programa Lixão Zero, que constituiu o primeiro passo para estabelecer as medidas necessárias ao aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos urbanos. Dentre as metas preconizadas no documento, foram traçados planos para a potencialização da geração de energia a partir dos resíduos sólidos envolvendo iniciativas para o diagnóstico do potencial energético de cada região do país, bem como a elaboração de normas capazes de estimular a instalação de empreendimentos desta natureza.

No mesmo ano, foi editada a Portaria Interministerial nº 274/2019 do Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Minas e Energia e

Ministério do Desenvolvimento Regional. O ato supriu uma importante lacuna normativa a respeito da recuperação energética de resíduos, na medida em que o decreto regulamentador da Política Nacional de Resíduos Sólidos exige que haja disciplina específica sobre o tema por ato conjunto das autoridades ministeriais.

Dedicada a regulamentar exclusivamente o URE (*i.e.*, sem aplicação para soluções relacionadas ao aproveitamento de biogás e biometano), a Portaria estabelece que a recuperação energética de resíduos via tratamento térmico é considerada uma destinação ambientalmente adequada quando respeitada a hierarquia no âmbito das soluções previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ao conferir maior previsibilidade ao setor a respeito de padrões de controle e qualidade ambiental da UREs, o regulamento visa fomentar o uso da alternativa energética como uma solução prioritária ao acúmulo de resíduos ainda aproveitáveis em aterros sanitários ou, de maneira irregular, em lixões.

Em 2022, o Governo Federal lançou um pacote de medidas destinadas a diminuir as emissões brasileiras de gás metano e regular, e, no contexto desta política, previu a exploração energética do biogás e biometano como um dos meios de atuação concreta do plano. Os atos normativos que abrangem o pacote consistem: na Portaria MMA nº 71/2022, que institui o Programa Nacional de Redução de Emissões de Metano – Metano Zero; no Decreto Federal nº 11.003/2022, que institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano; e na Portaria Normativa nº 37/GM/MME de 20/03/2022, que insere a produção do biometano no Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI e, assim, possibilita que os projetos de infraestrutura destinados à produção de biometano usufruam de suspensão de cobrança de PIS/COFINS na aquisição de máquinas, materiais de construção, equipamentos, dentre outros.

A iniciativa federal para regular e promover a exploração do biogás e biometano é ilustrativa do diálogo entre o tema da gestão dos resíduos e do enfrentamento das mudanças climáticas. Resíduos urbanos e rurais, outrora contemplados sob a ótica de passivos sociais, passam a constituir “as principais fontes de biogás e biometano”, como reconhece o art. 7º do Decreto Federal nº 11.003/2022. Ao encampar tais medidas de geração de oportunidades a partir de resíduos, as regulações editadas consolidam o biogás e biometano como fontes energéticas estratégicas para o combate às mudanças climáticas: de um lado, o seu aproveitamento gera redução das emissões brasileiras provenientes do setor de resíduos; de outro, fornecem alternativas renováveis ao setor de energia e transportes, viabilizando a redução de emissões oriundas do uso de combustíveis fósseis.

A recuperação energética de resíduos também pode gerar créditos para compensação de metas de logística reversa, segundo o recente Decreto nº 11.044/2022. Este Decreto criou o Recicla+, o qual, nos termos dos arts. 6º e 7º, é o “*documento comprobatório das massas de embalagens ou de produtos efetivamente compensados pela restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente desses materiais*” e tem como lastro “*notas fiscais eletrônicas das operações de comercialização de produtos ou de embalagens comprovadamente retornados ao fabricante ou à empresa responsável pela sua reciclagem ou pela sua recuperação energética*”.

Por este novo instrumento, a recuperação energética é admitida como uma das formas de geração de créditos para comprovação do atendimento às metas de logística reversa, algo até então não permitido, o que amplia o leque de opções disponíveis para as empresas sujeitas a tais obrigações.

Por fim, o mais recente avanço normativo quanto ao tema pode ser reputado ao Decreto Federal nº 11.075/2022, que pretende instituir o mercado regulado de créditos de GEEs, corrobora os aspectos

vantajosos da exploração do biogás e biometano sob a vertente dos “créditos de metano” que, definidos no decreto como “ativo (...) representativo de redução e remoção de uma tonelada de metano”, poderão conferir aos seus produtores a possibilidade de negociação de créditos de metano no mercado voluntário e regulado.

Embora os projetos de infraestrutura não estejam na mesma velocidade, o país tem avançado com a agenda regulatória de aproveitamento do potencial energético de resíduos. O efetivo alcance da pretensão de expandir a exploração energética de resíduos, de fato, merece protagonismo nas políticas públicas ambientais, dado o seu grande potencial de contribuir não só para o aprimoramento das engrenagens da Economia Circular, como também para o atingimento das metas brasileiras de redução de emissão de GEEs.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se, de um lado, admite-se que a sociedade brasileira permanece em condição de atraso em sua forma de lidar com os resíduos por ela gerados e em relação à premente necessidade de incorporação da lógica circular em seus meios de produção, tal qual revela o diagnóstico retratado no recém-divulgado Planares, é ao mesmo tempo verdade que o atual estado de coisas oferece oportunidades no ramo de empreendimentos que se disponham a promover soluções sustentáveis para o setor de resíduos.

O Brasil possui grande potencial, ainda subutilizado, para extrair proveitos energéticos de resíduos orgânicos. Tornar o aproveitamento energético de resíduos uma realidade permite encaminhar respostas, a um só tempo, a problemas tipicamente associados ao setor de resíduos (e.g., redução do volume destinado a aterros ou lixões clandestinos e diminuição dos GEEs gerados pelo setor) e aos desafios ligados à transição para uma economia de baixo carbono.

A julgar pelo aumento, nos últimos anos, na edição de políticas públicas destinadas a regular soluções que promovam o aproveitamento energético de resíduos, a estratégia federal parece enfim estar caminhando rumo à exploração do potencial que esta alternativa representa ao país. Apesar de investimentos em infraestrutura e articulações setoriais ainda pendentes serem passos antecedentes fundamentais para tornar o aproveitamento energético de resíduos uma realidade mais presente, o desejado aumento da participação dos resíduos em meio às fontes de energia limpa utilizadas no país poderá render resultados animadores para a experiência brasileira no enfrentamento da crise climática.

REFERÊNCIAS

ABIOGÁS [Associação Brasileira do Biogás]. **PNBB – Programa Nacional do Biogás e Biometano**. 2022

ABRELPE [Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais]. **Caderno Informativo de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2012

ABRELPE [Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais]. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares [recurso eletrônico]** / André Luiz Felisberto França (coord.). Brasília: MMA, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero**. Brasília: MMA, 2019.

KPMG. **Resourcing the energy transition: making the world go round**. 2021.

OLIVEIRA, Gesner; FERREIRA, Artur Villela. **Nem Negacionismo, nem apocalipse – economia do meio ambiente: uma perspectiva brasileira.** 1ª ed. São Paulo: BEI Editora, 2021.

SOLER, Fabricio Dorado. **Direito de Energia e Direito dos Resíduos – Regulação da Recuperação Energética de Resíduos Sólidos.** *In:* NETO, Urias Matiniano Garcia (coord.) A Interface do Direito de Energia com outros ramos do direito, engenharia, administração e economia. Tomo I. Rio de Janeiro: Synergia, 2021, pp. 177-203.

8. O ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO E A ECONOMIA CIRCULAR.

Andressa Santiago Lima⁹²

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.008

1. INTRODUÇÃO

Os limites ambientais estão seriamente ameaçados pelo estilo de vida imperado no planeta. O modelo de economia do capitalismo impulsiona hábitos pautados no consumismo desenfreado e inconsciente, que visa o lucro em detrimento da proteção ambiental. O exponencial uso de recursos naturais e o conseqüente aumento dos resíduos sólidos evidenciou a ineficiência do gerenciamento dos excedentes e a economia linear permanece em evidência, como se fosse o único caminho possível.

Alberto Acosta vai dizer em seu livro *O Bem Viver* que a natureza é a base da economia e que por essa razão a economia deve submeter-se à Natureza (ACOSTA, 2016, p. 121). Isso significa que sem um meio natural para explorar não haveria possibilidade de sustentar as premissas no modelo econômico-financeiro que tem imperado no planeta Terra nos últimos séculos. O ser humano aprendeu na Revolução Industrial facilidades e tecnologias que mudaram completamente o destino da espécie humana e sua relação com o planeta, e aprenderam que, com as ferramentas e matérias primas corretas, era possível menos trabalho manual e mais resultados, mais produtos e, conseqüentemente, mais consumo.

⁹² Graduada em Direito. Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Ocorre que, o ser humano do século XIX não cogitou problemas ambientais estruturais que causariam com sua busca desenfreada e desorganizada por “desenvolvimento”, tendo em vista que a destruição da natureza na dimensão atual é algo sem precedentes. No entanto, a partir do momento que foi possível visualizar as consequências dos atos para as próximas gerações tornou-se completamente infundada toda e qualquer atitude que insiste nos mesmos resultados e aceitam as mesmas consequências.

O presente trabalho visa responder a seguinte problemática: É possível implementar a economia circular no atual ordenamento jurídico brasileiro? Com o objetivo geral de compreender a possibilidade de incluir uma nova solução para o problema do lixo com a moderna sistemática legislativa brasileira, a metodologia utilizada para a presente pesquisa foi uma revisão de literatura com textos de autores que tratam da temática de forma crítica e perspicaz.

2. A PROBLEMÁTICA DO CONSUMO INCONSCIENTE E A ECONOMIA CIRCULAR

No Brasil, os resíduos sólidos se tornaram preocupantes em 1991 com o projeto da lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), mas somente em 2010 foi efetivamente sancionada (LUZ, 2020). Dentre o cenário de políticas públicas e preocupação com o meio ambiente, o capitalismo teve um leve abalo em sua estrutura. Algumas pessoas, seus consumidores e fontes de lucro, passaram a questionar o consumo inconsciente e desenfreado. E embora essa realidade não seja nenhuma grande ameaça, não são mais todos os indivíduos que consomem sem se preocupar com a real necessidade ou sem questionarem a procedência e destinação do produto consumido.

É nesse cenário que surge a reciclagem. Retornar para a cadeia de produção produtos sem utilidade é uma ideia que colabora com a

estrutura de sustentabilidade, além de ser um dos principais instrumentos da economia circular, aqui apresentada como uma das soluções consideradas viáveis para o gerenciamento de resíduos no planeta. Em 2020 restou demonstrado que o Brasil deixa de lucrar 14 bilhões de reais com a ausência de reciclagem (MAURÍCIO; FORSTER, 2020).

Assim, a economia linear emergiu das revoluções industriais anteriores que foram baseadas em extrair, produzir e descartar, e vem sendo substituída por uma tentativa da chamada economia circular. As empresas passarão a reconsiderar como desenhar laptops, móveis, tênis, telefones móveis, produtos de limpeza e até jeans. Em vez de vender e esquecer os produtos, as empresas os usarão como oportunidades para a contínua criação de valor e para relacionamentos duradouros e contínuos com os clientes. (WEETMAN, 2019. p. 39).

O problema diante dessa possibilidade surge quando se observa que para não perder seus clientes potencialmente sustentáveis, as empresas têm abraçado a ideia de materiais recicláveis em suas embalagens como uma forma de atrair esses consumidores. Seria uma atitude louvável se o objetivo final não permanecesse sendo o aumento do consumo dentro de uma cadeia que se finda com o descarte.

Acosta aduz que “é preciso consumir diferente, melhor e, em alguns casos, menos, obtendo melhores resultados em termos de qualidade de vida.” (2016, p. 165). A reciclagem precisa ser vista como um instrumento na vida sustentável e não como uma carta branca para manter um estilo de vida exageradamente consumista e de acumulação de bens materiais.

De plano, deve-se enfrentar a ilusão da necessidade de consumismo desenfreado, irracional, inconsciente e desnecessário que permeia a sociedade mundial. Segundo dados obtidos em uma

pesquisa do Serviço de Proteção ao Crédito (SPC Brasil) e da Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (CNDL) realizada nas capitais do país, apenas 31% dos brasileiros são consumidores conscientes (WAKAI, 2018). Em pesquisas mais recentes, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA, o consumo de carne bovina mundial deve bater recorde em 2021 e superar 60 milhões de toneladas de carcaça equivalente, pela primeira vez na história (CANAL, 2021). Além do dia de sobrecarga da Terra que a cada ano que passa chega mais rápido, tendo em 2021 chegado no mês de julho (BARBOSA, 2021).

Nesse sentido, a partir dos anos 1970, constata-se cada vez mais que muitos dos recursos de que dependemos para a nossa sobrevivência são finitos ou estão sujeitos às restrições impostas pela velocidade de renovação ou pela disponibilidade de terras. Em nossos ambientes urbanos, é fácil esquecer que a Terra e seus sistemas vivos fornecem tudo o que usamos e consumimos – alimentos, ar, água, habitação, roupas, transporte – tudo. (WEETMAN, 2019, p. 40).

Com o capitalismo imperando no planeta e grande parte do lucro nas mãos de quem tem o poder de direcionar conteúdos midiáticos para os consumidores, fica mais fácil entender porque reuniões entre líderes mundiais parecem andar em círculos. Sem uma conversa direcionada à raiz do problema, remediações temporárias continuarão sendo vistas como a melhor solução de todos os tempos. Sem a coragem necessária para enfrentar o que vem pela frente como consequência das escolhas dos nossos antepassados e das nossas, tendemos a cada vez mais entregar um leito de morte para as futuras gerações.

A ideia de superioridade do ser humano perante a natureza é um dos principais motivos para o atual comportamento global. Se em algum momento associam as tragédias ambientais com o seu estilo de

vida, não parecem refletir sobre isso. Lamentam os acontecimentos e continuam fazendo as mesmas coisas de sempre. Consolam-se nos acordos e leis ambientais sem indagar a própria participação no processo de tornar a norma eficaz. A população prefere acreditar que as autoridades estão resolvendo o problema, excluindo sua parcela de culpa e participação na destruição do planeta.

Desta feita, a educação ambiental da população ainda é uma das melhores alternativas que existe. A desinformação alimenta o lucro e, assim, o teatro de um desenvolvimento sustentável segue como se os problemas ambientais não fossem responsabilidade dos seres humanos, mas apenas a natureza mostrando seu lado selvagem e incivilizado, salientando a “diferença” em relação à superioridade humana.

A economia circular ou “donut” surge como uma saída singela e sincera. Tendo a economia linear como ponto de partida, produção-utilização-descarte do produto, a economia circular romperia com a ideia de inutilização do material descartado de modo a criar um ciclo de produção-utilização-reutilização. Mas não só isso. A economia circular baseia a “vida dentro do donut” onde a circunferência limítrofe desse círculo são os limites da própria natureza e dos direitos básicos do humano, de forma que seja possível a vida respeitando essas divisas, ou seja, sendo possível a “vida dentro do donut”. A reciclagem e materiais biodegradáveis como centro do consumo, mas não apenas isso. Estudos de Kate Raworth e Catherine Weetman mostram que um modelo de vida pautado no reaproveitamento de materiais e em proteção aos direitos básicos do homem tornaria possível uma vida dentro dos limites da Terra.

A autora Kate Raworth traz em sua pesquisa que “as primeiras tentativas de quantificar as fronteiras sociais e planetárias colocam a

estrutura em um compasso de escala global e mostram que a humanidade está longe de viver dentro do “donut””. Afirma que:

Profundas desigualdades de renda, gênero e poder fazem com que milhões de pessoas estejam vivendo abaixo de cada dimensão da base social. Quase 900 milhões de pessoas enfrentam a fome; 1.4 bilhão vivem com menos de \$1.25 por dia e 2.7 bilhões não têm acesso a instalações limpas para cozinhar. Ao mesmo tempo, o limite ambiental máximo já foi cruzado por pelo menos três das nove dimensões: mudança climática, uso do nitrogênio e perda de biodiversidade. [...] De fato, a maior fonte de pressão da fronteira planetária atualmente é o consumo excessivo de recursos por aproximadamente 10 por cento da população mundial mais rica, e os modelos de produção das empresas que produzem os bens e serviços que esta faixa da população consome [...] (RAWORTH, 2012, p. 5).

Quando a preservação é sugerida pelos países que já ultrapassaram seus limites ambientais e hoje se encontram em uma categoria de economia considerada desenvolvida, os países “em desenvolvimento” tendem a interpretar a situação como uma forma de frear uma possível concorrência. Não visualizam que poderiam encontrar caminhos mais eficientes e sustentáveis, o seu próprio caminho, e ainda assim prosperar, ao invés de copiar modelos que social e ambientalmente não deram muito certo, a não ser para uma parte bem específica da população que não vive em escassez e não sentem tanto os malefícios da degradação ambiental

Em âmbito brasileiro, vale mencionar um dos princípios que rege o Direito Ambiental e que Paulo Antunes chama de princípio da capacidade de suporte (ANTUNES, 2021, p. 44). Esse ensinamento tem esteio constitucional no inciso V do §1º do artigo 225 da CF, ao dizer que incumbe ao Poder Público: “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (BRASIL, 1988).

Uma das primeiras manifestações objetivas do princípio da capacidade de suporte surge quando a Administração Pública preconiza e estipula padrões de qualidade ambiental através da

imposição de limites das emissões de partículas, quantidade aceitável de determinados produtos na água, entre outros. Os padrões estipulados pelo Estado devem, necessariamente, considerar os limites da capacidade de suporte do planeta, controlando e verificando a quantidade de matéria e energia estranha que o meio ambiente suporta sem ter suas condições naturais e essenciais modificadas (ANTUNES, 2021, p. 45).

Analisar a capacidade de suporte do planeta é fundamental para compreender que a Natureza possui um limite para reverter os danos, regeneração e manutenção da vida como se conhece. Ao perceber isso, verificar as causas para a aproximação dessa linha limítrofe é o segundo passo. O terceiro passa por reconhecer a colaboração de cada indivíduo com o desmanche do planeta a partir do papel de consumidores e do modo de vida voltado ao consumismo e acumulação de bens materiais.

A mídia vende o tempo inteiro a noção de que os seres humanos precisam de determinados produtos para alcançar um patamar aparentemente desejável e admirado. Aqui também entra a obsolescência dos produtos que significa a data de validade posta na qualidade e funcionamento do produto, em função da renovação de compra e manutenção do lucro das empresas e que já foi classificada por Giles Slade da seguinte forma: a programada, a psicológica e a funcional (SLADE apud CORNETT, 2017). Acosta vai dizer que:

A difusão de certos padrões de consumo, em uma pirueta de absoluta perversidade, se infiltra no imaginário coletivo, inclusive no de amplos grupos humanos que não possuem condições econômicas para acessá-los, mantendo-os prisioneiros de um desejo permanente. As mensagens consumistas penetram por todas as brechas da sociedade. (2016, p. 35) [...] Muitíssimas pessoas só trabalham e produzem pensando em consumir, mas, ao mesmo tempo, vivem na insatisfação permanente de suas necessidades. Produção e consumo se tornam, assim, uma espiral interminável, esgotando os recursos naturais de maneira irracional e acirrando ainda mais a tensão criada pelas desigualdades sociais. (2016, p. 36).

De fato, analisando dessa forma a responsabilidade perante o cenário problemático e crítico que se encontra a saúde da natureza, recai nas mãos de quem detém o grande capital e faz girar as engrenagens da globalização e do capitalismo. O cidadão, no entanto, possui um papel fundamental nesse grande jogo através do seu papel de consumidor. Tendo isso em vista, segundo pesquisa da Accenture (CURTIS et al, 2021), depois da pandemia o interesse pelo consumo consciente aumentou.

A educação ambiental não é tão indefesa como parece: quanto maior o grau de instrução, maior a predisposição de verificar a procedência do produto (CONFEDERAÇÃO, 2020). Através dela - e de qualquer educação de qualidade, diga-se de passagem - é possível ter pensamentos críticos sobre o que acontece e todas as inúmeras informações e propagandas que somos submetidos todos dias.

Em problemas ambientais, no entanto, sabe-se que os detentores de capital normalmente não são diretamente afetados. Apesar disso, não são todas as pessoas que estão dispostas a se preocupar com certas demandas. A ilusão tem uma cama confortável e a venda nos olhos uma paz perfeitamente explicável. Essa cegueira também é abordada na magia do desaparecimento do lixo, como aduz Laíze Luz:

Talvez a cidade que se acredita ver seja a cidade maquiada em campanhas políticas eleitoreiras ou construída no ideal utópico de uma pequena parcela da população, para quem o lixo não existe ou desaparece magicamente após o consumo (2020, p. 96).

A falta de informação e a escolha são os dois principais motivos para uma pessoa do século XXI não enxergar problemas de sobrevivência gritantes da causa ambiental. A alfabetização ambiental e a defesa de direitos inatos da natureza mostram ser caminhos passíveis e possíveis de se percorrer para sair do ciclo

aparentemente sem fim que a sociedade tem feito parte e lançar mão de outras e novas possibilidades, dentre elas a economia circular.

A vida dentro do “donut” significa o respeito aos limites naturais e sociais que assombram nossa passagem. Conforme estudos de Catherine Weetman, a economia circular se inspira na natureza e ensina como poderíamos nos apropriar de exemplos de diários dessa teoria (2019, p. 51), da seguinte forma:

Resíduos = alimentos: nos sistemas vivos não existe essa coisa de “resíduos” – os resíduos de uma espécie se tornam alimentos de outra espécie. Um coelho morto é devorado por mamíferos ou pássaros predadores, e o que sobra é absorvido como nutriente pelo solo. Podemos reduzir os resíduos, redesenhando os produtos para que sejam reutilizados ou desmontados no fim da vida, mantendo sempre os produtos e os materiais em seu mais alto patamar de valor. (WEETMAN, 2019, p. 51).

Nesse contexto, a economia circular que, se colocada em prática, pode vir a ser uma solução para os descartes de resíduos sólidos, somada com o consumo consciente advindos de uma educação ambiental estratégica, possuem instrumentos capazes de transformar a atual realidade em um lugar de esperança e sobrevivência para as futuras gerações.

3. DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A economia circular prega pelo reaproveitamento de materiais e descarte ecológico e é essa ideia que rege toda a Política Nacional dos Resíduos Sólidos que atualmente vigora no país. É uma lei que, se bem trabalhada, pode ser uma importante ferramenta para o funcionamento na prática da teoria da economia circular no Brasil. Seguindo as diretrizes da legislação, seria possível viver mais perto do centro do “donut”, afinal além de pormenorizar a gestão de resíduos sólidos, o referido diploma legal prioriza a inclusão de uma parte da sociedade constantemente ignorada: os catadores e as catadoras.

A lei, no entanto, tem sido ineficaz em grande parte do país. Cidades com quantidade de habitantes que exigem a extinção dos lixões no prazo estipulado e, mais uma vez, prorrogado, seguem ignorando as consequências dispostas advindas do não cumprimento. O Novo Marco de Saneamento Básico de 2020, por sua vez, tende a ser um propulsor de mudança de atitude de alguns desses municípios. Isso porque em seu artigo 35, §2º, a novel legislação pressiona as autoridades municipais na execução da PNRS, especificamente na aplicabilidade da sustentabilidade econômico-financeira, sob pena de serem submetidos aos revés da Lei de Responsabilidade Fiscal, criando a possibilidade de responderem por improbidade administrativa e as consequências que lhe seguem.

Em 12 de janeiro de 2022 foi publicado o Decreto nº 10.936 que regulamentou a PNRS. Dentre as atualizações, o diploma normativo evidenciou providências que aproximam a realidade brasileira da economia circular com a participação ativa dos consumidores, como pode ser visto nos incisos de seu artigo 4º.

Art. 4º Na hipótese de haver sistema de coleta seletiva estabelecida pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou sistema de logística reversa a que se refere o art. 18, o consumidor deverá:

I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados; e

II - disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou para devolução.

A lei salienta a utilização da logística reversa quando institui o Programa Nacional de Logística Reversa em seu artigo 12. Ainda, determina que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, nos termos do artigo 14, deverão assegurar a sustentabilidade econômico-financeira da logística reversa. No título IV, voltado aos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, a referida lei buscou evidenciar a prioridade dos referidos trabalhadores na

logística de gerenciamento dos resíduos sólidos, acrescentando vistas à formalização da contratação, ao empreendedorismo, à inclusão social e à emancipação econômica, conforme incisos do artigo 36.

Determina, por fim, no artigo seguinte, que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos irão definir programas e ações visando a inclusão dos grupos interessados, com prioridade às cooperativas e associações dos trabalhadores citados. Por sua vez, instituiu o Programa Coleta Seletiva Cidadã, em seu artigo 40, que também evidenciará a necessidade de inclusão dos catadores e catadoras na gestão dos resíduos.

Considerando a visível ineficácia da Política Nacional dos Resíduos Sólidos em todo o território nacional, as novas legislações deverão ser um caminho para tornar mais palpável a aplicabilidade das diretrizes e finalmente colocar a PNRS no patamar de visibilidade que necessita para ser de fato efetivada no Brasil. Uma realidade que, se concretizada, abre espaço para a economia “donut” ficar um pouco mais palpável e próxima da realidade no dia a dia dos brasileiros.

4. UMA VISÃO BIOCÊNTRICA

O pós-humanismo tem objetivos voltados para a sinalização dos efeitos colaterais de crer no humanismo com uma fé incondicional, mas que não teve êxito em concretizar igualdade e dignidade a todos os seus cidadãos. A visão dos “pós” foca em evidenciar as injustiças humanas e ir além do antropocentrismo. (SILVA, 2013, p. 17/18). Já anterior à Constituição de 1988, o direito clarificou que podem existir sujeitos de direito humanos ou corpóreos e os não-humanos ou incorpóreos, trazendo à tona a brecha na convicção de que relações jurídicas aconteceriam somente entre seres humanos (SILVA, 2013, p. 84/85).

Em verdade, ser considerado ou não pessoa no mundo jurídico é uma abstração, uma imputação jurídica, que são escolhidos em cada momento da história pelas condições sociais do momento (SILVA, 2013, p. 88), assim como a massa falida, o condomínio edilício, a conta de participação e outros entes artificiais (SILVA, 2013, p. 85). Nesse sentido, Heron Santana ensina que “a pessoa jurídica é uma mera ficção e não uma realidade” (SANTANA, 2006, p. 125).

É possível dizer que o ordenamento brasileiro já reconhece animais como sujeitos de direito, ainda que restritos ou condicionados, como se vê no artigo 29 da Lei nº 9.605/98 (SANTANA, 2006, p. 121) e da recente Lei nº 14.064/2021 que alterou a Lei de Crimes Ambientais para aumentar as penas cominadas ao crime de maus tratos a cães e gatos. Em recente decisão (PALUDO; CARDOSO, 2021), os animais também foram reconhecidos como sujeitos de direitos detentores de legitimidade ativa em ações judiciais [A exemplo: No Agravo de instrumento nº 0059204-56.2020.8.16.0000, julgado pela 7ª Câmara Cível do Tribunal de Justiça do Estado do Paraná, em 14 de setembro de 2021].

O ponto de interseção dos estudos de animais como sujeitos de direito e resíduos sólidos é, justamente, a perspectiva de que os animais não produzem lixo. Eles realizam sua própria economia circular sem a necessidade de logística reversa, mostrando que é possível uma sistemática de vida saudável com uma realidade com menos resíduos. Levar os animais não humanos como exemplo na relação com seus resíduos é uma maneira de compreender como a mudança de atitude poderia funcionar.

Como parte da Natureza também, os humanos poderiam perfeitamente se ajustar em uma rotina mais propícia e inteligente à sobrevivência na Terra e gerenciamento de seus descartes e excedentes. Para uma atenção maior ao tema dos resíduos,

principalmente em decisões jurídicas, uma das possibilidades para encarar o atual cenário do lixo e buscar efetivar as normas referentes aos resíduos sólidos é debater a natureza como sujeita de direitos a fim de colocar em prática os dispositivos da legislação ambiental pátria, e neste caso, a PNRS e suas atualizações.

Importante frisar que ao se buscar o reconhecimento dos direitos da Natureza, não se objetiva pôr o humano de lado, muito pelo contrário. A ideia do pós-humanismo, ou seja, de ir além do antropoceno e colocar a Natureza em um patamar em que possua direitos intrínsecos é, também, defender os direitos do próprio ser humano. É preciso romper com o pensamento de que existe uma dicotomia entre o Homem e a Natureza. Enquanto a sociedade global não for capaz de enxergar a si como parte da viva biosfera do planeta, assegurar um futuro saudável se tornará um objetivo cada vez mais distante.

Em alguns lugares, como o Equador, esse tema já foi positivado na Constituição do país (ECUADOR, 2008). Os artigos 71 e 72 do referido diploma legal especificam os direitos da Natureza e são completados pelo artigo 397 que vai estabelecer de que forma o Estado é responsável para agir de maneira imediata e subsidiária nos danos ambientais constatados, a fim de garantir ecossistemas saudáveis e restaurados (BRASIL; AMARAL; PILÓ, 2020, p. 27).

A Bolívia também teve um papel importante na história dos direitos da Natureza, apesar da Constituição não prever esses direitos, pois dentre as conferências sobre o tema, na Conferência Mundial dos Povos sobre Mudanças Climáticas e os Direitos da Mãe Terra, realizada em Cochabamba, em abril de 2010, além de emitir a Declaração Universal dos Direitos da Mãe Terra, houve também a proposta de criação de um tribunal internacional para julgar delitos ambientais (ACOSTA, 2016, p. 137). Tal debate demonstra a preocupação com os

temas e crimes contra a Natureza, o que por si só já é considerado um avanço, mas longe de solucionar os problemas na prática.

No Brasil, a Lei orgânica municipal de Florianópolis (1990) atribuiu à Natureza a titularidade de direitos e já existe em jurisprudência brasileira decisão que argumenta no sentido da natureza como sujeita de direito. O Agravo de instrumento nº 5025622-12.2021.4.04.0000, julgado na 6ª Vara Federal de Florianópolis, de junho de 2021, decidiu:

[...] Por conseguinte, como a Constituição Federal consagra a inafastabilidade da jurisdição e garante o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigos 5o, XXXV e 225, caput), entendo que tais garantias fundamentais reduzem o exercício da discricionariedade do administrador, fazendo com tenha a obrigação de sempre optar pelas alternativas menos gravosas ao equilíbrio ecológico. Assim, é vedada a omissão do poder público. [...] Isto posto, defiro o pedido liminar para reconhecer a legitimidade ativa das associações autoras, bem como a existência de um problema estrutural de massiva e iterativa violação de direitos ambientais e ecológicos da Lagoa da Conceição [...]. (BRASIL, 2021) (Grifos nossos).

Assim, verifica-se a abertura que o ordenamento brasileiro já possui no reconhecimento de direitos da Natureza e utilização deste argumento em suas decisões, especialmente em decisões sobre resíduos sólidos. O que se busca é, justamente, que o judiciário brasileiro se baseie cada vez mais nesses argumentos para decidir em favor da regulamentação do gerenciamento de resíduos sólidos e a real aplicabilidade da PNRS. Ainda há muito a avançar na efetividade das leis ambientais, mas já existe um caminho próspero no ordenamento jurídico brasileiro para instaurar a realidade da economia circular no país.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um modelo de economia que visa o lucro objetiva, conseqüentemente, o consumismo inconsciente e inconsequente não possui responsabilidade ambiental, por mais que sejam adotadas medidas aparentemente ecológicas de matérias-primas e formas de

produção. A finalidade do capitalismo em si não é sustentável e, portanto, demonstra-se ser um modelo de economia incompatível com a saúde da natureza.

Por meio da revisão de literatura e análise da legislação brasileira disponível sobre o tema, foi possível concluir que um novo modelo de vida de economia será necessário, bem como que existe viabilidade de implementar a economia circular com o atual ordenamento jurídico brasileiro. Para isso, no entanto, será necessário colocar em prática a legislação existente, pois esta traz possibilidades e instrumentos que, se bem utilizados, concretiza-se gradualmente uma logística reversa de qualidade, com a aplicação da reciclagem e, ato contínuo, a implementação e transição da economia linear para a economia circular.

As maiores limitações para essa aplicabilidade no Brasil ainda é a ineficácia e ausência de imperiosidade que as leis ambientais e, neste caso específico, a PNRS possui. Vislumbra-se, todavia, que essa realidade vem sendo modificada com dispositivos e alterações legais que tornam mais rígido o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos, tais como a possibilidade de renúncia de receita se descumprido algumas diretrizes da lei. É esperado que a resposta para essas alterações seja positiva e que a participação popular aumente cada vez mais para uma concretude mais fiel.

Desta feita, é evidente que a educação ambiental de crianças e adultos continua sendo um meio imprescindível a ser implementado na vida dos brasileiros e, como reforço, a Natureza como sujeita de direitos como uma sugestão para intensificar a atenção e importância necessária na imperatividade das leis que regem o gerenciamento de resíduos no Brasil. Ademais, reconhecer a Natureza como detentora de direitos próprios pode ser um importante aliado, além de uma maior

conscientização social, será possível a existência de sanções mais reais e mais imperiosas.

Apesar de tudo, arrisca-se dizer que o poder de regeneração da Natureza pode ser muito maior do que se imagina. A pandemia mostrou do que a Natureza é capaz em pouco tempo de “respiração” e descanso que foi dado a ela quando as pessoas se recolheram em casa. Do que mais ela seria capaz com incentivo de afincos e dedicação de todas as pessoas do planeta (ou de uma maioria) cuidando da Terra? O reencontro da Natureza com o ser humano pode ser um dos caminhos para uma maior sensibilidade e consequente conscientização, assim como o resgate da curiosidade e encantamento sobre o mundo e as coisas da Mãe-Terra.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Tradução: Tadeu Breda. São Paulo: Autonomia Literária. Elefante, 2016. 264p.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 22 ed. São Paulo: Atlas, 2021.

BARBOSA, Vanessa. **Dia da Sobrecarga da Terra: Humanidade entra no “cheque especial” com o planeta**. Um só Planeta, 29 jul. 2021. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/biodiversidade/noticia/2021/07/29/dia-da-sobrecarga-da-terra-humanidade-entra-no-cheque-especial-com-o-planeta.ghtml> . Acesso em: 29 out. 2021.

BRASIL, Deilton; AMARAL, Carolina; PILÓ, Xenofontes. **O reconhecimento da natureza como sujeito de direito nas constituições do Equador e da Bolívia**. Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, Evento Virtual, v. 6, n. 1, p. 24-40, Jan/Jun, 2020. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/6405/pdf> . Acesso em: 20 out. 2021.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompila.do.htm Acesso em: 30 mai. 2021.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm . Acesso em: 26 out. 2021.

BRASIL. **Regulamenta a Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578> . Acesso em: 30 jan. 2022.

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 4ª Região **Ação Civil Pública nº 5012843-56.2021.4.04.7200**. Magistrado: Marcelo Krás Borges. Disponível em: <https://trf-4.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/1263813140/agravo-de-instrumento-ag-50256221220214040000-5025622-1220214040000/inteiro-teor-1263813206> . Acesso em: 17 nov. 2021.

CANAL RURAL. **Carne bovina: consumo mundial deve bater recorde em 2021**. Canal Rural, 29 abr, 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/carne-bovina-consumo-mundial-recorde-2021/> . Acesso em: 20 nov. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Retratos da Sociedade Brasileira** – Ano 9, n. 52 (janeiro 2020) – Brasília : CNI, 2020.. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/c3/e7/c3e7e7fa-0712-48e2-afd4-cb779df25853/retratosdasociedadebrasileira_52_consumoconsciente.pdf . Acesso em: 20 nov. 2022.

CORNETT, William. **Obsolescência**. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Tomo: Direitos Difusos e Coletivos. 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/328/edicao-1/obsolescencia> . Acesso em: 29 out. 2021.

CURTIS, Mark, et al. **Life Reimagined**: motivações para consumidores modernos. Accenture, 23 jun. 2021. Disponível em: <https://www.accenture.com/br-pt/insights/strategy/reimagined-consumer-expectations> . Acesso em: 29 out. 2021.

ECUADOR. **Constitución de la República del Ecuador, 2008**. Disponível em:

https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_ecuador_6002.pdf .

FLORIANÓPOLIS. **Lei Orgânica Municipal de Florianópolis**. Capítulo V – DO MEIO AMBIENTE. Art. 133. 05 abr. 1990. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/lei-organica-florianopolis-sc> . Acesso em: 11 nov. 2021.

GAARDER, Jostein. **O mundo de Sofia**: romance da história da filosofia. Tradutor: João Azenha Jr. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

LUZ, Laíze Lantyer. **Direito à emancipação sustentável ou obsolescência humana?** As catadoras de luxo em uma sociedade lizo zero. 1. ed. Conceição do Coité, BA: Priscila Goes, 2020.

MAURÍCIO, Talis; FORSTER, Paula. **Brasil deixa de ganhar R\$ 14 bilhões com reciclagem de lixo**. CNN Brasil, São Paulo, 04 ago. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-deixa-de-ganhar-r-14-bilhoes-com-reciclagem-de-lixo/> . Acesso em: 14 fev. 2023.

PALUDO, Evelyne. CARDOSO, Waleska. **Animais podem ser autores de ação judicial**. Revista Consultor Jurídico, 18 set, 2021. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2021-set-18/paludo-cardoso-animais-podem-autores-acao-judicial#:~:text=Animais%20s%C3%A3o%20sujeitos%20de%20direito%20tutelados%20pelo%20ordenamento%20jur%C3%ADdico%20brasileiro,n%C3%A3o%20serem%20tratado%20com%20crueldade> . Acesso em: 13 nov. 2021.

POTT, Crisla M., ESTRELA, Carina C. **Histórico Ambiental**: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Dilemas ambientais e fronteiras do conhecimento II. Estud. av. 31 (89). Scielo Brasil. Jan-Apr 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021> . Acesso em 23 jan. 2021.

RAWORTH, Kate. **Um Espaço Seguro e Justo para a Humanidade**: podemos viver dentro de um “donut”? . Texto para Discussão da Oxfam, Fevereiro de 2012. Disponível em: https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-pt_4.pdf .

SANTANA, Heron José de. **Abolicionismo Animal**. 2006. 210 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/4037/1/arquivo6005_1.pdf . Acesso em: 24 nov. 2021.

SILVA, Tagore Trajano de Almeida. **Direito Animal e ensino jurídico:** formação e autonomia de um saber pós-humanista. 2013, 180 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação em Direito. Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15284/2/DIREITO%20ANIMAL%20E%20ENSINO%20TESE%20TAGORE.pdf> . Acesso em: 24 nov. 2021.

WAKAI, Alice. **Apenas 31% dos brasileiros são consumidores conscientes.** Ecommercebrasil, 15 out. 2018. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/apenas-31-dos-brasileiros-sao-consumidores-conscientes/> . Acesso em: 29 out. 2021.

WEETMAN, Catherine. **Economia circular:** conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019. Disponível em: <https://grupoautentica.com.br/download/extras/economia-circular-cap-1.pdf> . Acesso em: 30 jan. 2022.

9. CALDEIRA DE BIOMASSA INTELIGENTE PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA: CASE DE TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL.

Caldeira a biomassa inteligente para a geração de energia térmica

Luciano Leite de Sousa ⁹³

Marcus Vinícius Americano da Costa Filho ⁹⁴

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.009

1. INTRODUÇÃO

A questão do aquecimento global foi discutida pela primeira vez internacionalmente na Conferência Climatológica Mundial realizada em Toronto, Canadá, em 1988; posteriormente, foi abordada no Primeiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - *intergovernmental Panel on Climate Change*) em Sundsvall, Suécia, em 1990. Este último serviu de base para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, tratado que resultou da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Cúpula da Terra ou ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. O Tratado estabeleceu compromissos mais rigorosos quanto à emissão de poluentes, incluindo um compromisso fundamental que culminou no desenvolvimento do Protocolo de Quioto (UNITED NATIONS, 1998).

Os problemas ambientais e a preocupação com a preservação de seus recursos naturais estão associados ao aumento das atividades

⁹³ Mestrado em Programa de Pós-graduação em Nanociência, Processos e Materiais Avançados pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2023)

⁹⁴ Doutorado em Engenharia de Automação e Sistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2013)
Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia, Brasil

humanas na Terra. Por sua vez, o aquecimento global tem sido permanentemente debatido pelos líderes mundiais, como notado em setembro de 2021, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) emitiu um alerta climático, como resultado do relatório publicado pelo IPCC (UNITED NATIONS, 2021). No cenário apresentado, o crescimento populacional desencadeia um impacto econômico significativo em diversos setores da sociedade, principalmente nas atividades industriais e, portanto, no consumo de energia.

No contexto atual, a sustentabilidade na produção de energia emergiu como uma prioridade global, levando a investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento com os objetivos de aumentar a sua eficiência e conseguir uma redução significativa das emissões de CO₂. Os países desenvolvidos adotaram metas ambiciosas, incluindo a melhoria da eficiência energética em mais de 50% e a redução das taxas de emissão de CO₂ em mais de 40%. Para atingir esses objetivos, esforços consideráveis estão sendo feitos para incorporar novos ciclos ao processo de produção de energia, bem como para desenvolver métodos inovadores de captura e reaproveitamento de CO₂. Esses esforços refletem um compromisso coletivo para promover práticas de energia sustentável, promover avanços tecnológicos e mitigar o impacto ambiental da geração de energia (INUMARU et al., 2021).

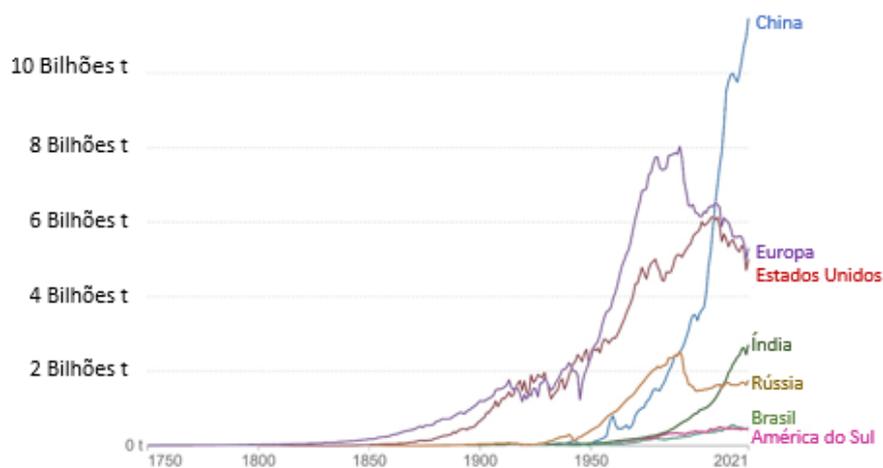
Emissões de CO₂ até 2021 relacionadas aos países BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), Europa e Estados Unidos estão mostradas na Figura 1. Notavelmente, a Europa experimentou um declínio significativo a partir de 1990, o que pode ser atribuído ao colapso econômico da antiga União Soviética e dos países do Leste Europeu que dependiam fortemente da energia baseada no carvão. A Europa conseguiu sustentar essa tendência de queda ao longo dos anos, enquanto a Rússia registrou um aumento gradual das emissões desde 1998. Os Estados Unidos, por outro lado, testemunharam um

declínio substancial nas emissões a partir de 2007 e registraram um nível de emissão de CO₂ de 5,01 bilhões de toneladas em 2021. Em contraste, Brasil e África do Sul têm mantido níveis controlados de emissões fósseis, com ambos os países emitindo menos de 500 milhões de toneladas por ano. No entanto, a China é o maior poluidor, com emissões de CO₂ atingindo aproximadamente 11,5 bilhões de toneladas em 2021. Esses dados destacam os vários graus de emissões entre essas regiões e os desafios contínuos na redução das emissões de carbono, principalmente em economias com rápido desenvolvimento como a China.

Figura 1 – Emissões anual de CO₂ de combustíveis fósseis e da indústria nos países do BRICS, Europa e EUA.

Emissões anuais de CO₂

Emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes de combustíveis fósseis e da indústria¹.
Mudança de uso da terra não incluída



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2023)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions CC BY

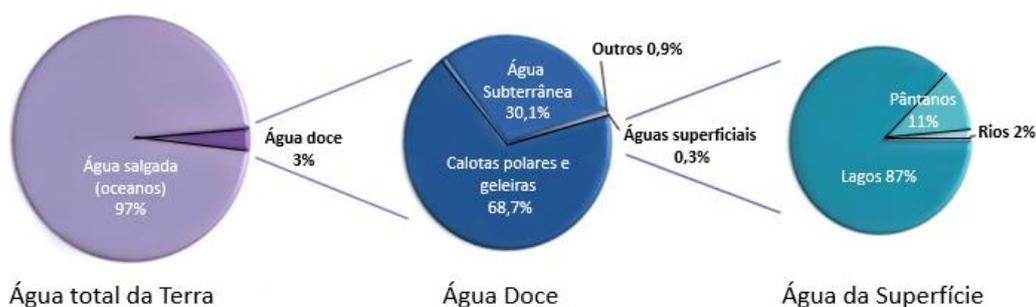
¹Emissões fósseis - as emissões fósseis medem a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) emitida a partir da queima de combustíveis fósseis, e diretamente de processos industriais como a produção de cimento e aço. O CO₂ fóssil inclui emissões de carvão, petróleo, gás, queima, cimento, aço e outros processos industriais. As emissões fósseis não incluem mudanças no uso da terra, desmatamento, solos ou vegetação.

Fonte: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>.

Por outro lado, a água e seu papel vital no meio ambiente são amplamente reconhecidos como um dos bens mais preciosos da humanidade. Embora a água possua valor econômico, é crucial ressaltar que apenas 0,3% existe como água doce líquida na superfície da Terra, desta apenas uma pequena fração está disponível para o

consumo (BYRNE, 2015). Essa disponibilidade limitada ressalta a necessidade de gerenciar e preservar esse recurso de forma eficaz. De acordo com o relatório mundial da UNESCO sobre o desenvolvimento da água (UNESCO, 2014), estima-se que a demanda global projetada de água potável em 2050 atinja aproximadamente 5.300 km³ anualmente. Isso representa um aumento de quase 50% em comparação com a demanda nos anos 2000, com a previsão de que os países emergentes experimentem um aumento ainda mais significativo. A distribuição de água em todo o globo é ilustrada na Figura 2, destacando a variação de disponibilidade.

Figura 2 – Distribuição de água na Terra (UNIVERSITY OF WAIKATO, 2009).



Este número enfatiza a urgência de enfrentar a escassez de água, promover práticas sustentáveis de gestão da água e priorizar o acesso equitativo a fontes de água limpa e segura em todo o mundo. É essencial fomentar a colaboração global e implementar estratégias eficazes para garantir a preservação e disponibilidade deste recurso inestimável para as gerações futuras.

Num mundo cada vez mais globalizado, em que os índices de produção e consumo de energia e água refletem o crescimento e desenvolvimento econômico de um país, a competitividade industrial é promovida na busca de soluções inovadoras e sustentáveis. Além disso, deve-se entender que investir em tecnologias energéticas inovadoras torna a cadeia produtiva de uma nação mais robusta e competitiva. À medida que alternativas modernas são conhecidas, fica

mais clara a viabilidade ou não de suas aplicações. Dessa forma, o Brasil frequentemente mostra sinais de investimento em projetos larga escala para o desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável deu origem à promoção da energia renovável como um meio de reduzir a dependência de fontes de energia convencionais e poluentes. Estima-se que a adoção de energia limpa resulte em significativa preservação dos recursos naturais e na redução das emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. Essa mudança de perspectiva significa uma mudança de paradigma no modelo energético global, onde a tendência do mercado indica que a energia renovável está se tornando cada vez mais econômica e comparável às fontes de energia tradicionais (SMIL, 2012). Da energia eólica à energia solar, biomassa, cogeração e processamento de resíduos, todas as formas de energia renovável oferecem benefícios econômicos e ambientais inegáveis para as atividades produtivas da sociedade. Além das vantagens econômicas, ambientais, sociais e de segurança energética proporcionadas pelas fontes renováveis e eficientes de energia, elas também contribuem estruturalmente para a produtividade, competitividade, exportação e desenvolvimento econômico. Isso, por sua vez, leva à geração de oportunidades de emprego e aumento dos níveis de renda, principalmente dos países em desenvolvimento.

No Brasil, com o objetivo de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e garantir uma matriz energética robusta, são incentivados projetos de energia limpa. Além disso, com o avanço da viabilidade e a redução dos subsídios para a pelo mercado atual, o governo brasileiro investe cada vez mais para acompanhar os países que possuem maior domínio tecnológico no setor. Por exemplo, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) opera linhas de crédito reembolsáveis desde 2009, denominadas Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (Fundo Clima) (BNDES, 2009), disponíveis para os

entes governamentais, empresas dos setores público e privado interessados em explorar energias alternativas.

Destarte, o Brasil é referência mundial em produção de energia limpa já que seu portfólio é composto por quase 50% de energia renovável, com destaque para hidrelétricas e setores de bioenergia, como mostra a Figura 3. No entanto, outras energias renováveis como solar e eólica têm mostrado um crescimento significativo nos últimos anos. Para efeitos de comparação, as energias renováveis representam menos de 15% da matriz energética mundial (ver Figura 4), na qual a energia hídrica representou 63% do total de energia gerada a partir de fontes renováveis, seguida pela energia eólica (19%), energia solar (9%), bioenergia (8%), energia geotérmica e energia marinha (1%) (SINGH, 2021).

Ante o exposto, a geração de vapor e energia por meio de caldeiras é um processo de extrema importância no setor industrial brasileiro. Além de garantir o funcionamento e a sustentabilidade produtiva das indústrias, as caldeiras desempenham importante papel na matriz energética nacional, sejam elas de fontes renováveis ou de combustíveis fósseis. Neste trabalho, caldeiras são descritas de forma geral, incluindo novos conceitos, *design* e tecnologias inovadoras, inspiradas em projetos de engenharia de automação e controle que serão realizados pela Biocal *Burntech* (<https://burntech.ind.br/>). Esta empresa, que fornece soluções em energia e equipamentos para a indústria, está localizada na cidade de Agrolândia, Santa Catarina, Brasil.

Figura 3 – Distribuição da oferta interna de energia brasileira em 2020 (SOUZA et al., 2022).

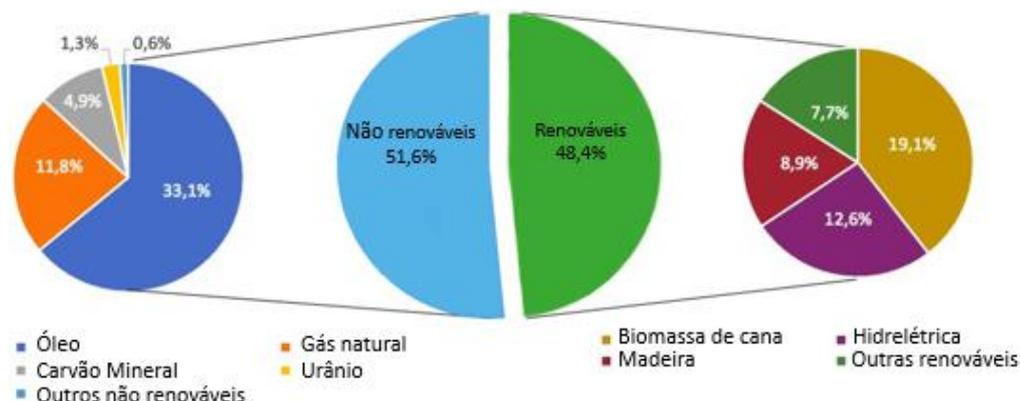
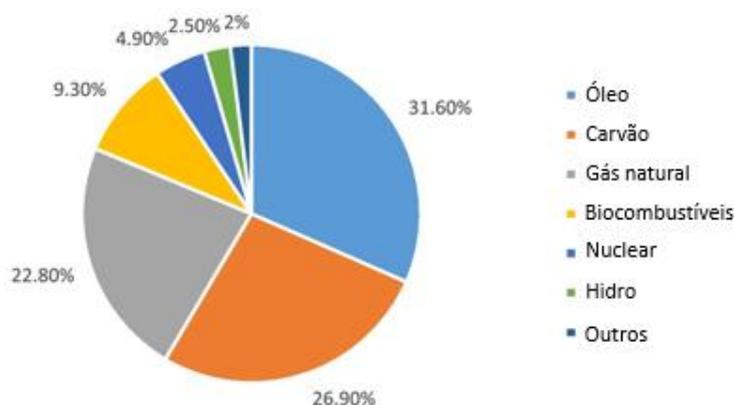


Figura 4 – Fornecimento total de energia mundial (SINGH et al., 2021).



2. CALDEIRA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA

As caldeiras são amplamente utilizadas na indústria para geração de energia térmica. São equipamentos que utilizam como fonte de energia combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural) ou biomassa, para produzir calor, que depois é transferido para um meio (geralmente água) para gerar vapor.

O vapor de alta pressão e temperatura pode ser utilizado para diversas finalidades nos processos industriais. Por exemplo, na geração de energia elétrica, o vapor é direcionado para uma turbina, que aciona um gerador elétrico, convertendo assim a energia térmica em energia elétrica. Esse processo é conhecido como ciclo de Rankine. As caldeiras utilizadas na geração de energia na indústria podem variar em

tamanho, capacidade e tecnologia. Alguns tipos comuns de caldeiras incluem:

- **Combustível fóssil:** utilizam carvão, petróleo ou gás natural como fonte de energia. Estas caldeiras podem ser de combustão pulverizada, onde o combustível é queimado em suspensão, ou de leito fluidizado, onde o combustível é queimado em leito de material inerte, como areia.
- **Biomassa:** cavaco de madeira, resíduos orgânicos, como casca de arroz, bagaço de cana, serragem, entre outros, são utilizados como fonte de energia. A queima da biomassa libera calor que é transferido para a água, gerando vapor.
- **Recuperação:** são utilizados em indústrias que possuem processos produtivos que geram gases quentes como subproduto, como a indústria química e a indústria de papel e celulose. Esses gases são direcionados para a caldeira, onde o calor é recuperado e utilizado para gerar vapor.
- **Cogeração:** também conhecidas como caldeiras combinadas, esses equipamentos são projetados para produzir não apenas vapor para geração de energia elétrica, mas também calor útil para outros processos industriais, como aquecimento de água, secagem de produtos, entre outros.

Entretanto, além de sua eficiência e bom funcionamento, a utilização de caldeiras para geração de energia na indústria requer cuidados em termos de segurança e controle de emissões. Normas e regulamentos ambientais devem ser seguidos para garantir a operação segura e sustentável desses equipamentos. Todas essas condições

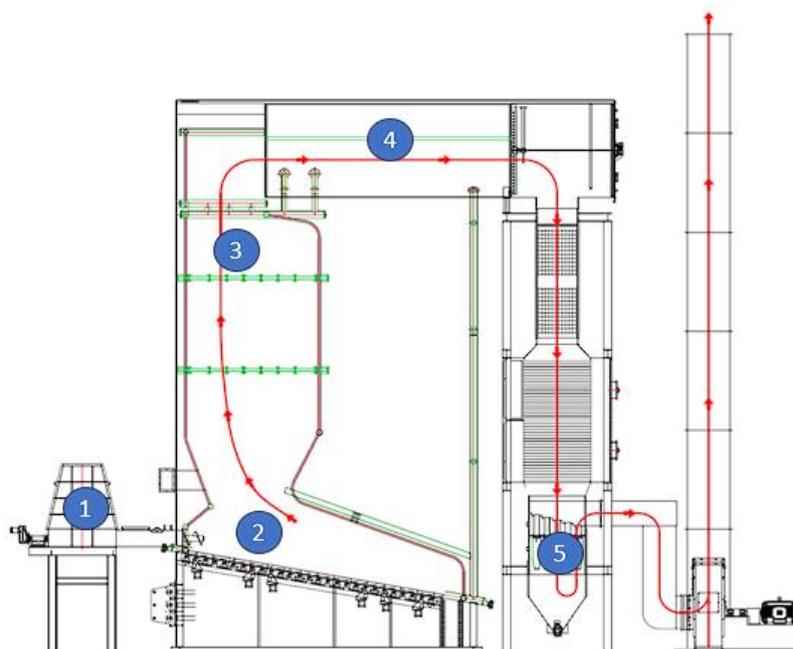
devem ser asseguradas pelos projetos e sistemas de controle e automação. Em particular, as caldeiras construídas pela Burntech, bem como o comportamento de seus processos são explicados na próxima seção.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

As demandas por segurança e eficiência no controle de emissões em caldeiras de biomassa estão relacionadas à garantia de operação segura, minimização de impactos ambientais e cumprimento de regulamentos e normas. As caldeiras a biomassa Burntech são projetadas e operadas para garantir a segurança do trabalhador, proteção contra explosões e incêndios e prevenção de riscos operacionais. Isso inclui a implementação de sistemas de segurança, como dispositivos de proteção contra sobrecarga, controle de nível de água, temperatura e pressão, sistemas de detecção de falhas, entre outros. Além disso, as caldeiras de biomassa produzem gases e partículas durante o processo de combustão e é fundamental controlar e reduzir as emissões destes poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), material particulado e os gases de efeito estufa. Para tanto, são utilizados sistemas de controle de emissões, como filtros de partículas, sistemas de redução catalítica seletiva de NO_x e controle de combustão.

O processo de geração de vapor em uma caldeira industrial de biomassa envolve várias etapas mostradas na Figura 5: (1) Alimentação de Combustível; (2) Combustão; (3) Troca de Calor; (4) Geração de Vapor; e (5) Controle de Emissões.

Figura 5 – Processo de Geração de energia térmica a partir da biomassa (acervo Burntech).



Portanto, um dos desafios das caldeiras de biomassa é maximizar a eficiência na conversão de biomassa em energia térmica. Isso envolve otimizar a combustão, minimizar as perdas de calor e melhorar a transferência de calor nas superfícies de troca térmica. A eficiência energética contribui para reduzir o consumo de biomassa, aumentar a produção de energia e reduzir os custos operacionais.

O projeto da caldeira inteligente *Burntech* visa atender a essas demandas de segurança e controle de emissões, bem como melhorar a eficiência energética por meio de tecnologias avançadas de controle e automação. A caldeira inteligente será capaz de monitorar e controlar continuamente os parâmetros de operação, ajustando-os dinamicamente para otimizar a combustão, reduzindo emissões e aumentando a eficiência.

Ademais, a caldeira inteligente utiliza algoritmos avançados de controle preditivo para antecipar as variações do processo, otimizar o desempenho em tempo real e fazer ajustes automáticos. Isso ajuda a garantir uma operação mais segura, reduzir a intervenção humana e

melhorar o desempenho geral. O projeto de caldeira inteligente alinha-se às demandas de segurança, controle de emissões e eficiência energética em caldeiras de biomassa, oferecendo uma solução avançada que atende aos requisitos regulatórios, minimiza os impactos ambientais e proporciona um melhor desempenho operacional.

2.2 BIOMASSA COMO SOLUÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA

As caldeiras fabricadas pela Burntech utilizam biomassa como fonte de combustível para produção de energia térmica. As fontes de biomassa têm se mostrado uma alternativa potencial para países preocupados com o abastecimento, segurança de suas matrizes energéticas e preservação ambiental (SCHULZE et al., 2012; BILGILI et al., 2017). São fontes de biomassa as culturas agrícolas e vários tipos de vegetais, óleos vegetais, vegetais lenhosos, resíduos da indústria da madeira, resíduos biodegradáveis urbanos, industriais, florestais e agrícolas, bem como efluentes urbanos e industriais. A biomassa pode ser transformada em fontes de energia nos estados líquido, sólido e gasoso, constituindo assim o conceito de bioenergia.

Além das vantagens ambientais, a bioenergia traz benefícios para a economia. Por ser uma fonte renovável e de possuir um balanço energético favorável, a biomassa tem baixo custo de produção e comercialização, o que impulsiona seu mercado de produção e consumo e, portanto, gera emprego e renda, principalmente nas zonas rurais. Além disso, as empresas que utilizam biomassa como energia são construídas próximas às regiões de onde as matérias-primas são obtidas, de modo a evitar custos relativos ao transporte.

Destarte, a bioenergia tem causado importantes mudanças nos setores energéticos em todo o mundo. Os governos têm adotado políticas de subsídios e novos investimentos para incentivar esse tipo de energia, promovendo avanços econômicos, sociais e ambientais.

Dessa maneira, as áreas acadêmica e industrial têm correspondido ao desenvolvimento científico e à inovação tecnológica.

Em particular, no Brasil, a bioenergia desempenha um papel importante em todos esses aspectos mencionados acima. No setor de energia elétrica, a biomassa é amplamente utilizada na forma de bagaço de cana-de-açúcar para geração de energia (ver figura 3). O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e possui uma indústria de açúcar e etanol bem desenvolvida. Os resíduos da cana-de-açúcar, como bagaço e palha, são utilizados para produzir energia em usinas de açúcar e etanol. Além disso, outras biomassas, como resíduos de madeira e casca de arroz, também são utilizadas para gerar eletricidade.

No que diz respeito aos biocombustíveis, o Brasil é conhecido mundialmente pelo sucesso de seu programa de etanol. O bioetanol é produzido a partir da cana-de-açúcar e é utilizado como combustível alternativo aos combustíveis fósseis, principalmente na frota automobilística do país (carro *flex fuel*). Igualmente, o país também produz biodiesel, principalmente a partir de óleos vegetais, como o óleo de soja. Portanto, a bioenergia brasileira e, principalmente, sua indústria sucroalcooleira têm promovido impactos relevantes em diferentes campos da ciência e da engenharia. Trabalhos interessantes podem ser encontrados na literatura (AMERICANO DA COSTA et al., 2013; AMERICANO DA COSTA et al., 2014; LOPES et al., 2016; PATARO et al., 2020; AMERICANO DA COSTA et al., 2021; COPA REY et al., 2021).

Porém, apesar de todo o potencial da biomassa apontado neste trabalho, é importante garantir que seu uso seja sustentável e que não cause impactos negativos ao meio ambiente. A gestão adequada dos recursos naturais, a proteção das áreas florestais e o monitoramento das emissões são aspectos essenciais para garantir a viabilidade e sustentabilidade da biomassa como fonte de energia.

3. ENERGIA DE AUTOMAÇÃO APLICADA EM CALDEIRAS A BIOMASSA

Os projetos de controle e automação são bastante importantes para unidades industriais de produção. Este tipo de engenharia é responsável por manter os processos da caldeira em condições adequadas. Para melhor compreensão do leitor, alguns conceitos fundamentais devem ser esclarecidos inicialmente. Controle é a arte de manipular algum sistema para obter um resultado desejado. Embora essa interferência possa ser humana e feita manualmente, ela é mais interessante quando feita de forma programada (automática). Daí o nome "Automação". Vamos imaginar um sistema hidráulico em um banheiro que contém duas válvulas: uma para água quente e outra para água fria. Dessa forma, uma pessoa ao tomar banho regula a abertura dessas válvulas de acordo com o fluxo de água e a temperatura que lhe convêm. No entanto, muitas vezes temos alguma dificuldade de atingir um ponto confortável. Por mais que o corpo humano seja perfeito, não sabemos exatamente a que temperatura estamos tomando banho e a quantidade de água utilizada. Além disso, outras características como variações de temperatura nas fontes quente e fria e o tempo de resposta do processo afetam o seu controle, o que gera oscilações que aumentam as perdas de água e energia. Por outro lado, a automação por meio de dispositivos eletrônicos permite medições e ajustes mais precisos. Com base em modelos matemáticos implementados em seus chips, esses dispositivos são capazes de operar processos de diferentes naturezas com eficiência, evitando altos consumos. No caso do banho, poderíamos determinar a temperatura exata e o fluxo de água que desejávamos com um custo menor, e a mesma filosofia pode ser aplicada em caldeiras para melhorar a sua eficiência e a produção.

3.1 PROBLEMAS DE CONTROLE

A caldeira é um equipamento de conhecimento secular, constituído por um sistema composto por diversos elementos que reúnem características complexas nos campos da química, física ou engenharia. Atualmente, mesmo havendo uma forte preocupação na fabricação, modernização e operação desses dispositivos, ainda existem diversos problemas relacionados à engenharia aplicada de controle e automação que têm como consequências, principalmente, aumento de riscos, comprometimento da segurança e eficiência energética, além de uma produção final com qualidades cujas variabilidades são maiores que as desejadas. Por outro lado, sabe-se que o investimento, quer do ponto de vista da formação de recursos humanos qualificados em áreas estratégicas, quer do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico e inovação, traz uma perspectiva clara de melhoria no desempenho desses processos.

Os problemas de controle podem variar desde problemas operacionais até falhas em sensores, atuadores, sistemas elétricos e de segurança. As caldeiras devem sempre operar em uma faixa de operação de pressão e com determinada estabilidade. Flutuações excessivas na pressão afetam a qualidade e a produção de vapor. Outrossim, a instabilidade na temperatura afeta o desempenho da operação da caldeira. O nível de água da caldeira é outra variável importante que precisa ser controlada sob perturbações causadas por variações na extração de vapor e reposição da água consumida. Por exemplo, o baixo nível de água na caldeira pode levar ao superaquecimento e potencialmente à falha do equipamento, resultando em uma situação perigosa.

Ademais, tecnologias já estabelecidas e em desenvolvimento possuem regimes de eficiência e qualidade de emissão vinculados a um ponto ótimo de operação, que está sujeito a condições operacionais altamente correlacionadas com a qualidade e tipo do combustível

utilizado (TOGNOLI et al., 2018). A utilização de fontes como gás natural ou mesmo combustíveis fósseis são vantajosas devido à homogeneidade de suas características, o que facilita a operação. Não é o caso da biomassa, cujas características podem variar, como seu poder calorífico e umidade.

A complexidade na operação de produção de vapor por biomassa compreende suas diversas etapas e comportamentos não lineares e de acoplamento. Ainda, as operações de caldeiras de biomassa devem obedecer a rígidas regulamentações ambientais quanto à emissão de poluentes como particulados, óxidos de nitrogênio (NOx) e dióxido de enxofre (SO₂). O controle eficiente dessas emissões requer sistemas de controle avançados e monitoramento contínuo.

Numa visão conservadora do ambiente industrial, a operação das caldeiras é realizada apenas por meio de sistemas de controle convencionais cujas propriedades e vantagens são limitadas, o que ocasiona consumo de combustível e água acima do necessário. Além disso, a instabilidade em altas vazões de líquido e vapor compromete a qualidade e a segurança da produção. Para esses processos multivariáveis sujeitos a inúmeras perturbações e que apresentam comportamento não linear com atrasos de transporte e restrições de entradas e saídas, os controladores do tipo PID (*Proportional-Integrative-Derivative*) não são capazes de oferecer o melhor desempenho e, portanto, a pesquisa e desenvolvimento de estratégias avançadas de controle são essenciais para lidar com esses problemas (VASQUEZ et al., 2008).

3.2 OUTROS CASOS CRÍTICOS

Um sistema de automação inteligente é projetado para lidar de forma autônoma com os problemas e desafios operacionais da caldeira. Ele pode detectar automaticamente situações críticas como falhas no fornecimento de combustível, variações de carga ou condições inadequadas de combustão e tomar ações corretivas imediatas para

garantir a operação segura e eficiente da caldeira. O sistema de automação inteligente em desenvolvimento será capaz de identificar variações de carga, ou seja, mudanças na demanda de vapor da caldeira, e ajustar automaticamente os parâmetros operacionais, como taxa de combustão e temperatura, para otimizar a eficiência energética e garantir que a caldeira atenda às necessidades de vapor adequadamente.

Outra situação crítica que o sistema poderá detectar são condições inadequadas de combustão, como situações de altas emissões de poluentes ou queima incompleta de combustível. Nesses casos, o sistema pode fazer ajustes na mistura ar-combustível, distribuição de combustível ou outros parâmetros relacionados à combustão para melhorar a eficiência da combustão e reduzir as emissões nocivas.

Avançados sistemas de controle em situações críticas podem tomar medidas corretivas imediatas, impossíveis na operação manual, garantindo uma operação segura, evitando danos, acidentes ou paradas não programadas. Desse modo, ao otimizar o desempenho da caldeira, o sistema contribui para a redução dos custos operacionais, melhorando a eficiência energética e sua competitividade frente às fontes não renováveis.

4. TECNOLOGIA MODERNA E SUSTENTÁVEL PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

Nesta Seção, técnicas da área de engenharia de controle de processos são apresentadas como ferramentas modernas para melhorar a eficiência e segurança das caldeiras de biomassa. Como resultado, aumenta-se a produção de energia com menos custos e consumo de insumos, mitigando os impactos ambientais. Os atuais projetos da Burntech seguem esta linha de pesquisa e desenvolvimento tecnológico reforçando, inclusive, sua observância à

Lei nº 6.938/81, que estabelece como um de seus princípios o art. 2^o⁹⁵ "incentivo ao estudo e pesquisa de tecnologias voltadas ao uso racional e à proteção dos recursos ambientais".

Dessa forma, a modelagem e identificação de sistemas são úteis para descrever o comportamento dinâmico de processos industriais em plataformas matemáticas e computacionais. Destacamos aqui que modelos são elementos fundamentais para estratégias de controle e otimização. Para efeito de estudo, teoria e práticas de modelagem matemática e identificação de sistemas são detalhadas nos trabalhos de GARCIA (2013) e AGUIRRE (2015).

4.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

Modelagem matemática é a arte de descrever qualquer fenômeno do mundo real por meio de equações, gráficos, diagramas ou algoritmos utilizando os conceitos fundamentais do sistema a ser estudado. Este procedimento também é conhecido como modelagem fenomenológica.

É uma poderosa ferramenta amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, desde a física (BONETTI, et al., 2023) e engenharia (AMERICANO DA COSTA et al., 2020), até a epidemiologia (MORATO et al., 2020; PATARO et al., 2021) e sociologia (SALTELLI e PUY, 2023). Os modelos matemáticos permitem a análise e melhor compreensão de sistemas complexos, simulação e previsões de seu comportamento futuro. Nos ramos da indústria e engenharia são utilizados para projetos, tomadas de decisões e otimização de processos.

⁹⁵ A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Apesar de ser uma representação aproximada de um sistema real, existem diversos tipos de modelos matemáticos, inclusive simplificados que são suficientes para determinados estudos e aplicações. Em outras palavras, diferentes classes de modelo podem representar um único processo e, por outro lado, uma mesma estrutura matemática pode descrever vários tipos de sistema (biológico, químico, térmico, elétrico, etc.) como a seguinte equação:

$$y(t) = f(x(t), u(t), t),$$

em que y é a variável de saída a ser analisada no tempo t . O vetor de entrada u carrega novas informações, ocorrências ou interferências enquanto x representa os estados do sistema que variam ao longo do tempo. f é uma função que agrupa os estados do sistema com outros parâmetros estabelecendo uma relação entre causas e efeitos dada pela entrada (u) e saída (y) ao longo do tempo (t). Por exemplo, o comportamento dinâmico da temperatura da caldeira pode ser representado por $y(t)$ de acordo com as vazões de entrada de biomassa e água dadas por u . As características da caldeira e os princípios físicos e químicos que regem sua temperatura são algebricamente organizados em x . A transmissão e conversão entre as informações u e y são definidas em f .

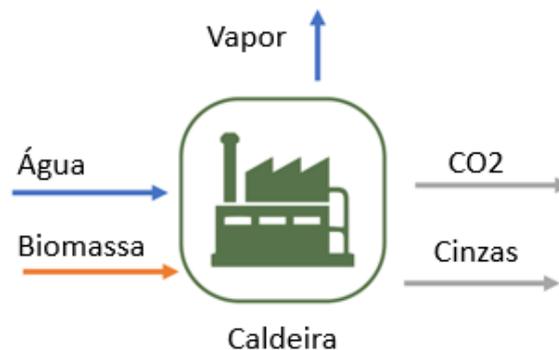
Entretanto, qualquer modelo matemático só é capaz de representar um sistema se for validado. O procedimento de validação consiste em analisar e testar o modelo com dados reais. Alguns critérios e índices de qualidade podem ser utilizados para calibrar e validar um modelo comparando seus resultados com o comportamento real do processo. Quando há pouca informação sobre o processo e/ou é bastante complexo de ser modelado, a identificação do sistema pode ser empregada.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS

A identificação de sistemas é uma área do conhecimento que estuda métodos para obtenção de modelos. Estes são procedimentos empíricos que incluem teoria de sinais e sistemas, matemática, estatística, algoritmos e programação de computadores. Os modelos podem ser identificados por técnicas paramétricas ou não paramétricas.

Basicamente, identificar modelos é um procedimento experimental no qual as respostas do sistema são produzidas a partir da aplicação de estímulos sobre ele para estimar relações entre suas entradas e saídas. Considere a ilustração da Figura 6, em que a dinâmica da emissão de CO₂, produção de vapor e da geração de cinzas podem ser modeladas a partir das entradas de água e fluxos de biomassa de uma caldeira.

Figura 6 – Sistema simplificado de uma caldeira



Em resumo, na indústria, as etapas para a identificação de sistemas são:

1. Testes experimentais e recolha de dados. O operador aplica sinais de excitação de entrada apropriados no processo para coletar os dados de saída de interesse.
2. Escolha da representação matemática a aplicar. Como comentado anteriormente, existem muitos tipos de modelos. Nesta etapa, a classe do modelo deve ser definida de acordo com o comportamento do processo e do projeto.

3. Determinação da estrutura do modelo, que depende das características do processo.
4. Estimação de parâmetros. O algoritmo e as técnicas são baseados nesta etapa.
5. Validação do modelo, que depende do projeto e quantidade de informações sobre o processo. É possível também melhorar o modelo ajustando parâmetros ou com tratamento de dados.

Atualmente a *Burntech* está investindo na qualificação de profissionais e em pesquisas para desenvolvimento de modelos e algoritmos de identificação. Esses modelos auxiliarão projetos de equipamentos e engenharia; e serão utilizados para treinamento de operadores, otimização de processos e projetos de controle automático.

4.3 SIMULADORES – CÓDIGO ABERTO OU SOFTWARE COMERCIAL

A simulação é uma técnica amplamente utilizada para avaliar o desempenho de sistemas, aumentando a produtividade do engenheiro, bem como incentivando o estudo e aplicação de novas configurações em processos industriais (AMERICANO DA COSTA et al., 2014; PATARO et al., 2016). Um simulador dinâmico que ilustra corretamente o comportamento do processo a ser analisado traz grandes vantagens tanto para o meio acadêmico quanto para a indústria, pois permite modelagem, monitoramento e testes diagnósticos de sistemas de controle com um custo de implementação e tempos de espera muito menores em comparação com planta piloto ou real. Ademais, simuladores podem ser utilizados para treinamento e qualificação de operadores.

Simuladores são construídos por profissionais especializados e pesquisadores utilizando conceitos de modelagem, caracterizados por estruturas modulares e pacotes predefinidos, interface gráfica e elementos computacionais que facilitam o seu uso. É possível encontrar simuladores com código aberto (*open source*) ou como

softwares comerciais, desenvolvidos por pesquisadores, universidades ou grandes empresas, que podem ser utilizados na indústria, principalmente quando se está lidando com processos complexos.

4.4 CONTROLE AUTOMÁTICO E OTIMIZAÇÃO

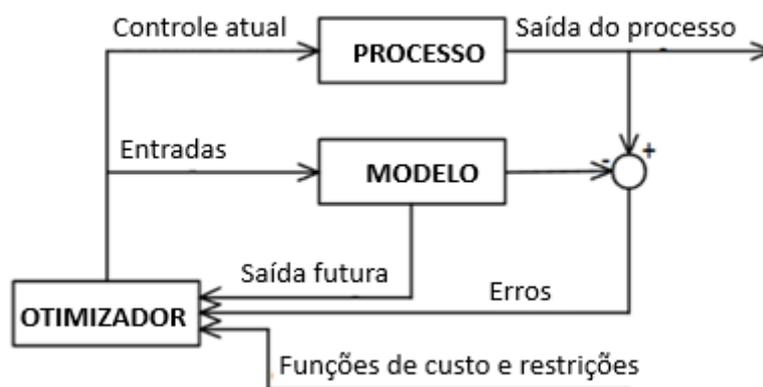
Atualmente, a *Burntech* fabrica caldeiras com sistemas de controle regulatórios comumente utilizados na indústria, capazes de manter a produção em níveis desejáveis respeitando os padrões de emissão. No entanto, esses sistemas possuem configurações simples e são ajustados com base na experiência do operador, o que causa prejuízos e deixa a caldeira trabalhando longe de seus pontos ótimos de operação por mais tempo, ou seja, fora de suas melhores condições. Nesse sentido, o projeto apresentado neste trabalho irá melhorar o desempenho das atuais caldeiras fabricadas pela *Burntech* e permitirá a implementação de sistemas de controle avançados.

A geração de vapor a partir da caldeira de biomassa são processos multivariáveis que contêm dinâmica fortemente não linear e estão sujeitos a um elevado número de perturbações. Além disso, esses sistemas estão sujeitos a restrições operacionais impostas pelas características físicas dos equipamentos. Neste caso, é interessante a aplicação de um sistema inteligente capaz de levar a caldeira a trabalhar próximo aos seus limites de produção o que resulta em ótimo desempenho do ponto de vista econômico. Portanto, está sendo desenvolvido um Controle Preditivo de Modelo Econômico (EMPC) pelo Grupo de Pesquisa e Inovação da *Burntech*, no qual as restrições e aspectos econômicos do processo da caldeira serão aplicados sistematicamente em algoritmos de controle a fim de obter um comportamento estável em malha fechada, com mínimas perdas e oscilações, e máxima produção.

Basicamente, o EMPC unifica a estrutura e as propriedades de um MPC (*Model Predictive Control*) e a formulação de um sistema de Otimização Dinâmica em Tempo Real (D-RTO). O MPC é uma poderosa

estratégia de controle com grandes impactos nos processos industriais, cujo sucesso e aplicabilidade crescem juntos com os avanços da computação. O MPC é capaz de produzir altos desempenhos quando aplicado em processos complexos e é muito intuitivo e flexível apresentando importantes vantagens para ser utilizado na indústria. A estrutura típica do MPC é mostrada na figura 7.

Figura 7 – Estrutura do MPC



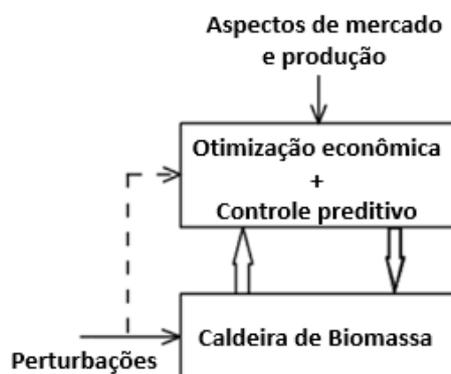
As ações de controle são calculadas pelo otimizador que utiliza informações do processo e modelo (este modelo é projetado pelos procedimentos apresentados anteriormente). Observe que o modelo produz previsões do comportamento do processo que alimentam o otimizador para determinar entradas de controle futuras. Essa ação antecipatória é uma propriedade interessante do MPC cujo tempo de previsão é definido pelo operador/engenheiro. O problema de otimização é formulado de acordo com as equações de função de custo e restrições, que possuem critérios de desempenho para o processo, conforme segue:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Minimizar} \quad J(\mathbf{U}) \\
 & \textit{Sujeito a :} \quad \mathbf{AU} \leq \mathbf{B}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Por exemplo, o controle de temperatura e o uso mínimo de água em uma caldeira de biomassa podem ser projetados em J enquanto o segundo termo ($\mathbf{AU} \leq \mathbf{B}$) da Equação (2) representa as faixas seguras de

operação. Para uma leitura mais aprofundada sobre MPC, recomendam-se os livros de Camacho e Bordons (2004) e Normey Rico e Camacho (2007).

Figura 8 – Objetivo do projeto



Por fim, o projeto proposto é ilustrado na Figura 8, na qual o sistema de controle e otimização monitora em tempo real o processo da caldeira de biomassa e calcula as melhores ações a serem realizadas sobre ele, considerando aspectos de mercado e a previsão de lucros de produção, e os distúrbios medidos. Deve-se notar que esses lucros de produção incluem o custo das emissões e efluentes.

5. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Todas as organizações da sociedade apontam o desenvolvimento sustentável como solução moderna para o progresso humano, cujo principal objetivo é a diversificação da matriz energética mundial por meio do uso de tecnologias mais limpas e eficientes. Desse modo, pretende-se aumentar substancialmente a proporção global de fontes renováveis de geração de forma a contribuir para o aumento da oferta total de energia. Em comparação com as fontes de energia convencionais, a renovável utiliza recursos limpos e inesgotáveis fornecidos pela natureza, cujo impacto é consideravelmente baixo e reversível na maioria dos casos.

Evidentemente, as indústrias que utilizam a biomassa como fonte de energia ocupam um espaço de significativa importância no

campo das energias renováveis no Brasil do ponto de vista econômico, social e científico. O setor é responsável pelo surgimento de diversas tecnologias aplicadas a caldeiras a vapor oriundas dos mais variados campos de pesquisa, principalmente das engenharias envolvidas no processo. Para atender às expectativas de um mercado em franca expansão, as indústrias que utilizam a biomassa iniciaram um desenvolvimento tecnológico que lhes permitiu assumir um papel importante na matriz energética renovável do Brasil. No entanto, um investimento crescente em pesquisa brasileira é essencial para proporcionar e manter sua independência tecnológica, dada a alta competitividade gerada pelo interesse de outros países nessa área.

Nesse contexto, a *Burntech* vem direcionando investimentos em pesquisas e aplicações no projeto, fabricação e operação otimizada da caldeira de vapor, uma vez que, numa visão conservadora da indústria, a operação de tais equipamentos é realizada apenas por meio de sistemas de controle convencional, que não permite extrair maior eficiência energética e qualidade de produção. Atualmente é possível encontrar na literatura especializada diversas técnicas de controle e otimização mais modernas e sofisticadas, mas que muitas vezes ficam restritas ao campo teórico ou demonstrações em pequena escala. Em particular, há um número escasso de aplicações reais das soluções avançadas aqui apresentadas em caldeiras de vapor, limitadas a empresas de excelência tecnológica e que investem em pesquisa científica e inovação.

Os impactos positivos são imensuráveis com esse tipo de modernização. Um incremento aparentemente pequeno torna-se um dividendo significativo quando levado à escala industrial. Em termos econômicos e sociais, fontes renováveis e eficientes podem formar parte significativa da cadeia produtiva. São fontes inesgotáveis de energia que, quando bem utilizadas, geram mais empregos e renda. Particularmente, para a empresa, os ganhos diretos estão na maior

eficiência e no aumento da geração de energia em seus processos. Embora a produção de vapor por meio de caldeiras seja uma solução amplamente adotada no cenário industrial, ela consiste em um processo que envolve etapas tecnicamente complexas, riscos e perdas. Entre os impactos ambientais concretos, destacam-se:

- Minimização das perdas de matérias-primas e produtos, e seu reprocessamento, bem como a geração de subprodutos indesejados e resíduos nas unidades que aplicam a caldeira de vapor;
- Menor consumo de água, biomassa e outros insumos, melhorando os indicadores ambientais da localização industrial;
- Redução das emissões de CO₂ e subprodutos para a atmosfera e comunidades vizinhas à unidade produtiva;
- Promoção da caldeira a vapor de biomassa em relação a outras alternativas energéticas poluidoras, convertendo-se em mais créditos de carbono para a indústria.

Finalmente, vale ressaltar que as novas ações e políticas da *Burntech* estão totalmente alinhadas às diretrizes ambientais e tecnológicas, tanto nacional quanto internacional. O uso de energia limpa não emite gases poluentes, preserva o meio ambiente e, portanto, garante mais saúde e qualidade de vida para a sociedade. Além disso, há desenvolvimento científico, social e sinergia entre a indústria e as universidades que contribuem para o crescimento do país.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, L. A. **Introdução à Identificação de Sistemas. Técnicas Lineares e não Lineares Aplicadas a Sistemas. Teoria e Aplicação.** Brasil: UFMG, 2015.

AMERICANO DA COSTA, M. V.; PASAMONTES, M.; NORMEY RICO, J. E.; GUZMÁN, J. L.; BERENGUEL, M. Advanced control strategy combined with solar cooling for improving ethanol production in fermentation units, **Ind. Eng. Chem. Res.** 53 (2014) 11384–11392. doi:10.1021/ie403286m.

AMERICANO DA COSTA, M. V.; PASAMONTES, M.; NORMEY RICO, J. E.; GUZMÁN, J. L.; BERENGUEL, M. Viability and application of ethanol production coupled with solar cooling, **Applied Energy** 102 (2013) 501–509. doi:10.1016/j.apenergy.2012.07.046.

AMERICANO DA COSTA, M. V.; EL'YOUSSEF, E. S.; NORMEY RICO, J. E. Uma plataforma computacional para sistemas de controle avançado, in: **Congresso Brasileiro de Automática**, Belo Horizonte-MG, Brasil, 2014, pp. 4068–4075.

AMERICANO DA COSTA, M. V.; FONTES, C. H.; CARVALHO, G.; JÚNIOR, E. C. M. Ultrabrix: A device for measuring the soluble solids content in sugarcane, **Sustainability** 13 (2021). doi:10.3390/su13031227.

AMERICANO DA COSTA, M. V.; NARASIMHAN, A.; GUILLEN, D.; JOSEPH, D.; GOSWAMI, Y. Generalized distributed state space model of a CSP plant for simulation and control applications: Single-phase flow validation, **Renewable Energy** 153 (2020) 36 – 48. doi:10.1016/j.renene.2020.01.125.

BILGILI, F.; KOÇAK, E.; BULUT, Ümit; KAYA, S. Can biomass energy be an efficient policy tool for sustainable development?, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 71 (2017) 830–845. doi:10.1016/j.rser.2016.12.109.

BNDES. Fundo Clima, <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>, 2009. Accessed on 06/04/23.

BONETTI, S.; BOTTI, M.; MAZZIERI, I.; ANTONIETTI, P. F. Numerical modelling of wave propagation phenomena in thermo-poroelastic media via discontinuous galerkin methods, **Journal of Computational Physics** (2023) 1–18. doi:10.1016/j.jcp.2023.112275.

BYRNE, P.; FOURNAISON, L.; DELAHAYE, A.; OUMEZIANE, Y. Ait; SERRES, L.; LOULERGUE, P.; SZYMCZYK, A.; MUGNIER, D.; MALAVAL, J.-L.; BOURDAIS, R.; GUEGUEN, H.; SOW, O.; ORFI, J.; MARE, T. A review on the coupling of cooling, desalination and solar photovoltaic systems, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 47 (2015), p.p 703–717. doi:10.1016/j.rser.2015.03.083.

CAMACHO, E. F.; BORDONS, C. **Model Predictive Control**, London, England: Springer-Verdag, 2004.

COPA REY, J. R.; PACHECO, J. J. Tamayo; TARELHO, L. António da Cruz; SILVA, V.; CARDOSO, J. S.; SILVEIRA, J. L.; TUNA, C. E. Evaluation of cogeneration alternative systems integrating biomass gasification applied to a brazilian sugar industry, **Renewable Energy** 178 (2021) 318–333. doi:10.1016/j.renene.2021.06.053.

GARCIA, C. **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos**. Brasil: EDUSP, 2013.

INUMARU, Jun; HARA, Saburo; HASEGAWA, Takeharu. **Future perspective and remarks** - (cap. 10), in: M. Ozawa, H. Asano (Eds.), *Advances in Power Boilers, JSME Series in Thermal and Nuclear Power Generation*, pp. 461–478: Elsevier, 2021. doi:10.1016/B978-0-12-820360-6.00010-2.

LOPES, M. L.; PAULILO, S. C. de Lima; GODOY, A.; CHERUBIN, R. A.; LORENZI, M. S.; GIOMETTI, F. H. C.; BERNARDINO, C. D.; NETO, H. B. de Amorim; AMORIM, H. V. Ethanol production in brazil: a bridge between science and industry, **Brazilian Journal of Microbiology** 47 (2016) 64–76. doi:10.1016/j.bjm.2016.10.003.

MORATO, M. M.; PATARO, I. M. L.; AMERICANO DA COSTA, M. V.; NORMEY RICO J. E. A parametrized nonlinear predictive control strategy for relaxing covid-19 social distancing measures in brazil, **ISA Transactions** (2020). doi:10.1016/j.isatra.2020.12.012.

NORMEY RICO, J. E.; CAMACHO E. F. **Control of Dead-time Processes**, London, England: Springer, 2007. doi:10.1007/978-1-84628-829-6.

PATARO, I. M.; AMERICANO DA COSTA, M. V.; JOSEPH, B. Closed-loop dynamic real-time optimization (CL-DRTO) of a bioethanol distillation process using an advanced multilayer control architecture, **Computers & Chemical Engineering** 143 (2020) 1–14. doi:10.1016/j.compchemeng.2020.107075.

PATARO, I. M. L.; BENEVIDES, T.; AMERICANO DA COSTA, M. V. Um ambiente didático para projetos de controle PID e MPC em um sistema ball-balancer, in: *Congresso Brasileiro de Automática*, Vitória, Brasil, 2016, pp. 3646–3651.

PATARO, I. M. L.; OLIVEIRA, J. F.; MORATO, M. M.; AMAD, A. A. S.; RAMOS, P. I. P.; PEREIRA, F. A. C.; SILVA, M. S.; JORGE, D. C. P.; ANDRADE, R. F. S. BARRETO, M. L.; AMERICANO DA COSTA, M. A control framework to optimize public health policies in the course of the covid-19 pandemic, **Scientific Reports**, Nature (2021). doi:10.1038/s41598-021-92636-8.

SALTELLI, A.; PUY, A. What can mathematical modelling contribute to a sociology of quantification?, **Humanities and Social Sciences Communications** (2023) 1–8. doi:10.1057/s41599-023-01704-z.

SCHULZE, E.-D.; KÖRNER, C.; LAW, B. E.; HABERL, H.; LUYSSAERT, S. Large-scale bioenergy from additional harvest of forest biomass is

neither sustainable nor greenhouse gas neutral, *GCB Bioenergy* 4 (2012) 611–6. doi:10.1111/j.1757-1707.2012.01169.x.

SINGH, M.; SALAUDEEN, S. A.; GILROYED, B. H.; AL-SALEM, S. M.; DUTTA, A. A review on co-pyrolysis of biomass with plastics and tires: recent progress, catalyst development, and scaling up potential, *Biomass Conversion and Biorefinery* 132 (2021) 1–25. doi:10.1007/s13399-021-01818-x.

SMIL, V. A skeptic looks at alternative energy, *IEEE Spectrum* 49 (2012), p.p. 44–49.

SOUZA, M.; FERREIRA, L. G. Ferreira. Sustainability transition challenges in the brazilian energy sector, *Brazilian Center for International Relations-CEBRI* 1 (4) (2022) 104–127.

TOGNOLI, M.; NAJAFI, B.; RINALDI, F. Dynamic modelling and optimal sizing of industrial fire-tube boilers for various demand profiles, *Applied Thermal Engineering* 132 (2018) 341–351. doi:10.1016/j.applthermaleng.2017.12.082.

UNESCO. The united nations world water development report 2014: Water and energy, United Nations World Water Assessment Programme. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2014-water-energy/>.

UNITED NATIONS. Ippc report: 'code red' for human driven global heating, warns un chief, <https://news.un.org/en/story/2021/08/1097362>, 2021. Accessed on 06/04/23.

UNITED NATIONS. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1998.

UNIVERSITY OF WAIKATO. Earth's water distribution, <https://www.sciencelearn.org.nz/images/802-earth-s-water-distribution>, 2009. Science Learning Hub. Accessed on 06/04/23.

VASQUEZ, J. Rodriguez; PEREZ, R. Rivas; MORIANO, J. Sotomayor; GONZÁLEZ, J. Peran. Advanced control system of the steam pressure in a fire-tube boiler, *IFAC Proceedings* (41),17th IFAC World Congress, (2008) 11028–11033. doi: <https://doi.org/10.3182/20080706-5-KR-1001.01868>.

10. PROCESSO DE GOVERNANÇA ORGANIZACIONAL NO FORTALECIMENTO DE INICIATIVAS LOCAIS E TERRITORIAIS DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL.

Marcus Fabricio Gonçalves Oliveira

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.010

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo visa analisar a contribuição de ferramentas gerenciais colaborativas, enquanto processos de inovação em gestão de empreendimento coletivo da economia solidária atuante no ramo do cooperativismo de reciclagem de materiais recicláveis/prestação de serviço socioambiental.

A base teórica-metodológica relaciona-se ao conceito de economia circular e sua interlocução com a chamada Economia Solidária, negócios de impacto, partindo de um arcabouço teórico relacionado a gestão social, enquanto modelos de gestão organizacional e ferramentas gerenciais como planejamento e gestão estratégica com o *Balanced Scorecard* e modelagem de negócios.

As iniciativas locais trazem à tona uma série de mecanismos e práticas de relações harmônicas com a natureza, consubstanciando-a por meio das relações de solidariedade destoando de um conceito de economia “que se instituiu como um paradigma totalitário e onívoro do mundo, que codifica todas as coisas, todos os objetos e todos os valores em termos de capital, para submetê-los à lógica de mercado, sem ter internalizado suas complexas relações com o mundo natural” (LEFF, 2010, p. 21).

A base de análise considera-se, em princípio, uma teorização da prática, por meio de iniciativas locais desenvolvidas por Organizações

da Sociedade Civil, em atuação com a chamada Economia Solidária⁹⁶, aliado com processos pedagógicos-metodológicos que permeiam o uso racional de recursos naturais, a valorização dos saberes tradicionais e os momentos de trocas de experiências, considerando as práticas que valorizem a transição agroecológica, a capacidade de replicação dessas tecnologias, o baixo investimento na implementação e a geração de impactos socioeconômicos na vida das comunidades na construção compartilhada de um novo *ethos* de relação homem-natureza baseado na integração sistêmica.

O capítulo está organizado em uma base teórica sobre o conceito de Economia Circular e sua interação com a chamada Economia Solidária, problematizando acerca do conceito, a gênese dessa perspectiva de análise econômica que concilia interesses público e privado em ações geradoras de impacto ambiental e com inovações tecnológicas com forte ênfase na geração econômica de resultados, particularmente quando se relaciona ferramentas gerenciais de análise estratégica de negócios.

As escolas de pensamento econômico vão trazendo contribuições teóricas que agregam no processo de diálogo e convergências entre os diversos campos. O essencial é como os conceitos são confrontados na realidade vivida dos sujeitos. Isoladamente, uma teoria não consegue explicar os macroprocessos sociais, no entanto o conjunto delas, ao longo do tempo histórico de construção podem trazer contribuições significativas para o debate e na construção de narrativas. Leff (2010, p. 45) assevera que:

O debate pela sustentabilidade é uma batalha conceitual. Não se trata de ver por que alguns conceitos têm um *sex-appeal* que os torna mais sedutoras ou se mostram mais *politically correct*, tornando-se mais apropriáveis em imaginários, subjetividades e formações discursivas, como os de “dívida ecológica”, “justiça ambiental” ou “desenvolvimento

96 “Experiências e iniciativas de produção e reprodução dos meios de vida estruturados a partir da propriedade coletiva dos meios de produção, da autogestão, da solidariedade e do coletivismo” (FARIA & SANCHEZ, 2011, p.413)

sustentável”. Não se trata apenas de ver como os conceitos vão se sedimentando, legalizando e legitimando em processos históricos através de estratégias

A Ciência Econômica, considerando sua construção teórica-metodológica, pode trazer contribuições significativas para essas iniciativas, que no primeiro momento podem ser analisadas como “irrelevantes” na geração de riqueza nacional, mas que no âmbito da transformação social e preservação ambiental, conseguem traduzir em gestos concretos em termos de práticas e inovações técnicas.

A análise de impactos e a construção de indicadores sociais dessas iniciativas, partindo de um olhar da ciência econômica agregada as questões ambientais, sociais e territoriais pode trazer contribuições para uma perspectiva econômica baseada nos princípios da vida. Não seria criar anacronismos entre Economia e Território, Ecologia e Sociedade, mas partir de elementos de complementariedade entre elas. Leff (2010, p. 50) considera que “para além da articulação entre disciplinas (economia, ecologia, demografia, antropologia, tecnologia), constrói um novo paradigma produtivo fundado nas sinergias derivadas da potencialidade dos ecossistemas, da produtividade tecnológica e da criatividade cultural”.

2. A GESTÃO ORGANIZACIONAL E A CONTRIBUIÇÃO PARA O FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL DE COOPERATIVAS SOCIAIS

A teoria das organizações está em constante movimento e, segundo Motta e Vasconcelos (2002, p. 2) “surgem novos elementos que alteram a constituição do sistema, levando-nos a questionar ao menos parcialmente as “certezas” e crenças anteriores, gerando novos insights e momentos de compreensão, levando-nos a comparar e a buscar o entendimento em um nível cada vez maior”.

O conceito de gestão é associado à prática de administrar ou gerenciar instituições públicas, privadas ou organizações sociais, por meio de processos administrativos, entre os quais:

1. Prever. Visualizar o futuro e traçar o programa de ação;

2. Organizar. Constituir o duplo organismo material e social da empresa;
3. Comandar. Dirigir e orientar o pessoal;
4. Coordenar. Ligar, unir, harmonizar todos os atos e esforços coletivos;
5. Controlar. Verificar que tudo ocorre de acordo com as regras estabelecidas e as ordens dadas. (Chiavenato, 2011, p. 78)

A citação acima se refere às definições clássicas de Henry Fayol sobre o ato de administrar. Nesse caso, gerir e administrar são sinônimos. Para Fayol apud Chiavenato (2011, p. 79) “existe uma proporcionalidade da função administrativa: ela se reparte por todos os níveis da hierarquia da empresa e não é privativa da alta cúpula”. São repartidas proporcionalmente entre os diversos níveis hierárquicos das organizações. Outros autores trazem contribuições primorosas sobre o conceito de gestão. Motta e Vasconcelos (2002, p. 26) a denomina como “a arte de pensar, de decidir e de agir; é a arte de fazer acontecer, de obter resultados”.

Os empreendimentos econômicos solidários construídos na perspectiva autogestionária seriam organizações, se fossem consideradas apenas as teorias do *mainstream*? Organizações são apenas aquelas que possuem uma estrutura hierarquizada, com divisões entre os seres pensantes (topo) e os fazedores de tarefas (base) e que buscam incessantemente os resultados econômicos? Os sujeitos participantes das organizações são meramente joguetes de gestores que calculam a melhor maneira possível de alocá-los, esperando obtenção do melhor resultado possível? O fato é que organizações, independente do formato ou objetivos, são construídas por pessoas e que seriam essenciais outras perspectivas que permeassem outras inserções para além da óptica econômica.

Para Fischer (2002, p. 27) a “gestão é um ato relacional que se estabelece entre as pessoas, em espaços e tempos relativamente delimitados, objetivando realizações e expressando interesses de indivíduos, grupos e coletividade”. Esse é um conceito mais moderno

de gestão, onde é considerada a interação indivíduo- grupo- organização. Se partir das teorias iniciais⁹⁷ da ciência da Administração, a vontade da organização deveria prevalecer sobre as vontades/anseios individuais. Por meio da gestão e o uso de ferramentas adequadas, se a organização alcançasse seus objetivos, as vontades individuais seriam realizadas. Reconhece-se, conforme o tópico anterior, que há diversas organizações e essas se comportam, de acordo com propósitos e construções históricas variadas. E assim, como há diversas organizações, há variadas formas de gestão das organizações. De fato, não há uma única maneira de se gerir uma organização. Aspectos relacionados à situação, ao mercado, ao objetivo organizacional, ao perfil do gestor ou grupos de gestores, à construção histórica da organização influenciam as diversas formas de gestão das organizações.

A gestão também pode ser definida, de acordo com Follet (1973) apud Guerra (2008, p.23), “como um processo humano e social, no qual a liderança democrática só seria exercida numa ação conjunta, em organizações cujas estruturas facilitassem a análise de problemas, a produção de soluções e o desenvolvimento cooperativo de estratégias”.

Há por parte dos participantes dos empreendimentos, conflitos inerentes à prática autogestionária. Muitos dos sujeitos que participam de cooperativas populares, associações, empresas autogestionárias e grupos informais, anteriormente a essa vivência, estavam inseridos em organizações cujo modelo de gestão foram construídos sob a égide do modelo heterogestionário⁹⁸. Lourenço (2008, p. 21) aponta:

Estar em uma cooperativa⁹⁹ nos moldes da economia solidária constitui um grande desafio para quem vive dentro do atual

⁹⁷ Teoria Clássica, Neoclássica, Burocrática e Administração por Objetivos, principalmente.

⁹⁸ O modelo heterogestionário consolida-se a partir do sistema fabril⁹⁸, marcado pela “organização burocrática do trabalho, baseadas em cadeias de comando, criando hierarquias...” (Cançado, 2004, p. 47).

⁹⁹ Considera-se na pesquisa outras formas de empreendimentos econômicos solidários como associações, grupos informais e trabalhadores por conta própria.

sistema econômico. Neste sistema a competitividade é acirrada e incentivada; como trabalhar então dentro de uma proposta que implica em relações solidárias? Como se juntar a outros pelos mesmos objetivos, quando se vive em uma sociedade de indivíduos isolados, sozinhos em meio à multidão? Como se juntar a pelo menos vinte outras pessoas com um objetivo em comum, quando se está implicado num sistema que propaga o individualismo e incentiva a fama e a conquista individuais?

Apesar dos questionamentos acima, cabe analisar que não há uma uniformidade de modelo o tempo inteiro. Em teoria os empreendimentos econômicos solidários são autogestionários, no entanto no cotidiano há práticas heterogestionárias, principalmente para os cooperados que, além de desempenharem suas ocupações, devem se interessar por questões do empreendimento em sua totalidade. Segundo Lourenço (2008, p. 32), “o maior oponente da autogestão é a ausência de interesse dos sócios, sua rejeição ao comprometimento adicional que a prática democrática exige”.

A gestão social é um processo em construção, pois as ferramentas de gestão variam continuamente entre diversas organizações ou redes de organizações. Essas ferramentas variam conforme as diversas realidades. A gestão social considera a participação dos sujeitos na construção social do desenvolvimento, no entanto há aspectos heterogestionários como a estrutura organizacional e a unidade de comando. Acerca do papel do gestor social, Fischer (2006, p. 20) informa que esse é um mediador que “movimenta-se entre opostos, conciliando conhecimentos, ética e efetividade. É um mediador entre pessoas (dimensão individual), coletivas (dimensão relacional) e interorganizacional e redes de redes (dimensão transacional)”.

Efetivamente a gestão social avança na visualização de que há outras formas de organização e a interdisciplinariedade na análise de problemas que as assolam. Considera-se também a importância do gestor social como mediador do processo. No entanto, ainda se centra na estrutura como elemento primordial da efetividade das ações organizacionais.

Considerando as práticas cotidianas dos empreendimentos econômicos solidários que o autor Oliveira (2022) assessorou pode-se considerar que os processos gerenciais são híbridos e estão associados as dificuldades inerentes a atuação, assim como certa urgência nas tomadas de decisões do empreendimento. As ações desenvolvidas pelos próprios dirigentes cooperativistas, assim como as capacitações desenvolvidas pelas Organizações sociais em processos de fortalecimento institucional, nos últimos anos, vêm potencializando o desempenho organizativo desses empreendimentos. Um destaque essencial é que as lideranças das cooperativas vêm buscando capacitações constantes em ferramentas gerenciais como planejamento estratégico, estudo de viabilidade econômica, plano de ação e análise de mercado.

3. CONSTRUÇÃO DE FERRAMENTAS COMPARTILHADAS

A partir dessa etapa do artigo, considera-se aspectos teóricos e a aplicabilidade das ferramentas gerenciais em uma cooperativa social não identificada¹⁰⁰. Parte-se da estratégia, sendo essa “o caminho que se escolhe, dentre várias alternativas possíveis, para alcançar os objetivos propostos” (BORGES, 2013, p. 13).

A modelagem CANVAS constitui-se “como uma agenda onde os *stakeholders* irão se debruçar para conceber a lógica do projeto” (JÚNIOR, José Finocchio, 2013, p. 33). É considerada uma modelagem onde consiste na “lógica pela qual uma empresa sustenta a si mesma financeiramente. Em linhas gerais, é a lógica pela qual uma empresa ganha o sustento” (CLARCK, Tim, 2013, p. 26).

Partiu-se da modelagem CANVAS para permitir uma análise mais sistemática sobre um desenho de funcionamento de uma organização, como parte de adentrar na concepção de estratégias de negócios mais aderentes a lógica de atuação da empresa. O CANVAS funcionou como

¹⁰⁰ A perspectiva está em considerar alguns modelos de ferramentas utilizados em diversos empreendimentos da economia solidária

uma etapa essencial de analisar “um atalho visual para simplificar organizações complexas” (CLARCK, Tim, 2013, p. 31).

A modelagem de negócios aponta-se como a possibilidade de visualizar a descrição do negócio, das partes que o compõem, de forma que a ideia sobre o negócio seja compreendida pela cadeia produtiva. Alguns elementos essenciais para se perceber a modelagem de negócios:

- O Modelo de Negócios realiza-se antes do Plano de Negócios;
- O modelo descreve a lógica de criação do negócio. Mostra o raciocínio e a conexão das partes que formam o todo

Plano de Negócios= Modelagem de Negócios+ Análise de mercado+ Estudo de viabilidade econômica (projeções)

Quadro 1- Definição de Plano de Negócios

Sobre a modelagem de negócios, este apresenta alguns diferenciais:

- Pensamento Visual;
- Visão do todo;
- Construção coletiva;
- Simplicidade e aplicabilidade;

O modelo de negócio CANVAS é uma metodologia desenvolvida para facilitar a criação e análise de modelo de negócios. É uma forma de planejamento de uma ação e pode ser usado antes de construir um Plano de Negócios.



Quadro 2- Modelagem CANVAS

Utiliza-se o CANVAS como forma de analisar o mercado potencial dos novos produtos a serem inseridos na estratégia do empreendimento em dinamizar novas cadeias produtivas, a partir do investimento gerado com a venda do ativo. A modelagem foi utilizada como passo de se pensar potencial de novos mercados e por ser algo de fácil aplicação, o empreendimento pode utilizá-lo para delineamento de novos produtos e processos.

Na dinâmica da economia solidária e do cooperativismo, o CANVAS traz vantagens significativas como a construção coletiva e o formato visual que permite a participação efetiva dos sujeitos envolvidos diretamente com a atividade produtiva, tendo essa voz ativa e protagonismo na construção. Apropriamos do CANVAS e adaptamos a realidade da educação popular com o uso de papel metro, pedaços de cartolinas coloridas (representando cada cor o tipo de produto a ser inserido no empreendimento, no caso branco sabão ecológico e verde a vassoura PET), cola bastão e pilotos.

PROPOSTA DE VALOR	RELACIONAMENTO COM CLIENTES	SEGMENTOS DE CLIENTES	CANAIS
Barra	Redes sociais (Facebook; Instagram; Whatzap)	Parceiros	Eventos

Líquido	Sites	Mercadinhos; Escolas	Representantes comerciais
Pasta	Boca a boca	Comunidade	Palestras ambientais
		Órgãos Públicos	Veículos automotivos

Tabela 1: Modelagem Canvas- Sabão: O que e para quem

SABÃO ECOLÓGICO- COMO E QUANTO

ATIVIDADES PRINCIPAIS	RECURSOS	PARCEIROS	ESTRUTURA DE CUSTOS	FLUXO DE RECEITAS
Coleta	Aquisição de produtos	Fornecedores	Combustível	Parceiros com projetos
Tratamento do óleo	Ácido sulfônico; Soda Caustica	Pousadas; Hotéis	Cooperados (Coleta; tratamento; motorista) Químico	Venda de produtos acabados e distribuição
Produção na fábrica de sabão	Óleo de Cozinha Usado	Restaurantes	Depreciação dos equipamentos/ Maquinários	Licitações
Envaze	Carro; Equipamentos; EPI's e fardamentos; Cooperados	Comunidades; Escolas	Embalagens e rótulos	
			Energia; Água; Material de limpeza	
			Percentual de vendas-Representante comercial	

			Marketing e divulgação	
--	--	--	------------------------	--

Tabela 2: Modelagem Canvas- Sabão: Quanto e Como

Houve citações de diversos mercados a alcançar por parte do grupo, perpassando pelo institucional (órgãos públicos) e o mercado privado, tendo trazido uma miscelânea de possibilidade de acesso no mercado local e estadual, tanto por meio da comercialização via grupo produtivo quanto por intermédio de representantes comerciais. A importância das redes sociais foi mencionada no aspecto referente ao relacionamento com os clientes, sobretudo *What Zap*, *Facebook* e *Instagram*, mas também foi reforçado a necessidade de se trabalhar a relação direta com potenciais consumidores nas cidades e os próprios cooperados serem “representantes” dos produtos nas suas comunidades.

Outra ferramenta construída de forma compartilhada pelo empreendimento foi o mapa estratégico do negócio. No entanto, partiu-se do detalhamento da agenda de mudança estratégica. Para Borges (2013, p. 8):

...uma grande promessa para o desenvolvimento, buscando o consenso sobre as grandes transformações que a organização precisa passar para avançar rumo ao futuro. A sua elaboração e divulgação ajudam a comunicar e enfatizar as mudanças necessárias, seja na missão, na estrutura, na cultura, no trato com os clientes, na operação... fazendo eclodir pontos chaves que irão sustentar esse processo de transformação orientado pela estratégia

A agenda de mudança estratégica considerou-se delineamentos da visão de negócios da empresa e partiu-se da modelagem CANVAS e da experiência do empreendimento. Importante ressaltar que os elementos relacionados ao campo “De”, pelo fato da empresa estar em processo de montagem, está classificado como “Em construção”. A construção dessa agenda foi de forma compartilhada envolvendo o empreendimento e seus sujeitos participantes e considerou-se cenários de atuação do negócio e aprofundamentos e questionamentos acerca da modelagem CANVAS.

DE	Área de ação	PARA
Em construção	Empresa	Empresa referência em serviços técnicos especializados em RSAC e Gestão do 3º setor
Em construção	Organização	Um sistema integrado de negócios
Em construção do plano de negócios	Relacionamento com clientes	Soluções integradas com as necessidades dos clientes
Em construção	Parcerias	Alianças e coalizões
Em construção do desenho de gestão	Liderança	Áreas de atuação e liderança situacional
Atuação dos sócios por áreas estratégicas	Trabalho	Atuação em rede de sócios e parceiros locais
Em construção do desenho organizativo	Pessoas	Gestão de pessoas em rede e competência técnica e comportamental
Em construção	Execução	Projetizada
Em construção	Processos	Gestão por processos (desenhados nos produtos)
Em construção	Gestão de TI	Integrada com foco na governança estratégica dos projetos e processos
Em construção	Inovação	Metológica e nos processos de gestão da empresa e prestação de serviços técnicos especializados

Tabela 3: Agenda de mudança estratégica do empreendimento

A seguir, foi delineada a construção do Mapa estratégico, sendo esse “o conjunto de objetivos estratégicos que se conectam através de relações causais” (BORGES, 2013, p. 37). Foram considerados aspectos como potencialidades de negócios, ambiente de negócios, concorrência e mercado. E mais uma vez, foi avaliado a modelagem CANVAS como molde para a construção dessa ferramenta gerencial, aglutinando de “maneira coesa, integrada, sistemática e focada” (BORGES, 2013, p. 38), as áreas financeira, gestão de pessoas, clientes e mercado e processos internos.

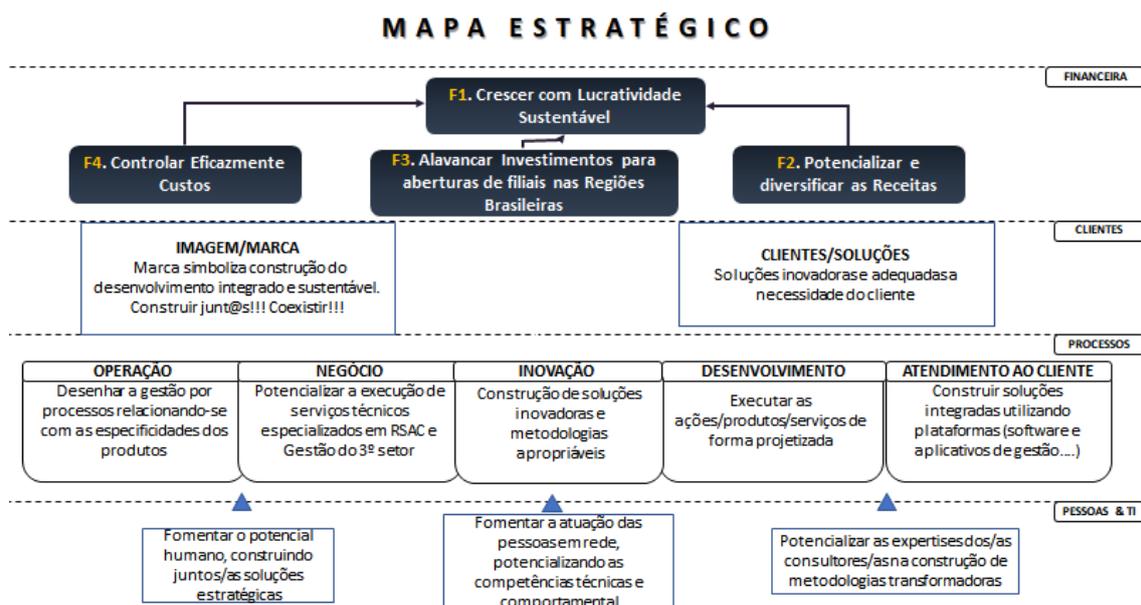


Foto 1: Mapa estratégico do empreendimento

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, as ferramentas gerenciais proporcionaram uma segurança maior na construção da estratégia de negócio do empreendimento e trouxeram uma série de avaliações mais críticas acerca dos diversos cenários e até mesmo a postura de parte dos/as sócios/as com o mundo do 3º setor. Afinal, a cooperativa precisa gerar resultados operacionais e agregar a isso uma postura mais responsável socialmente.

As ferramentas gerenciais não garantem sozinhas o sucesso do negócio/empreitada. Há a necessidade dos/as sócios/as se envolverem e construir soluções criativas para aumentar a rentabilidade do negócio, mas sem dúvida a utilização das ferramentas gerenciais vêm contribuindo para um melhor adensamento do empreendimento.

Interessante mencionar que mesmo sendo um negócio de impacto, o uso de ferramentas gerenciais mais tradicionais podem servir para proporcionar a empreendedores uma visão mais estratégica do ambiente e ajustando o modelo de negócio da organização para atendimento a essa complexidade das diversas realidades.

REFERÊNCIAS

BORGES, Dobson Ferreira. Os Es da gestão. São Paulo: Ser Mais, 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração. 8.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CLARCK, Tim. Business Model you: o modelo de negócios pessoal: o método de uma página para reinventar sua carreira. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013

FARIA, Maurício Sarda de; SANCHEZ, Fábio José Bechara. A economia solidária no 165 Governo Federal: intersetorialidade, transversalidade e cooperação internacional. In: BENINI, Édi A. (org). Gestão Pública e Trabalho Associado: fundamentos e perspectivas. São Paulo: Outras Expressões, 2011.

FISCHER, Tânia; ROESCH, Sylvia; MELO, Vanessa Paternostro (org). Gestão do Desenvolvimento Territorial e Residência Social: Casos para ensino. Salvador: CIAGS/UFBA, 2006.

JÚNIOR, José Finocchio. Project Model Canvas: gerenciamento de projetos sem burocracia. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

LEFF, Enrique. Discursos Sustentáveis. São Paulo: Cortez, 2010

MOTTA, Fernando C. Prestes; VASCONCELOS, Isabella F. Gouveia de. Teoria Geral da Administração. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

OLIVEIRA, Marcus Fabricio Gonçalves. Gestão de empreendimentos econômicos solidários: o caso da Cooperativa Múltipla Fontes de Engomadeira- COOFE. Dissertação de Mestrado- Universidade Católica do Salvador (UCSAL). Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social. Salvador, 2014, 182f.

11. LEIS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO À ECONOMIA CIRCULAR APLICÁVEIS À INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: PANORAMA DA CIDADE DE SALVADOR/BAHIA.

Milena Costa ¹⁰¹

Elaine Varela ¹⁰²

Alex Pires ¹⁰³

doi.org/10.51968/navida.978-65-89020-19-6.011

1. INTRODUÇÃO

A gestão de recursos naturais e resíduos é um desafio multidimensional enfrentado pelas autoridades governamentais, especialmente em países em desenvolvimento (RIGAMONTI, 2016). As limitações do atual modelo de produção linear (extrair, transformar e descartar), que depende de recursos naturais finitos e não renováveis, potencializam a crescente busca pela efetiva implementação de atividades econômicas circulares, ou seja, que prevejam a reincorporação dos materiais e recursos ao ciclo produtivo (KIRCHHERR, 2017). Nesse sentido, a Economia Circular (EC), embora já tenha sido introduzida por Boulding em 1966, vem ganhando importância nos últimos anos na agenda política internacional (GHISELLINI, 2016).

A implementação do modelo econômico circular pressupõe a ruptura do modelo econômico vigente, propondo produtos de ciclos

¹⁰¹ Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia - UFBA

¹⁰² Doutora em Engenharia Ambiental. Universidade Politécnic da Catalunha - UPC

¹⁰³ Doutor em Sustentabilidade, Tecnologia e Humanismo. Universidade Politécnic da Catalunha - UPC

múltiplos de uso e redução da dependência de recursos (AZEVEDO, 2015). Para tanto, este modelo de produção e consumo requer complexas mudanças para superar os paradigmas correlacionados, que exigem ações tanto no sentido top-down (ações desenvolvidas a nível nacional ou em escala regional, que envolvem políticas e legislações específicas, infraestrutura de suporte e consciência social), quanto no sentido bottom-up (ações que ocorrem na base da cadeia – fabricantes e produtores – e que envolvem a criação de modelos colaborativos de negócio e a melhoria em design de produtos e na cadeia de suplementos, com o uso de tecnologia da informação) (POMPONI, 2017, RIGAMONTI, 2016).

No setor da construção civil, a implementação de leis e políticas públicas de fomento da EC pode ser considerada uma alternativa com enorme potencial para indução do sistema econômico circular (AZEVEDO, 2015). Apesar da indústria da construção se destacar por sua grande relevância para a economia mundial, este setor gera importantes impactos ao meio ambiente, sobretudo pelo elevado consumo de materiais, energia e água, e a geração de resíduos. A EC implica em uma mudança de mentalidade, considerando os resíduos como recursos potencialmente úteis e minimizando o consumo de recursos naturais, aumentando o tempo de uso dos recursos no ciclo produtivo.

Deste modo, o presente estudo realiza uma avaliação da situação do município de Salvador-BA sobre leis e políticas públicas de fomento à EC aplicáveis a indústria da construção, a partir de uma análise comparativa entre instrumentos legislativos e de políticas públicas internacionais. A partir de uma análise sistêmica e estruturada do conteúdo dos documentos mapeados, medidas relacionadas aos princípios da circularidade foram identificadas e categorizadas no âmbito internacional. O estado de implementação, o potencial de aplicação e a necessidade de adaptação destas medidas para o

contexto da indústria da construção da região de Salvador foram identificados, a partir de análise comparativa e temática apoiada por meio de matrizes de análise. Tendências e lacunas foram observadas, visando a proposição de diretrizes e instrumentos para o município.

2. CENÁRIO MUNDIAL DE LEIS E POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO DA EC

A China se destaca como o primeiro país a adotar a EC em sua política de desenvolvimento, através de uma lei direcionada a aplicação dos princípios da circularidade. Regulamentada em 2009, essa iniciativa foi promissora na difusão da EC (GHISELLINI, 2016) visto que o poder público definiu regras de conduta e organização por meio de uma norma jurídica relacionada a produção, consumo e comercialização de recursos.

A Lei de Fomento da EC da China regulamenta fundamentos baseados na melhoria da eficiência de utilização de recursos, buscando implementar ações governamentais para intervir no planejamento, layout, condições locais, promoção do governo, orientação de mercado, e implementação de empresas (CHINA, 2009). Ou seja, cabe ao governo chinês formular planos nacionais e políticas industriais para o desenvolvimento prático e efetivo da EC, buscando incentivar e apoiar a pesquisa, o desenvolvimento e promoção da ciência e tecnologia da EC, incentivando a promoção da circularidade, a educação, a popularização do conhecimento científico e a cooperação internacional (CHINA, 2009).

Em 2012, a temática foi impulsionada pela Ellen MacArthur Foundation, que, originada no Reino Unido, alcançou abrangência em escala mundial (AZEVEDO, 2015). Com a publicação de diversos relatórios sobre o tema, a fundação analisa oportunidades de transição circular em diferentes setores, buscando identificar possíveis oportunidades de implementar e dar escala a atividades de EC (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Em países situados no continente africano e na América Latina, por sua vez, a implementação de instrumentos legislativos de fomento à EC surgiu de forma tardia e ainda se encontra em estado prematuro.

Não obstante, cabe destacar que a África tem praticado a circularidade por muitos anos, através de ações como: reparo, reutilização, renovação, práticas agrícolas sustentáveis e economia compartilhada. Historicamente, grande parte da atividade da EC no continente nasceu da necessidade da população, carente de recursos. Nos últimos anos, contudo, as atividades baseadas nos princípios da EC na África foram impulsionadas, principalmente, pela necessidade de melhorar a gestão ambiental e proteger a biodiversidade, baseada na maximização do valor dos recursos (NIGÉRIA, 2007).

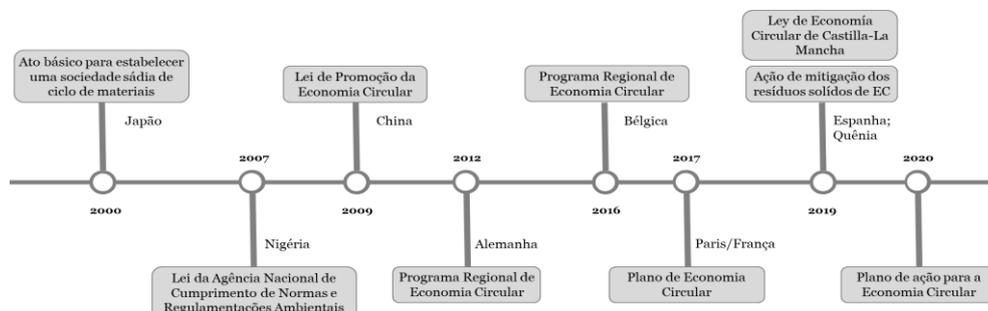
Apesar de haver organizações africanas empenhadas na promoção da EC, não foi identificada nesta pesquisa uma lei que trate desse modelo econômico de modo direto, sendo identificado apenas o ACT nº 25 de 2007 (Nigéria, 2007), que se trata de um conjunto de normas ambientais nacionais visando estabelecer padrões ambientais.

Quanto ao Brasil, Azevedo (2015) destaca a necessidade de se analisar a aplicação dos instrumentos existentes da legislação brasileira, para mapear os desafios inerentes ao processo de transição do atual sistema produtivo para um baseado nos princípios da EC. O autor observa que o problema central da gestão de resíduos sólidos no país é atribuível à não implementação das leis e legislações existentes, a necessidade de atualização de instrumentos jurídicos obsoletos, as provisões orçamentárias, os mecanismos de financiamento inadequados, e os mecanismos de monitoramento e avaliação insuficientes para orientar o meio ambiente a práticas seguras e sólidas na gestão de resíduos sólidos.

A figura 1 apresenta uma linha do tempo dos últimos 13 anos sobre a publicação de importantes documentos (leis, políticas públicas,

relatórios e marcos normativos) relacionados ao fomento da EC no âmbito global.

Figura 1. Linha do tempo de LP identificados no mundo nos últimos 13 anos



Fonte: Autores (2022)

Nesta linha do tempo são destacadas nove LP (Lei / Política Pública) que pressupõe estratégias importantes para o progresso econômico e social do país ao qual se aplicam.

Tais documentos normatizam deveres e direitos dos produtores, consumidores e do governo, visando atingir redução, reutilização e reciclagem de recursos nos processos de produção, distribuição e consumo. A Tabela 1 apresenta detalhes acerca tais instrumentos, que, neste documento, são codificados como LP.

Tabela 1. Leis, políticas públicas e marcos normativos sobre EC destacados

Código	Título	Tipo	Âmbito	Órgão emissor	Local	Ano
LP1	Lei de Economia Circular	Lei	Nacional	Diário Federal da Lei	Alemanha	2012
LP2	Lei de Promoção da Economia Circular da República Popular da China	Lei	Nacional	Congresso Nacional do Povo	China	2009
LP3	Lei de Economía Circular de Castilla-La Mancha	Lei	Sub-Nacional	Cortes de Castilla	La Mancha/Espanha	2019
LP4	Plano de ação para a economia circular	Plano de ação	Continental	Comissão Europeia	Europa	2020
LP5	Plano de Economia Circular Paris	Plano de ação	Municipal	Conselho da cidade de Paris	Paris/França	2017
LP6	Programa regional de economia circular	Programa governamental	Nacional	Governo de Bruxelas	Bélgica	2016
LP7	Ato básico para estabelecer uma sociedade sádia de ciclo de materiais	Lei	Nacional	Diário Oficial Japonês	Japão	2000
LP8	Ação de mitigação dos resíduos sólidos de economia circular, uma abordagem de gestão para zonas urbanas no Quênia	Plano de ação	Nacional	Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais	Quênia	2019
LP9	Lei da Agência Nacional de Cumprimento de Normas e Regulamentações Ambientais (Estabelecimento)	Lei	Nacional	Assembleia Nacional	Nigéria	2007

Fonte: Autores (2022)

3. METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de levantar dados sobre o conhecimento produzido a respeito do tema. Nesta etapa foram pesquisadas essencialmente leis, políticas públicas (planos de ação, programas governamentais, etc.), relatórios, artigos, dissertações, teses e livros que abordassem e discutissem o assunto no âmbito da construção civil.

Em seguida, regulamentações governamentais implementadas em 9 regiões (Tabela 1) foram selecionadas, em função da sua relevância e representatividade, sendo estas: Lei para a Promoção da Economia Circular e Garantia da Gestão Ambientalmente Saudável de Resíduos (Alemanha, 2012), Lei da República Popular da China sobre a Promoção da Economia Circular (China, 2009), Lei de Economia Circular de Castilla-La Mancha (Espanha, 2019), Diretiva do Parlamento sobre os resíduos (Europa, 2008), Plano de Economia Circular Paris (Paris, 2017), Programa regional de economia circular (Bélgica, 2016), Ato básico para estabelecer uma sociedade sadia de ciclo de materiais (Japão, 2000), Ação de mitigação dos resíduos sólidos de economia circular, uma abordagem de gestão para zonas urbanas no Quênia (Quênia, 2019), Lei da Agência Nacional de Cumprimento de Normas e Regulamentações Ambientais (Nigéria, 2007).

O levantamento de medidas estabelecidas em LPs foi realizado de forma sistemática e comparativa, a partir da análise do conteúdo destes documentos. Proposições relacionadas aos princípios da EC e aplicáveis ao setor da construção foram tabuladas. Tais medidas, denominadas neste documento como M-int (medida legislativa internacional) foram, deste modo, categorizadas, possibilitando a identificação de pontos de convergência e divergência no âmbito global. Por medidas internacionais entende-se as ações premissadas por leis ou políticas públicas visando implementar regras de conduta em regiões externas ao território brasileiro.

Concomitantemente, foram levantadas as medidas existentes nas leis e políticas públicas relacionadas à EC e ao setor da Construção Civil (CC) em vigência no município de Salvador, denominadas neste documento como M-SSA (medida adotada pelo Município de Salvador). Os documentos legislativos e de políticas públicas analisados foram identificados a partir de sites oficiais da Prefeitura Municipal de Salvador (Tabela 2).

Tabela 2: Leis e políticas públicas vigentes em Salvador

LEI OU POLÍTICA PÚBLICA	DESCRIÇÃO	TIPO	ANO
Programa de Certificação Sustentável "IPTU AMARELO"	Decreto que regulamenta o programa de adoção de sistemas de geração de energia solar	Programa governamental	2018
Editais de inovação	Editais lançados pela Prefeitura de Salvador para desenvolvimento do setor de inovação na cidade	Programa governamental	2017
Salvador Solar	Conjunto de ações que incentivarão alternativas energéticas renováveis	Projeto governamental	2017
Programa de Certificação Sustentável "IPTU VERDE"	Programa que incentiva empreendimentos imobiliários a contemplarem ações e práticas sustentáveis em suas construções	Programa governamental	2017
Programa de Coleta Seletiva de Salvador	Projeto com pontos de entrega voluntária (PEVs) distribuídos nos bairros da cidade	Projeto governamental	2015
Observatório Municipal da Sustentabilidade da Prefeitura de Salvador	Vetor de desenvolvimento do conceito de sustentabilidade entre as população soteropolitana	Programa governamental	2019
Política Municipal de Meio Ambiente	Lei que implementa premissas de preservação e melhoria da recuperação do meio ambiente	Lei	2015

Fonte: Autores (2022)

Finalmente, foi realizada uma análise comparativa das medidas no âmbito global e no âmbito da cidade de Salvador - Bahia, buscando-se identificar possibilidades de melhorias da situação normativa do município frente ao universo analisado. Os aspectos de análises foram:

- Potencial de aplicação: neste aspecto, avalia-se o potencial de aplicação da medida no contexto regional, tendo em vista as características e demandas técnicas, sociais, ambientais e culturais do setor da CC em Salvador;
- Relevância: esse aspecto avalia a necessidade de implementação da medida no âmbito regional, tendo o contexto atual e as demandas técnicas, sociais, ambientais e culturais do setor da CC da cidade de Salvador;
- Necessidade de adaptação: aspecto que analisa as modificações necessárias para fomento eficaz da medida no âmbito regional, tendo em vista as características e demandas técnicas, sociais, ambientais e culturais do setor da CC da cidade de Salvador.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível identificar 169 medidas diferentes a partir da análise do conteúdo existente nas 9 regulamentações governamentais selecionadas. Tais medidas foram classificadas de acordo com o tema

essencial da afirmativa, formando-se, assim, 17 categorias, conforme Tabela 3.

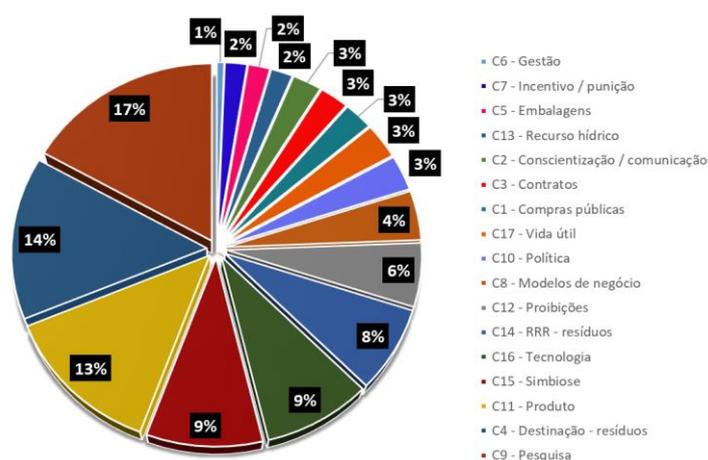
Tabela 3: Categorias de classificação das M-int e M-SSA, seus códigos e descrições

CÓD	CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
C1	Compras públicas	Categoria cujas medidas são correlacionadas à implementação da sustentabilidade nas aquisições administradas pelo setor público.
C2	Conscientização / comunicação dos produtores e consumidores	Categoria cujas medidas tratam da promoção da circularidade por meio da mecanismos publicitários visando sensibilizar o público mediante os impactos ambientais.
C3	Contrato	Categoria cujas medidas tratam de regras e diretrizes direcionadas a tratativas jurídicas que envolve a vontade consensual das partes.
C4	Destinação de resíduos	Categoria cujas medidas indicam regras e diretrizes direcionadas às etapas de gestão de resíduos (transporte, armazenamento, coleta e destinação final).
C5	Embalagens	Categoria cujas medidas apresentam medidas que defendem a minimização dos impactos ambientais causado pela fabricação e descarte de embalagens.
C6	Gestão	Categoria cujas medidas direcionam ações administrativas eco responsáveis do setor privado ou público.
C7	Incentivo/ punição	Categoria cujas medidas apresentam mecanismos de cunho político ou gerencial que estimulam medidas sustentáveis em detrimento de ações de impacto negativo ao meio ambiente.
C8	Modelo de negócio	Categoria cujas medidas definem regras para uma organização criar, entregar e capturar valor através do fomento da EC.
C9	Pesquisa	Categoria cujas medidas apresentam medidas que estimulam a descoberta de novos conhecimentos no domínio científico para implementação da EC.
C10	Política	Categoria cujas medidas definem regras e estratégias de organização, direção e administração pública.
C11	Produto	Categoria cujas medidas apresentam diretrizes para o desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos.
C12	Proibições	Categoria cujas medidas impedem a fabricação, comercialização e uso de bens não sustentáveis, bem como de atividades de alto impacto ambiental.
C13	Recurso hídrico	Categoria cujas medidas definem ações relacionadas ao uso inteligente da água.
C14	Redução, reutilização e reciclagem de resíduos (RRR – resíduos)	Categoria que agrupa medidas que incidem sobre a ressignificação dos resíduos, proporcionando a manutenção dos produtos em um ciclo de produção contínuo.
C15	Simbiose industrial	Categoria cujas medidas trazem ações atreladas ao compartilhamento de informações, estruturas, recursos e equipamentos entre indústrias.
C16	Tecnologia	Categoria cujas medidas definem regras que fomentam a aplicação e desenvolvimento de tecnologias para o desenvolvimento ambiental.
C17	Vida útil	Categoria cujas medidas indicam normas que incentivam o prolongamento da vida útil de produtos e infraestruturas.

Fonte: Autores (2022)

A Figura 2 apresenta a distribuição das medidas por categoria.

Figura 2. Medidas de leis e políticas públicas internacionais (M-int) por categoria

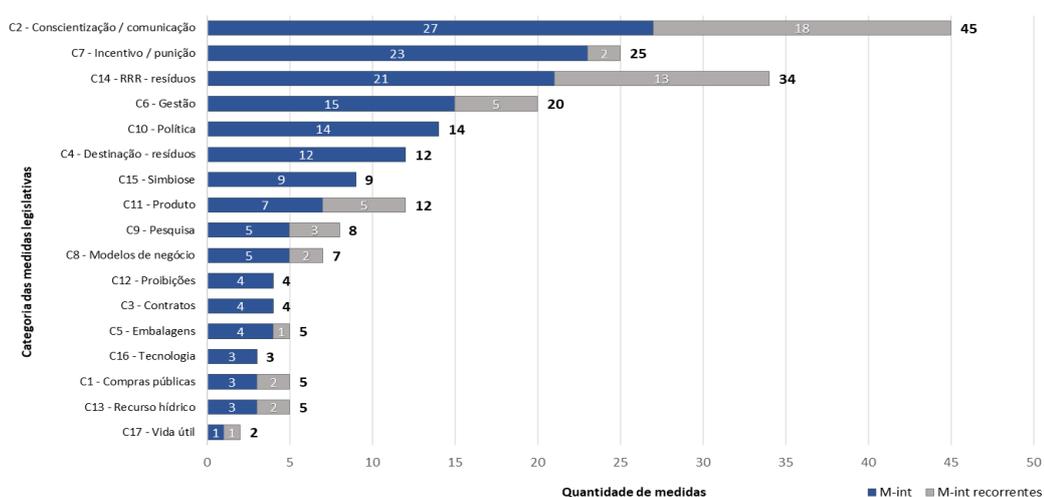


Fonte: Autores (2022)

Com a categorização das M-int, nota-se a recorrência de certas medidas em duas ou mais LPs diferentes. A Figura 3 mostra a

distribuição das M-int identificadas e a quantidade de recorrência das mesmas. Com isso, destaca-se a categoria conscientização/comunicação (C2), com cerca de 63% de recorrências (18 M-int), evidenciando o quão as LPs analisadas são convergentes quando se trata do potencial impacto que a conscientização dos diferentes agentes pode causar. Em contrapartida, categorias como Contrato (C3), Proibições (C12) e Tecnologia (C16) apresentam medidas isoladas, não recorrentes nas LPs.

Figura 3. M-int por categoria e recorrência



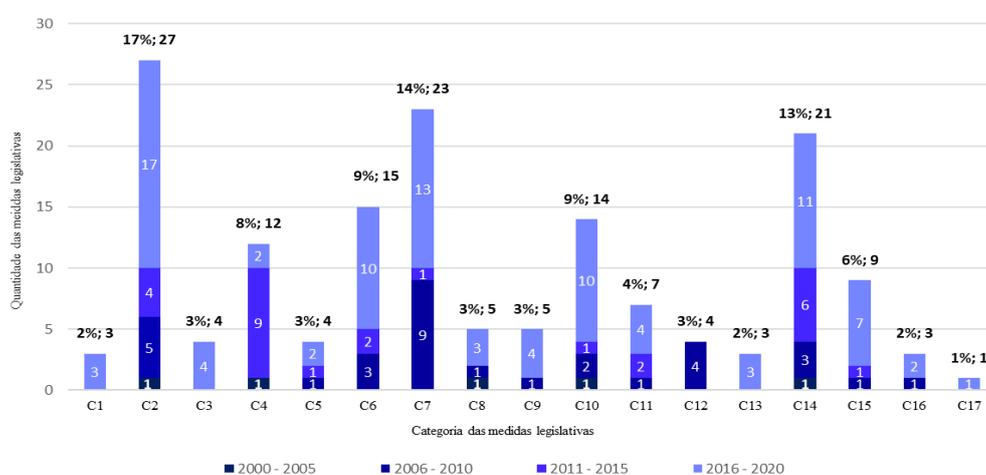
Fonte: Autores (2022)

A Figura 4 apresenta, numericamente, as medidas de leis e políticas públicas internacionais mapeadas por categoria e por intervalos de 5 em 5 anos.

Analisando esse panorama internacional de leis e políticas públicas ao longo do tempo, nota-se que os documentos publicados em período mais recente (2016 a 2020) tendem a dar destaque a certos temas. As categorias Conscientização / comunicação (C2) e Incentivo/punição (C7) são evidenciadas em maior destaque nos documentos mais recentes, com cerca de 17% (27 M-int) e 14% (23 M-int), respectivamente.

Apesar disso, a análise destes documentos evidencia algumas lacunas, como abordagens que ainda não têm a visibilidade legislativa correspondente ao seu potencial de promoção da circularidade. As categorias que mais se destacam nesse aspecto correspondem a 5% ou menos das medidas identificadas, sendo estas: Compras públicas (C1), Contratos (C3), Embalagens (C5), Modelos de negócios (C8), Pesquisa (C9), Produto (C11), Proibições (C12), Recurso hídrico (C13) Tecnologia (C16) e Vida útil (C17).

Figura 4. M-int por intervalo de tempo



Forte: Autores (2022)

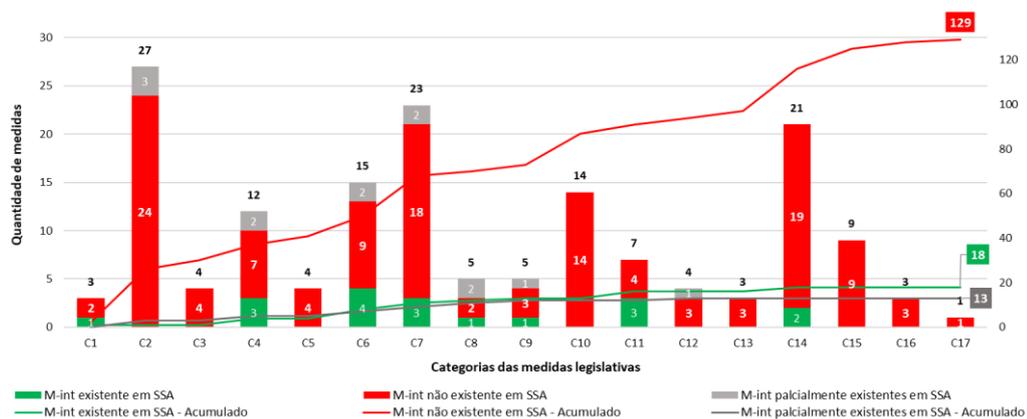
A Lei de Promoção da Economia Circular da República Popular da China (LP2) apresenta 11 medidas de Conscientização/comunicação (C2) (cerca de 38% das M-int da categoria). Esta lei aborda a comunicação e o desenvolvimento de ações de conscientização para o fomento da EC, através da eficiência na utilização de recursos. LP2 ainda introduz uma política de estímulo de inovações para fomento da EC utilizando-se de projetos sustentáveis para conscientizar as pessoas tornando-as protagonistas no fomento da circularidade.

Na categoria C14 (RRR – resíduos), LP1 (Lei de Economia Circular da Alemanha) e LP5 (Plano de Economia Circular Paris) se destacam correspondendo a cerca de 27% e 23% das medidas agrupadas, respectivamente. LP1 retrata a gestão de resíduos em uma perspectiva

redirecionada ao produtor, regulamentando a reparação dos bens que devem ser devolvidos ao mercado e a redução do volume de resíduos gerados e descartados, o que promoverá a maximização do nível de reutilização e reciclagem dos resíduos. Em contrapartida, há LPs que seguem outro viés de abordagem, como é o caso da LP5 que institucionaliza a recuperação de resíduos. Na LP5, os produtores devem reduzir a geração de resíduos, fazendo com que alguns desses deixem de ser descartados, incentivando a reutilização de componentes e materiais. Para tanto, o poder público deve desenvolver uma rede de infraestruturas de recuperação e reutilização para incorporação do resíduo na indústria da CC.

A Figura 5 analisa comparativamente o panorama internacional e o panorama soteropolitano das medidas identificadas, mapeando as M-int existentes em SSA, as parcialmente existentes e as não existentes. Cerca de 11% das medidas legislativas identificadas (18 medidas) existem nos documentos legislativos da cidade de Salvador, 8% (13 medidas) existente de forma parcial e 81% (129 medidas) não são abordadas nas leis e políticas públicas da cidade de Salvador. As categorias de M-int que se destacam no âmbito internacional e apresentam baixa expressividade no contexto soteropolitano são as seguintes: Conscientização/comunicação (C2), Incentivo/punição (C7), Política (C10) e RRR-Resíduos (C14). Nos documentos de leis e políticas públicas vigentes na cidade de Salvador, não foram identificadas medidas relacionadas às categorias Contrato (C3), Embalagens (C5), Política (C10), Recurso hídrico (C13), Simbiose industrial (C15), Tecnologia(C16) e Vida útil (C17) . Por sua vez, a categoria de maior incidência na cidade de Salvador é Gestão (C6), representando cerca de 2,5% (4 M-int) em relação ao total de M-int mapeadas nos documentos legislativos analisados.

Figura 5. M-int existentes, parcialmente existente e não existentes em Salvador



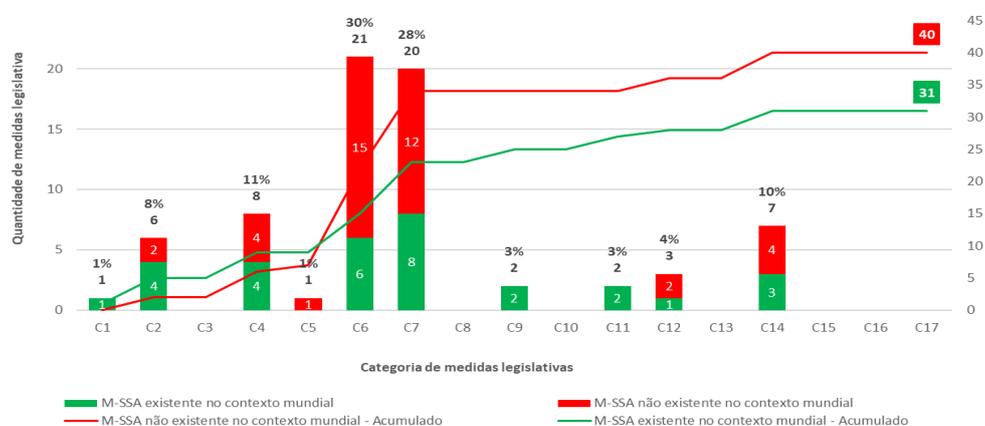
Fonte: Autores (2022)

A Figura 6 mapeia as M-SSA de acordo com sua existência a nível internacional. No total, foram identificadas 71 M-SSA, sendo cerca de 56% (40 M-SSA) não identificadas dentre as M-int e 43% (31) identificadas dentre as M-int. Tal aspecto pode ser justificado pela carência de mudanças a nível básico em Salvador e já alcançadas por outros países. A exemplo tem-se a disponibilização de pontos de entrega voluntária para coleta seletiva, que consta na Política Municipal de Meio Ambiente e ainda é incipiente no município, enquanto, no âmbito internacional, as medidas legislativas já contemplam o desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos tecnicamente duráveis e que, após o uso, podem ser reciclados adequadamente, garantindo a qualidade do material (ALEMANHA, 2012, UE, 2020).

As categorias de M-SSA que se destacam como existentes e não existentes no contexto mundial são Gestão (C6) e Incentivo/punição (C7), não contemplando a principal M-int de destaque a nível mundial: Conscientização/comunicação (C2). No âmbito municipal, Gestão (C6) representa cerca de 30% das M-SSA mapeadas (21 medidas) e Incentivo/punição (C7) cerca de 28% (20 medidas). O Município de Salvador, através de suas LPs, se propõe a incentivar o uso de recursos que não degradem o meio ambiente, por meio de editais com premiações e aplicação de multas. Apesar da atenção voltada as

questões ambientais ser uma ação relativamente recente na cidade, suas LPs contemplam regras que podem promover impacto positivo ao meio ambiente. Contudo, percebe-se que as M-SSA devem abordar outras temáticas, contemplando mais categorias para que haja efetividade na promoção da EC no Município. Para tal, deve haver a implementação de novas LPs com medidas legislativas em um nível mais avançado de maturidade, para promoção mais abrangente e incisiva da EC nas etapas de projeto, planejamento e produção.

Figura 6. Mapeamento da existência de M-SSA no contexto mundial por categoria



Fonte: Autores (2022)

A Figura 7 apresenta as M-int existentes no panorama legislativo de Salvador, ou seja, as medidas legislativas adotadas pelo município de Salvador (M-SSA), em função do seu estado atual de implementação e por categoria.

Conforme esta figura, e assumindo como principal critério de classificação publicações jornalísticas ou informativas da região de Salvador, observa-se que cerca de 65% das M-SSA existentes no município (20 M-SSA) são classificadas em um estado incipiente (ou não aplicado) de implementação, ou seja, ainda não são aplicadas ou são aplicadas para situações pontuais. Como exemplo, observa-se a Política Municipal de Meio Ambiente que define a implementação da coleta seletiva no município usando projetos e programas educacionais

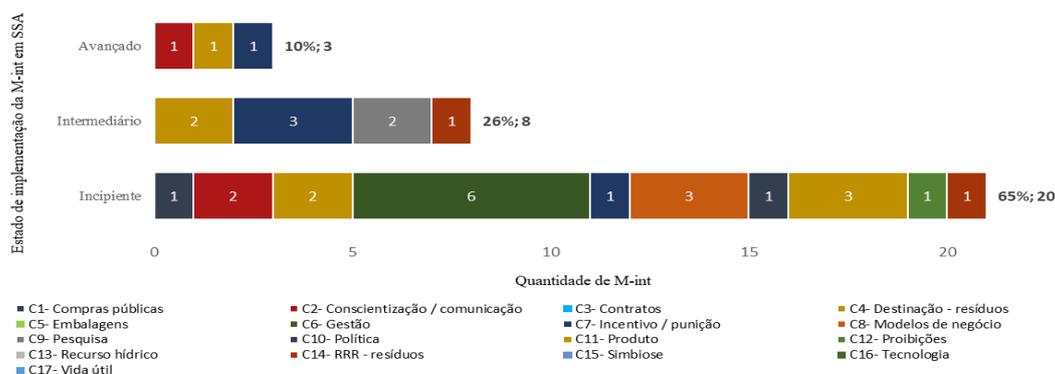
(SALVADOR, 2015). Todavia, em Salvador, essa medida é aplicada de modo efetivo apenas para tipos específicos de resíduos, como os resíduos hospitalares, ou os resíduos urbanos gerados em alguns poucos bairros de classe média e alta. Incide-se aqui a necessidade de estruturar ações para implementar tal M-int de forma ampla e efetiva dentro do setor da construção.

Além disso, 26% das M-SSA existentes em SSA (8 M-SSA) são classificadas em um estado intermediário de implementação, ou seja são medidas legislativas vinculadas a ações que já estão sendo parcialmente desenvolvidas / implementadas no município pois ainda carecem de melhor estrutura local e envolvimento / comprometimento dos agentes intervenientes para estarem consolidadas. Para exemplificar essa classificação, destaca-se a Política Municipal de Meio Ambiente (SALVADOR, 2015) que instituí a responsabilidade do setor privado com empreendimentos e atividades instalados ou que venham a se instalar no Município, independentemente de dolo ou culpa, pelos danos causados ao meio ambiente, pelo acondicionamento, estocagem, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, mesmo após sua transferência a terceiros. Apesar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contemplar as problemáticas envolvidas no gerenciamento dos resíduos gerados, bem como os planos de metas, projetos e ações correspondentes, nota-se uma falta de eficácia no processo vinculada à falta de infraestrutura e de fiscalização, além de conscientização intrínseca por parte dos geradores.

Finalmente, 10% das M-SSA (3 M-SSA) são classificadas em um estado avançado de implementação, ou seja, são medidas legislativas vinculadas a ações que já estão sendo desenvolvidas / implementadas no município, envolvendo estrutura local, envolvimento / comprometimento dos agentes intervenientes, e certo grau de consolidação. Como exemplo de M-SSA classificada neste estado, cita-se a medida “As autoridades públicas deverão aumentar a

conscientização sobre conservação de recursos”, classificada na categoria C3. Tal medida classifica-se em um estado avançado de implementação, tendo em vista a evidência de diversas ações da municipalidade relacionadas ao apoio de iniciativas para o desenvolvimento sustentável e a EC. Como exemplo destas ações, destaca-se a criação e manutenção do Espaço Colabore, espaço modelo sustentável que promove eventos com a finalidade de incentivar e promover negócios de impacto.

Figura 7. Medidas legislativas adotadas pelo município de Salvador (M-SSA) por estado atual de implementação e por categoria



Fonte: Autores (2022)

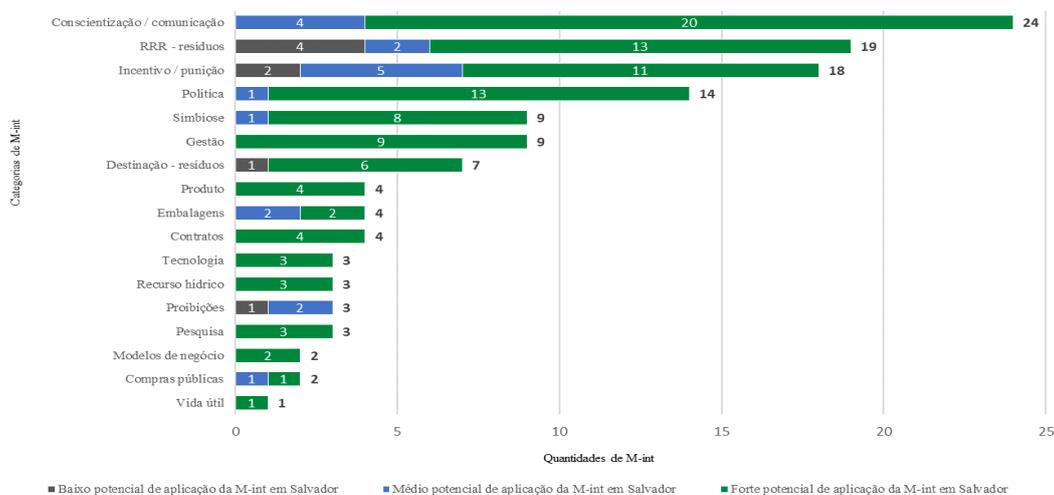
Na esfera de M-int não existentes no âmbito legislativo de Salvador, pode-se afirmar que a maior parte das medidas identificadas podem ser aplicadas sem a necessidade de muitas adaptações ao contexto soteropolitano. No geral, o teor amplo e pouco detalhado destas M-int as caracteriza com forte potencial de aplicação no município.

O que caracteriza uma medida com baixo potencial de aplicação são os aspectos físicos e sociais. A exemplo, tem-se uma medida legislativa da LP2 que extingue totalmente qualquer forma de suporte de crédito às empresas que produzem, importam, vendem ou usam tecnologias, processos, equipamentos, materiais ou produtos listados na lista de eliminação progressiva. Além de haver a necessidade de criação de uma lista consolidada e de conhecimento público para

eliminação progressiva de itens, essa medida exige um nível drástico de mudanças econômicas, sociais e financeiras, tornando sua implementação complexa no âmbito da CC em Salvador.

A Figura 8 apresenta as M-int não existentes em Salvador por potencial de aplicação. Esta classificação realizou-se a partir de uma análise qualitativa do contexto atual do setor da CC na cidade de Salvador, tomando como referência publicações jornalísticas ou informativas do município de Salvador bem como indicadores sobre o setor da CC disponibilizados principalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Apenas 6% do total de M-int não existentes ou parcialmente existentes em Salvador são consideradas com baixo potencial de aplicação. Cerca de 14% foram consideradas com médio potencial de aplicação e 79% com forte potencial de aplicação.

Figura 8. M-int não existentes em Salvador por potencial de aplicação



Fonte: Autores (2022)

Nesse contexto, dentre as medidas com forte potencial de aplicação na indústria da CC em Salvador, destacam-se as seguintes M-

int, apresentadas por categoria:

CÓD	CATEGORIA	Medida Legislativa Internacional (M-int)
C2	Conscientização / comunicação dos produtores e consumidores	Medidas que promovem mudanças de comportamento e mentalidade em favor de uma economia mais circular (CHINA, 2009; ESPANHA, 2019), através de campanhas de informação que envolvem setores produtivos, em prol do aumento da conscientização sobre conservação de recursos (CHINA, 2009; FRANÇA, 2017). Assim, as autoridades públicas deverão sensibilizar a sociedade e as indústrias para que em conjunto contribuam para a educação do produtor/consumidor. Em paralelo, a categoria ainda contempla medidas que evidenciam a importância do governo reforçar currículos acadêmicos e métodos pedagógicos, por meio da inclusão de princípios da EC nos conteúdos ministrados (FRANÇA, 2017).
C7	Incentivo/punição	Medidas que tendem a implementar práticas que impõem um sistema de cobrança e incentivo estratégico visando o fomento da EC. Para tanto, tem-se os seguintes aspectos com potencial relevância para implementação no contexto da construção civil em Salvador: revisão de instrumentos fiscais que incentivam ou desencorajam a circularidade (QUÊNIA, 2016; FRANÇA, 2017); estímulo de inovação através de editais temáticos relacionados a EC (BELGICA, 2016); implementação de uma política de preços condizente à conservação e uso racional de recursos (CHINA, 2009; QUÊNIA, 2016); implementação / revisão de taxa de gestão de RCD (FRANÇA, 2017); análise de barreiras à adoção de certificações promotoras de uso eficiente de recursos (FRANÇA, 2017); incentivo e auxílio a implementação e permanência de empresas e atividades comerciais fundamentadas nos princípios da EC no território (ESPANHA, 2019); implementação de instrumentos econômicos que incentivem compras ecológicas (ALEMANHA, 2012).
C10	Política	Tendência a ações que encorajam o desenvolvimento de soluções inovadoras na economia circular. Isso através de iniciativas como: contratações públicas de empresas ambientalmente responsáveis (BELGICA, 2016); lançamento de editais temáticos com projetos relacionados a EC (CHINA, 2009); adequação das regras relativas aos catadores de resíduos para promoção da logística reversa (BELGICA, 2016); criação de um grupo de coordenação que promova articulações políticas para disseminar os princípios de economia (FRANÇA, 2017) e que monitore as medidas implementadas (BELGICA, 2016); formulação de plano de desenvolvimento da circularidade - metas, tarefas, medidas e indicadores (CHINA, 2009; ESPANHA, 2019); e desenvolvimento de políticas industriais baseadas nos princípios da EC (CHINA, 2009).
C14	Redução, reutilização e reciclagem de resíduos (RRR – resíduos)	Medidas políticas que se propõem a ressignificar os recursos no seu fim de vida útil, reinserindo-os na cadeia produtiva. Neste contexto, destaca-se os seguintes aspectos das M-int analisadas: incentivo a construção de um sistema de reciclagem de resíduos (CHINA, 2009; QUÊNIA, 2016); melhoria na eficiência da utilização de recursos (CHINA, 2009; ESPANHA, 2019; JAPÃO, 2000); implementação do uso de recursos renováveis (ESPANHA, 2019; UE, 2020); incentivo à reutilização de componentes, materiais recuperados ou reciclados, desenvolvimento e/ou utilização de passaportes de materiais (FRANÇA, 2017; QUÊNIA, 2016); promoção da utilização de maneira abrangente dos resíduos de construção gerados durante a construção do projeto (FRANÇA, 2017; ESPANHA, 2019; ALEMANHA, 2012); recuperação voluntária de resíduos por parte do governo (ALEMANHA, 2012).
C15	Simbiose industrial	Medidas voltadas a cooperação na produção para um melhor aproveitamento de espaços físicos, recursos naturais e equipamentos. Nesse contexto, evidencia-se práticas como estabelecimento de um sistema de informações sobre troca de resíduos industriais (CHINA, 2009; FRANÇA, 2017); elaboração de um Plano Regional de Simbiose Industrial (FRANÇA, 2017); identificação e divulgação de oportunidades de negócio em redes de cooperação empresarial (FRANÇA, 2017); e divulgação por parte do governo de exemplos de boas práticas de simbioses industriais (FRANÇA, 2017).

Por fim, deve-se ressaltar que existe em Salvador muitos projetos com grande potencial para desenvolvimento de um setor da construção civil mais sustentável e circular. Contudo, essas iniciativas são, muitas vezes, incipientes e pontuais, e pouco direcionadas ao conceito da economia circular. É necessário ampliar esses projetos para que possam, de fato, atender a demanda de toda a cidade, e não de um pequeno grupo seletivo. Em paralelo, é fundamental atualizar e consolidar programas de incentivo. Alguns apresentam contrapartidas, como o IPTU verde, programa da prefeitura de Salvador que concede desconto de até 10% no Imposto Predial e Territorial Urbano para construções que adotem sistemas sustentáveis.

Ou seja, apesar de existir iniciativas que promovam a sustentabilidade no município, deve-se investir nesses projetos, aplicando-os efetivamente e amplamente para fomento de ações diretamente relacionadas com o conceito de circularidade. Além disso, como evidência dos resultados obtidos, sugere-se a implementação de outras medidas de leis e políticas públicas com alto potencial de

aplicação à realidade soteropolitana, visando atingir melhores índices de circularidade na cidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada permitiu analisar o panorama mundial e soteropolitano sobre leis e políticas públicas que fomentam o uso do modelo de produção circular no setor da construção civil. Observa-se que a cidade de Salvador é carente no desenvolvimento e implementação de ações que induzam o conceito de circularidade nas ações governamentais de Salvador.

As M-int analisadas apresentam um amplo panorama de ações sugeridas/impostas para aumentar o nível de circularidade de uma dada região, no que se refere à necessidade de melhoria de produtos, eficiência em reaproveitamento, responsabilidade e legalização dos devidos descartes e, sobretudo, renovação de ações, utilização eco eficiente dos recursos, integração participativa de todos os atores envolvidos, e incremento de novos modelos de negócios. Nota-se que apenas 11% das M-int estão contidas nas legislações vigentes em Salvador, enquanto 8% são classificadas como medidas parcialmente existentes. Desse total, 10% são classificadas em um estado avançado de implementação no município de Salvador, enquanto 26% e 65% são classificadas em estado intermediário e incipiente, respectivamente. Ou seja, mais de metade das M-int não estão sendo implementadas em Salvador ou não são empregadas na região adequadamente. Além disso, identificou-se que 81% das M-int não existem no panorama legislativo de Salvador. Deste total, 64% das M-int foram classificadas com alto potencial de aplicabilidade, 11% com médio potencial de aplicabilidade e apenas 5% com baixo potencial.

Com isso, nota-se que o município de Salvador tem potencial para aplicação de inúmeras medidas legislativas e executivas relacionadas ao fomento da economia circular, principalmente, quando direcionadas a gestão de resíduo ou a conscientização da população

quanto a importância de aumento do nível de circularidade no setor da construção civil em Salvador. Muitas medidas existentes abordam o conceito de sustentabilidade, mas podem ser mais bem lapidadas para deixar mais explícita sua capacidade de apoiar a implementação de atividades econômicas alinhadas ao conceito de circularidade. As M-SSA identificadas são recentes e destacam uma tendência à implementação de práticas mais sustentáveis no município, apesar da considerável carência por infraestrutura que possibilite a aplicação de ações que impulsionem a economia circular no setor da construção.

REFERÊNCIAS

ALEMANHA. **Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG)**. Deutscher Bundestag, 2012.

AZEVEDO, J. L.. **A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa**. XI Congresso Nacional De Excelência Em Gestão, 2015.

BÉLGICA. **Programme régional en économie circulaire 2016-2020**. Ministério da economia, emprego e da qualidade de vida, 2016.

BOULDING, K. The economics of the coming spaceship Earth. In: Jarrett H, editor. Environmental quality in a growing economy, resources for the future. **Baltimore**, p. 3-14, 1966.

CHINA. **中华人民共和国主席令 (Lei de Promoção da Economia Circular da República Popular da China)**. Comitê Permanente do Décimo Primeiro Congresso Nacional do Povo, 2009.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO N° 237, de 19 de dezembro de 1997**. Brasil, 1997.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rumo à economia circular: O racional de negócio para acelerar a transição. **Fundação Ellen MacArthur**, 2015.

ESA, M. R.; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. **Cycles Waste Manag**, v. 19, p. 1144-1154, 2017.

ESPAÑA. **Ley 7/2019, de 29 de noviembre, de Economía Circular de Castilla-La Mancha**. Cortes de Castilla-La Mancha, 2019.

EUA. **The State of the Circular Economy in America**. Circular Colab, 2018.

EUROPA. **Changing our production and consumption patterns: the new plan action for the circular economy shows the way forward to move towards a competitive and climate-neutral economy in which consumers have a voice**. Bruxelas, European Commission, 2020.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of cleaner production**, v. 114, p. 11-32, 2016.

JAPÃO. **健全な材料サイクル社会を確立するための基本法 (Ato Básico para Estabelecer uma Sociedade Sadia de Ciclo de Materiais)**. Governo do Japão, 2000.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation, and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.

NIGÉRIA. **National Environmental Standards And Regulations Enforcement Agency (Establishment)**. Assembleia Nacional da República Federal da Nigéria, 2007.

PARIS. **Paris Circular Economy Plan**. Conselho da cidade de Paris, 2017.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 710-718, 2017

QUÊNIA. **A Circular Economy Solid Waste Management Approach for Urban Areas in Kenya**. Nairobi, Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2019.

SALVADOR. Lei municipal nº8.915 de 2015. Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

SOBRE OS AUTORES

ORGANIZADORES

Ângela Patrícia Deiró Damasceno: Graduada em Ciências Sociais, possui especialização em Política e estratégia. mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, doutorado em Sociologia. Pesquisadora dos temas participação e mobilização social em gestão das águas e saneamento básico. Integrante da Câmara Técnica de Povos e comunidades tradicionais do comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. Consultora técnica de várias empresas e órgãos públicos em diferentes Estados. E-mail: adamasceno.76.ad@gmail.com

Fábio Ribeiro de Oliveira: Doutor em Sistemas de Gestão Sustentáveis (UFF), com período sanduíche na Universidade Nova de Lisboa (UNL). Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental (UFOP). Graduado em Engenharia Ambiental (UFOP) e especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Atuou como docente no Senai Cetiqt/RJ, IF Sudeste/MG e Universidade Federal da Bahia. É professor da Universidade Federal de Alfenas, Campus Avançado de Poços de Caldas/MG.

Laíze Luz Lantyer: Advogada, especialista em direito ambiental e direito de resíduos, consultora ESG, perita judicial, mediadora e árbitra, professora universitária, escritora de obras literárias e jurídicas. Doutorado Sanduíche pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Doutoranda e Mestra em Políticas Sociais e Cidadania (UCSal), pós-graduada em liderança e Gestão Sustentável (UC-Berkeley, EUA). Nomeada International Visitor Leadership (IVLP) do Departamento de Estado Norte Americano. Indicada ao prêmio Tällberg-SNF-Eliasson Global Leadership (2021) e Prêmio INNOVARE (2023). E-mail: profa.laizelantyerluz@gmail.com

Rodrigo Bertolecci: Atua como advogado e professor em São Paulo. É ex-Presidente do Instituto Brasileiro de Direito e Ética Empresarial – IBDEE. Diretor executivo no Instituto Não Aceito Corrupção. Ex Secretário da Coordenação de Saneamento do Conselho Federal da OAB. Ex-Diretor Jurídico e Compliance Officer de multinacional no setor de infraestrutura.

Tasso Alexandre Richetti Pires Cipriano: Doutor em direito pela Universidade de Bremen (Alemanha) e pela Universidade de São Paulo (USP), onde se graduou em direito. Professor de direito ambiental do Centro Universitário da Fundação Santo André. Especialista em gerenciamento de áreas contaminadas pelo Centro Universitário Senac

São Paulo, onde também leciona. Graduando em química pela USP. Advogado em São Paulo/SP, sócio de Cipriano e Castilho Advocacia. E-mail: tasso@ciprianocastilho.com.br

Thais Lopes: Atua como advogado e professor em São Paulo. É ex-Presidente do Instituto Brasileiro de Direito e Ética Empresarial – IBDEE. Diretor executivo no Instituto Não Aceito Corrupção. Ex Secretário da Coordenação de Saneamento do Conselho Federal da OAB. Ex-Diretor Jurídico e Compliance Officer de multinacional no setor de infraestrutura.

AUTORES

Alex Pires: Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia (1998), Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela UFBA (2001) e Doutor em Sostenibilidad, Tecnología y Humanism - Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech (2015). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal da Bahia, atuando na criação do novo Instituto de Ciência Tecnologia e Inovação (desde de agosto de 2021 está em licença sem vencimentos acompanhando a esposa no seu pós-doutorado no Canadá). Atua como consultor especializada para organismos internacionais (BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento, PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimento, GCF - Fundo Verde do Clima). Tem experiência na direção empresas, supervisão de serviços e projetos, liderança de equipes multidisciplinares, assessoria a organismos internacionais e trabalhos em rede. Atuou como Coordenador Geral das Engenharias da UNIJORGE (2016-2018). Foi Diretor da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia (2015-2016) e pesquisador e assessor para América Latina da Cátedra UNESCO de Sustentabilidade da UPC (2005-2009; 2013-2015). Trabalhou como Oficial Senior do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente PNUMA-ONU, atuando nos países da América Latina e Caribe (2009-2013). Tem 22 anos de experiência trabalhando com mais de 30 países em 3 continentes em operações complexas para os setores público e privado. Liderou e participou em mais de 40 projetos e programas nos níveis local, nacional e global. Trabalhou em todo o ciclo do projeto, desde o planejamento, design e execução, até o monitoramento, reporting e avaliação. Essas operações lhe deram a oportunidade de trabalhar em estreita colaboração com: - negócios (de vários setores, como energia e agricultura); - governos; organizações multinacionais; bancos de desenvolvimento; fundos globais; - ONGs; instituições de pesquisa; e think tanks. Nos últimos 17 anos, desenvolveu uma experiência internacional profundamente rica na prestação de serviços especializados e avaliação, particularmente através do seu trabalho em Organizações Multilaterais (como a FAO, UNEP, PNUD e BID) e no setor

privado (incluindo a UE e empresas norte-americanas). Esta experiência inclui: - a criação de +70 produtos de conhecimento como manuais, manuais, notas técnicas, relatórios, documentos, etc. - a organização de mais de 30 iniciativas de capacitação e divulgação, como seminários, conferências, sessões de treinamento, webinars e diálogos estruturados; e - o desenvolvimento de redes internacionais de apoio à cooperação público-privada. seu trabalho foi reconhecido com 16 prêmios concedidos por instituições relevantes como ONU-Habitat e agências de desenvolvimento. É proficiente em inglês, espanhol e português com nível de trabalho em francês e catalão e noções de alemão. Morou e trabalhou em Montreal (Canadá), Barcelona (Espanha), Panamá, Reino Unido e Brasil. Durante os últimos 20 anos tem desenvolvido uma ampla produção científica e tecnológica incluindo edição de livros, capítulos publicados, trabalhos publicados em periódicos especializados (a maioria de âmbito internacional), a coordenação de projetos de pesquisa no Brasil e no exterior, a organização de eventos internacionais (congressos, encontros, simpósios, etc), e a participação no corpo editorial de revistas científicas.

Alice Tereza Alves Pereira: Graduanda em engenharia sanitária e ambiental da Universidade Federal da Bahia. Foi membro do Programa de Educação Tutorial em Engenharia Sanitária e Ambiental (PET-ESA). Foi bolsista de iniciação científica (PIBIC/UFBA) por dois anos.

Ana Cristina Defanti Rocha: Bacharel no curso de Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências Políticas e Econômicas do RJ. Concluiu o programa Especial de Formação Pedagógica para lecionar a disciplina de matemática. Leciona pela Secretaria Estadual de Educação do RJ há 27 anos e pelo município há 10 anos. Pós-graduada em Planejamento, implementação e gestão em educação a distância pela UFF.

Ana Paula Bortoleto: Engenheira civil pela Universidade Estadual de Campinas, com mestrado e doutorado pela Universidade de Tóquio em Engenharia Urbana e Ambiental, e livre-docência em Design pela Universidade de São Paulo (FAUUSP). Atualmente é coordenadora do Programa de Doutorado em Ambiente e Sociedade - NEPAM/Unicamp.

André Marchesin: Advogado especialista em direito ambiental, graduado pela PUC-SP, especialista em direito ambiental e processo civil pela PUC-SP, e em conformidade ambiental pela CETESB, atua na área ambiental desde 2008. É membro de instituições dedicadas às questões ambientais (Comissão de Meio Ambiente da OAB-SP, UBAA, ABDEM, IBRADIM e LACLIMA)

André Vivan de Souza: Especialista em direito ambiental, graduado pela PUC, com LLM em Direito pela Heidelberg University; atua na área ambiental há 18 anos.

Andressa Santiago Lima: Assessora Técnico-Jurídica do Ministério Público do Estado da Bahia (MPBA). Bacharela no Interdisciplinar em Humanidades pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), se graduou em Direito pela mesma universidade. Em seu trabalho de conclusão do curso de Direito escreveu uma monografia na área dos Resíduos Sólidos intitulada "A(in)eficácia e (in)aplicabilidade da Política Nacional dos Resíduos Sólidos na cidade de Serrinha no Estado da Bahia". Pós-graduanda em Direito Civil e Direito Processual Civil.

Caroline Santos Ribeiro: Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFBA). Jovem Embaixadora Ecowomen 2020. Residente Goethe Institut 2021. Educadora e analista ambiental.

Dara de Souza Amorim: Líder de Projetos Socioambientais que unem sustentabilidade e feminismo de forma inédita no Brasil. Concluinte de gestão ambiental pela ESALQ-USP.

Elaine Varela: PhD em Engenharia Ambiental pela UPC -Universitat Politècnica de Catalunya (2012), engenheira civil pela UFBA - Universidade Federal da Bahia (2001). Professora do Departamento de Construção e Estruturas da Escola Politécnica da UFBA; pesquisadora da Cátedra UNESCO de Sustentabilidade da UPC e diretora do escritório público de engenharia e arquitetura da Escola Politécnica da UFBA (BÁKÓ Escritório Público de Engenharia e Arquitetura). Desde setembro de 2021, professora visitante da Concordia University (Montreal - Canadá). Com cerca de 20 anos de experiência em planejamento, captação de recursos, implementação e coordenação de projetos multi-institucionais, tanto no Brasil quanto na Espanha. Atuação nas áreas de sustentabilidade, responsabilidade social e inovação para o Setor da Construção Civil, através de projetos e pesquisas que objetivam o desenvolvimento de ferramentas e a identificação de boas práticas envolvendo os seguintes temas: modelagem baseada em agentes com uso de linguagem Python; tecnologia de registro blockchain; economia circular; gestão e reciclagem de resíduos de construção e demolição; indicadores de sustentabilidade; construção enxuta (lean e kanban); saúde, segurança e bem estar do trabalhador; gestão de suprimentos, uso, operação e manutenção de edifícios, sistemas de gestão de qualidade baseados na ISO 9000; urbanização e requalificação ambiental de áreas marginais; entre outros

Isamaira Pereira Lima Oliveira: Graduanda em engenharia sanitária e ambiental na Universidade Federal da Bahia. Participou de atividades extracurriculares como AIESEC, Empresa Júnior, e foi bolsista de iniciação científica (PIBIC/UFBA).

Kátia Oliver Sá: Doutorado (2009) e Mestrado (2002) em Educação pela Universidade Federal da Bahia. Em 2013 desenvolveu e concluiu

estudos, pesquisa e estágio de Pós-doutoramento no PPG da Faculdade de Educação da UNICAMP em História e Filosofia da Educação. Atualmente é professora do Curso de Licenciatura em Educação Física e membro do colegiado do Programa da Pós-Graduação em Políticas Sociais e Cidadania da Universidade Católica do Salvador (UCSal) e atua como membro do Centro de Escrita Científica - CEC da UCSal, desde 2018.

Laiza Oliveira de Jesus: Engenheira Florestal, formada na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Seu contato com o Meio Ambiente ainda na infância fez surgir o seu interesse em fazer pesquisas anos depois. Hoje é uma líder da Realidade Climática, é voluntária do Programa EcoWomen e do Canal Novo Mundo.

Leticia Elizeu Duarte: Mestranda em Direito Ambiental na Stanford Law School. Advogada na Pinheiro Neto Advogados.

Luciano Leite: Engenheiro Mecânico com especialização em gerenciamento de projetos e mestrado em Nanociência, Processos e Materiais Avançados. Desde 2010 atua na área de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos industriais, destacando-se a aplicação de metodologias avançadas na concepção de dispositivos e máquinas. Atualmente, integra a equipe de pesquisa e desenvolvimento da Burntech Caldeiras, onde se dedica ao desenvolvimento de projetos especiais, focados em eficiência energética e sustentabilidade.

Marcus Fabricio Gonçalves Oliveira: Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social pela Universidade Católica do Salvador. MBA em Gerenciamento de Projetos e Processos (IPOG). Especialista em Gestão Ambiental (UNEB). Administrador (UNEB). Consultor empresarial em organizações da sociedade civil, cooperação internacional e governos. Sócio consultor da Solidarius Consultoria, Projetos e Pesquisas LTDA. E-mail: marcusfgoliveira@gmail.com

Marcus Vinícius Americano Da Costa Filho: Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Mestre e Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com a Melhor Tese do Ano (2013) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, onde também realizou o seu Pós-Doutorado em 2013. Foi Pesquisador da Universidade de Almeria (2011), Espanha, e realizou Pós-Doutorado no Departamento de Engenharia Química e Biomédica da Universidade do Sul da Flórida, Estados Unidos (2017-2018). Atualmente, é Consultor da Empresa Biocal Burntech, Professor da UFBA, Professor Visitante do Departamento de Automação e Sistemas da UFSC, Pesquisador e Membro de Comitê do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Controle e Automação de Processos de Energia (CNPq), Pesquisador da Rede CoVida em parceria

com a Fiocruz/Cidacs e Membro dos seguintes Grupos de Pesquisa: em Processos e Produtos Sustentáveis (P2S-UFBA) e em Energias Renováveis (GPER/UFSC). E-mail: marcus.americano@ufsc.br

Milena Costa: Técnica em Edificações pelo Instituto Federal da Bahia e graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente é pesquisadora de Iniciação Científica no Grupo de Pesquisa e Extensão em Gestão e Tecnologia das Construções (GETEC) da UFBA. É também diretora financeira do Diretório Acadêmico de Engenharia Civil da UFBA, membro da Equipe Concreto UFBA e Jovem Embaixadora EcoWomen Bolsista pela Embaixada dos Estados Unidos da América no Brasil. Tem experiência na área de Engenharia Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão e planejamento de obras e inovação e sustentabilidade na construção

Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz: Graduação em Turismo pela Faculdade Ibero Americana (1976), graduação em Geografia pela UNESP (1987), graduação em Pedagogia pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras José Olympio (1989), mestrado em Geociências e meio ambiente pela UNESP (1994) e doutorado em Ciências da engenharia ambiental pela EESC-USP (2000). Atualmente é professora doutora da USP.

Victor Habib Lantyer: Advogado, Professor, Autor e Pesquisador em Direito Digital, LGPD, Propriedade Intelectual e Inteligência Artificial. Pós-Graduado em LL.M (Master of Laws) em Direito Empresarial pela Faculdade Baiana de Direito. Mestrando em Alteridade e Direitos Fundamentais na Universidade Católica do Salvador. Ganhador do I Prêmio Ericsson de Produção Acadêmica sobre Propriedade Intelectual 2023. Autor dos livros: “Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e seus reflexos no Direito do Trabalho” (www.lantyer.com.br/lgpd/) e “Direito Digital e Inovação” (<https://www.lantyer.com.br/direitodigital>). Membro da Comissão Permanente de Tecnologia e Inovação da OAB/BA: Coordenador da coordenação de Inteligência Artificial e membro das coordenações de LGPD e Metaverso. Criador e idealizador do site Lantyer Educacional (www.lantyer.com.br), descomplicando assuntos jurídicos de forma simples, fácil e democrática. Conheça meu trabalho: <https://victorlantyer.com.br>.