

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

RAPHAEL AUGUSTO FAGLIARI

**UM OLHAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR E A
SIMBIOSE INDUSTRIAL COMO BASE PARA O AVANÇO
DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

SÃO CARLOS -SP
2023

RAPHAEL AUGUSTO FAGLIARI

UM OLHAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR E A
SIMBIOSE INDUSTRIAL COMO BASE PARA O AVANÇO
DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais¹.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a Erica Pugliesi

São Carlos-SP
2023

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Fagliari, Raphael Augusto

Um olhar para a Economia Circular e a Simbiose Industrial como base para o avanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos / Raphael Augusto Fagliari -- 2023. 197f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Erica Pugliesi

Banca Examinadora: Erica Pugliesi, Rodrigo Eduardo Cordoba, Valdir Schalch, Renato Maso Previde, Cristine Diniz Santiago, Wellington Cyro de Almeida Leita

Bibliografia

1. Gestão de resíduos. 2. Economia circular. 3. Simbiose industrial. I. Fagliari, Raphael Augusto. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Raphael Augusto Fagliari, realizada em 30/10/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Érica Pugliesi (UFSCar)

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Cordoba (UFSCar)

Profa. Dra. Cristine Diniz Santiago (IPEA)

Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite (UNESP)

Prof. Dr. Renato Maso Previde (UEMG)

Prof. Dr. Valdir Schalch (USP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me guiar ao longo do caminho trilhado, me iluminando nas decisões tomadas, me protegendo nas viagens e me dando forças para superar as dificuldades.

Agradeço, de maneira especial, a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Erica Pugliesi pela oportunidade, orientação, confiança, parceria, ensinamentos, paciência, amizade e incentivo. Obrigado por abrir uma porta muitas vezes fechadas e que me deu a oportunidade de realizar essa jornada.

Agradeço também a todos os membros das minhas bancas de qualificação e de defesa, que trouxeram incontáveis contribuições e sugestões que geraram tantos ganhos e melhorias ao presente trabalho.

Agradeço a todos meus familiares pelo apoio e suporte, a minha esposa Aline e a minha filha Valentina, a quem dedico todo meu esforço e trabalho, aos meus pais Paulo e Marcia, ao Almir (*in memoriam*) e a Ivone, meus irmãos Vitor e Maria Júlia, minha avó Iolanda e minha tia Dolores por sempre me incentivar nos meus estudos. Obrigado a todos por estarem sempre ao meu lado.

Agradeço aos amigos de sempre e todas as horas de Nova Aliança, de banda, sócios e equipe da Verdaz, e da Blueen e aos amigos do programa e de Ufscar feitos ao longo dessa caminhada e que ajudaram tanto nos diversos momentos de aprendizagem e companheirismo.

Obrigado a todos que tornaram esse trabalho possível e contribuíram, direta ou indiretamente, para mais esse passo e conquista pessoal e profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Fagliari, R.A. – Um olhar para a Economia Circular e a Simbiose Industrial como base para o avanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2023 – 197 páginas: Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, São Carlos – 2023.

O sistema econômico tradicional, linear e aberto, muitas vezes negligencia os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais e pela geração de resíduos. Nesse contexto, há uma crescente necessidade de migrar para um modelo econômico circular, onde a relação entre economia e ambiente seja mais harmônica e sustentável. A Economia Circular (EC) tem ganhado destaque em várias nações como uma abordagem que visa manter produtos, seu valor agregado, bem como seus materiais e recursos, dentro de um ciclo produtivo contínuo. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) desempenha um papel fundamental como um marco regulatório. Ela não apenas enfatiza a importância da reciclagem, mas também introduz conceitos modernos e essenciais na gestão de resíduos. Além disso, a PNRS adota uma abordagem sistêmica que abrange todo o ciclo de vida com a noção de responsabilidade compartilhada. Este estudo visa avaliar se é possível o avanço de práticas ligadas a EC no Brasil a partir do principal instrumento legal do país, que é a PNRS. Além disso, busca oferecer alternativas, incluindo a Simbiose Industrial (SI), para melhorar as práticas de um importante instrumento da PNRS, a Logística Reversa (LR), e superar obstáculos. Em termos micro, a PNRS enfatiza o eco-design, a não geração de resíduos e a responsabilidade compartilhada, envolvendo catadores e consumidores. Nas estratificações da EC, o nível meso traz a cooperação entre o setor público e privado é promovida, mas carece de mecanismos claros de apoio. No nível macro, a PNRS não aborda adequadamente a transformação urbana, o consumo colaborativo e os programas de resíduo zero. Destaca-se a evolução cultural e histórica da gestão de resíduos no Brasil, com foco no papel e na importância dos catadores. Desde os Tigres até os catadores, a coleta e destinação de resíduos era feita por marginalizados sociais, cuja imagem era vinculada a exclusão social. O modelo baseado em créditos de LR é uma tendência, mas também existem riscos na dependência desse modelo. Enfatiza-se a importância do princípio do Protetor-Recebedor e a necessidade de regulamentações mais específicas sobre incentivos para promover a LR como no estudo de caso apresentado. A SI é uma abordagem promissora para otimizar o uso de recursos e reduzir resíduos, podendo ser alavancada por incentivos econômicos e regulamentações, juntamente da atuação de governos locais como facilitadores. A proposta de Acordos Regionais é uma iniciativa para promover práticas simbióticas em regiões específicas, alinhando-se à PNRS e aos Acordos Setoriais. Esses acordos incluiriam metas claras, indicadores de desempenho e um sistema de monitoramento e avaliação. O poder público atuaria como um moderador e forneceria apoio financeiro e técnico.

Palavras-chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos; Economia Circular; Simbiose Industrial; Logística Reversa; Acordo Regional

ABSTRACT

The traditional, linear, and open economic system often neglects the environmental impacts caused by natural resource exploitation and waste generation. In this context, there is a growing need to transition to a circular economic model, where the relationship between the economy and the environment is more harmonious and sustainable. Circular Economy (CE) has gained prominence in several nations as an approach that aims to keep products, their added value, as well as their materials and resources within a continuous production cycle. In Brazil, the Solid Waste National Policy (SWNP) plays a fundamental role as a regulatory framework. It not only emphasizes the importance of recycling but also introduces modern and essential concepts in waste management. Additionally, the SWNP adopts a systemic approach that covers the entire lifecycle with the notion of shared responsibility. This study aims to assess whether the advancement of CE-related practices in Brazil is possible through the country's main legal instrument, which is the SWNP. It also seeks to provide alternatives, including Industrial Symbiosis (IS), to improve Reverse Logistics (RL) practices and overcome obstacles. At the micro level, the SWNP emphasizes eco-design, waste reduction, and shared responsibility, involving waste pickers and consumers. At the meso level, cooperation between the public and private sectors is promoted but lacks clear support mechanisms. At the macro level, the SWNP does not adequately address urban transformation, collaborative consumption, and zero-waste programs. The cultural and historical evolution of waste management in Brazil is highlighted, focusing on the role and importance of waste pickers. From tigers to waste pickers, socially marginalized individuals whose image was linked to social exclusion carried out waste collection and disposal. The credit-based RL model is a trend, but there are also risks in relying on this model. The importance of the protector-receiver principle is emphasized, as well as the need for more specific regulations on incentives to promote RL, as in the presented case study. IS is a promising approach to optimize resource use and reduce waste, which can be leveraged through economic incentives and regulations, along with the involvement of local governments as facilitators. The proposal of Regional Agreements is an initiative to promote symbiotic practices in specific regions, aligning with the SWNP and Regional Agreements. These agreements would include clear goals, performance indicators, and a monitoring and evaluation system. The government would act as a moderator and provide financial and technical support.

Keywords: National Solid Waste Policy; Circular Economy; Industrial Symbiosis; Reverse Logistics; Regional Agreement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geral dos princípios, objetivos e instrumentos da PNRS ao longo dos níveis da EC.	26
Figura 2 - Carroças usadas na coleta de lixo em São Paulo no final do século.	46
Figura 3 - Estrutura do Departamento de Limpeza Pública de São Paulo.	47
Figura 4 - Cenas do trabalho com as câmaras das células Beccari nas estações zimotérmicas.	49
Figura 5- Depósitos a céu aberto, conhecidos como lixões.	51
Figura 6 - Ilustração dos Incineradores de São Paulo.....	52
Figura 7 - Usinas de compostagem inauguradas na década de 1970.	52
Figura 8 - Aterro inaugurado da década de 1970 com captação de gás.....	53
Figura 9 - Tigre com cabungo na cabeça. J.C. GUILHOBEL, 1814 - BN.	61
Figura 10 - Ilustração dos Tigres ou Cabungos no Rio de Janeiro.....	62
Figura 11 – Aterro do Retiro Saudoso.	64
Figura 12 - Imagens do primeiro dia de Coleta Seletiva em Niterói	64
Figura 13 - Visão da EC considerando o desenvolvimento sustentável.	71
Figura 14 - Modelo tradicional de tratamento de resíduos sólidos - 1ª Fase...	76
Figura 15 - Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos incluindo a reciclagem - 2ª Fase.	78
Figura 16 - Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos adaptados às novas prioridades da política ambiental - 3ª Fase	79
Figura 17 - Modelo CATS utilizado no estado de São Paulo	82
Figura 18 – Distribuição dos PEVs pelo estado de São Paulo	108
Figura 19 - Funcionamento do programa de LR Ecoração	109
Figura 20 - Relacionamento do programa Ecoração.....	110
Figura 21 - Conceito de Integração Circular.....	129
Figura 22 - Visão da EI na cadeia de suprimentos em <i>framework</i> inicial	133
Figura 23 - <i>Framework</i> conceitual de EI e SI	134
Figura 24 - Framework de EC geral	138
Figura 25 - FCS da LR baseado no ciclo técnico da EC	139
Figura 26 - Estrutura de FCS da LR no ciclo técnico da EC para criação de valor	140
Figura 27 - Quatro modelos para promover a implementação/realização da SI	149
Figura 28 - Análise do processo de surgimento da SI.....	154

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios, Objetivos e Instrumentos da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS	16
Quadro 2 - Relação dos níveis da EC com os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS	24
Quadro 3 - Metas instituídas pelo PLANARES relativa a gestão de resíduos sólidos no Brasil	34
Quadro 4 - Comparação resumida entre as responsabilidades	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura das práticas de EC na China	12
Tabela 2 - Áreas receptoras de resíduos	48
Tabela 3 - Composição gravimétrica (%) do lixo da cidade de São Paulo.	53
Tabela 4 - Cenários futuros sobre a inclusão social e emancipação econômica dos catadores.....	73

TABELA DE ABREVIATURAS E SIGNIFICADOS

ABIR	Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não Alcoólicas
ABRABE	Associação Brasileira de Bebidas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AS	Acordo Setorial
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CRE	Certificados de Reciclagem de Embalagens
EC	Economia Circular
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
IC	Integração Circular
IP	Integração de Processos
LR	Logística Reversa
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
P+L	Produção Mais Limpa
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Posto de Entrega Voluntária
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
SI	Simbiose Industrial

SIGOR	Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos
SIMA	Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SINDICERV	Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINISA	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCLR	Termo de Compromisso de Logística Reversa

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA TESE	1
CAPÍTULO 01 – Introdução, Objetivo e Metodologia.....	3
1.1 Introdução.....	3
1.2 Justificativas, Hipótese e Objetivo Geral	7
1.3 Metodologia	8
CAPÍTULO 02 – Economia Circular e Política Nacional de Resíduos Sólidos – conceitos e convergências	10
2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos como transição para uma Economia Circular.....	13
2.2. Experiências internacionais em Economia Circular e suas relações com a PNRS.....	27
CAPÍTULO 03 – A perspectiva histórica e cultural dos resíduos e o impacto na Economia Circular no presente.....	37
3.1 A evolução histórica da gestão de resíduos na maior e mais populosa cidade do país.....	41
3.2 Os Tigres e a marginalização da coleta de resíduos no Rio de Janeiro...57	
3.3 A PNRS como ferramenta de inclusão e os catadores no contexto da EC	67
3.4 A evolução cultural: como foi o desenvolvimento da forma de pensar e gerir resíduos sólidos no Brasil	75
CAPÍTULO 04 – As Responsabilidades e os caminhos da Logística Reversa no Brasil – uma visão comparativa entre a compensação e a prática	84
4.1 Responsabilidade: estender ou compartilhar?	88
4.2 As novas perspectivas da LR no Brasil e o impacto dos modelos práticos	97
4.2.1 O surgimento do mecanismo de compensação e os créditos de logística reversa	97
4.2.2 O outro lado da Logística Reversa: os impactos de um programa individual “na prática”	105
CAPÍTULO 05 – Um olhar para a Simbiose Industrial como ferramenta na busca por novos avanços.....	116
5.1 As inter-relações da Economia Circular e da Simbiose Industrial com a Logística Reversa e os Acordos Setoriais	120
5.2 O desafio das conexões e dos relacionamentos entre diferentes atores	125
5.3 Superando as barreiras e entendendo as estratégias, modelos e estímulos da SI	143
CAPÍTULO 06 – Conclusões e Recomendações Finais	160
Referências Bibliográficas	172

APRESENTAÇÃO DA TESE

Em meio ao arcabouço legal relacionado a resíduos sólidos no Brasil, em 2010 ocorreu a instituição de um importante marco, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 2.305/2010. No entanto, apesar das importantes ferramentas, instrumentos e objetivos que a Lei trouxe a efetivação e aplicação desses conceitos ainda é um grande desafio no país, mesmo após praticamente 13 anos. Dessa forma, a presente tese, intitulada “Um olhar para a Economia Circular e a Simbiose Industrial como base para o avanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos” trará uma análise de como a Economia Circular, com conceitos, práticas e estratégias crescentemente difundida em todo mundo, tais como a Simbiose Industrial, pode trazer luz a novas alternativas de evolução da PNRS no Brasil, em especial a logística reversa. Para tanto, a mesma é composta por uma introdução geral seguida por cinco capítulos da pesquisa, e uma conclusão geral que irá trazer as considerações referentes a esse escopo.

No capítulo 01 é apresentada a introdução geral, metodologia e objetivos da pesquisa, com os assuntos e pilares centrais da tese e que serão posteriormente pormenorizados nos artigos: a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Economia Circular e a relação entre ambos. Os demais capítulos foram construídos para suportar e trazer embasamento para essa construção de convergências e divergências entre a PNRS e a EC, olhando mais minuciosamente para conceitos, instrumentos e ferramentas, tais como a Logística Reversa, a Simbiose Industrial e os Acordos Setoriais.

Inicialmente, faz-se essencial entender as conceituações e relações entre os temas, bem como instrumentos e práticas que fazem parte desses itens, o que foi apresentado no capítulo 02. Assim, é trazida uma visão geral de como a EC pode alavancar e contribuir para a evolução da PNRS por meio de conceitos, práticas e estratégias, gerando novos conhecimentos e modelos que possam contribuir e impactar na gestão de resíduos sólidos no Brasil. A partir daí, o capítulo 03, traz um apanhado histórico e cultural sobre a gestão de resíduos sólidos no Brasil, com destaque para o papel dos catadores. Foi considerado fundamental esse olhar de onde viemos para que seja possível ter mais clareza no entendimento de onde estamos e, principalmente, para onde e como vamos

pensar e planejar o futuro em termos de gestão de resíduos sólidos. O capítulo 04 traz uma perspectiva sobre a conceituação da Responsabilidade Compartilhada comparada a Responsabilidade Estendida e também uma visão da logística reversa e duas estratégias diferentes que podem ser adotadas, sendo que o primeiro irá focar no arcabouço que trouxe o modelo de Créditos de Logística Reversa e o segundo irá apresentar um estudo de caso de um programa de LR na prática e operado individualmente por uma indústria do setor de bebidas e que foi construído para atender as exigências da PNRS.

No capítulo 05 será dado destaque a Simbiose Industrial como ferramenta da EC, seus modelos, estratégias e processos para criação de relações entre diferentes membros da cadeia de resíduos para reinserção dos mesmos, sendo contextualizado a PNRS, a LR e os AS, com recomendações e propostas que podem ser feitas através dessa construção visando a evolução da PNRS e seus objetivos e instrumentos.

Por fim, encerra-se a tese com uma conclusão geral com os aprendizados, sugestões e direcionamentos gerais sobre o uso de estratégias e conceitos da EC como forma de alavancar as PNRS e seus instrumentos e objetivos. Espera-se que com a pesquisa e o que for apresentado na tese, pesquisadores, legisladores, técnicos e profissionais da área das ciências ambientais e de áreas correlatas possam trazer novas discussões e perspectivas práticas que resultem em novas possibilidades de melhoria do cenário da gestão de resíduos sólidos no Brasil, incluindo novos aparatos legais que ainda necessitem ser construídos.

CAPÍTULO 01 – Introdução, Objetivo e Metodologia

1.1 Introdução

O tradicional modelo econômico linear de produção aplicado ao longo das décadas não previa processos de reciclagem e reuso em seus preceitos, sendo o meio ambiente visto como uma fonte para extração de matéria-prima e um reservatório para resíduos sólidos. A insustentabilidade deste modelo traz a luz discussões sobre a necessidade de um novo modelo de econômico circular (PEARCE; TURNER 1990). Propôs-se, dessa forma, uma análise sobre a relação entre sistemas econômicos e naturais em ciclos fechados de fluxos de materiais na economia, denominado Economia Circular (EC) (PEARCE; TURNER, 1990).

A conceituação da EC é baseada na circularidade presente na própria natureza, em que todos os processos são partes de um ciclo que possibilita novas estruturas. De forma, na economia circular, os resíduos são insumos para a produção de novos produtos, podendo ressignificar o conceito de resíduos, até mesmo entendendo que esses materiais não são passíveis da denominação de resíduos, pois são *inputs* de um novo ciclo. Essa mudança altera a lógica econômica uma vez que substitui a produção pela suficiência: reutilize o que puder, recicle o que não puder ser reutilizado, conserte o que está quebrado, remanufature o que não pode ser consertado (STAHEL, 2016).

De forma prática, a adoção da circularidade promove benefícios para os consumidores, como a melhoria da qualidade dos produtos, maior quantidade de opções e mais informação disponível sobre o impacto ambiental dos novos produtos produzidos; para as empresas, como a diminuição dos custos e dos riscos com recursos naturais, vantagens econômicas com a recuperação e reinserção na cadeia de produtos que eram descartados, novos modelos de negócio rentáveis, novas oportunidades de financiamento, melhor relacionamento com os clientes, inovação em tecnologias, produtos e serviços; para a economia, como a diminuição dos custos de utilização de recursos naturais, a minimização do risco de escassez dos recursos naturais, criação de novas oportunidades de negócio e conseqüente crescimento dos setores, sistemas econômicos mais resilientes, criação de mercado e emprego; e para o meio ambiente, como a redução do descarte inadequado de resíduos, redução

da exploração dos recursos naturais, redução da poluição de solo, água e ar e redução dos impactos negativos aos ecossistemas (MENDES, 2019). O âmbito econômico também é incluído nas áreas de dispersão dos impactos positivos da EC. Com esse novo sistema são criados novos mercados, o que propicia novos empregos e áreas de atuação, infere no mercado de venda e compra de resíduos, e no investimento em inovação e tecnologia para promovê-la, além de incentivar trocas e negociações entre atores de proximidade. De forma complementar aos resíduos, também se tem os quesitos de produção, como por exemplo o consumo de matéria prima, uma vez que com a inserção de resíduos na produção a necessidade de matéria prima advinda de fora do sistema de produção é minimizada, produtividade dos recursos, consumo de energia e água, incentivo ao ecodesign e a ações de produção mais limpa (P+L), além de regulamentos de *compliance* institucional e empresarial que reafirmam e incentivam as práticas de EC e ações de comunicação para enraizar, mobilizar e expandir o sistema (FAGLIARI, 2017).

Em sistemas fechados, o foco das atenções consiste em economizar recursos e minimizar a geração de resíduos, tanto através da reutilização e reciclagem dos materiais, quanto por meio do design planejado dos materiais, podendo ocorrer em três momentos diferentes: produção, utilização e pós-consumo dos mesmos. Outro aspecto dos sistemas fechados consiste na extensão da responsabilidade pelos produtos ao longo do seu ciclo de vida (STUBBS; COCKLIN, 2008).

Roy (2000) lista uma combinação de diferentes estratégias que são aplicadas para tal: seleção de materiais de menor impacto; redução de materiais e resíduos dos produtos; uso de tecnologias mais limpas; redução de embalagens e impactos na distribuição; redução do consumo de energia no uso e manutenção do produto; otimização da vida útil do produto pela busca da maior durabilidade do mesmo; reutilização, remanufatura, reciclagem ou eliminação do produto no final da vida útil.

Um dos fatores mais importantes em sistemas circulares refere-se aos modelos de cadeia. O primeiro modelo é o sistema tradicional da cadeia de suprimentos, no qual os produtos saem de empresas para os clientes e consumidores finais. O segundo, e um dos principais desafios do processo, é a

reentrada do produto na cadeia, através da Logística Reversa (LR) (HALLDÓRSSON; KOTZAB, LARSEN, 2009). Logo, a relevância da LR para os sistemas fechados e, conseqüentemente, para a EC, é evidente.

A LR consiste no processo de transferência de mercadorias do seu destino final típico - geralmente aterros sanitários convencionais ou, em situações ambientalmente e legalmente inadequadas, aterros controlados e lixões - de volta para a cadeia de valor e, caso não seja possível seu reuso ou reciclagem, destinação final adequada (CHAVES; BATALHA, 2006; LAMBERT et al., 2011). Ou seja, ela busca o retorno de produtos aos seus fabricantes e se configura como uma importante ferramenta para incentivo e execução das práticas de reuso e reciclagem e, por conseguinte, a efetivação de práticas de EC. Desse modo, a LR apresenta-se como um importante instrumento para o estabelecimento de um novo panorama para a gestão de resíduos sólidos rumo a EC.

Nesse cenário, alternativas que facilitem e otimizem sistemas de LR e EC tornam-se de grande importância. Buscando fortalecer e ampliar ainda mais o nicho de inovação e estratégias da EC, encontramos diferentes modelos de negócios circulares, ou seja, processos orientados a impulsionar a sustentabilidade de uma rede de negócios por meio de estratégias circulares e sistemas fechados. Entre vários arquétipos de modelos de negócios circulares, destaca-se a Simbiose Industrial (SI), que surge como uma alternativa pautada na atuação conjunta para criar valor a partir do desperdício (BOCKEN et al., 2014). Inspirada pelas relações mutualísticas biológicas, a SI reflete conexões simbióticas entre organizações que tradicionalmente eram desconectadas para troca, transação ou compartilhamento de materiais, resíduos, subprodutos, objetivando uma atuação conjunta para aumentar o desempenho econômico dos negócios (VERGUTS et al., 2016), melhorar as pegadas ecológicas dos processos industriais (BOONS et al., 2017) e promover aecoinovação (LOMBARDI; LAYBOURN, 2012). Assim, a SI busca manter ou reinserir na cadeia produtiva recursos sem utilização por uma organização, incluindo subprodutos, resíduos e energia, e que possam vir a se tornar insumo para o desenvolvimento de um outro produto ou processo (CHERTOW, 2007).

Percebe-se, portanto, que para que seja possível a migração de um modelo linear rumo a EC, deve haver um engajamento coletivo de diferentes setores sociais, juntamente com o desenvolvimento de novos modelos de negócio e políticas públicas que incentivem a circularidade e promovam condições para essa transição.

Estudos sobre reciclagem e produção sustentável tem trazido sugestões sobre formas principais que levaram instituições a difundirem a adoção de práticas e políticas de EC e administração sustentável. Em muitos casos as análises apontam que o ambiente institucional pode alavancar ou inibir a transição para um modelo que se pautem em práticas e EC, tal como o sistema regulatório e normativo que vise inibir o desperdício e motivar a circularidade ou tornar a reciclagem como opção mais aceitável em vista ao aterro sanitário (DAI et al., 2015; MILIUTE-PLIPIENE et al., 2016; RANTA et al., 2017). Aspectos culturais também tem papel importante nessa análise, principalmente na forma em que a sociedade enxerga e valoriza questões relacionadas a resíduos e sustentabilidade. Todos esses aspectos estão relacionados e apresentam dependência entre si, podendo garantir a legitimidade e o sucesso da EC em um ambiente institucional (RANTA et al., 2017).

No Brasil, com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº12.305/2010 (BRASIL, 2010), foram estabelecidos instrumentos para a gestão de resíduos sólidos com potencial de promoção da EC. A PNRS não só destaca a relevância das atividades de reciclagem, mas também estabelece conceitos essenciais e modernos dentro do gerenciamento, bem como inova ao fundamentar uma visão sistêmica de todo o processo, da criação à destinação final. O Capítulo II da Lei nº12.305/2010 traz no Art. 6º os Objetivos e no Art. 7º os Princípios (BRASIL, 2010) que devem pautar a gestão de resíduos no Brasil, com destaque para: a prevenção e a precaução; a ecoeficiência, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida; resíduo sólido como um bem econômico; a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento; desenvolvimento de tecnologias limpas; estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida. Somam-se a estes, a Logística Reversa e os Acordos Setoriais, apresentados como Instrumentos no Capítulo III da Lei.

Fica evidenciado, com isso, que há uma forte e constante convergência da PNRS com os preceitos da EC. Assim, a referida Lei fundamenta a aplicação de técnicas e metodologias para operacionalizar esses conceitos e aplicar as exigências legais ao processo produtivo das organizações.

1.2 Justificativas, Hipótese e Objetivo Geral

A evolução de práticas de reciclagem e EC está, em muitos casos, intimamente vinculada ao processo de LR. Apesar de em muitos casos a LR ser obrigatória, como se tornou no Brasil para diversos segmentos, as análises econômicas e estruturais são fundamentais para a execução eficiente do processo. A criação de programas envolvendo todas as partes interessadas, o controle de custos associados, o ciclo de vida, e o incentivo à criação de tecnologias inovadoras são componentes de fundamental importância para a LR e a EC (ARAÚJO, 2011). Jabbour et al. (2013) destacam que existem diversas barreiras a serem superadas para efetivar os conceitos trazidos pela PNRS de maneira uniforme no país, particularmente os programas de LR. Guarnieri, Silva e Levino (2016) destacam que o desafio para desenvolver a LR não é exclusividade do Brasil e sim para a maioria dos países. Os autores salientam, no entanto, que o processo pode ser mais complexo em economias emergentes, nas quais a LR ainda está em fase inicial para a maioria dos setores.

Nesse contexto, o enunciado e os desafios científicos do presente estudo consistem em verificar se é possível o avanço de práticas ligadas a Economia Circular no Brasil a partir do principal instrumento legal do país, que é a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Adicionalmente, objetivou-se trazer, a partir do conceito da Simbiose Industrial, alternativas e estratégias para aprimorar as práticas e processos desenvolvidos no Brasil, superar os principais entraves da Logística Reversa e apresentar formas de aplica-las a curto, médio e longo prazo na realidade brasileira.

Para a compreensão deste processo, será realizado uma análise da evolução de decretos que dão suporte a PNRS e que trouxeram importantes marcos, como o Crédito de Logística Reversa, o qual vem ganhando força crescentemente no Brasil, contrapondo-o com um estudo de caso de

operacionalização prática da LR junto ao setor de Embalagens em Geral em um sistema individual de LR.

Complementarmente, a presente pesquisa irá tratar de questionamentos sobre o enquadramento e posicionamento da PNRS e dos sistemas de LR no contexto da EC no país, tais como:

- Com a base legislativa que temos, é possível fomentar e fortalecer estratégias como a perspectiva da EC?
- Quais as convergências e divergências da EC com o modelo proposto para a gestão de resíduos sólidos pela lei 12.305/2010?
- Como um olhar para a história e para a cultura na gestão de resíduos pode trazer um olhar mais assertivo para o presente e, principalmente, para o futuro da EC no Brasil?
- Como os diferentes modelos de LR (créditos x programas efetivos) vem evoluindo legalmente e impactando a PNRS?
- A SI, como ferramenta da EC, pode trazer luz a novas alternativas e visões para evolução da PNRS, especialmente os AS e a LR?

Portanto, através da aproximação dos preceitos, práticas e instrumentos estabelecidos entre PNRS e EC, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de se compreender como têm evoluído os requisitos e *drivers* de EC em diferentes regiões e como tem sido o estabelecimento de novas formas organizacionais e de relacionamento, como a Simbiose Industrial, entre legisladores, sociedade e indústria, trazendo a luz novas tendências que podem refletir no Brasil nessa transição iniciada com a PNRS. A realização de pesquisas que analisem instrumentos ligados a práticas de EC, com levantamento de variáveis ligadas a LR, podem trazer significativos ganhos ao processo de implantação da PNRS e seus instrumentos no Brasil, dando ampla relevância e justificando o presente projeto.

1.3 Metodologia

A metodologia consistiu em levantamento e revisão bibliográfica, para fundamentar e contribuir com as discussões referentes aos temas, a partir de uma análise de cunho teórico-bibliográfico (YIN, 2001), em busca do

conhecimento existente a respeito das práticas, metodologias, conceitos primordiais, aspectos legais e diagnósticos referentes à EC, gestão de resíduos sólidos, PNRS, LR e SI posicionando e conceituando esses conceitos, suas proximidades e diferenças.

A revisão incluiu os bancos de dados de publicações que abrangem o tema da pesquisa com foco em estudos teóricos e práticos sobre as temáticas supracitadas, a fim de recolher informações acadêmicas pertinentes. A análise dos dados foi organizada através de uma revisão abrangente da literatura, permitindo uma descrição conceitual da gestão de resíduos sólidos e da PNRS, das ferramentas e conceitos tidos como inovadores dessa lei.

Assim, foi organizado através uma revisão abrangente da literatura, uma descrição conceitual destes temas e das ferramentas e conceitos. Nesse contexto, as análises contemplaram marcos que influenciaram no estabelecimento da EC (YIN, 2001), possibilitando um posicionamento mais claro sobre pontos convergentes e divergentes, semelhanças e diferenças conceituais entre PNRS e EC.

Além disso, a presente pesquisa realizou um estudo de caso para levantamento de um programa de Logística Reversa Individual de uma empresa do setor de bebidas, formalizado junto a CETESB no estado de São Paulo. Segundo Yin (1993), um estudo de caso é adequado quando se tem um evento contemporâneo, dentro de seu real contexto, e quando as fronteiras do mesmo e o contexto ainda não foram claramente estudados. A pesquisa desenvolvida é de natureza descritiva de âmbito qualitativo e os dados advêm de fontes primárias. A unidade de análise é o Programa de Logística Reversa da empresa, em atendimento à Decisão de Diretoria da CETESB nº 114/2019/P/C, protocolado junto ao órgão em dezembro de 2021.

CAPÍTULO 02 – Economia Circular e Política Nacional de Resíduos Sólidos – conceitos e convergências

A abordagem da Economia Circular (EC) é pautada em um sistema econômico que além de menos matérias-primas serem utilizadas nos processos, prevê-se o prolongamento do uso dos materiais, e também evitar o uso de compostos tóxicos, para que qualquer componente utilizado em um ciclo produtivo se mantenha como um potencial insumo para novos ciclos (FISCHER; PASCUCCI, 2017). A EC teve sua origem como um modelo de consumo e produção em que se objetiva atingir o mais alto nível de utilidade pelo maior tempo possível de seus produtos e insumos, ou, após um determinado produto chegar ao limite de seu ciclo para um primeiro processo, esse pode ter sua utilização ampliada em outro ciclo (ROIZ, et al., 2020). Essa nova opção vem como resposta ao Sistema Linear, sistema tradicional de produção em que se tem determinantemente o início do processo e um fim, gerando os resíduos resultantes desse processamento. Dessa forma, durante esse tipo de cadeia produtiva explora-se os recursos, produz-se os bens e descarta-se os resíduos. Assim, a EC é uma alternativa para redefinir a noção de crescimento, com foco em benefícios para toda a sociedade, construindo capital econômico, natural e social (FRASCARELI, 2021).

Um dos pontos de partida da EC foi na Alemanha em 1996, onde foi criada uma Lei referente ao “Ciclo de Substância Fechada e Gestão de Resíduos”, na qual há um direcionamento à gestão de resíduos em ciclos fechados e garantia da disposição final adequada (SU et al. 2013). O Japão, em seguida, desenvolveu quadro jurídico substancial para se tornar um país no qual a reciclagem seja uma prioridade (SU et al. 2013), com destaque para a Lei básica de estabelecimento de Sociedade Baseada em Reciclagem, aprovada em 2002 (METI, 2004). Nos EUA, por sua vez, percebe-se que há a realização da reciclagem mesmo quando a mesma não é exigida por legislações locais (SU et al. 2013).

Em 2014 na Europa, a Comissão Europeia realizou uma revisão sobre propostas legislativas relacionadas a resíduos sólidos, e adotou um pacote da EC, pautado em dois elementos principais: proibição e/ou limitação do aterro

para recebimento de frações específicas dos resíduos e o estabelecimento de objetivos de reciclagem (EUROPEAN COMMISSION, 2015; LAUSSELET et al. 2017). Em fevereiro de 2018, o Parlamento Europeu ratificou as metas em um novo pacote publicado para acompanhar o progresso da União Europeia rumo a um modelo econômico circular.

Os países nórdicos têm um forte perfil ambiental na União Europeia (UE) e são considerados pioneiros quando se trata da proteção do meio ambiente, bem como no desenvolvimento de estratégias de gestão de resíduos sólidos (MAGNÚSDÓTTIR, 2009; GJØLBERG, 2013). Na Noruega, a tendência mais recente para gestão de resíduos sólidos é marcada por aspectos como: forte aumento na capacidade de conversão de resíduos em energia, com aproveitamento médio de aproximadamente 90% de sua capacidade nominal; proibição do envio de resíduos orgânicos para aterros sanitários; e exportação de resíduos sólidos para a Suécia, uma vez que os suecos podem oferecer taxas mais atrativas por conta das receitas oriundas das vendas de energia serem significativamente maiores se comparada aos valores alcançados pelas usinas norueguesas (BECIDAN et al., 2015; LAUSSELET et al. 2017)

Já a China, durante a transição para um modelo de EC, além de criar novas políticas de gestão ambiental aprimoradas e direcionadas ao tema, focou na criação de um modelo de desenvolvimento, pautado em levar o país para uma estrutura econômica sustentável (GENG; DOBERSTEIN, 2008; ZHU, 2008). Além da reciclagem dos resíduos, buscou-se no país ampliar o controle para garantir uma maior eficiência do fluxo de materiais em ciclos e sistemas fechados nas etapas de: produção, distribuição e consumo. Su et al. (2013) apontam que a regulação da EC se deu através de duas agências do governo chinês (Ministério de Proteção Ambiental e Comissão de Reforma e Desenvolvimento Nacional), juntamente com a liberação de novas leis e políticas, tais como: Lei da Promoção da Produção Mais Limpa em 2003; Lei de Prevenção a Poluição e Controle dos Resíduos sólidos, em 2005; e, finalmente, a Lei de Promoção da Economia Circular em, 2009, fazendo da China o terceiro país a ter uma Lei relativa a EC, juntamente com Alemanha e Japão (Ren, 2007). Destaca-se que nesse período, a Comissão de Reforma e Desenvolvimento Nacional anunciou oito iniciativas que visavam facilitar a implantação da EC, tais como instrumentos

econômicos, pesquisa e desenvolvimento, indicador de performances, mecanismos de financiamento, treinamento e educação, entre outros (SU et al. 2013).

O entendimento dessa evolução em diferentes áreas do planeta se torna bastante relevante para que possa ser compreendido e analisado diferentes contextos que levaram a políticas de EC com melhores resultados que acarretaram em benefícios econômicos, sociais e ambientais. Um olhar bastante relevante para a EC trouxe três diferentes níveis, em um modelo de estratificação vertical adotado pela China (FENG; YAN, 2007). O primeiro corresponde ao nível Micro, no qual estão as indústrias e firmas que atuam na produção e devem agir principalmente através da inovação. O nível Meso contempla a rede de interações eco-industrial, atuando em um sistema regional que traga benefícios ambientais. Por fim, o nível Macro refere-se ao desenvolvimento da EC em cidades, estados e regiões (YUAN et al., 2006; GENG; DOBERSTEIN, 2008; ZHU; HUANG, 2005, SU et al. 2013; RUGGIERI et al., 2016; GHISELLINI et al. 2016). Baseado no trabalho de Zhu e Huang (2005), Su et al. (2013) relacionaram quatro áreas (Produção, Consumo, Gerenciamento de Resíduos e Outros suportes) a esses três níveis na China, de acordo com a tabela 1. Outros suportes correspondem a iniciativas governamentais e não-governamentais.

Tabela 1 - Estrutura das práticas de EC na China

	Micro (objeto único)	Meso (associação em simbiose)	Macro (cidade, província, estado)
Área da Produção (indústria primária, secundária e terciária)	Produção Mais Limpa Eco-design	Parque Eco-industrial Sistema de Eco-agricultura	Rede Eco-industrial regional
Área do Consumo	Compra e Consumo Verde	Parque Ecológico	Serviços de aluguel
Área do Gerenciamento de Resíduos	Sistema de Reciclagem de Produto	Mercado Comercial de Resíduos Parques industriais	Simbiose urbana
Outros Suportes	Políticas e Leis; Plataformas de informação; Capacitação; ONGs		

Fonte: Adaptado de Su et al. (2013)

Essa visão da EC em três níveis se torna um ponto de grande importância para fornecer subsídios que possam trazer maior assertividade a políticas e estratégias circulares. A partir de tal, serão analisados no presente estudo os Princípios, Objetivos e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), com o objetivo de verificar a aderência da mesma a esses 03 níveis da EC.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, é o regulamento legal geral para o tema de resíduos sólidos no Brasil. A norma “reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, o presente capítulo traz uma análise da aderência da PNRS a essa análise estratificada da EC. Para tal, serão avaliados os três níveis verticais da EC, destacando elementos comuns e de correspondência, inovações e estratégias que poderiam conectar a política brasileira em seus Princípios (Artigo 6º) e Objetivos (Artigo 7º) presentes no Capítulo II da Lei e os Instrumentos (Artigo 8º) no capítulo III.

2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos como transição para uma Economia Circular

No Brasil, assim como em outros países, em um cenário de aumento da geração de resíduos sólidos somado ao aumento da complexidade e periculosidade dos mesmos, fazia-se necessário organizar formas mais robustas, atualizadas e técnicas de gerenciamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012). Era evidente a necessidade de uma política federal que abordasse especificamente essa temática no país e que fosse além da política de saneamento existente e que tratava os resíduos como um de seus quatro pilares de forma mais sucinta e não

tão aprofundada como necessário. Uma vez que a política pública é um recurso mediante a necessidade de resolução de um problema público, sendo fomento para tomada de decisão (SECCHI, 2010; BAPTISTA, 2013).

Apesar desse cenário complexo e que invocava por uma normativa, o processo de construção da aguardada publicação foi lento e complexo, sendo posteriormente qualificado com tardio, o que levou, nesse meio tempo, a publicação de ordenamentos independentes, com abrangência setorial, estadual, municipal - por vezes divergentes, contraditórios ou conflitantes. O contexto legal para resíduos sólidos no país pré 2010 era de publicação de diversas normativas e políticas em diferentes níveis de atuação, tornando as disposições sobre a gestão de resíduos elementos pulverizados (FAGLIARI, 2017; MAROTTI, 2018).

Então, em 2010, foi publicada a Lei Federal nº. 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual reúne as principais diretrizes sobre a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos no país, apresentando princípios, objetivos, instrumentos e metas para o cenário brasileiro, envolvendo as esferas federais, os atores da cadeia, e os cidadãos (BRASIL, 2010). É considerada um marco para a área de resíduos sólidos no país pois, além de unificar e apresentar instrumentos chave que fomentam a gestão integrada de resíduos sólidos em todos o país, reforça temáticas já instituídas em normativas que a antecederam, como por exemplo as resoluções CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), e apresenta elementos ainda não difundidos de forma ampla quanto a efetividade no Brasil, gerando mais uma via de fomento a esses, como por exemplo, a instituição de acordos setoriais, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, e a logística reversa (RIBEIRO, 2012; FAGLIARI, 2017; MAROTTI, 2018).

A Lei nº 12.305/2010 absorve debates e demandas de diferentes atores e diversos setores, introduzindo e estimulando conceitos socioambientais e práticas para a gestão integrada de resíduos sólidos. A PNRS abrange aspectos econômicos, sociais e ambientais que são impactados pela gestão de resíduos sólidos, priorizando e fortalecendo cooperativas e associações de catadores e estabelecendo uma sequência para o gerenciamento dos resíduos. Indústrias e empresas devem buscar ecoeficiência em todas as etapas de produção e

reinserção dos resíduos em processos produtivos como insumo através da logística reversa, enquanto os consumidores, titulares de serviços de limpeza pública, fabricantes, distribuidores, comerciantes e importadores têm um papel ativo e constante a ser desempenhado nesse processo.

A ordem de prioridade estabelecida pela PNRS consiste em: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essa abordagem com prioridades mostra-se fundamental para fortalecer processos de coleta seletiva e valoriza o resíduo como um bem ao diferenciá-los dos rejeitos, que requerem uma disposição final adequada. Assim, a PNRS fomenta um ambiente propício para sistemas regenerativos, principalmente ao trazer em seu Art. 6º o “reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania” (BRASIL, 2010).

Essa perspectiva de que resíduo deve retornar aos processos de produção de forma enfática e explícita ao longo da Lei é fundamental para fomentar e alavancar a economia circular no Brasil, trazendo uma visão de valorização dos resíduos como insumos para novos produtos e minimizando consumo de matéria-prima. Fica evidenciado assim uma clara convergência com a EC principalmente ao considerarmos as definições adotadas por Charonis (2012), e que são alinhadas com aquelas adotadas pela Ellen Macarthur Foundation (2013), onde a EC é apresentada como um sistema que visa à restauração e regeneração, sendo uma estratégia alternativa de crescimento se comparada ao modelo tradicional linear (GHISELLINI, et al., 2016).

Logo, PNRS e EC compartilham importantes princípios relacionados aos modelos de produção e consumo de recursos, bem como objetivos que buscam orientar o funcionamento da sociedade dentro dos limites ecológicos do planeta, em oposição aos modelos orientados pelo crescimento. Inclui-se também nesses aspectos, semelhanças no que tange as orientações de cunho social, trazendo o resíduo como emprego, renda básica e governança, reconhecendo a complementaridade entre cada um desses conceitos em direção a uma possível alternativa ao modelo atual de crescimento econômico (CHARONIS, 2012; GHISELLINI, et al., 2016).

2.1.1. Os três níveis da EC e a PNRS

Ghisellini et al. (2016) destacam que na China a EC teve uma abordagem vertical em diferentes níveis, partindo de um nível micro onde estão as empresas e consumidores em geral, passando por um nível meso, caracterizado por parques eco-industriais, e por fim o nível macro de cidades, regiões e estados. Além disso, existe também a dimensão horizontal, que compreende a conexão entre setores industriais, infraestrutura urbana, ambiente cultural e o sistema de consumo social (FENG; YAN, 2007). Esse enfoque vertical em três níveis passou a ser alvo de diversos estudos relacionados a implantação e evolução com sucesso da EC na China (YUAN ET AL., 2006; FENG; YAN, 2007; REN, 2007; GENG; DOBERSTEIN, 2008; SU ET AL., 2013), diferentemente da maior parte dos países que tiveram como foco majoritário a atuação focada no nível meso (GHISELLINI, et al., 2016).

Considerando o destaque dado a essa estratificação em níveis verticais da EC em programas e políticas que foram bem-sucedidos, torna-se relevante traçar um paralelo dessas estratégias com a PNRS para verificar se a mesma possui esses níveis e como os mesmos estão distribuídos na estrutura da lei. Para tal, serão analisados os Princípios, Objetivos e Instrumentos da PNRS, os quais estão resumidos no quadro 01 a seguir.

Quadro 1 - Princípios, Objetivos e Instrumentos da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS

Princípios (Art. 6º)	Objetivos (Art. 7º)	Instrumentos (Art. 8º)
<ul style="list-style-type: none">• a prevenção e a precaução;• o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;• a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos• o desenvolvimento sustentável;• a ecoeficiência;• a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;	<ul style="list-style-type: none">• proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;• não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;• estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo;• adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas	<ul style="list-style-type: none">• os planos de resíduos sólidos;• os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;• a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;• o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras

<ul style="list-style-type: none"> • a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; • o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; • o respeito às diversidades locais e regionais; • o direito da sociedade à informação e ao controle social; • a razoabilidade e a proporcionalidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; • incentivo à indústria da reciclagem, • gestão integrada de resíduos sólidos; • articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial • capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; • regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos • prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: produtos reciclados e recicláveis; b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis; • integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; • estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; • incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético; • estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável. 	<p>formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;</p> <ul style="list-style-type: none"> • o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária; • a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado; • a pesquisa científica e tecnológica; • a educação ambiental; • os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; • o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; • o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir); • o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa); • os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde; • os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos; • o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos; • os acordos setoriais; • no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente; • os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; • o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.
--	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor com base na Lei 12.305/2010

2.1.1.1. Nível Micro

Ao analisarmos a implantação da EC no nível micro, temos envolvido a adoção de diferentes formas para trazer ao processo produtivo mais circularidade. Destas, três conceitos se destacam como estratégias preparatórias para impulsionar a EC: i) Eco-design ou design verde, ii) design para o ambiente e iii) a produção mais limpa (P+L) (VAN BERKEL et al., 1997; RAMANI et al., 2010; WRINKLER, 2011; GHISELLINI, et al., 2016). A abordagem do eco-design e do design para o ambiente focam no planejamento e concepção do produto considerando o desempenho ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida. Por sua vez, a P+L já inclui o próprio design para o ambiente em seus preceitos, além da prevenção a poluição e redução de substâncias tóxicas.

Dessa maneira, fica claro no nível micro que o design é crucial para garantir a circularidade dos produtos e processos, uma vez que as definições e escolhas adotadas nessa fase influenciam significativamente na busca por reduzir impactos ambientais. Adicionalmente, aspectos como desmontagem, disposição adequada, distribuição, durabilidade e sucesso do cliente devem ser levados em conta na construção da EC (RAMANI et al., 2010; WRINKLER, 2011; GHISELLINI, et al., 2016).

Ainda no nível micro, Ghisellini, et al. (2016) trazem dois destaques importantes: o papel do consumidor e a importância dos catadores. Os consumidores são considerados cruciais ao decidir comprar produtos e serviços que sejam mais sustentáveis, sendo ressaltada a rotulagem verde. Por sua vez, os catadores são apresentados como atores importantes para coletar os resíduos em diversos locais, desde o interior de empresas até outros pontos da cadeia, e posteriormente realizar a redistribuição para as organizações que possam reutilizar ou reciclar tais materiais, facilitando o fluxo dos resíduos ao longo da cadeia também pela possibilidade dos mesmos já realizarem a desmontagem, separação e transporte em uma forma que seja prontamente acessível para processamento.

Buscando por esses pontos na PNRS, fica clara a aderência da mesma ao nível micro em diversos momentos. Nos princípios é possível destacar a prevenção e a precaução que estão intimamente ligados a P+L e a ecoeficiência

que prevê o consumo de recursos naturais a um nível sustentável para o planeta e converge com os preceitos do eco-design e design para o ambiente. Já nos objetivos, o primeiro item da ordem de prioridades na gestão de resíduos, que é a Não geração, está ligado ao eco-design e a P+L. Adicionalmente temos também essa proximidade nos objetivos em aspectos como: o estímulo à adoção de padrões sustentáveis, adoção de tecnologias limpas, redução do volume e da periculosidade dos resíduos, incentivo à indústria da reciclagem, a integração dos catadores e os estímulos para sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos bem como para a rotulagem ambiental. Já nos instrumentos, destaca-se os Planos de Gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), os quais devem, entre outras características, apresentar dados de diagnóstico, caracterização, ações preventivas, metas e procedimentos de minimização da geração. Fagliari (2017) destaca a convergência da PNRS com a P+L e a importância da Lei como um estímulo na incorporação de uma nova postura em empresas e organizações para que as mesmas tenham uma postura mais preventiva ao invés de uma atitude puramente corretiva ou reativa.

2.1.1.2. Nível Meso

Entrando no nível Meso da EC, tem-se o desenvolvimento de parques ecoindustriais, distritos e redes de simbiose industrial, além de outras denominações utilizadas para redes produtivas que possam estabelecer um sistema de relacionamento (YUAN et al., 2006; CHERTOW, 2000, 2012; SU et al., 2013). Tais sistemas industriais devem ser caracterizados por realizar complexas trocas de itens como água, energia, resíduos e subprodutos, em um processo de Simbiose Industrial (SI). Ou seja, ao invés de uma organização tratar de forma individual e separada de seus insumos e descartes, ela irá se engajar junto a outros negócios ao seu redor para realizar essa troca, tendo como objetivo a conquista de benefícios econômicos e ambientais, além da máxima utilização de subprodutos dentro dessa rede de relacionamento de entidades independentes, mas que mantem compartilhamento de recursos (CHERTOW, 2000, ZHU et al., 2007; GHISELLINI, et al., 2016).

Os parques ecoindustriais são planejados onde uma combinação adequada de unidades fabris consegue estabelecer uma rede de trocas capaz de minimizar o desperdício e o descarte externo a esse ambiente, bem como as emissões de toda a área por exigir menos transporte e fluxo de veículos (GWEHENBERGER et al., 2003). Percebe-se, dessa forma, que essa organização deve ser muito bem organizada e planejada, além de estimulada, o que torna evidente a importância e o papel do governo nesse processo para um desempenho adequado de SI, como analisado por Yu et al. (2015). Os autores destacam que, apesar dos benefícios ambientais, a principal motivação para empresas engajarem e se manterem na SI são econômicos, citando benefícios como recuperação dos custos em investimentos ambientais, menores custos com substituição de matéria prima por material descartado, além de menos consumo de combustível para viagens e transporte. É destacado também os benefícios relacionados a visibilidade da marca relacionada a responsabilidade social das empresas que fazem parte desse sistema simbiótico. Fica claro, dessa forma, a importância de aparatos legais e estratégias governamentais que possam levar a gerar de um lado normas ambientais mais exigentes e estritas, mas de outro as políticas de redução e benefícios em impostos referentes ao uso de recursos oriundos de descarte ao invés do consumo de recursos naturais, bem como o oferecimento de subsídios financeiros que possam a vir se constituir como um estímulo positivo para o desenvolvimento de sistemas de SI, fortalecendo a EC no nível meso.

Olhando para a PNRS nesse contexto de EC no nível meso, também é possível notar vários pontos de proximidades. Nos princípios da lei, o principal aspecto é a previsão de cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade, permitindo dessa forma articulações que busquem fomentar o planejamento de sistemas simbióticos em distritos ou áreas industriais, bem como a concessão dos benefícios necessários para bom funcionamento da simbiose.

Já nos Objetivos, diversos pontos mostram convergência com a EC no nível meso, como por exemplo o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e o incentivo à indústria da reciclagem para fomentar o uso de insumos derivados de materiais recicláveis. Esses dois pontos deixam claro que a Lei

considera necessário buscar alternativas ao consumo de recursos naturais em sistemas produtivos, e a SI tem como preceito a máxima utilização dos subprodutos nas trocas entre as partes, tornando ambos amplamente compatíveis. Ainda nos objetivos, dois outros itens têm grande relevância para essa análise: a “articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos” e o “incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos”. Novamente, considerando a importância do planejamento e da integração da administração pública com o setor empresarial para implantações bem-sucedidas de sistemas simbióticos em parques industriais, bem como a busca dos empresários por benefícios e incentivos para adoção e participação nesse sistema. Ao trazer a possibilidade de articulação do poder público para cooperar financeiramente com a gestão de resíduos das empresas ao mesmo tempo em que é previsto um incentivo ao desenvolvimento de sistemas que primem pela melhoria dos processos produtivos e reaproveitamento dos resíduos sólidos, a PNRS vai de encontro com as necessidades e premissas básicas da SI, que prevê justamente essas trocas de resíduos e tem maiores chances de sucesso com os incentivos e benefícios financeiros e/ou fiscais que são os principais motivadores para os tomadores de decisão.

Já analisando os Instrumentos da lei, mais uma vez destaca-se o PGRS como ponto de conexão com a EC no nível meso, uma vez que o mesmo exige a análise e identificação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores. A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado somada a previsão de incentivos fiscais, financeiros e creditícios mais uma vez mostra a possibilidade de ações estruturantes, de planejamento e de investimentos para impulsionar a SI em distritos. Aqui nos instrumentos é muito importante ressaltar dois itens que serão de grande relevância para a evolução da SI no Brasil: o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). O planejamento e a previsão de sistemas simbióticos funcionais em áreas e parques industriais têm como necessidade conhecer o

que é gerado de resíduo em termos de tipologia, características, classificações, etc. para que indústrias que os utilizem em seus processos possam ser mapeadas e ter acesso a informação de geração desse material e por fim realizar a troca dos mesmos. Portanto, sistemas que disponibilizem esses dados de forma inteligente fazem-se de grande necessidade para essa conexão e fluxo adequado dos materiais entre gerador do resíduo e o utilizador do mesmo. Por fim, um dos aspectos de maior relevância e compatibilidade com a SI presente na PNRS, mais especificamente em seus instrumentos, são os Acordos Setoriais. Os Acordos Setoriais (AS) objetivam um engajamento contínuo entre os diversos membros da cadeia produtiva, como fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, visando encontrar soluções conjuntas para a implementação da Logística Reversa e para a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. De forma semelhante, a SI é pautada na busca por uma abordagem coletiva que proporcione vantagem competitiva, através da troca de materiais, resíduos e subprodutos entre as indústrias e membros da cadeia de suprimentos, com o objetivo de alcançar um processo produtivo mais sustentável. Assim, há uma atuação coletiva e direta em questões como consumo de recursos naturais.

2.1.1.3. Nível Macro

Ao chegarmos no nível macro, passamos a olhar o desenvolvimento da EC em cidades, estados e regiões. Ghisellini, et al.(2016) trazem nesse nível três aspectos importantes: as Eco-cidades, o modelo de consumo colaborativo e os programas zero-resíduos.

O conceito de eco-cidade é oriundo dos Estados Unidos dentro da pauta da ecologia urbana e tinha como preceito redesenhar as cidades de acordo com conceitos mais ecológicos e sustentáveis (ROSELAND, 1997). Os fatores que levaram regiões e países a um considerável sucesso na implantação dessas Eco-cidades são basicamente aspectos e aparatos legais adequados, incluindo um quadro legislativo em evolução, trabalhos e investimentos sociais, econômicos e tecnológicos, o envolvimento da sociedade com a responsabilidade compartilhada, subsídios e diversificação das atividades

empresariais e investimento em inovação para aprimorar a capacidade tecnológica na indústria (VAN BERKEL et al., 2009).

Já os modelos de consumo colaborativo são apresentados como uma das melhores opções para os consumidores que desejam efetivamente mudar o modelo atual de consumo para alternativas mais sustentáveis e circulares. Esses modelos são baseados na propriedade compartilhada e em evitar a compra efetiva de um bem, podendo incluir modelos de compartilhamento, troca, empréstimo, negociação, aluguel e doação de produtos. Tais estratégias além de reduzir o impacto ambiental do modelo consumista podem promover uma coesão social e atuar como uma base para melhor desempenho de EC (NESS, 2008; BOTSMAN; ROGERS, 2011; PRESTON, 2012; TUKKER, 2015).

Por sua vez, os programas zero-resíduos surgiram como uma resposta aos problemas ambientais crescentes e às restrições de aterro sanitários, especialmente em cidades e países mais populosos e com limitações geográficas, fazendo com que a prevenção e minimização dos resíduos ganhasse cada vez mais atenção (BUTTOL et al., 2007; GENG et al., 2010).

Nesse nível macro, ao analisarmos a PNRS podemos encontrar pontos que se aproximam, mas não de forma tão clara quanto nos demais. Dentro do pilar de eco-cidades, a Lei não aborda em nenhum trecho a importância e a necessidade de se criar e adotar estratégias e novas formas de se pensar e redesenhar as cidades e toda infraestrutura urbana seguindo conceitos e modelos mais ecológicos e sustentáveis, e que, por sua vez, possam facilitar processos mais circulares. Entretanto, considerando alguns dos pontos que podem levar ao sucesso na criação de eco-cidades, o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o objetivo da gestão integrada de resíduos sólidos aparecem como um dos principais focos da PNRS e ambos são considerados importantes nas eco-cidades. No que tange aos modelos de consumo colaborativo, temos dois itens nos objetivos que trazem certa convergência: o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços e o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável. Entretanto não pode ser evidenciado que esses padrões sustentáveis ou que o consumo sustentável referido na Lei está relacionado a casos de propriedade compartilhada e que acarretariam em evitar

e minimizar a compra e o consumo, notando-se uma relação indireta ou parcial. Por fim, a PNRS não faz nenhuma alusão clara a programas zero-resíduos ou semelhantes, mas a não geração é a prioridade número um na ordem de gestão dos resíduos que a Lei estabelece em seus objetivos. Além disso, o instrumento PGRS tem como exigência as metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos.

O quadro 02 traz uma síntese de como os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS estão relacionados com os diferentes níveis verticais da EC.

Quadro 2 - Relação dos níveis da EC com os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS

	Micro	Meso	Macro
Princípios	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenção e a precaução • Ecoeficiência 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperação entre o poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidade compartilhada
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Não geração • Estímulo à adoção de padrões sustentáveis • Adoção de tecnologias limpas • Redução do volume e da periculosidade dos resíduos • Incentivo à indústria da reciclagem • Integração dos catadores • Estímulos para sistemas de gestão ambiental e empresarial • Rotulagem ambiental e consumo sustentável 	<ul style="list-style-type: none"> • Estímulo à adoção de padrões sustentáveis • Incentivo à indústria da reciclagem • Articulação entre as diferentes esferas do poder público com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira • Estímulos para sistemas de gestão ambiental e empresarial 	<ul style="list-style-type: none"> • Não geração • Estímulo à adoção de padrões sustentáveis • Gestão integrada de resíduos sólidos • Rotulagem ambiental e consumo sustentável
Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> • PGRS 	<ul style="list-style-type: none"> • PGRS • Cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado • Incentivos fiscais, financeiros e creditícios • SINIR • SINISA • Acordos Setoriais 	<ul style="list-style-type: none"> • PGRS

Fonte: Elaborado pelo autor

Adicionalmente, para ilustrar como os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS estão distribuídos em cada nível da EC, tem-se a figura 01 que agrupa todos os itens de acordo com recorrência nos diferentes níveis.

Figura 1 - Distribuição geral dos princípios, objetivos e instrumentos da PNRS ao longo dos níveis da EC.



Fonte: Elaborada pelo autor

2.2. Experiências internacionais em Economia Circular e suas relações com a PNRS

O desenvolvimento de subsídios financeiros somados a uma base legal com apoio social (LEVÄNEN, 2015), normas e aspectos culturais que impactem na transição e no comportamento para formação de atores que optem por escolhas sustentáveis e que levem em consideração os preceitos da EC (LEVÄNEN, 2015; DAI et al., 2015; DUBEY et al., 2016), e o desenvolvimento de tecnologias e inovações que primem pelo fluxo circular de produtos (MATHEWS; TAN, 2011; GENG et al., 2012), e o uso de sistema de indicadores para análises (SU et al. 2013) são alguns dos fatores que podem ter impacto direto na evolução dos sistemas e políticas de EC.

Ranta et al. (2017) realizaram uma comparação sobre os ambientes institucionais de China, Europa e Estados Unidos da América (EUA), por meio de estudos de caso, para levantar *drivers* e barreiras relativos ao avanço da EC em cada uma dessas regiões. Os autores apontam que na China há uma dificuldade no cumprimento das leis relativas e EC em um nível local, com variações regionais relativas a implementação das mesmas, o que reduz os efeitos positivos da EC. Dessa forma, esse aspecto regional deve ser um dos fatores a serem incorporados em políticas ou programas de EC para que as chances de sucesso na implantação sejam maiores.

Esse cenário é bastante convergente com a realidade brasileira, uma vez que temos um país de elevada extensão territorial e com realidades regionais extremamente discrepantes em termos de economia, infraestrutura e saneamento básico. No Brasil, um país de dimensões continentais, existem dificuldades básicas que vão desde a inexistência de uma coleta porta a porta e que atenda 100% das áreas e populações de um município até locais adequados para o descarte final. Complementarmente, ao considerarmos a implementação da LR e dos AS, temos uma operacionalização bastante complexa da coleta e transporte de resíduos em pontos distantes e que posteriormente precisam ser destinados para reciclagem em cooperativas ou associações que muitas vezes são inexistentes na região ou que deveriam voltar ao fabricante que se encontra

a uma distância bastante elevada, o que aumenta a chance dos resíduos serem descartados em aterros ou lixões (FAGLIARI, 2017).

Fagliari (2017) levantou junto aos setores que tinham Acordo Setorial firmado quais eram as principais dificuldades em alcançar o cumprimento das metas estabelecidas nos termos de compromisso assinados e a característica territorial brasileira de abrangência geográfica elevada foi um dos pontos de maior destaque. O autor destaca que é perceptível que a escala e a amplitude das dificuldades decorrentes da implementação de modelos precários e não sustentáveis de gerenciamento de resíduos sólidos estão relacionadas a essas características de grandes e diferentes áreas regionais de um país continental, o que exige mudanças graduais, demoradas e que devem ser planejadas regionalmente de acordo com realidade local em termos de recursos financeiros, infraestrutura e cultura.

Ao analisarmos a PNRS e como a mesma aborda a questão geográfica somada a essas diferentes realidades locais, o primeiro aspecto a ser destacado é o item IX do Artigo 6º que traz os princípios da PNRS e que consiste no respeito às diversidades locais e regionais. É importante que a Lei aborde esse aspecto para que não sejam impostas medidas uniformes e padrões que se adequem a determinadas realidades em detrimento a outras, principalmente por termos altas discrepâncias econômicas e estruturais entre as diferentes regiões brasileiras.

Por sua vez, a Seção II da Lei 12.305/2010 que apresenta o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), afirma que deverá constar em tal documento, dentre outras coisas, as “medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010). O PLANARES foi instituído por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022 e apresenta-se como instrumento da PNRS que define estratégias e etapas para que sejam alcançados os objetivos da lei, bem como diretrizes, ações e metas relacionadas a melhoria geral da gestão de resíduos sólidos no Brasil. Em seu item 4, são apresentadas as Diretrizes e Estratégias para orientar as atividades de gestão de resíduos sólidos. A gestão regionalizada é uma constante em diversos momentos, sendo que o capítulo 4.11 trata especificamente das “Diretrizes e medidas para incentivar a gestão regionalizada de resíduos sólidos”.

A gestão regionalizada é marcada a pelo compartilhamento de unidades e infraestruturas, uniformidade de fiscalização e regulamentação, compatibilização de sistemas de remuneração e harmonização de estratégias de planejamento e execução. Os programas, projetos e ações para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos devem estar alinhados e integrados por todos os entes que fazem parte da estrutura de gestão regionalizada, considerando critérios populacionais, econômicos, logísticos e ambientais. O Planares reforça nesse item a priorização de repasse de recursos da União aos municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais ou interfederativas para atender a gestão dos resíduos sólidos, com vistas à ampliação da oferta de serviços, racionalização de equipamentos, otimização de pessoal e potencial redução de custos. Nota-se, dessa forma, que há também uma aproximação com os preceitos da SI, uma vez que é estimulada a atuação conjunta entre diferentes entes buscando otimizar processos ou sanar carências que possam ocorrer.

Para fortalecer a gestão regionalizada o PLANARES traz cinco estratégias: I) desenvolver os instrumentos da PNRS junto aos consórcios estabelecidos para gestão de resíduos sólidos; II) fomentar a gestão associada para a implantação e operação de unidades compartilhadas e soluções conjuntas; III) disponibilizar oportunidades exclusivas para que consórcios públicos e arranjos intermunicipais e interfederativos obtenham recursos federais para projetos de gestão de resíduos sólidos; IV) capacitar os consórcios públicos e demais arranjos intermunicipais e interfederativos para a implantação de soluções tecnológicas que maximizem o desvio de resíduos sólidos das unidades de disposição final; e V) desenvolver fluxos de processos e modelos de documentos que possibilitem a estruturação das soluções supra-locais favoráveis para o desenvolvimento da gestão de resíduos sólidos.

O decreto nº 10936/2022, que regulamenta a PNRS, traz a questão da regionalização de forma bastante sucinta. Em seu artigo 33º, o mesmo aponta que compete aos Estados e ao Distrito Federal “incentivar a regionalização dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por meio de consórcios públicos e arranjos de prestação regionalizada, nos termos do disposto no inciso VI do caput do art. 3º da Lei nº 11.445, de 2007, principalmente quanto à implantação de unidades regionalizadas, que atendam a mais de um

Município, para a destinação final ambientalmente adequada de resíduos em seu território.”. Todavia, não podem ser encontrados maiores detalhes de como esse incentivo deve ocorrer, se o governo federal terá alguma participação ou se cabe exclusivamente aos estados garantir benefícios, o que torna as estratégias estabelecidas pelo PLANRES as principais diretrizes de estruturação de sistemas regionalizados de gestão. No entanto, tais diretrizes ainda necessitam de maiores detalhamentos e esclarecimentos principalmente no que tange aos tipos de benefícios, incentivos, fomentos ou instrumentos que deverão pautar esse processo de regionalização.

A abordagem da União Europeia em relação a EC e a gestão de resíduos, baseia-se em uma hierarquia que tem a seguinte ordem de prioridade: prevenção, reutilização, reciclagem, recuperação energética e, em uma opção menos preferida, a disposição final (EUROPEAN UNION COUNCIL, 1999). Na prática, isso se reflete no desvio da rota final dos resíduos, os quais ao invés de seguirem para aterro, seguem para processos de recuperação de material ou de energia (LAUSSELET et al. 2017).

A PNRS se aproxima bastante dessa estratégia ao trazer em seu artigo 7º, que estabelece os objetivos da lei, bem como em seu artigo 9º, a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A Lei faz um adendo ainda no art. 9º em seu § 1º que “poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação 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. ”.

Nem a Lei nº 12.305/2010 nem o seu decreto regulamentador nº 10.936/2022 trazem maiores informações de como essa ordem de prioridade deverá funcionar na prática, como deverá ser estimulada, acompanhada, fiscalizada ou avaliada. No PLANARES, essa ordem é tratada, partindo de um reconhecimento no próprio plano de que “tais práticas ainda se mostram incipientes no Brasil, não havendo indicadores que demonstrem o volume de material que deixou de ser descartado ou que foi reduzido” (BRASIL, 2022). O

plano traz ainda que as políticas de não geração e redução da geração de resíduos precisam ser estimuladas e contar com ferramentas de desenvolvimento e acompanhamento, as quais serão listadas nas diretrizes e estratégias do PLANARES.

No item 4.5, diretriz 1B encontramos o seguinte: Fomentar a não geração, a redução e a destinação final adequada dos resíduos industriais. Para tal são apresentadas 5 estratégias:

1. Incentivar estudos técnicos e científicos de mapeamento e identificação de materiais resultantes do processo produtivo que possam ser utilizados como insumos e matérias-primas em outros processos produtivos, substituindo o uso de matérias-primas virgens e estimulando a economia circular.
2. Fomentar, por meio de estudos de regionalização, linhas indutoras e de financiamento, a criação e o desenvolvimento de polos regionais de aproveitamento, tratamento, destinação e disposição final adequada de resíduos sólidos industriais, visando à minimização de impactos logísticos.
3. Fomentar, por meio de linhas indutoras e de financiamento à pesquisa, o desenvolvimento, a capacitação e a implantação de novas tecnologias, bem como o fortalecimento da simbiose industrial, visando ao aproveitamento e à destinação final adequada de resíduos sólidos industriais.
4. Fomentar e regulamentar a requalificação de resíduos industriais em coprodutos ou matérias primas secundárias para uso no setor industrial ou em outros segmentos produtivos.
5. Incentivar e valorizar iniciativas empresariais de não geração, redução e aproveitamento de resíduos industriais, inclusive por meio de instrumentos econômicos, creditícios e tributários.

Analisando as estratégias apresentadas pelo PLANRES é nítido que para cumprimento da ordem de priorização da PNRS a SI é um conceito fundamental e presente direta e indiretamente. Mesmo sendo citada apenas no item 3, todos os demais itens fazem parte do conceito da simbiose industrial, buscando criar essa rede metabólica para que as organizações consigam criar esse fluxo de materiais de uma empresa ou processo para outra empresa ou processo, sendo fundamental para que isso ocorra as etapas de mapeamento e identificação dessas possibilidades, fomento a criação de polos regionais ou os ecoparques,

criar tecnologias que possam facilitar esse processo, identificar “oferta e demanda” pelos resíduos e criar estratégias econômicas que sejam relevantes para os empresários entrarem e se manterem nesse sistema.

Em 2018, o pacote de EC aprovado pelo parlamento europeu trouxe metas de reciclagem para 60% em 2030 e 65 % até 2035. Além disso, dentre outras regras integradas nesse pacote relativo à EC, foi estipulado que a quantidade de resíduos urbanos depositados em aterros não poderá ultrapassar os 10% em 2035. Metas específicas para embalagens para 2030 também estão incluídas. Embalagens como um todo deverão ter redução de 75%, e por tipo a redução deverá ser de: 55% para plástico, 75% madeira, 85% metais ferrosos, 85% alumínio, 85% vidro e 85% papel. Soma-se a essas metas a promoção de instrumentos econômicos para desestimular a destinação para aterros, medidas concretas para estimular a simbiose industrial e incentivos econômicos para produtos mais sustentáveis com maiores possibilidades de recuperação e reciclagem (EUROPEAN COMMISSION, 2018). Tem-se assim um cenário e um momento ímpar que tornam ainda mais relevante a presente pesquisa.

Nesse mesmo sentido, a Lei nº 12.305/2010, que institui a PNRS, bem como seu Decreto regulamentador nº 10.936/2022, não trazem em seu conteúdo o estabelecimento de metas específicas. A lei, no entanto, deixa claro onde tais metas devem ser instituídas, sendo eles:

1. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos

- 1.1. metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- 1.2. metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- 1.3. metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- 1.4. programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

2. Os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

- 2.1. metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
 - 2.2. metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
 - 2.3. metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
 - 2.4. programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
3. Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
 - 3.1. metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
4. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
 - 4.1. metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

Nota-se, portanto, que os Planos são os grandes responsáveis pelo estabelecimento de metas relativos a gestão de resíduos no Brasil. O Plano nacional e os planos estaduais têm o mesmo conteúdo referentes as metas, ou seja, ambos devem estabelecer valores para as mesmas diretrizes. Esse ponto pode soar conflitante em um primeiro momento, no entanto, considerando a importância da gestão regional, bem como a diversidade e a discrepância entre cada região do Brasil, um país de extensas dimensões continentais, essa possibilidade de cada estado olhar para sua realidade para criar suas metas, desde que não conflitantes e incompatíveis com a nacional, torna-se um fator bastante importante para que não sejam estabelecidos valores de metas impossíveis de serem alcançadas em determinado local, enquanto em outros os mesmos valores já são realidades bem estabelecidas.

Ademais, para os municípios e para as empresas, o foco principal é reduzir a geração. No caso dos municípios, criar estratégias e opções para aumentar a reciclagem e coleta seletiva, reduzindo a ocupação e envio de materiais para aterros. Para as indústrias, colocar em prática conceitos previstos em Lei como não geração e ecoeficiência e diminuir a quantidade de resíduos gerados em processos e embalagens colocadas no mercado.

Analisando especificamente o PLANARES, o capítulo 3 apresenta as metas divididas em 03 pilares principais:

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)
- Resíduos da Construção Civil (RCC)
- Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

O quadro 03 a seguir traz uma síntese das metas estabelecidas no PLANARES:

Quadro 3 - Metas instituídas pelo PLANARES relativa a gestão de resíduos sólidos no Brasil

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	
META	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES
1 - Aumentar a sustentabilidade econômico-financeira do manejo de resíduos pelos municípios.	<ul style="list-style-type: none"> • Até 2024, 100% dos municípios terão alguma forma de cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos • Até 2040, 68% dos municípios em território nacional terão assegurado equilíbrio econômico-financeiro de, pelo menos, 75% entre a receita arrecadada e as despesas com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
2 - Aumentar a capacidade de gestão dos municípios	<ul style="list-style-type: none"> • Até 2040, 100% dos municípios terão seus planos de gestão integrada de resíduos elaborados • Até 2040, 94,1% dos municípios integrarão um consórcio público para prestação de serviços de manejo de resíduos.
3 - Eliminar práticas de disposição final inadequada e encerrar lixões e aterros controlados.	<ul style="list-style-type: none"> • Encerramento dos lixões e aterros controlados até 2024. • Universalização da coleta regular de RSU até 2036. • Nenhum município dispor RSU em aterro controlado e lixões até 2024 • Eliminar a disposição de RSU em lixões e aterros controlados até 2024
4 - Reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar 48,1% da massa total de RSU em âmbito nacional até 2040
5 - Promover a inclusão social e emancipação econômica de	<ul style="list-style-type: none"> • Até 2040, 95% dos municípios que utilizam serviços de catadores e cooperativas deverão formalizar contrato com

catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	cooperativas e associações de catadores para prestação de serviço de manejo de materiais recicláveis.
6 - Aumentar a recuperação da fração seca dos RSU	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar 20% de recicláveis secos, em relação à massa total de RSU, até 2040 <p>Assegurar que 72,6% da população tenha acesso a sistemas de coleta seletiva até 2040.</p> <p>Serão recuperadas 50% das embalagens em geral por sistemas de logística reversa até 2040.</p>
7 - Aumentar a reciclagem da fração orgânica dos RSU	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar 13,5% da fração orgânica, em relação à massa total de RSU, até 2040 Todos os municípios do Brasil devem ter alguma iniciativa de valorização de resíduos orgânicos, como coleta seletiva de orgânicos, compostagem e digestão anaeróbia em escala piloto ou comercial, unidades de tratamento mecânico-biológico, dentre outros, até 2040.
8 - Aumentar a recuperação e aproveitamento energético de biogás de RSU	<ul style="list-style-type: none"> Até 2040, mais de 60% do biogás gerado em processos de digestão anaeróbia e nos aterros sanitários será aproveitado energeticamente, com potencial para abastecer 9,5 milhões de domicílios com eletricidade Todos os aterros sanitários terão eficiência mínima de captação de biogás de 50% para aproveitamento energético, com uma potência instalada de 257 MW até 2040, suficiente para abastecer 7,5 milhões de domicílios com eletricidade até 2040. Cerca de 4% da massa nacional será digerida anaerobicamente com aproveitamento energético do biogás, tendo potencial de abastecer 2,0 milhões de domicílios com eletricidade até 2040.
9 - Aumentar a recuperação e aproveitamento energético por meio de tratamento térmico de RSU	<ul style="list-style-type: none"> Até 2040, o país contará com uma potência instalada de 994 MW, o que seria suficiente para abastecer 27 milhões de domicílios com eletricidade.
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	
META	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES
1 - Aumentar a reciclagem dos resíduos da construção civil	<ul style="list-style-type: none"> Projetou-se 25% de reciclagem de RCC até 2040
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)	
META	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES
1 - Aumentar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de serviço de saúde	<ul style="list-style-type: none"> Todos os municípios destinarão adequadamente os RSS até 2024

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Planares

Comparando com as metas estabelecidas no pacote europeu de EC, fica nítido a diferença de realidade entre aquelas estabelecidas pelo PLANARES. Enquanto na Europa as metas já chegam a tipologia dos resíduos, com especificações para cada tipo, o Brasil ainda está buscando destinação adequada, organizando seus processos, estabelecendo condições mínimas e

encerrando mecanismos aceitos por muitos anos, mas que são insustentáveis, como os aterros controlados e os lixões.

CAPÍTULO 03 – A perspectiva histórica e cultural dos resíduos e o impacto na Economia Circular no presente

Ao analisarmos os principais desafios ambientais atuais, a regulamentação por instrumentos legislativos, como a PNRS e o projeto de lei que trata da EC (Projeto de Lei nº 1874, de 2022), além de outros instrumentos apresentados em países europeus e asiáticos, notam-se nítidas evoluções, mas ainda ficam evidentes algumas limitações, o que traz espaço para implantação de novas abordagens políticas (FIORINO, 2006). Um fator relevante refere-se ao planejamento político, estrutural e outros que façam interface, com uma abordagem de "gestão da mudança", principalmente em cenários de transformações mais profundas, culturais e históricas como é o cenário de gestão de resíduos em muitas regiões do planeta, principalmente em países em desenvolvimento, onde questões de maior insegurança e instabilidade tornam o processo mais dificultoso (MOL et al., 2009; RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015; OECD, 2016).

A definição das estratégias e formas de destinação de resíduos tem sido influenciada por uma variedade de elementos ao longo dos anos, tais como história, cultura, e modelos de comunidade e sociedade (KORHONEN et al., 2018). Tais fatores continuarão a ter influência no futuro e devem ser analisados e levados em consideração para modelos de sucesso de gestão circular de resíduos, incluindo para a devida evolução de políticas indutoras como a PNRS. Por estarmos em um cenário de constantes mudanças e evoluções tecnológicas, acompanhar e entender esses cenários é muito importante para decidir quais estratégias, modelos, programas e fluxos de resíduos que serão aplicados em políticas públicas, governança e gestão estratégica.

O próprio conceito de "resíduo" tem sido subjetivo e altamente dinâmico, estando da mesma forma sujeito a visões e fatores ligados a cultura, a sociedade, a comunidade, a história e o nível de desenvolvimento social (KORHONEN et al., 2018). O momento ou a política exata que determina o momento em que um objeto após o seu uso seja encarado como algo de valor agregado, ou ainda um material sem valor nenhum ou com valor negativo, é uma questão complexa e influenciada pela cultura, pela história e pelo desenvolvimento social e econômico da região. Essa dinâmica também se aplica

à distinção entre resíduo e subproduto, que ainda é um assunto controverso e complicado. Destaca-se nesse ponto o pilar cultural, que tem um impacto bastante relevante na visão e, conseqüentemente, na definição dos resíduos. A PNRS tem um mérito ao definir as terminologias de resíduos e rejeito, evitando a visão cultural antiga do lixo e deixando mais enraizada dos mesmos como fontes valiosas de recursos e impacto social positivo. Essa perspectiva enfatiza o fato de que a definição de resíduos é culturalmente dependente e pode estar em constante adaptação e mudança.

Percebe-se, dessa forma, o quanto elementos culturais, históricos e de comunidade estão intimamente relacionados à visão e definição de modelo de EC com maiores chances de sucesso. Korhonen et al. (2018) destacam que todas as definições são construções que podem mudar e ser interpretadas de acordo com a evolução das comunidades e das culturas. Esse olhar faz-se de grande importância para a evolução da PNRS no Brasil, principalmente considerando as dimensões continentais e as elevadas diferenças culturais, econômicas e de infraestrutura urbana de cada região do país. Políticas e programas estaduais e regionais, portanto, tornam-se potenciais instrumentos de evolução do conteúdo da PNRS e da EC, desde que tragam em suas estratégias de implantação a visão histórica e cultural de cada um, evitando generalizações e modelos comuns em locais com realidades completamente desiguais.

Considerando esse viés histórico e cultural, faz-se fundamental trazer luz sobre esses dois pontos para analisarmos a evolução da EC e da PNRS no Brasil. Para tal, para entendermos a questão histórica vamos destacar a participação de uma figura fundamental na análise da gestão de resíduos no país, que são os catadores. O presente capítulo trará informações sobre a história dos catadores até o presente, principalmente para que possamos entender como a evolução da EC no Brasil tem suas peculiaridades e diferenças se comparadas aquelas onde a mesma já vem evoluindo mais. Adicionalmente, para entendermos a questão cultural, o capítulo abordará a evolução das fases da gestão de resíduos sólidos para que possamos considerar as perspectivas de mudanças culturais.

Historicamente, a Revolução Industrial teve papel determinante na crescente geração de resíduos sólidos em núcleos urbanos, baseando-se em um modelo produtivo focado na utilização indiscriminada de recursos naturais em grandes escalas para abastecimento dos processos e atividades de produção. Soma-se a esse ponto a analogia criada do consumo como sinônimo de poder e riqueza, fazendo com que o consumismo se tornasse um pilar para a sociedade (PEREIRA; CURI, 2013). Marques (2005) relaciona a revolução industrial com o crescimento acelerado e desordenado das cidades, concentrando pessoas em núcleos urbanos, acarretando na massificação de produtos, do consumo e, conseqüentemente, massificação de problemas.

Houve, dessa maneira, um aumento rápido e crescente das necessidades sociais, tanto de consumo quanto daquelas básicas como alimentação e moradia. E para atendê-las foi necessário consumir e transformar cada vez mais matérias-primas, que consistiam essencialmente em recursos naturais, suprindo assim as demandas dos acelerados processos produtivos industriais. Um dos resultados desse cenário, foi o exacerbado aumento na geração de resíduos, oriundo tanto das atividades da indústria como do consumismo (DIAS; SALGADO, 1999).

Com o aumento e concentração populacional, a distribuição demográfica entre áreas rurais e urbanas teve uma sensível alteração (CAMARANO; BELTRÃO, 2000). O número de cidades no Brasil aumentou em aproximadamente 16% por década entre os anos de 1960 e 2010, com uma taxa de urbanização em torno de 84,4% conforme o censo de 2010. Esse valor representa um número médio de 160 milhões de pessoas vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2012). Soma-se a esse ponto a industrialização da economia brasileira, acompanhada de uma tendência de reconfiguração do espaço territorial pela migração de pessoas que buscam trabalhos nas áreas mais industriais e com mais oportunidades (MALHEIROS; PHILIPPI JR; COUTINHO, 2008).

Essas áreas urbanas no início do século XX eram bastante desiguais e com condições sanitárias e estruturais precárias, o que também motivou novas obras de expansão e construções, atraindo ainda mais pessoas para as áreas centrais (HOGAN et al., 2001), resultando em uma expansão desordenada de

perímetros urbanos. Um dos resultados desse processo foi a consolidação das favelas no país e da exclusão social. A grande maioria das cidades brasileiras e mundiais que cresceram sem planejamento e organização, não conseguiu manter as mínimas capacidades de gestão e prestação de serviços públicos básicos, como educação, saneamento ambiental e saúde (SANTOS Jr, 2013).

Nesse contexto, com a proliferação dos centros urbanos houve um acelerado aumento nos índices de geração de resíduos sólidos (industriais e domésticos), os quais, pela inexistência de leis, normas, regulamentos e de um planejamento mínimo, acabaram dispostos de maneira irregular e altamente impactante social, ambiental e economicamente.

Leal, Gonçalves e Thomaz Jr. (2002) apresentam uma relação entre crescimento econômico e aumento nos índices de geração de resíduos, relacionando ambos ao estímulo de consumo para alavancar economias, sem, no entanto, que haja um esforço proporcional para suportar esse aumento. Dessa forma, os avanços econômico e de consumo não vieram acompanhados de investimentos em infraestrutura, serviços de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos, acarretando em previsíveis problemas de gestão, bem como ambientais, sociais e econômicos. Os impactos oriundos de sistemas ineficientes e inadequados de resíduos sólidos têm recebido atenção especial não só pelos constantes impactos ambientais, mas também pelo caráter social e econômico envolvido.

Independentemente de tamanho, porte, as características socioeconômicas e da complexidade produtiva, a minimização da geração e a destinação correta dos resíduos sólidos passam a ser uma preocupação crescente em todo o mundo.

Um outro resultado do modelo econômico de mercado pautado de um lado nos altos padrões de consumo e de outro na exclusão social, é o aparecimento da figura do catador (PEREIRA; CURI, 2013). Com estes, estabeleceu-se uma relação conflitante relativa aos resíduos. Se por um lado os resíduos sólidos são um dos maiores geradores de impactos socioambientais negativos da sociedade atual, por outro também são recursos preciosos para inúmeras famílias excluídas e/ou marginalizadas que tem suas rendas baseadas na coleta e venda de

materiais recicláveis e reutilizáveis (LAYRARGUES, 2002; FADINI; FADINI, 2001).

Todavia, o correto olhar para a presença dos catadores na sociedade passa por um conhecimento histórico desse grupo ao longo dos anos e também o conhecimento da evolução da gestão de resíduos no Brasil, ilustrada nesse capítulo através da história na cidade de São Paulo.

3.1 A evolução histórica da gestão de resíduos na maior e mais populosa cidade do país

A EC tem como base a minimização do desperdício e a maximização do valor dos resíduos que passam a ser encarados como recursos. Para isso, é importante que a mesma tenha seu planejamento alinhado diretamente com a evolução histórica da gestão de resíduos no Brasil, à medida que a EC reconhece a mudança no olhar e na forma de se pensar as ações para gestão dos resíduos sólidos, trazendo um novo olhar para os materiais. Assim, olhar para o histórico da gestão de resíduos no Brasil permitirá avaliar como a cultura local poderá refletir e orientar uma trajetória de evolução efetiva tanto da EC quanto da PNRS em direção a novas abordagens mais sustentáveis.

Compreender o histórico da gestão de resíduos fornece uma base sólida para a identificação e avaliação dos desafios e sucessos passados, embasando políticas, pesquisas e ações que compreendam as tendências históricas, métodos de disposição, problemas de gestão e os principais impulsionadores de mudanças na gestão de resíduos ao longo do tempo. Essa compreensão contextual é essencial para evitar a repetição de erros passados, bem como para aprimorar estratégias futuras. Não obstante, o conhecimento histórico revela a evolução da consciência ambiental e das políticas públicas relacionadas aos resíduos. Isso ajuda a traçar um panorama das transformações na mentalidade da sociedade e das prioridades governamentais, desde uma abordagem predominantemente linear de "usar e descartar" até a adoção crescente de princípios da EC. Além disso, o histórico da gestão de resíduos oferece *insights* sobre os desafios específicos enfrentados pelo Brasil, como a disposição inadequada em lixões, a falta de infraestrutura em algumas regiões e a

necessidade de educação ambiental. Essas questões são fundamentais para orientar estratégias futuras de implementação da PNRS e da Economia Circular, permitindo que sejam abordadas de maneira mais eficaz e eficiente. Por fim, a compreensão do histórico da gestão de resíduos fornece um contexto valioso para avaliar o progresso em direção a metas e objetivos futuros. Essa avaliação contínua é crucial para ajustar estratégias e políticas conforme necessário, à medida que se avança em direção a uma gestão de resíduos mais sustentável e à promoção de uma economia circular. Nesse âmbito, no presente capítulo apresentaremos a história da gestão de resíduos na cidade de São Paulo.

Em meados do século XIX, São Paulo era uma cidade que ainda tinha dificuldades para limitar o bem comum e de interesse público. Um documento redigido pela Câmara Municipal já abordava a temática limpeza pública, definindo áreas específicas e autorizadas para descarte dos resíduos, indicando que esse assunto já se configurava como um aspecto regulamentado pelo poder público.

[...] mandamos a todos os sobreditos moradores que tenham suas testadas sempre limpas, isentas de todo e qualquer lixo, que será lançado em lugares, que este senado passa a destinar, a fim de cessar este procedimento contra a dita limpeza pública, a saber:

no terreno próximo ao rio Anhangabaú defronte aos fundos das taipas e muros das casas do Tenente Joaquim Manuel Prudente: no fundo da pequena casa entre a ponte de marechal, e casa de Bento Dias Vieira;

no terreno que fica além da última casa pertencente ao mosteiro de São Bento;

no terreno próximo ao rio Tamanduatahi [sic] que fica nos fundos das casas do Tenente Coronel Antonio Maria Quartim;

no buracão do Carmo, no lugar imediato à primeira casinha pertencente a este concelho;

no beco que desce para a dita do gaio;

na ribanceira imediata a uma cruz, que fica na rua que desce por detrás de São Gonçalo, e caminho que vai para Santo Amaro: outrossim ordenamos conservem o asseio dos canos de expedição de águas debaixo das penas de serem condenados pela primeira vez na quantia de 1\$000, pela segunda vez em 2\$000 – e pela terceira vez em 4\$000 por

qualquer contravenção deste nosso edital [...] (ARQUIVO Municipal de São Paulo. 1821, p. 131-133 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012)

A partir de 1820, momento em que São Paulo chega a marca de 20 mil habitantes, com aproximadamente um quarto desse total sendo composto por escravos, emergem na cidade novas preocupações até então inexistentes em uma vila com alguns poucos milhares de habitantes, e que passa dar lugar a um núcleo urbano concentrado. Faz-se necessário, portanto, a intervenção do poder público nesse processo, devendo iniciar um planejamento de ações voltadas ao abastecimento de água, iluminação e dragagem de rios. Miziara (1998), destaca que, de maneira semelhante aos “Tigres” do Rio de Janeiro, os responsáveis por coletar e descartar os resíduos eram figuras ligadas à exclusão e a rejeição social.

Na realidade, a necessidade de limpeza das ruas apoiava-se mais em valores morais e intenções punitivas do que em um ideário sanitário.

Quem realizava esse trabalho de recolhimento das sujeiras eram os considerados excluídos da sociedade: negros e mulatas forras e os fora da ordem ‘presos’, estes também vinculados à imagem de dejetos. (MIZIARA, 2008, p.3).

No entanto, nesse período o lixo ainda era composto basicamente por material orgânico, permitindo o uso do mesmo em hortas, criação de animais ou então enterrá-los nos quintais, sendo um problema resolvido, na maioria das vezes, de forma particular. Esse cenário passa a mudar com o adensamento do núcleo urbano, que diminuiu os espaços públicos e as áreas particulares das moradias, impossibilitando a manutenção das práticas recorrentes. Foi necessário, dessa forma, uma intervenção da Câmara municipal para regulamentar esse processo. Um exemplo disso foi a aprovação do artigo abaixo em 1855:

Art. 1o Os moradores da capital são obrigados a franquear os quintais, assear jardins, pátios e outras dependências de suas casas para

serem examinados, o estado de asseio e limpeza em que se acharão, pelos fiscais ou autoridades policiais. Os que por qualquer modo se opuserem a estas vistorias e exames pagarão a multa de trinta mil réis e o dobro nas residências.

Art. 2o Os moradores em cujos quintais, áreas, jardins, pátios ou outras dependências de suas casas, se acharem depósitos de lixo, águas estagnadas ou materiais corruptos ou de fácil corrupção, capazes de prejudicar a salubridade pública ou mesmo dos moradores serão multados pela primeira vez em dez mil réis, a segunda em vinte mil réis em cada residência até a alçada da Câmara fazendo-se a limpeza às custas dos moradores. (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1855 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012, p.34)

Nota-se que o poder público passa a ir além de fazer simplesmente a definição geográfica dos locais aptos a receberem o lixo, passando a abordar aspectos de coleta, limpeza, fiscalização e salubridade pública, uma grande mudança nos paradigmas da época. Com isso, pouco tempo depois, em 1869, tem início oficialmente em São Paulo o serviço de Limpeza Pública. Dois marcos históricos marcaram esse período na sequência.

O primeiro foi a contratação por dois anos do Sr. Antonio Francisco Dias Pacotilha para limpeza pública, considerado o primeiro contrato de prestação de serviços nessa área. Esse contrato foi de grande importância por estabelecer, dentre outras coisas, um responsável como prestador de serviços, a inclusão de um custo orçamentário e a estruturação do serviço através de veículos apropriados. Ou seja, tem-se o início do estabelecimento de uma política de limpeza urbana (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012). Apresenta-se a seguir os principais itens do contrato:

Artigo 1º

O segundo contractante Antonio Francisco Dias Pacotilha obriga-se por espaço de dois annos a contar da presente data a fazer o serviço da limpeza da Cidade nos Domingos, dias santificados e nos outros que lhe forem indicados pelo preço de dose mil reis por cada dia de serviço, devendo ser este feito pelo menos com quatro carroças.

Artigo 2º

Obriga-se mais o mesmo contractante a fazer o serviço regular das sete horas ás nove no Verão, e das oito ás dés no Inverno, devendo não obstante percorrer as ruas até ao meio dia para retirar o lixo que depois d'essas horas tiver sido amontoado.

Por qualquer alteração no horario do serviço que não for authorisada soffrerá a multa de dés mil reis.

Artigo 3º

O serviço consiste em tirar das ruas todo o lixo que tiver sido amontoado pelos particulares e mais aquelle que existir comprehendidas todas e quaisquer imundícies e objectos abandonados, e deve ser feita em todas as ruas dentro de pontes começando pelas centrais.

Os conductores das carroças andarão munidos de pás e vassouras.

A infracção deste artigo sugeita o segundo contratante a multa de 10\$000 reis por cada hua infracção das obrigações especificadas.

Artigo 4º

Não se fará a limpeza nos dias em que ella deve ter lugar se estiver chovendo, sob pena de não pagar-se o serviço que se fizer nesses dias.

Artigo 5º

Os Fiscaes da Camara são os fiscalizadores do serviço, devendo por isso serem obedecidos pelos trabalhadores que nelle se empregarem, entendendo-se a respeito de qualquer providencia com o Vereador contractante a cargo de quem fica este ramo de Serviço Municipal. (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1855 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012, p.35)

O segundo foi o Código de Posturas do Município em 1869, o qual definiu a responsabilidade da Câmara Municipal para remoção e destinação do lixo, fazendo com que os vereadores incluíssem os custos relativos a limpeza urbana no orçamento Municipal.

Esses dois marcos mostram que, após percorrer um árduo trajeto, a temática da limpeza e dos resíduos sólidos passou a ser uma pauta na administração pública, sendo encarado como um desafio constante a ser tratado

por uma cidade que crescia vertiginosamente e se tornava figura econômica importante pela crescente do café (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Essa tendência pode ser verificada com o novo Código de Posturas de 1880, que trouxe pontos como proibição de queimada de lixo em ruas e locais públicos por “corromper” a atmosfera, a necessidade de tratativa especial de resíduos hospitalares para não ameaçar a saúde pública, a proibição da criação de porcos nas cidades, e a permissão de fiscais para entrar e vistoriar residências com eventuais objetos ou resíduos que pudessem oferecer risco a saúde pública.

Já marcando o início da República, no final do século XIX São Paulo já tinha uma estrutura de coleta de resíduos e limpeza urbana (figura 2), com 80 funcionários, 55 carroças, 100 animais e 26 carrocinhas de mão (CAVALCANTI, 1900 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Figura 2 - Carroças usadas na coleta de lixo em São Paulo no final do século.



Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012).

Nesse começo de República, os gestores públicos iniciaram debates sobre qual seria a melhor opção para destino final dos resíduos, onde decidiu-se, conjuntamente com higienistas, pelo uso de um incinerador. Além disso, em meio a greve de 1917 e a epidemia de gripe espanhola, o prefeito Washington Luís determinou através do Ato nº 721 que os serviços de limpeza urbana fossem operacionalizados diretamente pela municipalidade, com estabelecimento da Lei 1.656 de 10 de março de 1913, permitindo a administração pública ressarcir empreiteiros e assumir o serviço. O ato nº 721 determinava também a obrigatoriedade das residências instalarem recipientes fechados e metálicos para coleta de lixo, em horário determinado e que acompanhasse a passagem

do veículo, devidamente anunciado pelos condutores, iniciando uma mudança de hábitos dos munícipes e instituindo responsabilidades aos mesmos (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Com isso, foi criada em seguida a Diretoria Municipal de Limpeza Pública de São Paulo (figura 3), que buscava novas opções (incineradores, trituradores, formas de redução) em uma cidade em franco crescimento. O órgão contava com certa autonomia, possuía frota própria de veículos de tração animal e pipas, oficinas e fábrica de utensílios. O crescimento da diretoria permitiu que a área de varrição aumentasse de 1.309 mil m² em 1913 para 2.219 mil m² em 1914, bem como o número de funcionários, que passou de 380 para 862 (PEREIRA, 2010).

Figura 3 - Estrutura do Departamento de Limpeza Pública de São Paulo.



Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

Também em 1913, foi inaugurado um incinerador próximo ao Cemitério do Araçá, que deu o nome ao mesmo. Este se apresentava como uma solução pioneira, tecnológica e defendida por sanitaristas da época como melhor alternativa para destinação final dos resíduos. O incinerador do Araçá chegou a se tornar cartão de visita da cidade, representando o progresso e o desenvolvimento de uma cidade moderna. No entanto, a moderna tecnologia recebia somente 10,6% de todo material recolhido na cidade, sendo que a maior parte ainda era destinada em depósitos a céu aberto, os quais passaram a ser chamados de “Lixões” (65,5% do total). Além destes, chacareiros (23,2%) e indústrias de trapos e papéis (0,7%) eram os destinos finais dos resíduos, evidenciando já um princípio de reciclagem informal (OGATA, 1983). A tabela 2 abaixo mostra os principais destinos dos resíduos na década de 1910.

Tabela 2 - Áreas receptoras de resíduos

Início	Término	Local
1913	1948	Incinerador do Araçá
1913	1927	“Lixão” da 4ª Parada
1913	1927	“Lixão” da R. Anhanguera
1915	1956	Aterro da R. Galeano de Almeida
1915	1966	Compressor de Latas 4ª Parada
1915	1923	Triturador de Lixo

Fonte: Ogata (1983)

É relevante destacar também o papel dos resíduos sólidos na ocupação da cidade de São Paulo, principalmente na várzea do Tietê. Lançar resíduos próximo ao centro produtor, possibilidade de uso da área para deposição por um longo período de tempo e valorização de grandes áreas que eram alagadiças próximas ao centro da cidade, foram os três aspectos tornavam vantajoso o lançamento de resíduos nas margens do rio Tietê (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Um destino comumente dado para os resíduos era a adubação, principalmente por conta da composição ser representada por 80% de matéria orgânica. No entanto, as falhas no processo de separação e tratamento acarretavam em processos de contaminação dos cultivos, fator que gerava críticas de médicos e sanitaristas da época a esse tipo de destinação.

Todavia, para que a compostagem fosse mantida como opção viável no tratamento dos resíduos, iniciou-se em 1925 em São Paulo o processo de fermentação em estações zimotérmicas via processo de Beccare (figura 4), que dava origem a um pré-composto para aplicação como adubo em lavouras. Houve, no entanto, inconsistências e imprecisões na execução do modelo, de

forma que a aeração não ocorresse como deveria e, a partir disso, a fermentação causou putrefação e maus odores, de forma que os chacareiros ainda continuassem preferindo o material sem tratamento para utilizar como adubo (OGATA, 1983).

Figura 4 - Cenas do trabalho com as câmaras das células Beccari nas estações zimotérmicas.



Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

Existia também a coleta e destinação de resíduos feita pelos trapeiros e sucateiros, os quais realizavam trocas com donas de casa em uma atividade de difícil fiscalização, prática essa que deveria ser abolida segundo higienistas. No entanto, Miziara (1998) aponta que esse sistema passou a ter melhor estrutura com o envolvimento de catadores, atacadistas e indústrias, fazendo do lixo um negócio com rentabilidade e utilidade como matéria-prima para processos produtivos com envolvimento de diversos atores.

A autora aponta que o final da década de 1920 em São Paulo é marcado pela organização e regulação de um serviço de limpeza urbana, com opções diversificadas de destino final, como o tecnológico incinerador, as estações zimotéricas, o uso em adubo por chacareiros, a informalidade dos trapeiros e sucateiros e o surgimento dos “lixões”. A partir disso, surgem os desafios e discussões sobre modelos, soluções e problemas da cidade relativos à sua gestão de resíduos sólidos (MIZIARA, 1998).

Diante de diversos desafios colocados à limpeza urbana já na década de 1950, como a alteração da composição dos resíduos gerados a partir da transformação do consumo pela industrialização, bem como o aumento do volume gerado a partir da instalação dos primeiros supermercados e da

substituição da venda a granel por embalagens, a Prefeitura criou leis para incentivar empresas particulares a coletarem, transportarem e industrializarem os resíduos domiciliares e industriais da capital, além de inaugurar os incineradores de Pinheiros, Ponte Pequena, e Vergueiro (único a possuir controle de poluentes emitidos na atmosfera) e construir a primeira usina de compostagem, com o objetivo inicial de reduzir o volume de lixo, sem tornar a atividade lucrativa.

No final da década de 1960, verifica-se em São Paulo que 15% da coleta da cidade ocorria por tração animal, carroças e carroções, sendo que a separação e a reciclagem eram práticas informais realizadas por coletores da Prefeitura, que vendiam os resíduos triados para depósitos ou ferros-velhos, complementado o salário, enquanto a catação era considerada uma prática irregular combatida. Após a varrição e recolhimento das sobras das feiras, as vias eram lavadas por caminhões-tanques, cuja a água continha cloreto de cal dissolvido para a desodorização (USP, OMS-OPAS, 1969 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

A disposição final dos resíduos sólidos ocorria predominantemente em lixões (Figura 5) localizados em bairros periféricos, margens de rodovias e várzeas de rios. A falta de planejamento associada à expansão urbana promoveu o deslocamento das áreas de lixões para locais cada vez mais afastados, aumentando o custo do transporte e dificultando o acesso aos locais. Contiguamente, os lixões atraíam a parcela da população marginalizada e que realizava catação no local, favorecendo o surgimento de favelas no entorno dos terrenos, os quais apresentavam perigo de explosão e desabamento, forte odor, presença de animais como insetos e urubus além de córregos poluídos com chorume (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Figura 5- Depósitos a céu aberto, conhecidos como lixões.



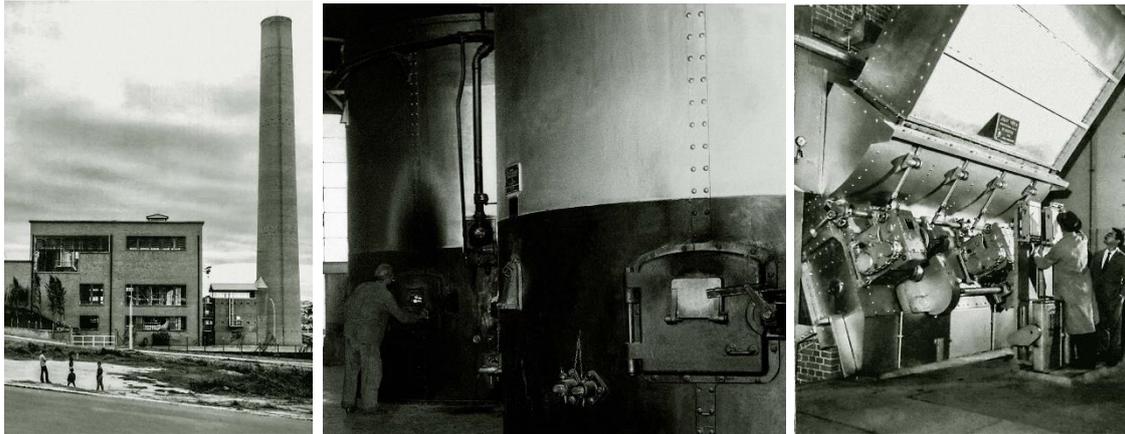
Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012).

Na década de 1960 foram criadas as Regionais de São Paulo, hoje denominadas subprefeituras, as quais, referente à gestão dos resíduos sólidos, eram responsáveis por administrar sua região pelos serviços de coleta de resíduos, limpeza de vias e manutenção da frota de veículos para limpeza pública. No entanto, persistiam as deficiências da coleta e abrangência, efetivas na região central, mas precárias na periferia, decorrentes do pequeno número de caminhões e pessoal não habilitado. A insatisfação da população com os serviços de limpeza pública gerou, em 1967, o início do processo de terceirização do serviço, em nível experimental, contratando-se empresas que realizavam a coleta regular domiciliar, as quais tiveram o alto padrão dos serviços prestados rapidamente reconhecido. Esse processo levou ao aumento de pouco mais de 50% em 1964 para 90% em 1975 da quantidade de resíduos coletados e, conseqüentemente, por um aumento da frota automobilística da prefeitura e das empreiteiras terceirizadas (OGATA, 1983).

Enquanto a expansão da coleta se intensificou, a destinação adequada dos resíduos se tornou mais deficiente e preocupante diante do significativo aumento de geração de resíduos.

As significativas mudanças nos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos verificados a partir da terceirização destes trouxe no bojo, na década de 1970, a combinação da destinação final ambientalmente correta e o reaproveitamento dos resíduos sólidos através da implantação do primeiro aterro sanitário, da inauguração de duas usinas de compostagem e da atividade de três incineradores, ilustrados nas figuras 6, 7 e 8.

Figura 6 - Ilustração dos Incineradores de São Paulo.



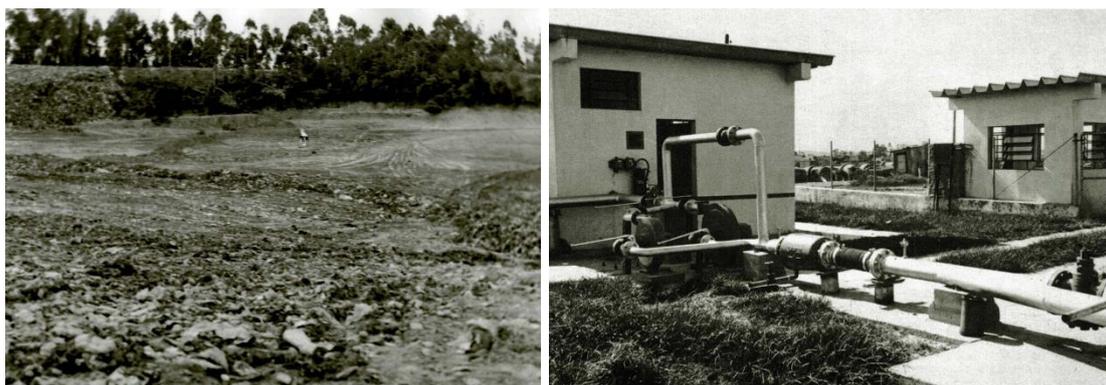
Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

Figura 7 - Usinas de compostagem inauguradas na década de 1970.



Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

Figura 8 - Aterro inaugurado da década de 1970 com captação de gás.



Fonte: Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

A composição do resíduo domiciliar da cidade de São Paulo era predominantemente orgânica, como visto na tabela 3, o que tornava atraente o negócio de compostagem. Assim, a primeira unidade produtora de adubo operada pelo município, Usina de Compostagem de São Mateus, foi inaugurada em 1970, enquanto a segunda, Usina de Compostagem de Vila Leopoldina foi concluída em 1974. O sistema de ambas era constituído por três etapas, um silo para recepção do material, uma esteira para o seu transporte (imantada para a separação de metais, bioestabilizadores e peneiras) e o processo de catação manual. Os custos operacionais e a manutenção dos maquinários eram pagos pela venda dos produtos gerados, mas, posteriormente, a operação das usinas foi terceirizada.

Tabela 3 - Composição gravimétrica (%) do lixo da cidade de São Paulo.

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA (%) DO LIXO DA CIDADE DE SÃO PAULO			
COMPONENTES	1927	1957	1969
MATÉRIA ORGÂNICA	82,50	76,00	52,20
PAPEL/ PAPELÃO/ JORNAL	13,40	16,70	29,20
PLÁSTICO DURO/ FILME	-	-	1,90
METAL FERROSO	1,70	2,23	7,80
TRAPOS/ COURO/ BORRACHA	1,50	2,70	3,80
VIDROS	0,90	1,40	2,60

MADEIRA	-	-	2,40
DIVERSOS	-	0,10	-
PESO ESPECÍFICO (KG/M³)	500,00	300,00	230,00

Fonte: Arquivo LIMPURB apud Caodaglio e Cytryniwicz (2012)

Após alguns anos, verificou-se diversos desafios técnicos difíceis de serem resolvidos, como a diminuição do rendimento dos incineradores, resultante do desgaste natural dos equipamentos e da sua manutenção inadequada; a insuficiência do poder calorífico do forno para resíduos sólidos de saúde, não promovendo a queima total do material, além de a queima deste tipo de resíduo implicar em danos e desgaste do equipamento; e, por fim, a poluição sentida pelos vizinhos através do cheiro e da fumaça (CERVONE, 2011 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012). Assim, progressivamente os incineradores em operação foram sendo fechados.

Entre as décadas de 1960 e 1970, a Região Metropolitana de São Paulo era um polo de atração populacional e as áreas de descarga de resíduos a céu aberto se tornaram indicadores do processo de urbanização da cidade, uma vez que tanto as áreas em uso quanto as áreas potenciais de destinação de resíduos se tornaram escassas, fazendo com que, cada vez mais, o raio de distância dos aterros se tornasse maior, tomando a direção inversa de sentido do crescimento da cidade (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Aos poucos, os assuntos ambientais como gerenciamento de resíduos sólidos, limpeza pública, qualidade de vida e uso do solo se tornaram mais frequentes, de modo que, no final dos anos 1960, preocupado com a preservação e recuperação dos recursos naturais, o Estado criou as primeiras entidades de fiscalização, monitoramento, controle e licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, a exemplo da CETESB, fundada em 1968 como Centro Tecnológico de Saneamento Ambiental, e que atuava principalmente na qualidade da água e das praias (MIZIARA, 1998)

Entretanto, enquanto para países industrializados as questões ambientais já eram consideradas metas, para o governo brasileiro elas ainda eram incipientes e secundárias quando comparadas com as políticas de

desenvolvimento. Nesse contexto, foi promovida a I Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, em 1972, que incluiu a questão ambiental nas discussões cotidianas para todas as nações participantes. Em São Paulo, foi só no ano seguinte que se começou a associar a geração de resíduo com a poluição, através de um convênio técnico e financeiro que desenvolveria estudos sobre poluição do solo, com destaque para os resíduos sólidos (SÃO PAULO, 1973 apud CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Diante da viabilidade econômica e segurança ambiental, a Prefeitura alocou uma área principal de destinação de resíduos sólidos da cidade e foi criada a Divisão de Aterros Sanitários, responsável por estudar e fiscalizar a operação dos aterros. Com a sequente construção de novos aterros e a diminuição de número de lixões, diminuíram os locais para catação, promovendo a migração de grande contingente populacional para municípios vizinhos e a mudança no estilo de vida daqueles que ali permaneceram (OGATA, 1983).

As diferentes experiências com aterros sanitários fizeram surgir a necessidade de novos equipamentos e específicos, tais como dragas, balanças, trator de esteira, trator de pneu, carregadeira de esteiras e outros, fazendo com que o desenvolvimento tecnológico não estivesse apenas atrelado à coleta de resíduos, mas também as operações realizadas nos aterros.

Concomitantemente, após a crise do petróleo em 1973, passou-se a buscar formas alternativas de geração de energia, vislumbrando-se o aproveitamento de gás metano dos aterros para a geração de energia. Assim, o primeiro projeto construído com a nova tecnologia de aproveitamento energético proveniente dos resíduos foi no aterro dos Bandeirantes, de grande dimensão e próximo às áreas industriais, garantindo a demanda do gás bioquímico, que se mostrou com alto poder calorífico e isento de enxofre. O consumo residencial mostrou-se inviável devido aos custos das instalações, considerando-se que a vizinhança do aterro era de população de baixa renda. Também se iniciou pesquisa para a utilização de biogás em automóveis.

Ainda na década de 1970, no ano de 1975, foi criada a primeira estação de transbordo de resíduos, na Ponte Pequena, para suprir a necessidade de locais intermediários para a transferência dos resíduos, uma vez que as áreas de destinação final se localizavam distante dos centros urbanos. Nas estações

de transbordo, situadas em regiões próximas aos centros urbanos e, portanto, das áreas de coleta, os resíduos eram despejados por caminhões de coleta, de tamanho e capacidade menores, sendo, então, prensados e carregados em carretas de volumes maiores, para serem transportados ao aterro. Assim, as estações de transbordo contribuíam para a coleta através da compactação dos resíduos, do aproveitamento do tempo para a coleta, da diminuição da frota e do consequente alívio da carga de fluxo de veículos transitando pela cidade. Em 1978 foi inaugurada a Estação de Transbordo do Vergueiro, considerada a mais moderna do país (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

A partir da década de 1980 houve um aumento da terceirização dos serviços de limpeza pública, quando a varrição gradativamente foi passando a ser realizada por empreiteiras, cabendo à prefeitura a função de fiscalização. A administração, operação e manutenção dos incineradores também foi terceirizada, mas a Prefeitura ficou responsável apenas pelo Incinerador de Pinheiros, onde grande parte dos resíduos de saúde eram incinerados.

Com o passar do tempo, tornaram-se maiores as exigências para a implantação de aterros, assim como a complexidade das operações aumentaram e, a fiscalização realizada por órgãos ambientais e autoridades sanitárias, atingiu níveis mais criteriosos. Assim, os projetos para implantação de novos aterros passaram a ser precedidos por aprovação do órgão estadual, bem como estenderam-se as preocupações ao gerenciamento da área após o encerramento das atividades de destinação de resíduos (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Deste modo, em 1993, o Aterro Sanitário de São João foi o primeiro a ser construído com todos os requisitos ambientais, tais como: impermeabilização por manta plástica de PEAD; alto grau de compactação por tratores do tipo rolo compactador, aumentando a vida útil do aterro; sistemas amplos e eficientes de captação, transporte e tratamento de efluentes líquidos gerados; aperfeiçoamento do monitoramento de águas subterrâneas e chorume, inclusive após o encerramento do aterro; além da usina que captava o gás metano para a geração de eletricidade. O aterro tinha 11 anos de vida útil e capacidade para receber 79.000 toneladas de resíduos por mês, atrás apenas do Aterro Bandeirantes, com capacidade de 135.000 toneladas de resíduos por mês.

Em 1989 foi criado um programa de coleta seletiva experimental, na Vila Madalena, o qual foi ampliado e, em 1993, atendia 500 mil habitantes além de ter instalados 37 Postos de Entrega Voluntária. Os custos, em 1992, chegaram a ser três vezes maiores do que os da coleta convencional, pois o volume coletado em alguns bairros chegava a ser 30 vezes menor na coleta seletiva do que o da coleta convencional, de forma a tornar o serviço inviável, mas que não foi extinto devido à pressão da população. Ao longo do tempo, a coleta seletiva trouxe à população maior ciência quanto ao desperdício e ao consumo exagerado, bem como a responsabilidade de cada um diante da geração de resíduos (CAODAGLIO; CYTRYNIWICZ, 2012).

Esse entendimento do histórico da gestão de resíduos proporciona uma base sólida para a identificação e avaliação de desafios e sucessos passados, permitindo a compreensão de tendências históricas na geração de resíduos, métodos de disposição e mudanças na gestão de resíduos. Esse conhecimento é essencial para evitar repetições de erros e aprimorar estratégias futuras.

3.2 Os Tigres e a marginalização da coleta de resíduos no Rio de Janeiro

Não obstante a esse olhar do cenário histórico da gestão dos resíduos, hoje, a EC e a PNRS buscam abordagens mais sustentáveis e inclusivas para a gestão de resíduos, no entanto, é crucial reconhecer que os catadores desempenharam um papel fundamental nesse contexto ao longo da história do Brasil. Assim, olhar para história desses personagens reforça a importância de considerar as dimensões sociais e históricas na implementação de políticas e práticas relacionadas à gestão de resíduos muito além de normas técnicas e planos superficiais de inclusão que não levam em consideração toda carga histórica existente. Para isso, será apresentado a história dos Tigres, que destaca a origem marginalizada daqueles que trabalham na coleta do lixo e no atendimento de uma necessidade que ninguém queria contato. Conhecer essa história ajuda a entender, valorizar e fazer um paralelo com o papel dos catadores nos dias atuais.

Considerada pelos estrangeiros de singular beleza natural, a cidade do Rio de Janeiro era o principal centro administrativo, político, financeiro e comercial, o que contribuiu para um expressivo e contínuo crescimento urbano ao longo do século XIX. No entanto, nesse período era escassa ou inexistente infraestrutura sanitária (privadas, coleta de esgoto e de resíduos) na cidade. Nesse contexto, a primeira metade do século XIX na cidade do Rio de Janeiro foi marcada por representações, hábitos e simbologias da população em relação aos resíduos, ou imundícies. O termo “imundície” era utilizado pela população e por autoridades governamentais de diversas áreas para se referirem aos resíduos e dejetos (fezes, urina, outros), ou ainda, a tudo aquilo que causava repugnância devido ao odor ou à aparência (SOUZA, 2007).

Portanto, havia rejeição a tudo que representava as imundícies e o mau cheiro, como locais e objetos, estendendo-se, também, a pessoas, como as com problemas mentais, presos, judeus, homossexuais, prostitutas e aos trabalhadores ligados ao resíduo e aos dejetos. Assim, o mau cheiro era um indicativo na diferenciação do indivíduo e sua origem e de infecção, gerando repulsa e, conseqüentemente, intolerância (CORBIN, 1987).

Associado com a disseminação de doenças, o forte odor que emanava durante os dias de sol era criticado tanto pelos moradores quanto pelos que visitavam a cidade. Estas críticas se estendiam às queimadas, à crescente destruição da vegetação de mangues, onde eram dispostos dejetos e demais resíduos e aos impactos que esse processo tinha na saúde da população. Somase a esse aspecto a expansão desordenada das habitações, a sujeira, a ausência de árvores, as falhas estruturais da cidade herdadas do período colonial como ruas estreitas, sujas, escuras e perigosas, que já não suportavam o intenso fluxo de pessoas e meios de transporte, e fez com que a cidade do Rio de Janeiro fosse considerada, pelos médicos sanitaristas, um local perigoso para a população (SOUZA, 2007).

Diante da insatisfação popular com a limpeza urbana e da urgência em organizar a cidade para a chegada de D. João e da Corte Portuguesa, foram lançados editais que visavam coibir hábitos que agravavam o quadro dos problemas urbanos. Um destes, estabelecia a proibição de despejo das imundices das casas diretamente nas ruas, com punição para os infratores

através de prisão e multa. Embora fosse mais trabalhoso, os resíduos e dejetos deveriam ser despejados diretamente no mar. Apesar das penalidades, os hábitos não foram mudados de um momento para o outro.

Em meados de 1828 questões organizacionais da cidade (limpeza, saneamento e fiscalização) passaram a ser de responsabilidade das Câmaras Municipais, cabendo aos guardas municipais a responsabilidade pela conservação da limpeza dos espaços públicos, como, por exemplo, dirigir os Tigres nas pontes para garantir que despejassem os resíduos e dejetos diretamente no mar. A Câmara era ainda responsável por alugar as carroças e comprar materiais utilizados na limpeza pública, e de promover uma melhoria de vida para sua população. Apesar das suas atribuições, a Câmara apresentava baixa confiabilidade e era alvo de várias críticas e reclamações quanto ao despejo nas ruas e em outros locais públicos e o cheiro delas provenientes, assim como do acúmulo de lama e capim nas vias do centro da cidade (SOUZA, 2007).

Em 1838 surgem projetos de leis voltados ao despejo de dejetos, por exemplo, para que o transporte fosse feito por meio de vasilhas hermeticamente fechadas e também para demarcação de outros locais que não as praias para os despejos, uma vez que tal procedimento era o causador de várias doenças. A sugestão foi transformar as imundices em esterco seco para estrumar a terra, como em outros países. Diante deste projeto e do clamor por mudanças direcionadas à Câmara, novo regulamento foi estabelecido para o despejo, de forma a reduzir o incômodo dos habitantes e as críticas dos estrangeiros. Implementou-se horários de limpeza, o recolhimento dos resíduos residenciais em carroças hermeticamente fechadas, a padronização das vestimentas dos trabalhadores responsáveis pela coleta do resíduo, horários e sons diferentes para a coleta do resíduo e de dejetos previamente separados, o uso de barris hermeticamente fechados, assim como a destinação de resíduos fecais para aterros em chácaras, para serem usados como adubo ou ilhas distantes para depósito, onde seriam cobertos por terra (SOUZA, 2007).

Paralelamente, havia um crescimento muito intenso de escravos no Brasil durante a primeira metade do século XIX devido à intensificação do tráfico de escravos oriundos do continente africano. Destaca-se nesse contexto os

escravos carregadores, entre os quais existia uma hierarquia, sendo os de maior status os que atuavam na alfândega e porto; os carregadores de redes e cadeirinhas também tinham privilégios; enquanto a base da hierarquia era composta por carregadores de água e de imundices.

No tocante à limpeza pública, os escravos desempenhavam diversas funções, tais como “(...) enterramento de corpos de animais e atividades como: capinar, varrer, remover ciscos, águas estagnadas, lixo, lama e demais ‘objetos imundos’ que atravancavam ruas, travessas, praças, becos e praias” (SOUZA, 2007, p. 49). Com o crescimento da população, a prestação destes serviços tornou-se mais frequente e mais abrangente no município, o que se mostrou como uma boa oportunidade para os senhores alugarem seus escravos para trabalharem no saneamento público da Câmara, apesar de problemas de atraso de pagamentos.

Estabelece-se, dessa forma, a figura dos Tigres, escravos responsáveis por retirar as imundícies das residências para os locais de despejo, os quais, pelo tipo de trabalho e conteúdo que carregavam, despertavam receio e eram considerados abomináveis. No entanto, embora livrassem as residências dos incômodos, contribuíram para aumentar a falta de limpeza do Rio de Janeiro.

“A repugnante tarefa de carregar lixo e os dejetos da casa para as praças e praias era geralmente destinada ao único escravo da família ou ao de menor status ou valor. Todas as noites, depois das dez horas, os escravos conhecidos popularmente como “tigres” levavam tubos ou barris de excremento e lixo sobre a cabeça pelas ruas do Rio. Os prisioneiros realizavam esse serviço para as instituições públicas.” (EIGENHEER, 2009)

Figuras fundamentais na história da limpeza urbana do Rio de Janeiro, os Tigres, também conhecidos como Cabungos, eram escravos responsáveis pelo transporte dos resíduos das residências, em um trabalho considerado folclórico (EIGENHEER, 2009). Eles tinham um dos trabalhos mais degradantes da época, sendo este apelido resultante das manchas que escorriam do conteúdo do barril de resíduos e dejetos, formando listas em suas roupas, assemelhando-os ao animal selvagem. A associação do animal com os escravos também mostrava o pavor e o medo que a sociedade mais rica sentia em relação aos que tinham a ocupação de transportar e despejar as imundícies da cidade (SOUZA, 2007).

A denominação “tigre” passou a ser usada para os recipientes onde eram depositados os dejetos, anteriormente chamados de “cabungos” (figura 9), assim como esta denominação estendeu-se aos escravos que realizavam o despejo, os quais também eram chamados de “cabungos” ou “cabungueiros”, cujo significado relacionava-se a uma visão depreciativa dos indivíduos que limpam ou carregam os cabungos, além de remeter ao desejo de afastamento tanto do objeto quanto da pessoa (SOUZA, 2007).

Figura 9 - Tigre com cabungo na cabeça. J.C. GUILHOBEL, 1814 - BN.



Fonte: Souza (2007).

Os Tigres levavam os barris na cabeça ou nos ombros e, devido ao peso, ao cansaço e a sujeira do conteúdo que escorria dos recipientes, saíam apressados das casas para fazer o despejo, o que se dava na rua mais próxima, quando não haviam fiscais e guardas. Outro motivo para o despejo rápido era o próprio mando do senhor, ou para que o escravo realizasse a tarefa em menor tempo e voltasse para outros afazeres ou mesmo para que o escravo retirasse a imundice da residência o mais rápido possível, representado na figura 10. Tal procedimento gerava atritos entre os moradores dos locais em que ocorriam os despejos irregulares e os senhores dos escravos, com reclamações feitas junto

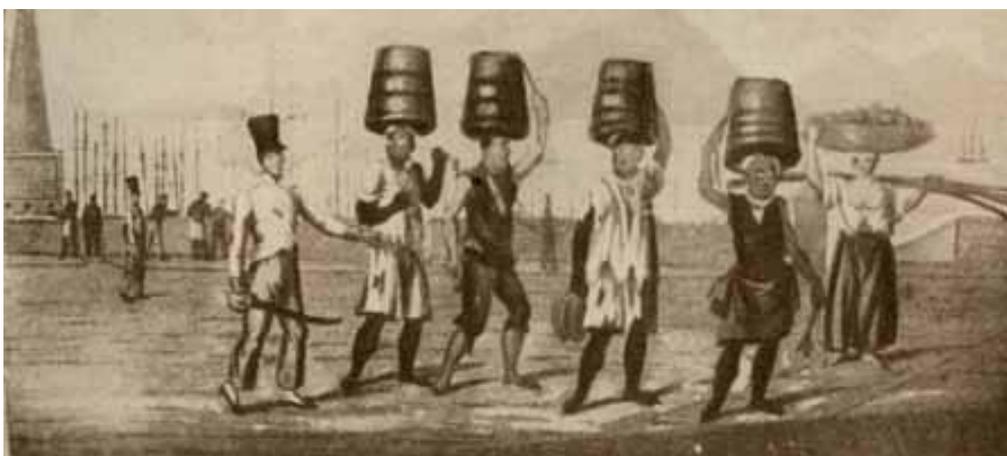
à Câmara Municipal da cidade. Os horários que os escravos realizavam os despejos, desobedecendo o estabelecido na postura municipal, também eram motivos de desentendimentos e reclamações (EIGENHEER, 2009).

O descumprimento da postura municipal por parte dos escravos gerava a prisão destes. No entanto, a falha no descumprimento das normas se estendiam a todos os envolvidos, inclusive com aumento para além do tempo previsto de reclusão dos escravos, utilizando-se os prisioneiros na realização dos trabalhos de limpeza pública sem custos adicionais.

Os barris utilizados como recipientes de excrementos eram de madeira e, devido à umidade dos materiais acumulados bem como o tempo de uso, favorecia a rápida deterioração desses, de modo que era frequente o rompimento do fundo do barril na cabeça do tigre. Desse modo, o escravo encarregado de carregar as imundícies, ao mesmo tempo que representava uma ameaça visual e olfativa, era também motivo de escárnio (SOUZA, 2007).

A associação do Tigre com as imundícies, motivo de afastamento e tabu, fez com que tais escravos fossem considerados, ainda, empecilho ao bem-estar dos habitantes que queriam aproveitar o frescor noturno do verão, pois a carga por eles transportada exalava mal odor. Por fim, os tigres ainda eram utilizados para vingança de inimigos e rixas entre adversários, fazendo o despejo na porta do inimigo, reforçando a ideia negativa que estava associada à figura do Tigre (SOUZA, 2007).

Figura 10 - Ilustração dos Tigres ou Cabungos no Rio de Janeiro.



Fonte: Eigenheer (2009).

A partir do século XIX, as condições começaram a melhorar através práticas como o estabelecimento de horários de trabalho para os tidres, a determinação de locais para descarte dos resíduos e o uso de barris fechados com uso de carroças para recolhê-los. Iniciou-se também uma atuação da Câmara Municipal em uma tentativa de disciplinar a limpeza urbana da cidade, ocorrendo posteriormente, em 1854, a transferência da responsabilidade do processo para o governo imperial. No entanto, essa mudança não representou uma mudança de sucesso. Um marco que de fato representou uma melhoria na limpeza urbana foi a inauguração do sistema de esgoto em parte da cidade em 1964, que trouxe também um serviço especializado para o lixo (EIGENHEER, 2009).

Apesar da evolução da gestão da limpeza urbana tanto através da contratação de empresas privadas quanto do melhor aparelhamento do serviço público, ainda haviam limitantes de ordem técnica, financeira, administrativa e de hábitos dos moradores da época, que impediam a devida efetivação dos serviços. Destaca-se nesse período a contratação da empresa de Aleixo Gary em 1876, que originou o termo “gari” para profissionais envolvidos na coleta de resíduos urbanos (EIGENHEER, 2009).

O destino final dos resíduos do Rio de Janeiro foi por mais de 80 anos (de 1865 até 1949) a Ilha de Sapucaia, passando posteriormente para os aterros do Retiro Saudoso (figura 11), do Amorim e de Cavalcanti, todos irregulares. A partir de meados da década de 1970 passou-se a utilizar o aterro da cidade de Caixas, o qual apesar de adequado, não é sanitário e encontra-se em uma área de manguezal, fruto da desconsideração da importância ecológica dessas áreas pelas administrações públicas da época (EIGENHEER, 2009).

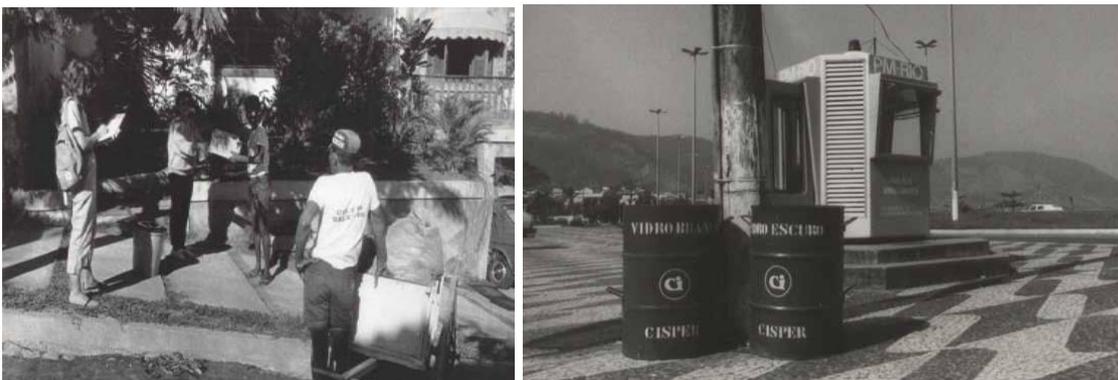
Figura 11 – Aterro do Retiro Saudoso.



Fonte: Eigenheer (2009).

Acompanhando uma tendência que emergia no país, na cidade do Rio Janeiro passou-se a aplicar novas técnicas de tratamento de resíduos, como a incineração em um primeiro momento e as usinas de triagem e compostagem posteriormente. Assim, a partir de 1985 teve início em Niterói a implantação da Coleta Seletiva através de uma parceria de uma Associação de Moradores (Centro Comunitário de São Francisco) e da Universidade Federal Fluminense, ilustrado na figura 12.

Figura 12 - Imagens do primeiro dia de Coleta Seletiva em Niterói



Fonte: Eigenheer (2009).

Com papel de destaque na história da limpeza urbana em todo Brasil, os catadores já tinham sua existência relatada desde 1895 pelo Jornal do Comércio

em diversos locais da cidade do Rio de Janeiro, com destaque para a presença dos mesmos no aterro da Ilha de Sapucaia e do Bom Jesus, na Baía de Guanabara.

JORNAL DO COMMERCIO. 5 DE JANEIRO DE 1895

Os lixeiros são todos ilhéos, hespanhões ou filhos da Galliza.

Explorão aquelle monturo como se explora uma empresa vasta, complicada e rendosa. Uma verdadeira alfandega! São uns quarenta ou cinquenta, muito unidos e amigos, e que do Rio de Janeiro só conhecem a Sapucaia. Dividem entre si, com todo o methodo e ordem, os variados serviços das diversas repartições do lixo.

Tudo alli é aproveitado, renovado, re-utilizado e reventido. Os viveres deteriorados servem para o sustento da corporação. sobre a mesa figurão as victualhas pescadas naquelle oceano de sujidades e cacos, restos de carne secca, trechos de bacalhão, raspas de goiabada, massas, frutas verdoengas ou semi-podres, formando tudo um conjuncto esquipatico de manjares que eles devorão como se fosse leitão assado com farofinha. Só comprão o sal e o party.

Como as moscas enxameão alli em quantidade prodigiosa, a illustre companhia se biparte por accasião das refeições: enquanto uma das turmas está a comer a outra occupa-se em enxotar com grandes abanos os importunos insectos. E transformão tudo em dinheiro.

Trapos, vendem às fabricas de papel; garrafas, às ditas de cerveja; ferros e metaes, às fundições; folhas de flandres, aos funileiros; cacos de louça e crystaes, às fabricas de vidro. Só não vendem os viveres deteriorados, com medo do Instituto Sanitario. Comem-nos!

De vez em quando dão sorte, fazendo achados extraordinarios. Os colxões velhos gozão naquellas paragens de uma reputação miraculosa.

Especie de bilhete de loteria, gravido de alguma sorte grande...

Há muitos avarentos que escondem a bolada em colxões velhos...Há lixeiros enriquecidos pelos colxões... Esses hespanhões e ilhéos são muito dóceis, trabalhadores e disciplinados... Vivem satisfeitos e tranuillos, só sahindo da Sapucaia para regressarem à terra, recheiados de libras. OÙ le bonheur vat-il se nicher?

Num monturo!!!

O rancho é um alpendre, construido no meio da Sapucaia;

Nota-se com isso que, desde os Tigres até os catadores da Ilha de Sapucaia, a coleta e destinação de resíduos era feita por marginalizados sociais, cuja imagem era vinculada a falta de higiene e exclusão social.

Esse cenário começou a ter ligeira melhora a partir de 1980, quando se iniciou no país uma preocupação social e o início da organização dos catadores para tentar profissionalizar a profissão para garantir dignidade e melhorar os rendimentos financeiros. Assim, prefeituras começaram a dar maior suporte e incentivar as iniciativas de cooperativas para que as mesmas passassem a integrar o sistema de coleta e limpeza urbana. Mas ainda assim esse processo é muito lento e díspar no país, onde ainda é possível encontrar pessoas vivendo em condições de insalubridade e vulnerabilidade tais quais os Tigres do Rio de Janeiro.

A história dos Tigres revela a estigmatização e exclusão social enfrentadas por esses trabalhadores. Eram marginalizados devido ao seu papel em lidar com resíduos e frequentemente associados à sujeira e degradação. Realizavam um trabalho árduo, carregando barris de resíduos e enfrentando escárnio da sociedade. Esse rótulo estigmatizado persiste, afetando os catadores modernos, o que enfatiza o quanto é fundamental reconhecer e integrar os catadores, promovendo uma reparação histórica de injustiça social. A história dos Tigres nos lembra da importância de políticas que valorizem e apoiem esses trabalhadores essenciais.

Muitos catadores enfrentam condições de trabalho precárias e estigmatização social semelhantes às dos Tigres do passado. Isso nos ajuda a reconhecer toda dificuldade na transição de novas políticas e reforça o valor dos catadores, a abordar questões sociais relacionadas à gestão de resíduos e a promover práticas mais sustentáveis e inclusivas

Em resumo, o conhecimento do passado da gestão de resíduos no Brasil, desde os Tigres até os catadores atuais, é fundamental para compreendermos as origens dos desafios e das práticas atuais relacionadas à Economia Circular e à PNRS. Essa compreensão histórica nos ajuda a desenvolver estratégias

mais eficazes e socialmente justas para lidar com os resíduos sólidos no presente e no futuro.

Isso tudo se torna bastante relevante para enfatizar o quanto a presença dos catadores traz nuances significativas no planejamento e implementação da EC em comparação com regiões da Europa, onde a mesma está mais avançada e a figura dos catadores é menos proeminente ou até inexistente em muitos casos. O Brasil enfrenta desafios socioeconômicos consideráveis, como altas taxas de desigualdade de renda. E é nesse cenário que os catadores se destacam por representar uma das parcelas mais vulneráveis da população e que depende diariamente da coleta informal de resíduos para sua subsistência. A EC, ao redefinir os fluxos de resíduos e promover a reciclagem e reutilização, pode ter um impacto direto sobre esses meios de sustento. Portanto, qualquer planejamento da EC no Brasil deve considerar a integração e o apoio aos catadores para mitigar os impactos negativos em suas vidas. O planejamento da EC no Brasil alinhado a PNRS deve reforçar sempre essa realidade e trabalhar em colaboração com os catadores para aprimorar a infraestrutura e implementar regulamentações mais eficientes.

3.3 A PNRS como ferramenta de inclusão e os catadores no contexto da EC

Como apresentado, historicamente as pessoas envolvidas em processos de coleta, transporte e destinação de resíduos foram majoritariamente membros excluídos socialmente, ponto que ainda é uma realidade na maior parte do país. A estratégia de valorização dos resíduos sólidos e das pessoas envolvidas, com o empurrão dado pela PNRS, tende a trazer uma condição de trabalho adequado, proporcionando a inserção social de pessoas de baixa renda e catadores informais através de cooperativas e/ou associações de reciclagem de resíduos sólidos em novas possibilidades de negócios, emprego e renda. Há de se considerar, no entanto, esse período de transição entre encerramento de lixões e aterros irregulares, nos quais muitas famílias ainda subsistem pela coleta e venda de materiais recicláveis, para aterros sanitários com proibição de entrada e coleta. Governantes e administradores devem planejar essa etapa de maneira minuciosa e inclusiva, para que catadores que historicamente

dependem e vivem nessas áreas sejam inseridos em outras possibilidades de renda.

Durante décadas, estes catadores foram os únicos responsáveis pela coleta e venda de resíduos recicláveis dos grandes núcleos urbanos, sofrendo com a falta de atenção dos governantes e administradores públicos, fazendo com que a classe ficasse marginalizada e estagnada ao longo dos anos (DEMAJOROVIC, 1996). Segundo Pereira e Curi (2013), a melhoria da capacidade de organização através dos próprios catadores foi o fator que começou a mudar esse cenário no final da década de 1980 e início de 1990.

Juntamente com conquistas democráticas, como as eleições diretas e a Constituição de 1988, que fortaleceram a sociedade civil e a participação social nas tomadas de decisões, o crescimento da preocupação com o meio ambiente no início da década de 1990 teve grande importância para implantar a busca por novas formas de gestão dos resíduos sólidos. Impulsionada pela Rio 92 e pela Agenda 21, a temática dos resíduos, os programas de educação ambiental e os movimentos sociais passaram a ser parte integrante das agendas públicas e planos de governo, obviamente com variações e diferenças entre países e regiões. Soma-se a esses pontos o reconhecimento dos catadores como parte integrante e fundamental, ainda que inicial e frágil, do processo de gerenciamento de resíduos, rompendo a barreira que fez com que os mesmos sofressem com o descaso do poder público e fossem marginalizados por décadas (DEMAJOROVIC; BESEN, 2007).

Com a consciência e capacidade de organização dos catadores em grupos organizados, como por exemplo em Cooperativas, emergiu uma nova expectativa e um novo potencial de interação com os membros da cadeia de produção e com administradores públicos (BESEN, 2006). Assim, com o surgimento de Cooperativas e Associações de catadores de resíduos sólidos, foi possível que estes estabelecessem propostas para melhorias e valorização de seu trabalho, incluindo o desenvolvimento de parcerias e ações de mobilização social (DEMAJOROVIC; BESEN, 2007).

Fagliari (2017) aponta que é inegável o mérito da PNRS ao incorporar cooperativas e associações de catadores de baixa renda como parte integrante de seus processos em diversos trechos da Lei, com mecanismos e formas de

participação dos catadores de materiais recicláveis, como por exemplo através de programas da União, políticas públicas voltadas a dispensa de licitação, estímulo à capacitação, incubação e fortalecimento institucional, melhoria das condições de trabalho.

A variável social foi contemplada na Lei através de estímulos a criação e inserção de catadores e associações nos sistemas públicos e privados de coleta seletiva, buscando regularizar e fortalecer as redes de catadores, bem como centrais regionais de triagem, armazenamento e comercialização de resíduos (JACOBI; BESEN, 2011). Além disso, tanto nos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dos setores empresariais, quanto nos PMGIRS, é necessária a descrição das formas de participação e estímulo aos grupos de catadores. A Lei configura-se, portanto, como uma ferramenta para desenvolvimento de uma nova rede de articulação de forças para catadores e cooperativas visando integração e constituição de instrumentos que possam induzir a inclusão e o impacto social positivo (JORDÃO et al. 2013).

A questão que emerge nesse contexto é se o sucesso da EC em ciclos fechados e organizados entre indústrias, com a LR funcional e os consumidores retornando os recicláveis diretamente ao sistema produtivo seria um agravante que poderia levar a exclusão dos catadores do sistema.

Considerando que, diferentemente da abordagem tradicional, a EC enfatiza a reutilização de produtos, componentes e materiais, bem como a remanufatura, reforma, reparo e atualização de produtos e matérias, levando também em consideração aspectos como energia e biomassa ao longo de todo o ciclo de vida do produto (EMAF, 2013; RASHID et al., 2013; MIHELICIC et al., 2003; BRAUNGART et al., 2007), teríamos, em teoria, quantidades substancialmente menores de resíduos descartados para processamento e venda por cooperativas e catadores. As bases conceituais mais influentes da EC são pautadas em conceitos como da ecoeficiência (BRAUNGART et al., 2007; BRAUNGART; MCDONOUGH, 2002; EMAF, 2013; CIRAIG, 2015), bem como o conceito de Ecologia Industrial (Graedel, 1996; Frosch e Gallopoulos, 1989), onde se destaca a visão de ecossistema industrial de "ecologia entre sistemas" (KORHONEN, 2001).

Todavia, Korhonen et al. (2018) destacam que, apesar da ideia de um único sistema circular ser altamente desejável, a mesma não é realista e essas visões onde os sistemas naturais e econômicos são reconectados com sucesso em um único sistema que recicla todos os materiais e é alimentado inteiramente por energia renovável, são altamente idealizadas. Este é o exemplo mais óbvio da economia de fluxo contínuo e também ilustra as limitações das visões atuais da EC.

Nesse âmbito, Korhonen et al. (2018) fazem uma abordagem científica crítica em relação ao conceito empresarial de EC, propondo uma nova definição sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, com suas dimensões econômica, ambiental e social, que consiste em: “um sistema econômico construído a partir de sistemas de produção e consumo que buscam maximizar os serviços gerados a partir do fluxo linear de materiais e energia entre a sociedade e a natureza. Isso é alcançado por meio da promoção de fluxos de materiais cíclicos, da utilização de fontes de energia renovável e de fluxos de energia do tipo cascata” (KORHONEN et al. 2018). Os autores também enfatizam que o sucesso da EC está relacionado ao atendimento às três dimensões do desenvolvimento sustentável, limitando o fluxo contínuo de materiais e energia a níveis que a natureza possa suportar e mantendo as taxas de equilíbrio dos ecossistemas que são apropriadas. Portanto, faz-se presente nessa perspectiva a variável social, na qual há uma intrínseca busca por ganhos sociais com novas oportunidades de emprego e de uma economia compartilhada comunitária.

Essa visão de EC é apresentada na Figura 13. Esses arranjos resultariam em uma diminuição tanto das entradas de recursos naturais quanto das saídas de resíduos e emissões do sistema resultando em menores custos de recursos e energia, menores custos relacionados a destinação e gestão de resíduos ou emissões.

Figura 13 - Visão da EC considerando o desenvolvimento sustentável.

Ganhos ambientais

- Redução do uso de matéria prima virgem e do consumo de energia.
- Matérias primas virgens são, na medida do possível, de sistema de produção renováveis.

Ganhos ambientais

- Redução da geração de resíduos e emissões.
- Os recursos são usados várias vezes, não apenas uma.
- Renováveis são combustíveis neutros em CO² e os seus resíduos são nutrientes que podem ser incorporados pela natureza.

Ganhos econômicos

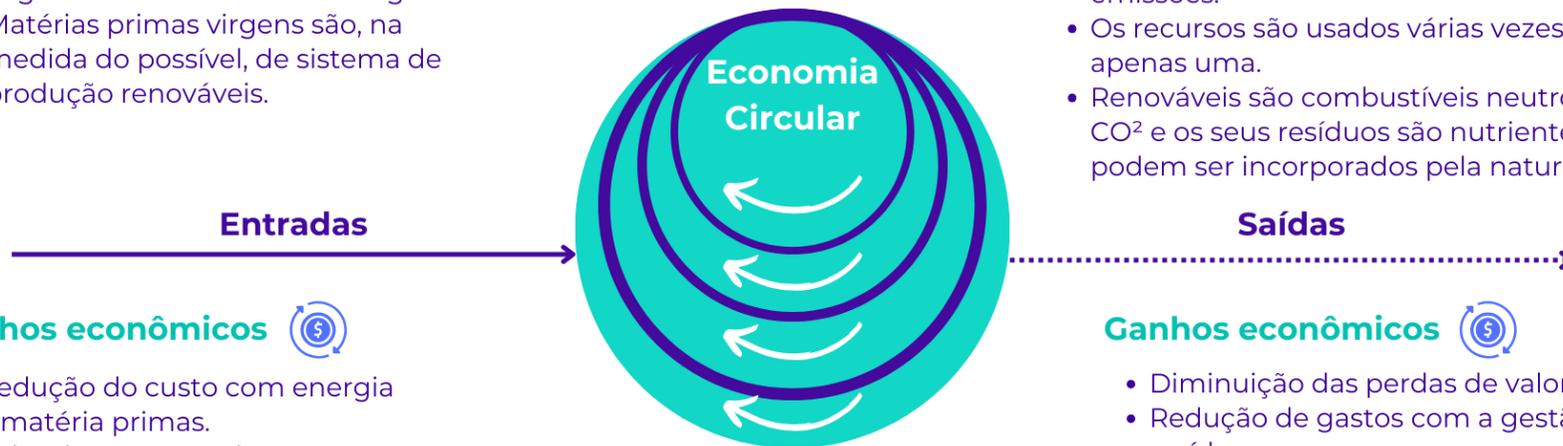
- Redução do custo com energia e matéria primas.
- Valor dos recursos é aproveitado diversas vezes.
- Uso de recursos caros e escassos é minimizado.
- Redução de custos com taxas e regulamentações ambientais.
- Fortalecimento da imagem institucional, marketing verde responsável.

Ganhos sociais

- Oportunidades de emprego através de novos usos do valor integrado aos recursos.
- Aumento do senso de comunidade e cooperação através de uma economia compartilhada.
- Grupos de usuários compartilham a função de um produto, em detrimento do uso individual.

Ganhos econômicos

- Diminuição das perdas de valor.
- Redução de gastos com a gestão de resíduos.
- Redução do custo com controle de emissões.
- Redução de custos com taxas e regulamentações ambientais.
- Descoberta de novos mercados.
- Atração de investimentos.



Fonte: Adaptado pelo autor de Korhonen et al. (2018)

O objetivo social proposto por Korhonen et al. (2018), além de aumentar o emprego, também ressalta a importância de decisões mais democráticas e participativas e uso mais eficiente dos recursos materiais por meio de uma cultura de uso coletivo e comunitário, em vez de apenas consumir produtos físicos. Essa visão social de EC é particularmente relevante para o contexto do Brasil, em especial considerando o escopo da PNRS, que enfatiza em diversos pontos a importância da questão da inclusão. Adotando essa estratégia, além dos impactos econômicos e de novos negócios, empregos e mercados oriundos dos resíduos, o valor contido nos materiais seria utilizado repetidamente e permaneceria na economia por um período prolongado para gerar também impactos sociais positivos. Isso é diferente do modelo predominante do sistema econômico global atual, que frequentemente envolve o uso único de recursos. E para as empresas e negócios, essa abordagem também poderia melhorar a reputação da empresa, permitindo a venda de bens e serviços sustentáveis (KORHONEN et al. 2018). Cabe a regulamentações específicas colocar como se dará o papel e a transição dos catadores para esses novos empregos e mercados criados com a EC, trazendo estratégias de centralização de resíduos em sistemas de EC para triagem e distribuição entre as partes ou estratégias de contração de cooperativas para que os sistemas circulares fossem efetivados. Essa pauta será retomada no capítulo 5.

O PLANARES seria uma possível agente para regulamentar e detalhar essa transição. Todavia, as estratégias efetivas de inserção social dos catadores ainda carecem de maiores detalhes. Há um trecho que o documento coloca por um lado que “a inclusão socioeconômica dos catadores articula-se a outras políticas sociais e de desenvolvimento sustentável estabelecidas no país, considerando a forma de trabalho e de organização desse segmento social e sua posição estratégica na cadeia econômica da reciclagem” mas por outro que o alto grau de informalidade dificulta e limita as definições socioeconômicas desse grupo, que se soma a uma situação de vulnerabilidade social de pessoas em situação de rua sem endereço fixo. Em diversos momentos como na apresentação dos PERS, do cenário de logística reversa e do Programa lixo zero, o PLANARES traz que as metas para a eliminação e recuperação de lixões,

devem ser associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, no entanto pouco se detalha sobre as estratégias, mecanismos e obrigações do Estado nesse contexto. Os cenários futuros que trazem previsões para os próximos 20 anos trazem uma previsão sobre essa inclusão social e emancipação econômica dos catadores que segue na tabela abaixo:

Tabela 4 - Cenários futuros sobre a inclusão social e emancipação econômica dos catadores

Período	Cenário
2021-2024	<ul style="list-style-type: none"> • Catadores de materiais ainda estão presentes nos lixões e aterros controlados; • Com o encerramento dos lixões e aterros controlados há uma maior formalização de parte dos catadores em cooperativas, junto a unidades de triagem e nos próprios serviços de limpeza urbana, com diminuição do número de catadores autônomos e em condições insalubres
2025-2028	<ul style="list-style-type: none"> • Catadores são reconhecidos como elo na cadeia formal de reciclagem e recuperação de resíduos, atuando de maneira estruturada e como uma categoria profissional reconhecida no setor • Expansão na atuação como prestadores de serviços em diversos municípios, reduzindo a dependência de subsídios e auferindo receitas diretas por meio de contratos formalizados com prefeituras e empresas
2029-2040	<ul style="list-style-type: none"> • Os profissionais atuantes no setor de reciclagem e recuperação de materiais são parte integrante da cadeia produtiva e suas relações são reguladas pelo mercado econômico

Fonte: Elaborada pelo autor com base no PLANARES

Para que esse cenário seja alcançado, o PLANARES traz a meta 5: Promover a inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, com o Indicador Global 5 de percentual dos municípios com presença de catadores com contrato formalizado de prestação de serviços de manejo de materiais recicláveis por cooperativas e associações de catadores. Nele, é descrito que até 2040, 95% dos municípios que utilizam serviços de catadores e cooperativas deverão formalizar contratos para prestação de serviços de manejo. Para isso são apresentadas duas diretrizes com suas estratégias:

- Diretriz 3A: Qualificar, fortalecer e formalizar a prestação de serviços por associações e cooperativas de catadores
 - Estratégia 25: Incentivar os municípios a manterem cadastro atualizado no SNIS de catadores de materiais recicláveis organizados em cooperativas e associações.
 - Estratégia 26: Realizar ações voltadas à emancipação econômica e geração de renda para catadores.
 - Estratégia 27: Incentivar a capacitação para a formalização de associações e cooperativas de catadores com vistas à sua emancipação econômica.
 - Estratégia 28: Estimular a articulação em rede das cooperativas e associações de catadores.
 - Estratégia 29: Incentivar modelos de contratação de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis.
 - Estratégia 30: Desenvolver, em parceria com organizações dedicadas ao empreendedorismo, competitividade e desenvolvimento econômico, ações de capacitação em gestão de negócios, com o objetivo de incentivar a formalização, profissionalizar e melhorar a gestão das associações e cooperativas de catadores.
- Diretriz 3B: Aumentar a participação de cooperativas e associações de catadores no manejo de resíduos sólidos urbanos
 - Estratégia 31: Incentivar a formalização de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.
 - Estratégia 32: Fomentar a realização de projetos, instalação e operação de unidades de triagem com participação de associações e cooperativas de catadores.
 - Estratégia 33: Incentivar a celebração de contrato entre as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis e os municípios e indústrias de reciclagem.

Analisando essa perspectiva do PLANARES, tem-se duas percepções claras. A primeira é que fica muito vago estratégias que falam de “incentivar”, “fomentar” e “estimular”, mas não trazem detalhes de como será o incentivo, de quanto e de onde virá o fomento, quais formas de estímulos serão utilizadas, e principalmente, os prazos detalhados para cada uma dessas estratégias com plano de ação individual. A segunda é que essas estratégias não irão trazer a emancipação econômica de catadores. A contratação dos mesmos por parte dos municípios poderá sim fazer justiça a um serviço que atualmente é prestado sem remuneração apenas pelo valor das vendas dos recicláveis em boa parte do país, mas ao mesmo tempo mantém a cooperativa ou associação contratada refém de um contrato que pode ser desfeito de acordo com o interesse ou visão do governante. A emancipação vem da inserção das cooperativas em mercados públicos e privados, com o maior número de opções possíveis para que haja menos riscos e menos dependência, como é o caso previsto na EC da figura 13. Para isso o foco do PLANARES deveria ser profissionalizar a cooperativa para que melhore seus processos e tenha trabalhadores cada vez mais qualificados e preparados para tratar com organizações de todos os tipos.

3.4 A evolução cultural: como foi o desenvolvimento da forma de pensar e gerir resíduos sólidos no Brasil

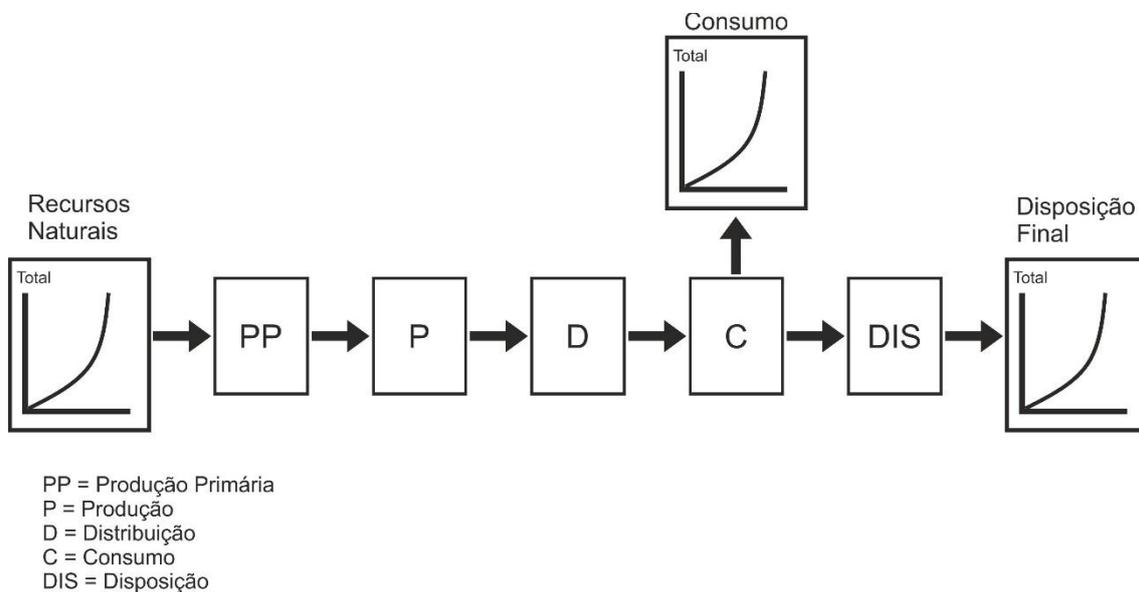
Após esse apanhado histórico para entendermos toda carga social que envolve a gestão de resíduos no Brasil, temos o segundo viés importante que é a cultura.

Ao analisar as mudanças e o histórico da gestão de resíduos no Brasil rumo a um modelo mais circular, é possível fazer um paralelo claro com as três fases descritas por Demajorovic (1995, 1996). O autor destaca que, historicamente, as evoluções relativas a melhores práticas de gestão de resíduos ocorrem em países desenvolvidos e, posteriormente, gradualmente se estendem a países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. A análise mostra que há três fases distintas: um modelo tradicional, um intermediário e um atual. É dado ênfase ao progresso na maneira em que administradores encaravam esses desafios entre o final da década de 1960 e o início da década de 1990, período

em que o Desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade passam a ter maior força e relevância na pauta dos negócios e do mercado.

Durante a primeira fase, que durou até o início da década de 1970, ainda não havia uma preocupação com os aspectos relacionados ao meio ambiente, e, da mesma forma, não havia práticas ou iniciativas que objetivassem diminuir a quantidade de resíduos gerados nos processos de produção industriais, que estavam em crescente expansão. Esses materiais eram dispostos em lixões afastados dos centros urbanos. A figura 14 ilustra esse primeiro momento.

Figura 14 - Modelo tradicional de tratamento de resíduos sólidos - 1ª Fase.



Fonte: Adaptado pelo autor de Demajorovic (1995).

Nesse modelo tradicional, tem-se um objetivo claro e conciso: fazer a disposição dos resíduos. Os índices de geração de resíduos sólidos cresciam rapidamente, principalmente por conta da ausência de políticas de redução nos processos produtivos.

Após encerrar a maior parte de lixões a céu aberto até o início dos anos 1970, a maioria dos países da OCDE passou a utilizar aterros sanitários e incineradores como alternativas para destinação final de resíduos. No entanto, a partir da metade da década de 1970 essa sistemática passa a ser insuficiente,

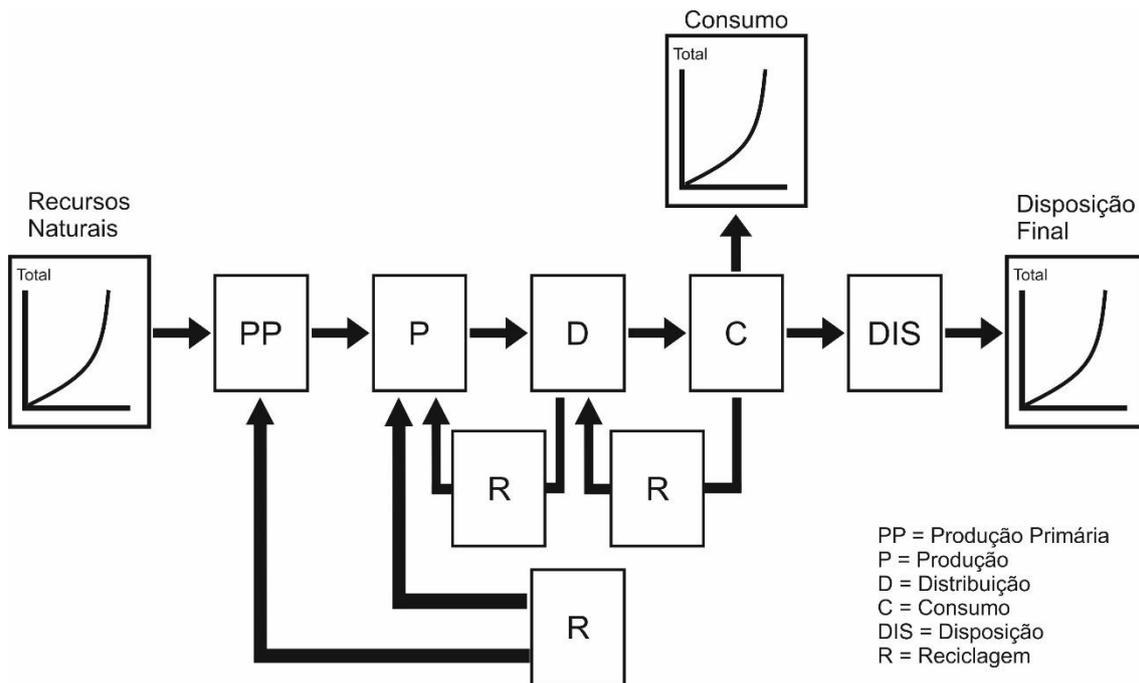
tanto por conta do esgotamento de novas áreas para aterros quanto pelo aumento dos impactos ambientais, como a contaminação de lençóis freáticos. Os incineradores também apresentavam a problemática da emissão de gases e contaminantes atmosféricos, como o monóxido de carbono, dioxinas, ácido clorídrico, entre outros (DEMAJOROVIC, 1995).

Era necessário a partir desse momento pensar em medidas e métodos que impactassem na redução real dos resíduos, estimulando também as indústrias a buscar a não geração durante o processo de produção. Dessa forma, após crescente mobilização de atores atuantes na esfera ambiental, teve início a segunda fase da gestão de resíduos, marcada pela criação de uma ordem a ser seguida, que consistia em:

1. Redução da produção de resíduos;
2. Reciclagem do material;
3. Incineração com reaproveitamento da energia;
4. Disposição em aterros sanitários controlados.

Tem-se nessa fase a promoção da recuperação e reciclagem de resíduos, juntamente com a elaboração de leis e instrumentos econômicos que potencializem e estimulem o uso de produtos originados desse processo, estabelecendo um novo mercado durante a década de 1980. Inclui-se nesse processo uma aproximação com consumidores finais, produtores e distribuidores para que de fato desenvolvessem esse novo sistema que potencializaria a reciclagem em todas as fases do processo produtivo e, conseqüentemente, menor consumo de recursos naturais e menores quantidades de resíduos a serem dispostos em aterros sanitários ou incineradores (DEMAJOROVIC, 1995). A figura 15 representa esse novo momento.

Figura 15 - Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos incluindo a reciclagem - 2ª Fase.

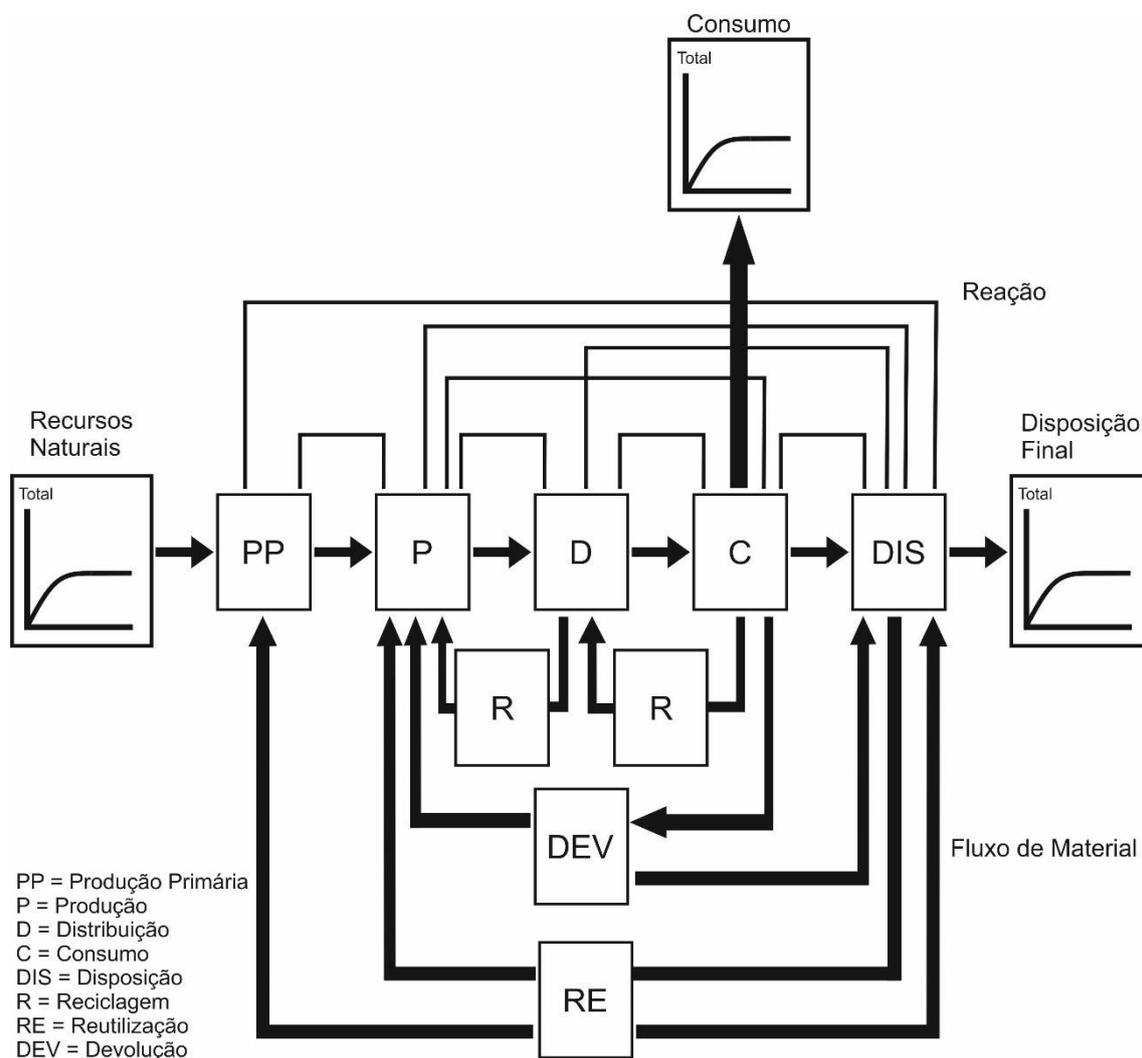


Fonte: Adaptado pelo autor de Demajorovic (1995)

No entanto, novas considerações referentes a esse modelo começaram a surgir, apontando, por exemplo, os gastos energéticos do processo e a questão da externalização dos custos para empresas, visto que os resíduos eram coletados por terceiros, externamente a produção, não havendo um estímulo real para redução na fonte e a não geração. Somam-se a esses aspectos a questão do tratamento de resíduos tóxicos e do aumento da exportação desses materiais para serem dispostos em países em desenvolvimento.

Nesse contexto surge a terceira e última fase, no final da década de 1980, onde as novas prioridades consistiam na não geração e no reuso antes da reciclagem, bem como da prioridade em se reaproveitar a energia dos resíduos antes de dispô-los em aterros. Essa fase é ilustrada na figura 16.

Figura 16 - Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos adaptados às novas prioridades da política ambiental - 3ª Fase



Fonte: Adaptado pelo autor de Demajorovic (1995).

Percebe-se que, durante essa terceira fase, há um enfoque na diminuição da quantidade de resíduos gerados desde o início das etapas de produção e ao longo de toda a cadeia produtiva, de maneira que produtos com dificuldades e limitações para reciclagem devessem ser retornados aos fabricantes, que seriam os responsáveis por garantir o tratamento e destinação final. Para isso, é necessário que o planejamento se inicie ainda na fase de projeto, tanto pela busca pela extensão máxima da vida útil dos produtos, quanto pela priorização de material oriundo de reaproveitamento em um primeiro momento e, caso não seja viável, de produtos da reciclagem. Além do projeto, o processo também

deve passar por mudanças, principalmente com o objetivo de minimizar o uso de energia, matérias-primas e gerar cada vez menos resíduos durante a produção (DEMAJOROVIC, 1996).

A sequência prioritária para gestão de resíduos, dessa forma, passa a ser a seguinte:

1. Evitar ou, nos casos em que não for possível, diminuir a produção de resíduos;
2. Reutilizar ou, quando não for possível, reciclar resíduos;
3. Utilizar a energia contida nos resíduos;
4. Tornar inertes os resíduos, antes da disposição final.

Ao examinar esses três momentos, percebe-se uma semelhança com a evolução histórica da gestão de resíduos sólidos no Brasil até o surgimento da PNRS. No primeiro momento, os administradores estavam preocupados em destinar os resíduos, seja em lixões ou incineradores. No segundo momento, surgiram legislações pontuais e distribuídas que eram baseadas em proibições e normatização da destinação, com iniciativas pontuais de coleta seletiva e reciclagem. Finalmente, com a aprovação da Lei 12.305/2010, que aborda aspectos de não geração, reutilização, tratamento antes da destinação final e conceitos de logística reversa e ecoeficiência, pode-se afirmar que o país atingiu uma relativa "maturidade" na forma de encarar a gestão dos resíduos e assim fundamentando uma possível evolução para um modelo econômico pautado na circularidade.

Os conceitos e inovações da PNRS instituída no Brasil em 2010 estão em conformidade com os modelos definidos por Demajorovic (1995, 1996) para a terceira fase de modelos de gestão, que começou no final da década de 1980 nos países da OCDE. Assim, a colocação do autor referente aos países desenvolvidos serem percursos desse modelo, seguidos posteriormente por países em desenvolvimento, é congruente com a realidade e sequência dos eventos no Brasil. É importante, no entanto, ressaltar que o Brasil ainda caminha lentamente para que essa transição seja uma realidade uniforme ao longo de todas suas regiões.

Demajorovic (1996) destacou um ponto importante a ser considerado no processo de gestão de resíduos sólidos: o reconhecimento do alto valor financeiro incorporado nesses materiais não é suficiente para o desenvolvimento de políticas e modelos eficazes de gestão. Apesar da Lei 12.305/2010 abranger adequadamente a visão necessária em relação aos resíduos, a lenta evolução indica que ainda são necessários novos esforços para um progresso equivalente.

A PNRS surge como um marco inovador na gestão de resíduos sólidos, trazendo conceitos não praticados e que exigiam uma maturidade ainda não existente na realidade dos negócios e processos no Brasil. Surge assim, um modelo até certo ponto disruptivo para a forma de se pensar e gerir resíduos sólidos, que até então ainda tinha uma visão linear de consumo e descarte e leis pontuais dispersas em diversos aparatos legais com integração limitada entre as mesmas e entre diferentes atores da cadeia produtiva (FAGLIARI, 2017). Portanto, faz-se relevante olhar para essa transição de fases, buscando entender essa trajetória rumo a um modelo circular que vem imposto para a maioria das empresas pelo surgimento da PNRS, a qual traz consigo diversas propostas desafiadoras dentro dessa realidade. Trazer luz para essa evolução de fases poderá ser um fator que auxilie nessa perspectiva transitória de modelos de negócios rumo a EC no Brasil.

Nesse âmbito, uma estratégia que pode ser aplicada para transições e mudanças culturais mais significativas é a chamada “gestão da mudança”. Ribeiro e Kruglianskas (2020) apresentam uma experiência exitosa em que a gestão da mudança ajudou a superar os obstáculos que acompanham a implementação de uma regulamentação ambiental complexa em um país em desenvolvimento, mais especificamente no Brasil, na Agência Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no estado de São Paulo, relacionado a aplicação da Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), questão que será abordada no capítulo 04. O estudo usa metodologias de pesquisa-ação e o modelo CATS (Changing As Three Steps, ou Mudança em três passos) (LEWIN, 1947). Nele, os autores mostram como o governo do estado de São Paulo optou por uma abordagem de gestão da mudança na estratégia de implantação de uma política de resíduos que enfrentava forte oposição da indústria local à

regulamentação que emergiu no período porque a mesma trazia questões relacionadas a responsabilidades, logística reversa e outros aspectos que poderiam representar dificuldades técnicas, operacionais e financeiras. Assim, a abordagem utilizada focou na substituição dos instrumentos mais tradicionais e convencionais pautados no "comando e controle", por um modelo que fosse centrado em acordos negociados. Essa estratégia permitiu superar a resistência da indústria que existia em um primeiro momento e criou uma abertura ao diálogo que direcionasse uma transição mais gradual e com aplicação de ações ambiciosas na implementação da REP (RIBEIRO, 2015). Assim vamos analisar essa construção que permitirá maior entendimento sobre esse processo de gestão da mudança, com destaque para os componentes essenciais (facilitadores, obstáculos e oportunidades) e como este mesmo instrumento pode subsidiar a construção de novos modelos e estratégias para fortalecimento da EC e, principalmente, da SI no Brasil.

Ribeiro e Kruglianskas (2020) utilizaram uma abordagem de pesquisa-ação (AR) aplicando uma variante do método conhecido como CATS (LEWIN, 1947), o qual tem três etapas: o planejamento e conscientização na etapa de "descongelamento", a ação na etapa de "mudança" e o resultado e a coleta de fatos na etapa de "recongelamento". A Figura 17 resume as etapas do processo CATS.

Figura 17 - Modelo CATS utilizado no estado de São Paulo



Fonte: adaptado pelo autor de Ribeiro e Kruglianskas (2020)

O modelo inicia-se na etapa 01 com o Descongelar. Nesse momento, é começada a preparação para a mudança, sendo organizado as condições mandatórias e realizado o planejamento necessário para superar eventuais situações de impasse e adversidade. Tem-se, dessa forma, o entendimento e o reconhecimento da mudança, que inclui diagnóstico, coleta de dados e plano de ações para sair da zona de conforto anterior à mudança. Posteriormente, tem-se a Etapa 2, que corresponde ao Mudar. Nesse ponto, ocorre uma intervenção real que altera o status quo, sendo tomadas as devidas medidas para gerar transformações e mudanças concretas e efetivas a proposta. Destaca-se também a possibilidade de planejamento e testes de novos modelos de comportamento para que, a partir desses testes, sejam feitos ajustes ao planejamento anterior no contexto do aprendizado contínuo. Por fim, a última etapa consiste no Recongelar, ou seja, após a mudança realizada, é necessário estabelecer um novo equilíbrio por meio de ações e medidas que fortalecem a nova situação e deem sustentação para que a mesma perdure de forma permanente e normal dentro do cenário planejado inicialmente. Ainda nessa etapa realiza-se uma nova coleta e avaliação de dados e resultados efetivos, para verificar os novos comportamentos e as interações entre os atores e partes.

Essa aplicação no estado de São Paulo se mostrou exitosa segundo os autores. As dificuldades existentes durante o “descongelamento” relativo a esse impasse regulatório foram superadas com sucesso e as empresas responderam da forma adequada ao pedido do governo para apresentar propostas de programas de logística reversa. Assim, essa alternativa pode se configurar como essencial para que a PNRS ou ainda novas políticas que envolvam alterações com grandes impactos históricos e culturais, passem a ter maior aceitação e maior adesão junto aos diferentes atores envolvidos na mesma.

CAPÍTULO 04 – As Responsabilidades e os caminhos da Logística Reversa no Brasil – uma visão comparativa entre a compensação e a prática

À PNRS soma-se a crescente preocupação com questões ambientais para motivar um aumento na demanda e no interesse por fluxos produtivos reversos, os quais já vem ganhando crescente atenção ao longo das últimas décadas (FLEISCHMANN et al., 1997). Da mesma forma, novos paradigmas organizacionais foram estabelecidos referente às questões ecológicas e sustentáveis, desempenhando importante papel nas estratégias corporativas (SARKIS,1998). Murphy (1986) define as iniciativas de fluxo reverso em basicamente três tipos: a partir do cliente; a partir da indústria; e a partir do governo.

Dentre os principais aspectos que estimularam a evolução e o interesse por processos de Logística Reversa (LR), destacam-se três pontos: aumento no número e nas exigências de novas leis ambientais (JAYAREMAN; LUO, 2007); cobrança dos consumidores e da mídia por empresas e processos que fossem norteados pelos princípios da sustentabilidade (LAU; WANG, 2009); forças de mercado e desenvolvimento tecnológico, os quais estimulam tanto a obsolescência programada com curtos ciclos de vida, quanto a criação de novos produtos e processos oriundos do reuso e da reciclagem (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; SOUZA, 2016).

A logística reversa consiste no processo de transferência de mercadorias do seu destino final típico, geralmente aterros convencionais, de volta para a cadeia de valor e, caso não seja possível seu reuso ou reciclagem, destinação final adequada (CHAVES; BATALHA, 2006; DOWLATSHAHI, 2000; HAWKS, 2006; LAMBERT et al., 2011; ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999). Ou seja, ela busca o retorno de produtos aos seus fabricantes e se configura como uma importante ferramenta para incentivo e execução das práticas de reuso e reciclagem, fazendo com que a destinação para aterros sanitários seja utilizada no caso de inviabilidade tecnológica dessas práticas (SRIVASTAVA, 2008; SILVA; MORAES; MACHADO, 2012). A logística reversa de resíduos sólidos envolve o processo de planejamento da coleta pelo transporte físico de subprodutos, resíduos ou materiais obsoletos utilizados, do usuário final até o fabricante (VEIGA, 2013).

O sucesso do reuso e da reciclagem está intimamente vinculado ao processo de logística reversa. Apesar de em muitos casos a logística reversa ser obrigatória, como se tornou no Brasil para diversos segmentos, análises econômicas e estruturais são fundamentais para a execução eficiente do processo. A criação de programas envolvendo todas as partes interessadas, o controle de custos associados, o ciclo de vida, e o incentivo à criação de tecnologias inovadoras são componentes de fundamental importância (ARAÚJO, 2011).

O correto processo de logística reversa compreende tanto o fluxo de retorno de produtos e resíduos, quanto a valorização das atividades de reuso e reciclagem, pontos-chaves para atendimento legal e geração de lucros para fabricantes. Portanto, as práticas de logística reversa são motivadas tanto pelos benefícios e ganhos ambientais quanto pelos econômicos, oriundos da recuperação de valor incorporado aos seus subprodutos e componentes. Ambientalmente, os ganhos se dão pela prevenção a poluição causada pelos resíduos, menor quantidade de materiais enviados aos aterros cada vez mais saturados e a escassez de matérias-primas (GINTER; STARLING, 1978; KROON; VRIJENS, 1995).

Além destas questões legais, a forte exigência de clientes e consumidores frente às características técnicas, ambientais e sociais dos produtos faz com que fabricantes e distribuidores passem a ter crescente responsabilidade frente à colocação de seus produtos no mercado. Logo, nas definições das políticas estratégicas e administrativas, bem como no atendimento de regulamentações governamentais já existentes, é cada vez mais necessário considerar todo processo produtivo, não só relativo aos aspectos técnicos e estruturais, mas também considerando o ponto de vista ambiental como parte integrante de análises (VANDERMERWE; OLIFF, 1990; THIERRY et al., 1995; GUIDE et al., 2000).

Dessa forma, o conceito de logística reversa ganha tanto por atender aos anseios ambientais e legais, como também por determinar conseqüentemente uma vantagem competitiva dentro das estratégias sustentáveis de negócios (BRYSSON; DONOHUE, 1996; HANDFIELD et al., 1997; AUTRY et al., 2001). Para desenvolver tais estratégias, diversas tendências como design sustentável,

análise de Ciclo de Vida, gestão ambiental de cadeia de suprimento, adoção de normas e certificação ISO 14000, tem se tornado mais comuns (SARKIS, 1998).

Além do aspecto legal inserido na lei, é importante destacar outros motivadores para efetivação da logística reversa, como a potencial recuperação de valor a partir dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, economia com o menor investimento em matérias-primas, menor consumo de recursos naturais e inserção em um mercado ecológico, onde é crescente conscientização do consumidor e cobrança feita às empresas (FERRER; AYRES, 2000; RAVI; SHANKAR, 2005; POKHAREL; MUTHA, 2009). No entanto, Dowlatshahi (2000) afirma que, apesar de sua crescente importância, a logística reversa aplicada a gestão ambiental ainda carece de mais estudos, principalmente aqueles com foco em análises ambientais e impactos ao meio ambiente, os quais ainda são considerados escassos.

Vários autores têm debatido sobre as diferentes forças que influenciam na estratégia de logística reversa de resíduos (DOWLATSHAHI, 2000; FLEISCHMANN et al, 1997; GONZALES-TORRE; ADENSO-DIAS; ARTIBA, 2004; TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002). As forças econômicas são focadas no equilíbrio dos impactos oriundos do processo, enquanto as forças legais buscam regulamentar as formas de execução, estabelecer responsabilidades e organizar o processo. Por fim, as forças ambientais concentram-se em como as empresas devem abordar e incorporar a logística reversa como um valor e um princípio interno a seu processo.

Dessa forma, a PNRS traz na logística reversa um de seus principais pilares para criar um novo panorama para a gestão de resíduos sólidos, a qual é aplicável e deve ser implementada por pessoas físicas e/ou jurídicas, de direito privado ou público, responsáveis direta ou indiretamente pela produção dos resíduos (SILVA; MORAES; MACHADO, 2012).

Além da Logística Reversa, um dos pontos e inovações que se destaca na Lei, é a instituição da Responsabilidade Compartilhada, a qual surge como um recurso legal para que toda a cadeia produtiva, incluindo-se o consumidor final, desenvolva ações coordenadas e integradas, e que as mesmas sejam efetivas para melhor gestão dos resíduos sólidos, envolvendo responsáveis pela geração, transporte, armazenamento e destinação final (WILSON et al., 2012).

O conceito de Responsabilidade Compartilhada, semelhante ao REP buscou incentivar a estruturação da Logística Reversa nas indústrias através de ações comuns e que incorporariam todas as partes interessadas (fabricante, transportador, importador e varejo) em um processo contínuo e igualitário (VEIGA, 2013).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) apresenta em seus conceitos duas estratégias para REP:

1. A transferência de responsabilidade (fisicamente e/ou economicamente; totalmente ou parcialmente) a cadeia acima para produtor e distante da municipalidade;
2. Fornecer incentivos aos produtores que incorporarem aspectos ambientais no design de seus produtos (OECD, 2001; DUBOIS, 2012).

Dessa forma, a Responsabilidade Compartilhada surge como um dos principais instrumentos para efetivação da Logística Reversa, visto que é necessário a divisão de papéis e responsabilidades, assim como o estabelecimento de um contato próximo e constante entre os membros ao longo de toda a cadeia para que sejam cumpridas as etapas que compõe o processo. Com isso, os fabricantes, distribuidores, varejistas e consumidores deverão compartilhar a responsabilidade e ter influência direta na gestão dos resíduos (JACOBI; BESEN, 2011).

No Estado de São Paulo, a Responsabilidade Compartilhada é tratada como Responsabilidade pós-consumo na Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), instituída pela Lei estadual 12.300 de 2006 (SÃO PAULO, 2006). Apesar de mais antiga e da nomenclatura diferente, a mesma está intrinsecamente relacionada à responsabilidade compartilhada e aos sistemas de logística reversa definidos pela PNRS, conforme o disposto no artigo 53 da PERS:

“Artigo 53 - Os fabricantes, distribuidores ou importadores de produtos que, por suas características, exijam ou possam exigir sistemas especiais para acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento ou destinação final, de forma a evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública, mesmo após o consumo de seus resíduos desses itens,

são responsáveis pelo atendimento de exigências estabelecidas pelo órgão ambiental. ”

Lei estadual 12.300 de 2006 (SÃO PAULO, 2006)

Nesse âmbito, o presente capítulo irá trazer uma análise comparativa entre as terminologias Responsabilidade Estendida do produtor, mais comum nos modelos de EC da Europa, e Responsabilidade Compartilhada, que foi o conceito adotado pela PNRS. Adicionalmente, será feito um apanhado geral sobre o modelo de crédito de LR crescentemente adotado nos últimos meses pela grande maioria das empresas que são sujeitas a LR, sendo posteriormente contraposto com um estudo de caso de um programa de LR individual feito por uma indústria do setor de bebidas.

4.1 Responsabilidade: estender ou compartilhar?

A responsabilidade compartilhada é um dos pilares da PNRS, esse conteúdo adentra ao rol de promulgações trazidas pela PNRS de forma inovadora (JURAS; ARAÚJO, 2012). É definida como um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental (BRASIL, 2010).

Dessa forma, a política define a cadeia de atores envolvidos, que de maneira conjunta ao princípio do poluidor-pagador, também instituído na norma, atribuiu responsabilidades relacionadas aos resíduos não somente aos fabricantes dos produtos mas também aos importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e ao poder público, responsável pelos serviços de limpeza urbana (PEREIRA; OLIVEIRA,2019), além do objetivo em comum a ser considerado, que é o de minimização da geração dos resíduos e consequentemente a redução do impacto negativo dos mesmos.

O ciclo de vida dos produtos é definido na PNRS, artigo 3º, inciso IV, como uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição

final (BRASIL, 2010). Assim, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é um dos temas centrais da política, mas também um de seus grandes desafios, devido à necessidade do envolvimento de diferentes atores e setores da sociedade (MAROTTI et al, 2017; FARIA, 2012; MACHADO, 2012).

A responsabilidade compartilhada permeia todo o conteúdo da PNRS, pontualmente, é um dos princípios da PNRS, e como princípio da política tem o papel de ser a base fundamental para os seus objetivos e instrumentos e desdobramentos.

Ainda sobre os princípios da PNRS tem-se o de integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, sendo um dos atores principais para efetivação da gestão e gerenciamento adequado.

Com relação aos instrumentos da PNRS, a responsabilidade compartilhada também está presente no terceiro instrumento: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. E também compõe os conteúdos mínimos sugeridos para a elaboração dos planos estaduais, municipais e de gerenciamento de resíduos. Essa unidade conceitual que explora a responsabilidade compartilhada é fundamental quando se pensa em etapas do planejamento, trazendo o conteúdo desta para os diferentes planos. Aqui ressalta-se a teoria do *tiering*, que determina o encadeamento de temas e informações entre os diferentes escopos dos planos, do que diz sua aplicação local, municipal, estadual e federal (SANTIAGO, 2021; ARTS, TOMLINSON, VOOGD, 2011).

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos objetiva compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; Promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; Reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; Incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; Estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos

derivados de materiais reciclados e recicláveis; Propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; Incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental (BRASIL, 2010).

A análise realizada por Marotti et al, 2017, a qual objetiva traçar uma análise do atendimento dos princípios da PNRS pelos seus objetivos e instrumentos, através de identificação de relações entre os conteúdos aborda essa relação em específico com o princípio da responsabilidade compartilhada e define que, quando analisado o princípio da responsabilidade compartilhada quanto ao seu atendimento através dos objetivos da PNRS, observou-se que faltam objetivos que contemplem a definição das responsabilidades nas distintas etapas da cadeia produtiva e reversa.

Os objetivos identificados relacionados a esse princípio são: Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; e a Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (MAROTTI et al., 2017).

Quando considerados os instrumentos da política para a mesma análise, os resultados demonstram que o princípio da responsabilidade compartilhada se relaciona aos instrumentos de educação ambiental, aos acordos setoriais e aos incentivos a consórcios, podendo compreender uma grande diversidade de agentes e ações (MAROTTI et al., 2017). Tanto que um dos instrumentos da PNRS é a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Dessa forma, a própria política define que duas das formas de implementar a responsabilidade compartilhada são através da coleta seletiva e dos sistemas de logística reversa.

A responsabilidade compartilhada adentra ao rol de conteúdo promulgado pela PNRS de forma a viabilizar a aprovação dessa política no congresso, um tópico em meio aos quase vinte anos de debates para sua aprovação. Isso

ocorreu devido a possibilidade de acrescentar a responsabilidade estendida do produtor ao texto da lei, muito inspirado nas legislações europeias que a utilizam, porém, as resistências a esse termo foram encontradas, portanto a responsabilidade compartilhada tomou o espaço da responsabilidade estendida, tendo como diferenças amplificação dos atores a serem responsabilizados (SANTIAGO, 2021; MORO, 2018).

Por sua vez, a responsabilidade estendida é consolidada na União Europeia e busca equacionar custos e despesas do poder público nos processos de coleta e destinação de resíduos. Ao mesmo tempo, com esse conceito espera-se que fabricantes e produtores adquiram maior consciência sobre os impactos de seus materiais e embalagens com base nos resíduos gerados (SANTIAGO, 2021; MONIER et al., 2014).

Conceitualmente, a Responsabilidade Estendida do Produtor remete ao fato dos produtores, sejam eles fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, serem os únicos responsáveis pelas mercadorias e suas embalagens após o consumo (SANTIAGO, 2021). A ideia por trás da responsabilidade estendida é que os produtores são responsáveis legalmente e financeiramente pelos resíduos pós-consumo, não havendo a divisão de responsabilidades que é atribuída na Responsabilidade Compartilhada da PNRS.

Em alguns casos, REP e Responsabilidade Compartilhada ou Responsabilidade Pós-Consumo podem ser trabalhadas como sinônimos. Como apresentado no capítulo 03, Ribeiro e Kruglianskas (2020) aplicaram a abordagem chamada “gestão da mudança” através do método CATS tendo como pilar principal a Responsabilidade Estendida do Produtor que foi considerada para a PERS em SP com o mesmo significado de Responsabilidade Pós-Consumo. Os autores apontam que a REP consiste em uma abordagem ambiental na qual os produtores assumem responsabilidades que vão além da fabricação e incluem principalmente a gestão de resíduos, incluindo embalagens, após o fim da vida útil do produto e a logística reversa. A REP tem objetivos como incentivar os produtores e fabricantes a incorporar padrões ambientais no design de produtos e transferir parte da responsabilidade da gestão de resíduos dos municípios para eles (OCDE, 2016). Desde a década de

1990, os programas de REP existentes têm melhorado significativamente a gestão de resíduos, aumentando as taxas de reciclagem, reduzindo o aterramento e reduzindo os gastos do governo, apesar de existirem poucas evidências claras do impacto no design de produtos (BÖRKEY, 2015).

Todavia, apesar do conceito ser ambientalmente interessante o mesmo ainda tem diversos desafios para cumprir o objetivo do conceito em termos de regulamentação ambiental. Nesse cenário, diferentes e específicos acordos foram estabelecidos em cada região ou país. Na Europa, há uma estratégia geral orientada pelas Diretivas Europeias, mas a maioria dos países já tem suas próprias regulamentações. O Canadá aprovou recentemente uma política nacional de REP, embora algumas províncias já tivessem regulamentações anteriores. Embora ainda não haja regulamentação federal de REP, mais de setenta programas estaduais estão em funcionamento nos Estados Unidos. Alguns países na América Latina começaram a implementar suas estratégias: Brasil, Chile, Argentina, Colômbia e México; no entanto, eles ainda não alcançaram muitos resultados concretos (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2020; OCDE, 2016).

É importante destacar estratégias como as mencionadas por Park et al. (2008), onde é defendida a flexibilidade como uma maneira de garantir a eficácia da política por meio do atingimento de metas realistas e sólidas, ou seja, sem padrões e generalizações. Nash (2009) também fizeram análises em nível estadual nos Estados Unidos e, apesar de ser destacado a importância e os benefícios de um arcabouço federal, os autores destacam que regulamentação regionais específicas podem ter impactos altamente positivos e eficazes no alcance de políticas e metas mais rigorosas e abrangentes, inovando na política de produtos e incorporando as necessidades e condições locais.

Nessa linha, Milanez e Bührs (2009) já apontavam, antes da PNRS, para a importância de novos arranjos institucionais para o desenvolvimento da política de REP no Brasil. Dificuldades como a ausência de um aparato legal que crie canais reversos e mecanismos econômicos para incentivar e viabilizar a logística reversa, são fatores destacados como barreira para evolução dessa visão (CAIADO et al., 2017). Mesmo após a criação da PNRS, o sucesso e evolução dessa prática ainda é incerta pelos diversos obstáculos, como a necessidade de

coordenar esforços entre produtores, importadores, varejistas governo e sociedade civil (JABBOUR et al., 2014). E soma-se a esse cenário limitações e dificuldades, comuns a países em desenvolvimento tais como infraestrutura reduzida, práticas de disposição irregulares frequentes, falta ou insuficiência de alternativas de tratamento e reciclagem, taxas de coleta seletiva baixas, falta ou insuficiência de instrumentos econômicos e a existência de um setor informal de reciclagem (BÖRKEY, 2015; EEMAN, 2015).

Desde as décadas de 1970 e 1980 já existiam documentos que enfatizavam a necessidade de incluir os fabricantes no desenvolvimento de soluções para resíduos pós-consumo. Porém o termo responsabilidade estendida do produtor foi apresentado de forma pioneira pelo Ministro de Recursos Ambientais e Naturais da Suécia, Thomas Lindhqvist, no ano de 1990 (BIMBATI; RUTKOWSKI, 2016).

Essa aparição se dá em um relatório designado ao Ministério do Meio Ambiente de seu país de forma a suscitar uma estratégia de reduzir os impactos ambientais dos produtos responsabilizando o fabricante pelo ciclo de vida dos mesmos (MASSOTE, DEMAJOROVIC e MORAES, 2015).

O termo foi rapidamente disseminado pela Europa, influenciando políticas ao redor do mundo. Com ele foram trazidas tendências de priorização de medidas de prevenção e precaução no lugar das de contenção, fortalecimento da visão sistêmica para o ciclo de vida dos produtos e a substituição das medidas de comando e controle por metas de redução do impacto ambiental (MASSOTE, DEMAJOROVIC e MORAES, 2015).

Desde a década de 1990, o Brasil tem instrumentos de regulamentação de REP para alguns produtos, como pneus, óleos lubrificantes, embalagens de pesticidas e baterias, que foram implementados como programas bem organizados e estruturados. No entanto, com a promulgação da PNRS em 2010, o termo ao invés de REP foi tratado como "responsabilidade compartilhada", que pode ser definida como o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade

ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei” (Brasil, 2010). Segundo a lei, a responsabilidade compartilhada tem como objetivo:

“I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.
(BRASIL, 2010).

Nota-se, apesar da diferença da nomenclatura muitos dos objetivos são parecidos com os descritos até o momento. No entanto, a diferença principal está em tirar a responsabilidade exclusivamente do produtor, distribuindo-a igualmente para o restante dos membros da cadeia produtiva.

Nesse sentido, é importante um aprofundamento nas terminologias e diferenças conceituais entre Responsabilidade Estendida do Produtos e Responsabilidade Compartilhada da PNRS.

A responsabilização dos produtores pelos resíduos pós consumo revela a necessidade de pensar estratégias de elaboração, desenvolvimento e produção dos bens de forma a gerar menor impacto socioambiental.

Ao definir essa responsabilidade entende-se que os custos relativos aos resíduos pós consumo também sejam transferidos, ou seja, os custos ambientais sejam incorporados aos produtores, que de maneira mercadológica as repassam para os consumidores na forma de acréscimo de custo. Com isso uma dinâmica de mercado é criada de forma que na hora da compra os custos do produto reflitam, em parte, os custos do impacto relativo aos resíduos gerados, fazendo com que os custos da operação dos resíduos sejam imputados no valor do bem (MASSOTE, DEMAJOROVIC e MORAES, 2015).

É relevante considerar que os aspectos positivos e os desafios existem em todos os modelos, porém os resultados demonstrados da aplicação da responsabilidade estendida do produtor no âmbito da União Europeia são muito satisfatórios. Os diferentes países nos quais várias iniciativas de responsabilidade estendida foram implementadas demonstraram níveis de progresso muito significativos, como por exemplo, de 1997 a 2010, a taxa média de reciclagem de embalagens dos, até então, 15 países aderentes à União Europeia cresceu de 41,7% para 65,3%, apesar de ainda notarem a necessidade de políticas públicas de incentivo (MASSOTE, DEMAJOROVIC e MORAES, 2015).

A seguir apresenta-se um quadro comparativo entre a responsabilidade compartilhada e a responsabilidade estendida do produtor.

Quadro 4 - Comparação resumida entre as responsabilidades

	Responsabilidade compartilhada	Responsabilidade estendida
Origem do termo	Política Nacional de Resíduos Sólidos, marco legal da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil - 2010	Relatório escrito pelo Ministro de Recursos Ambientais e Naturais da Suécia, Thomas Lindhqvist, designado ao Ministério do Meio Ambiente de seu país de forma a suscitar uma estratégia de reduzir os impactos ambientais - 1990
Definição	Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos,	Abordagem política ambiental em que a responsabilidade do produtor por um produto é estendida até a fase pós-consumo do ciclo de vida do mesmo (MONIER, et al, 2014).

	para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).	
Atores envolvidos	Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos	Produtores
Países em que é aplicado	Brasil	Países da UE - Áustria, Bélgica, Bulgária, Croácia, Chipre, Chéquia, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Roménia, Eslováquia, Eslovénia, Espanha e Suécia.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar a definição da nomenclatura que entrou na legislação do Brasil, a responsabilidade estendida do produtor foi substituída por um novo e exclusivo princípio, o da responsabilidade compartilhada que, segundo SANTIAGO (2021), ocorreu como resultado de uma pressão dos principais atores afetados pelo conceito, ou seja, o empresariado das fábricas sujeitas a tal processo, que através da busca por um caminho que atenuasse suas responsabilidades e pressões, conseguiu que o termo fosse mais amplo e que implicasse em atribuições de responsabilidades aos demais membros da cadeia produtiva.

No entanto, na prática essa busca não trouxe os resultados esperados pelos empresários, uma vez que segundo Fagliari (2017), a participação de diferentes atores na efetivação da responsabilidade compartilhada ainda é deficiente, havendo maior responsabilização aos fabricantes. Isso pode ser explicado por uma razão bastante simples e direta: na prática, só quem é avaliado é o fabricante. Isso ocorre porque a forma de fiscalização e análise do cumprimento dos sistemas de LR e, conseqüentemente, da Responsabilidade Compartilhada, se dá pelo licenciamento ambiental. Há de se notar que, dentro do exposto, estão excluídos dessas obrigações todo setor de comércio, importadores e varejo, os quais não estão sujeitos ao licenciamento ambiental,

fazendo com que não exista nenhuma outra forma de cobrança e penalização, e as responsabilidades não sejam devidamente compartilhadas como definido na PNRS, imputando a responsabilidade aos fabricantes. Na prática, mesmo com as diferentes nomenclaturas, o que vem ocorrendo no Brasil também é a Responsabilidade Estendida do Produtor. O que ocorre de diferente é a pressão exercida pelos fabricantes. Antes da responsabilidade compartilhada, recaía sobre o poder público, na figura do município principalmente, a pressão de ter um papel e uma participação ativa no processo de LR. Agora, com a responsabilidade compartilhada, tal pressão é direcionada aos demais atores da cadeia (distribuidores, importadores e comerciantes), apesar do baixo resultado prático.

4.2 As novas perspectivas da LR no Brasil e o impacto dos modelos práticos

4.2.1 O surgimento do mecanismo de compensação e os créditos de logística reversa

A PNRS prevê diversos instrumentos relacionados à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A logística reversa (LR) é um dos instrumentos trazidos pela lei para operacionalizar tal responsabilidade, mediante o retorno dos produtos após o consumo, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

A lei indica os tipos de resíduos que, a princípio, são sujeitos à LR, dentre eles, as embalagens recicláveis. A responsabilidade por retornar esses resíduos pós consumo ao ciclo produtivo é atribuída a todos os elos da cadeia: consumidor, comerciante, distribuidor, fabricante e importador.

O sistema de LR para cada um dos tipos de resíduos listados na PNRS terá sua estrutura definida por normas legais, acordos setoriais ou termos de compromisso, instrumentos cujas características e requisitos são detalhados pela Lei 12.305/2010 e seu regulamento, o Decreto 10.936/2022.

As normas preveem formas de implementação e operacionalização de sistemas de LR. Segundo a lei, no seu Art. 33, cabe aos fabricantes,

importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos e embalagens sujeitos à LR tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, podendo, entre outras medidas:

- (i) implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;
- (ii) disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
- (iii) atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

No caso das embalagens, o desenho do sistema de LR foi, inicialmente, estabelecido por meio de um Acordo Setorial nacional, firmado entre o Poder Público e o setor produtivo em 2015. Dentre diversos pontos, o Acordo Setorial estipulou a meta nacional de redução de 22% das embalagens destinadas a aterro. Como dito, a meta é imposta ao setor produtivo.

A chamada “compensação ambiental” é um formato de operacionalização de sistemas de LR inspirada em modelos adotados pela União Europeia e que já vem sendo adotada no Brasil. Trata-se, em resumo, de um mecanismo de LR indireta, por meio do qual é realizada a reciclagem, não necessariamente da mesma embalagem colocada no mercado pelo importador/fabricante contratante, mas da mesma quantidade e tipo de material que foram lançados no meio ambiente. Ou seja, a metodologia é por equivalência de material.

O mecanismo funciona por meio da venda dos resíduos pós-consumo pelas cooperativas e associações de catadores às indústrias recicladoras, o que gera uma nota fiscal por operação. A compra dessas notas fiscais pelas empresas obrigadas a estruturar a LR é usada como comprovação legal de responsabilidade pela LR de suas embalagens.

Existem, operantes no Brasil, empresas que realizam o serviço de analisar e inserir essas notas fiscais em uma plataforma em cadeias rastreáveis, dando origem aos chamados Créditos de Logística Reversa (CLR), também referidos como Certificados de Logística Reversa. Algumas dessas empresas contam com serviço de auditoria externa das notas e dos procedimentos. A compra dos

créditos pelas empresas sujeitas às obrigações de LR é que funciona como prova da implementação do sistema por essas empresas, com vistas ao cumprimento da meta imposta.

Inicialmente, não existia menção expressa, em normas federais, aos referidos créditos. No entanto, já havia suporte legal para o formato de LR por compensação ambiental, pois pode-se dizer que o mecanismo envolve a compra indireta, pelas empresas obrigadas, das embalagens pós-consumo. A Cláusula 6.3 do Acordo Setorial prevê como uma das formas de implementação do sistema de LR pelos fabricantes ou importadores de embalagens, a:

compra direta ou indireta, a preço a ser negociado entre as partes da operação, por meio do Comércio Atacadista de Materiais Recicláveis e/ou das recicladoras, das embalagens triadas pelas Cooperativas, centrais de triagem ou unidades equivalentes, Centrais de Valorização de Material Reciclável, ou ainda pelos centros de triagem mantidos pelos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com base nos valores de referência de mercado, respeitando critérios de localização, volume, qualidade e capacidade instalada das empresas envolvidas no processo de reciclagem, em todas as etapas;

Ademais, é possível argumentar que a compensação ambiental ainda se encaixaria em um segundo exemplo de formato de operacionalização de LR: a atuação em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

O escopo e definição do que seja “atuação em parceria” não estão definidos pela legislação, mas dado que a compensação ambiental representa remuneração adicional das cooperativas e associações de catadores e incentiva a formalização das cooperativas e associações de catadores (para fins de emissão das notas fiscais), entendemos possível se afirmar que se trata de um mecanismo de “atuação em parceria”.

Neste ponto, é importante mencionar que uma das críticas feitas ao Acordo Setorial é o de que ele se baseia quase que exclusivamente em mecanismos de apoio a cooperativas e que há pouca atenção à rastreabilidade dos resíduos. Nesse sentido, o sistema de compra de notas fiscais ou

certificados lastreados em notas fiscais auditadas pode ser visto como um mecanismo que, se não soluciona essa questão, ao menos mitiga a problemática da rastreabilidade do material, garantindo, com mais segurança, que o resíduo, de fato, foi corretamente destinado às recicladoras.

À época, o formato de sistema de LR por compensação ambiental já era expressamente autorizado por legislação em alguns estados brasileiros como São Paulo (vide Decisão de Diretoria n. 127/2021/P, de 16 de dezembro de 2021, item 4.3.4.1 N) e Mato Grosso do Sul (vide Decreto Estadual n. 15.340/2019 e Resolução SEMAGRO n. 698/2020). Afora a legislação, em diversos estados estão sendo firmados termos de compromisso que trazem a solução de certificados lastreados em notas fiscais como forma de operacionalizar a LR (exemplos: TCLR entre Instituto Rever, SEMA e FEPAM (RS), assinado em jun./2021; TCLR com participação da empresa Eureciclo firmado com a CETESB e SIMA (SP) assinado em mai./2018, TCLR firmado entre setor empresarial e IMASUL (MS) em ago./2020, em que empresas como Eureciclo e Pólen estão habilitadas como certificadoras de notas fiscais, dentre outros).

No ano de 2022, os créditos de reciclagem foram regulamentados, por meio do Decreto Federal n. 11.044, de 13 de abril de 2022, que “Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem - Recicla+”. A norma oficializou os créditos de LR de produtos e embalagens como forma de comprovação, pelo setor empresarial, do cumprimento das obrigações de LR.

O Crédito de Reciclagem corresponde a uma tonelada de material reciclável comprovadamente destinada à reciclagem ou à recuperação energética. O Recicla+ é o Certificado de Crédito de Reciclagem, emitido pela entidade gestora, que comprova a restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente dos produtos/embalagens sujeitos à logística reversa. A norma detalhou conceitos e estipulou formas de comprovação periódica do cumprimento das metas de LR por meio dos certificados.

Desde a edição do Decreto do Recicla+, há um aumento significativo da busca por créditos de reciclagem pelas empresas obrigadas a cumprir metas de LR. Isso porque as empresas (notadamente fabricantes e importadores de produtos cujo uso gera embalagens pós consumo) não possuem o *know how* ou estrutura para desenhar e operar um sistema de LR, eis que não é este seu *core*

business. Diante da adoção de ferramenta dotada de tecnologia para garantir o lastro e segurança dos créditos de reciclagem (além de auditorias externas, em alguns casos), tais empresas veem, nos certificados, um mecanismo seguro para demonstrar o adimplemento de sua obrigação de LR no Brasil.

Em outra ponta, nota-se uma proliferação de empresas com interesse em certificar os créditos de reciclagem, para viabilizar o aquecido mercado dos créditos.

É nesse cenário que, mais recentemente foi publicado o Decreto Federal n. 11.413/2023, que instituiu o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, revogando o Decreto n. 11.044/2022, que instituíra o Certificado de Crédito de Reciclagem (Recicla+). É o Decreto Federal n. 11.413/2023, juntamente com o Decreto Federal n. 10.936/2022 e a PNRS, que formam atualmente o arcabouço legal da logística reversa no Brasil. Na mesma data de publicação da nova norma, outro decreto relacionado ao tema também foi editado: o Decreto n. 11.144/2023, que institui o Programa Diogo de Sant’Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular e o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis. O objetivo central desta norma é fortalecer o protagonismo dos catadores de materiais recicláveis.

O Decreto n. 11.413/2023 manteve os certificados como mecanismo válido para a comprovação de logística reversa de resíduos sólidos pós consumo (produtos e embalagens), reforçando a legalidade da modalidade de cumprimento por meio de sistema de compensação. Com a criação dos novos tipos de certificados, entendemos que o ato tornou mais robusta a regulação desse formato de comprovação das metas de logística reversa pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes obrigados a cumpri-las, conforme a PNRS. Nos termos dos arts. 5º, II, III e IV e 23, do Decreto 11.413/2023, a responsabilidade pela emissão dos certificados de crédito é das entidades gestoras. O conceito de “entidade gestora” é definido, pela norma, como “pessoa jurídica responsável por estruturar, implementar e operacionalizar o sistema de logística reversa de produtos e embalagens em modelo coletivo”. Para serem admitidas como entidades gestoras, as pessoas jurídicas devem,

necessariamente, estar cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR, bem como manter esse cadastro atualizado. Para fins do cadastro, a entidade gestora deverá informar dados do responsável técnico pelo gerenciamento do sistema de logística reversa, devidamente habilitado, na forma estabelecida em ato do Ministro de Estado do Meio Ambiente e Mudança do Clima. A atividade de emissão dos Certificados de Créditos de Reciclagem deve estar informada no Estatuto Social ou em documento jurídico equivalente da entidade gestora.

A conformidade e a rastreabilidade da logística reversa implementada e operacionalizada pela entidade gestora terá por lastro as notas fiscais eletrônicas emitidas pelos “operadores” na comercialização de produtos ou embalagens recicláveis, que deverão ser homologadas pelo “verificador de resultados”. O “operador” é a pessoa jurídica, de direito público ou privado, que efetua a restituição de produtos ou de embalagens recicláveis ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos. O “verificador de resultados” é pessoa jurídica, homologada e fiscalizada pelo Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima, que deverá ser contratado e custeado pela entidade gestora e terá como atribuição a custódia das informações, a homologação das notas fiscais eletrônicas e a verificação dos resultados da logística reversa. O cadastramento do “verificador de resultados” junto ao Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima se dará por meio de edital de chamamento público.

O Decreto 11.413/2023 estabelece, ainda, que para fins de emissão dos certificados de crédito, as entidades gestoras deverão dar prioridade às notas fiscais eletrônicas emitidas pelos operadores em operações de comercialização dos recicláveis a partir de catadores, cooperativas e associações de catadores que realizam a coleta ou a triagem e encaminham esse material para a cadeia da reciclagem. Ainda não há regulamentação para definir como se dará a verificação do esgotamento dessas notas fiscais.

Ademais, importante pontuar que, para fins de comprovação do cumprimento de logística reversa pelas empresas aderentes ao modelo coletivo, a entidade gestora deverá implementar um sistema de informações eletrônico da espécie caixa-preta (*black box*), permitindo a captura de informações anônimas

do setor empresarial e a obtenção, com confidencialidade e segurança, da quantidade das massas de produtos ou de embalagens disponibilizadas no mercado e retornadas ao setor produtivo, de forma integrada com o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) do SINIR. É também obrigação da entidade gestora manter, durante 5 (cinco) anos, cópias dos processos de homologação, das notas fiscais eletrônicas e do MTR, como forma de comprovação do atingimento das metas e diretrizes dos sistemas de LR protocolados e dos relatórios anuais de desempenho, para eventual apresentação ao MMA (Ministério do Meio Ambiente).

No Estado de São Paulo, a Resolução SMA 45/2015 é responsável por definir as diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós consumo. Para regulamentar essa norma, a CETESB editou a Decisão da Diretoria n. 127/2021/P que estabelece o procedimento para demonstração do cumprimento da logística reversa no âmbito do licenciamento ambiental.

No que tange a emissão dos certificados de crédito para embalagens pós consumo, o Estado de SP instituiu os Certificados de Reciclagem de Embalagens em Geral (CRE). Nos termos da DD 127/2021/P, a CETESB somente aceitará, para fins de comprovação de metas de logística reversa, Certificados de Reciclagem de Embalagens em Geral emitidos por sistema de logística reversa que tenha firmado Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Embalagens em Geral com a CETESB com previsão de emissão de CREs e desde que adquiridos pelas empresas aderentes ao Termo de Compromisso.

As notas fiscais para lastrear os CREs podem ser provenientes das seguintes origens:

- Coleta seletiva, ou triagem a partir de coleta regular, realizada pela Prefeitura;
- Coleta seletiva, ou triagem a partir de coleta regular, realizada como parte das atividades concedidas pelo titular do serviço de limpeza pública, desde que a comercialização na forma de receita acessória esteja prevista no respectivo contrato ou documento equivalente;
- Entidades de catadores de materiais recicláveis;

- Sistema privado de coleta e triagem, por meio de pontos de entrega de resíduos pelo consumidor, excetuados aqueles coletados dentro do escopo de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; e
- Empresas privadas que efetuam a reciclagem, a descaracterização ou tratamento dos materiais recicláveis provenientes das embalagens pós-consumo, desde que forneçam a rastreabilidade das Notas Fiscais dos materiais recicláveis, a fim de demonstrar que não foram computados nas metas de logística reversa em etapas anteriores do fluxo de coleta, triagem e reciclagem.

As notas fiscais dos resíduos provenientes de entidades de catadores de materiais recicláveis somente serão computadas para atingimento das metas de logística reversa se as entidades de catadores estiverem cadastradas no sistema SIGOR - Módulo Reciclagem.

Para funcionarem como lastro dos CREs, as notas fiscais devem ser homologadas pelo sistema de logística reversa. A homologação será realizada por uma empresa (pessoa jurídica) contratada para esse fim por fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes ou pelas entidades gestoras ou entidades signatárias do Termo de Compromisso firmado com a CETESB. O procedimento de homologação deverá ocorrer com periodicidade mínima anual, por meio da coleta e arquivamento de documentos referentes ao local de triagem e destinação final ambientalmente adequada.

A Decisão de Diretoria CETESB que estabelece essas regras é anterior ao Decreto Federal n. 11.413/2023, que instituiu o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura. A Decisão de Diretoria também é anterior ao Decreto Federal do Recicla+, que foi o primeiro a regulamentar, em âmbito federal, os certificados de reciclagem para o cumprimento de metas de logística reversa no modelo de compensação.

Por ser de fácil realização, esse mecanismo tem sido a principal estratégia adotada por empresas em todo país para cumprir as exigências da PNRS referente a LR, bastando o pagamento de uma mensalidade que geralmente é um valor bastante baixo para as empresas e que muitas vezes pode nem ser

necessário caso a mesma esteja associada a algum órgão de classe, sindicato ou confederação.

4.2.2 O outro lado da Logística Reversa: os impactos de um programa individual “na prática”

A gestão de resíduos no estado de São Paulo passou por diferentes norteadores legais ao longo do tempo, tendo início com a Lei Estadual nº 12.300/2006, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), seguida pela Lei Federal nº 12.305/2010, bem como a Resolução SMA nº 45/2015, que implementou a responsabilidade pós-consumo no estado de São Paulo e a Decisão de Diretoria da CETESB nº 114/2019/P/C.

A PERS institui princípios em seu Art. 2º, estando entre eles, a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos que leve em consideração as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública (Inciso I) e a minimização dos resíduos por meio de incentivos às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação (Inciso VI), o acesso da sociedade à educação ambiental (Inciso VII). Dentre os instrumentos estabelecidos no Art. 4º tem-se o planejamento integrado e compartilhado do gerenciamento de resíduos sólidos (Inciso I) e os Planos dos Geradores (Inciso III).

Em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define, em seu Art.3º, o acordo setorial como sendo o ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (Inciso I). Já a logística reversa, é entendida como o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Inciso XII). Por fim, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é explicada como o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e

rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.

No que se refere à Resolução SMA 45/2015, o Art. 2º estabelece a obrigatoriedade de implementar sistema de logística reversa para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos que, por suas características exijam ou possam exigir sistemas especiais de gerenciamento, de forma a evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública, mesmo após o consumo desses itens. Destaca-se, no inciso II, as embalagens de produtos de bebidas. Já o Art. 3º apresenta que a Secretaria do Meio Ambiente e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB poderão, a critério próprio, celebrar Termos de Compromisso visando ao acompanhamento e implantação dos sistemas de logística reversa.

A partir da Decisão de Diretoria da CETESB nº 114/2019/P/C, fica estabelecido o procedimento para a incorporação da Logística Reversa no âmbito do licenciamento ambiental.

Acompanhando esse movimento legal, as Empresas Franzotti, localizadas na cidade de Potirendaba no estado de São Paulo, atualmente constituídas pelas empresas Bebidas Poty, Cervejaria Trieste, Karinha Produtos Domissanitários LTDA, Potilog e Poty Ambiental, passaram por uma evolução positiva no que se refere à gestão e gerenciamento dos resíduos pós consumo gerados a partir de seus produtos, com a elaboração inicial de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Logística Reversa, criação da Poty Ambiental em 2008, assinatura de Termo de Compromisso para Responsabilidade Pós-Consumo de Embalagens e Bebidas em 2014, o qual foi deixado em 2020 para o desenvolvimento do seu próprio Programa de Logística Reversa do Grupo Poty, em atendimento a Decisão de Diretoria da CETESB nº 114/2019/P/C, dando início ao desenvolvimento dele em 2021, destacando-se assim, como pioneira em assumir individualmente seu Programa de Logística Reversa de embalagens de bebidas.

Para atendimento de suas obrigações legais e cumprimento das metas estipuladas em lei, a empresa assinou o Termo de Compromisso para Responsabilidade Pós-Consumo de Embalagens e Bebidas, em 02 de abril de

2014, o qual foi deixado em 2020, para elaboração de sistema de logística reversa próprio protocolado junto a CETESB em 2021. Assim, a Bebidas Poty não é integrante do Programa Coalizão Embalagens, assinado em 29 de setembro de 2021, do qual são signatários a Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística - SIMA, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não Alcoólicas – ABIR, a Associação Brasileira de Bebidas – ABRABE e Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja – SINDICERV.

Diante desse protagonismo frente ao cenário de logística reversa do estado de São Paulo e também do Brasil, será descrito o estudo de caso do Programa de Logística Reversa do grupo.

O grupo apresentou junto à CETESB, em junho de 2021, seu Plano de Logística Reversa - Sistema de Logística Reversa Coletivo, com o nome de “ECORAÇÃO - SUSTENTABILIDADE GERANDO SOLIDARIEDADE”, para embalagens em geral. Neste documento, o sistema foi assim descrito:

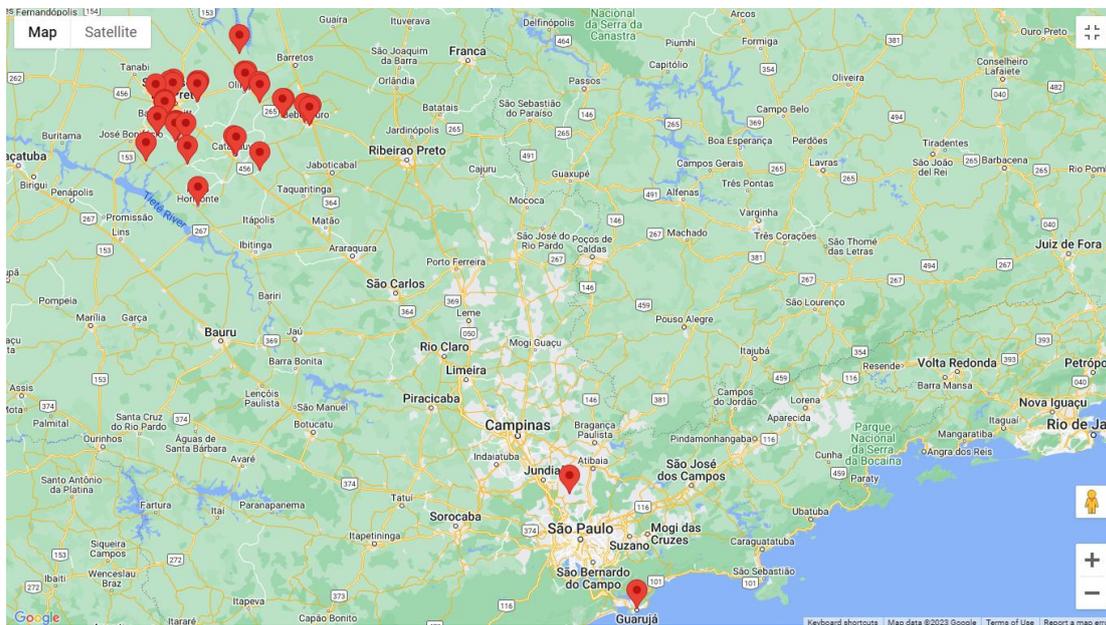
O sistema funcionará mediante atuação da empresa recicladora, que faz parte do conglomerado, responsável pela operacionalização, a qual terá a incumbência de instalar e controlar os pontos de entrega/coleta, efetuar a coleta dos resíduos, através da operadora logística, receber em sua sede os mesmos, para armazenamento, tratamento e beneficiamento dos resíduos, especialmente na trituração de garrafas PET, obtendo o subproduto "flake", e efetuar a destinação final ambientalmente adequada.

Assim, foi apresentada uma proposta coletiva, considerando as empresas do mesmo grupo, em que a empresa responsável pela operacionalização do sistema é a Poty Ambiental LTDA, enquanto as empresas Bebidas Poty LTDA e Klarinha Produtos Domissanitários LTDA são aderentes. A Potilog Sistema Integrado de Logística Reversa LTDA é a empresa responsável pela operação logística e o envio das embalagens pós-consumo para a Poty Ambiental LTDA.

Para que o sistema de logística reversa seja efetivo, ele depende também de parceiros, que funcionam como pontos de coleta dos resíduos gerados pós-consumo. Para ampliar o impacto do programa de LR, foi definido que os pontos seriam instalados majoritariamente em escolas públicas, mas também estão em

mercados, condomínios, instituições beneficentes. Esses pontos estão espalhados por diversas regiões do estado de São Paulo (figura 18).

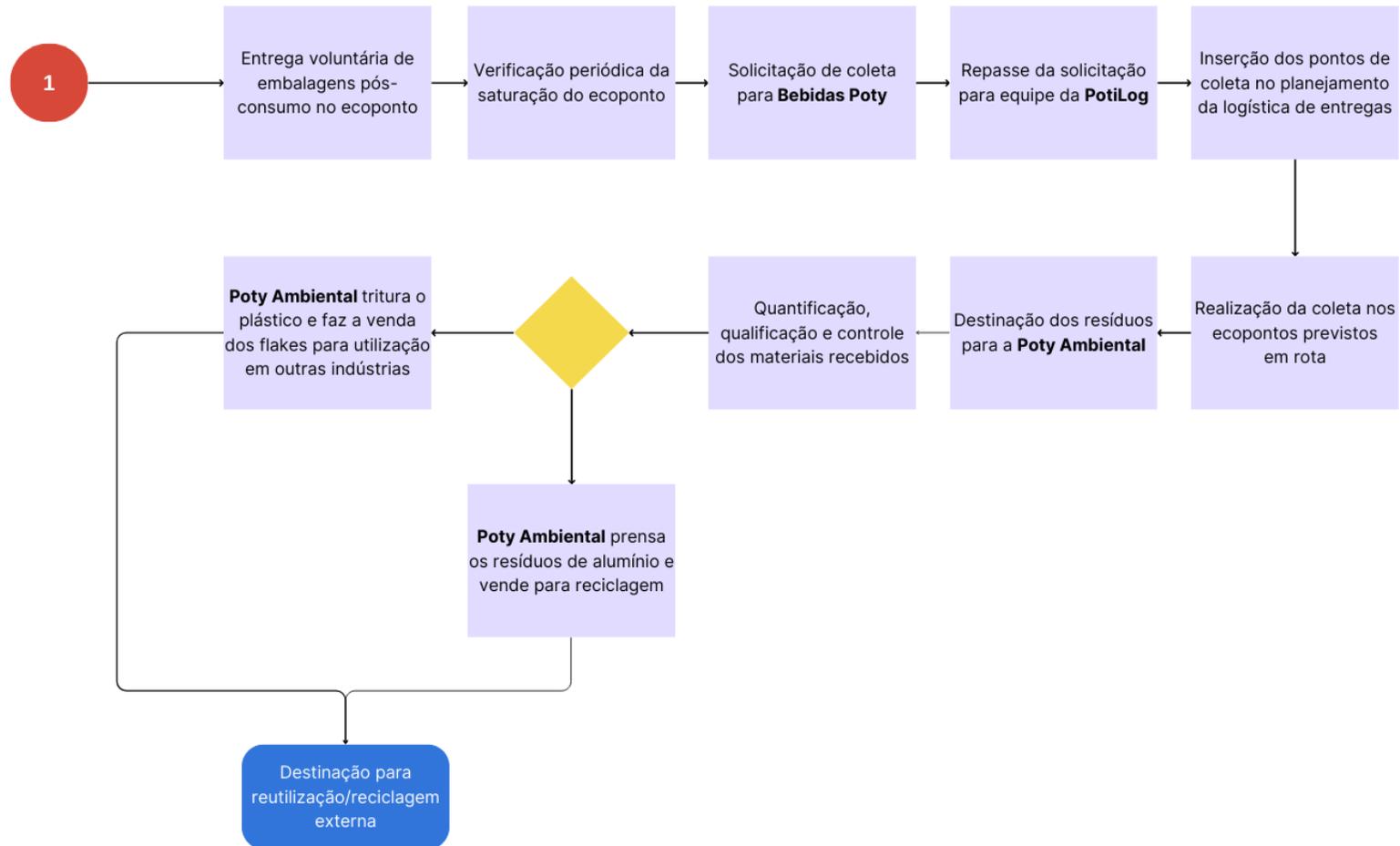
Figura 18 – Distribuição dos PEVs pelo estado de São Paulo



Fonte: Elaborada pelo autor

O fluxograma com as principais etapas do funcionamento do programa é apresentado na figura 19, onde o número 1 representa o início do processo.

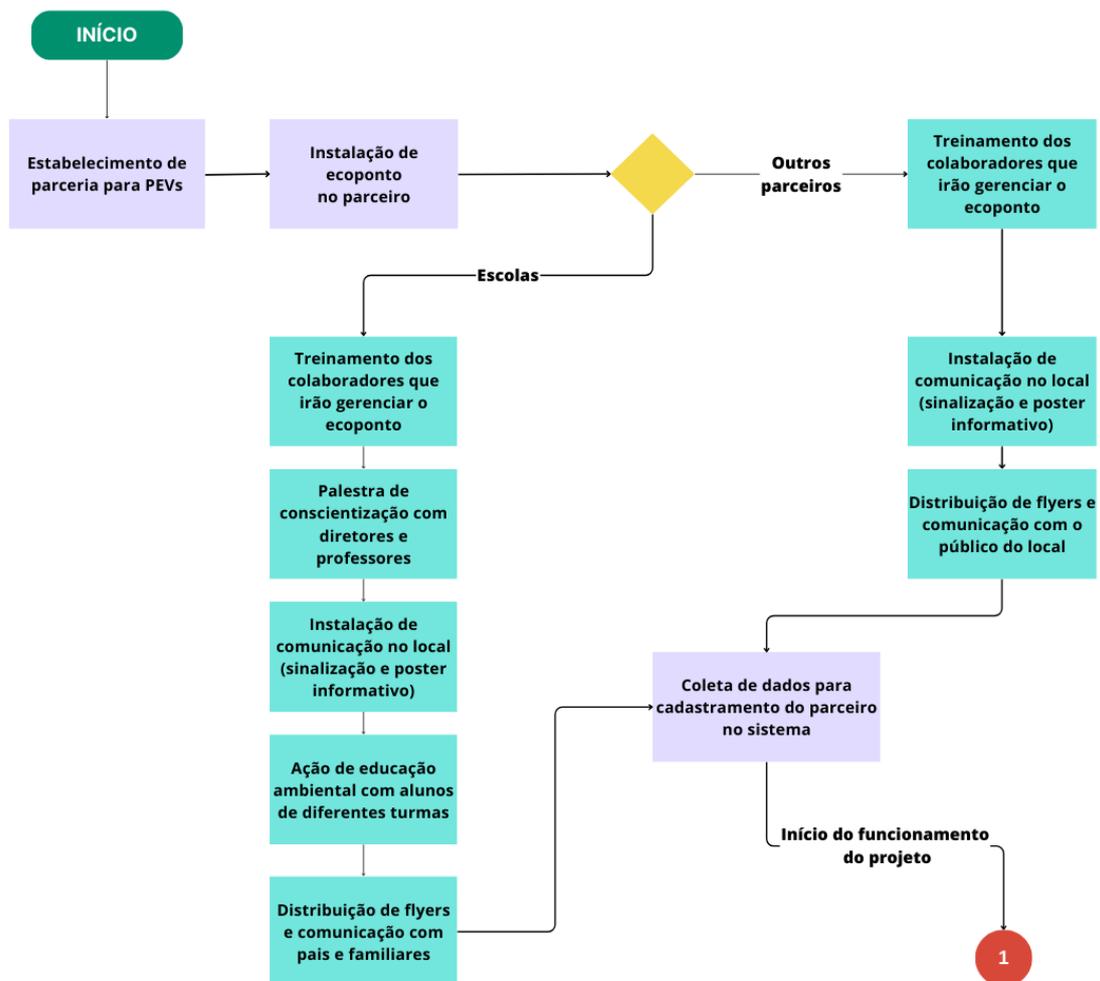
Figura 19 - Funcionamento do programa de LR Ecoração



Fonte: Elaborada pelo autor

O sistema se inicia nos pontos de entrega voluntária - PEVs ou ecopontos, os quais são parceiros que recebem os resíduos pós-consumo. Para estabelecimento da parceria, é realizada a assinatura de um Termo de Parceria, no qual a Bebidas Poty fica responsável por disponibilizar materiais de divulgação (placas, banners, folhetos) e bags/estrutura para armazenamento das embalagens a serem entregues pelos usuários do local; e realizar a coleta dos resíduos, conforme solicitação do ponto de coleta, que pode ser por ligação telefônica, aplicativo de mensagens, e-mail ou aplicativo específico. Participam do programa escolas, supermercados, condomínios, a própria Bebidas Poty, dentre outros. O relacionamento do programa Ecoração com os parceiros está sistematizado na figura 20 e traz no seu final (número 1) o início do processo apresentado na figura 19.

Figura 20 - Relacionamento do programa Ecoração



Fonte: Elaborada pelo autor

Após estabelecimento da parceria, o primeiro passo é a instalação do bag/estrutura, para então se iniciarem as capacitações e/ou ações de educação ambiental. Tais ações estão previstas no Plano de Comunicação para a Logística Reversa e no Programa de Educação Ambiental apresentados à CETESB como componente do Plano de Logística Reversa. Após a instalação dos bags/estrutura, todos os parceiros recebem treinamento dos atores envolvidos diretamente no processo de gerenciamento do ecoponto. Também são instaladas comunicações visuais no parceiro, bem como disponibilizados materiais de comunicação para os usuários do local.

Um ponto de destaque do programa é que, nas escolas, são desenvolvidas ações de educação ambiental por meio de palestras, workshops e treinamentos com os professores, diretores e alunos, visando conscientizar, sensibilizar e difundir valores e atitudes voltadas à conservação do meio ambiente, promovendo o descarte e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos e a solidariedade.

Iniciadas as atividades no ponto de coleta, próximo ao preenchimento do bag/estrutura, é solicitada a coleta dos resíduos, a qual é realizada pela Potilog, e destinada para a Poty Ambiental, conforme descrito anteriormente. As embalagens que chegam à Poty Ambiental são pré-lavadas, moídas, transformadas em flakes e reinseridas na indústria como matéria-prima para a produção de embalagens não alimentícias rígidas e flexíveis, fibras têxteis, peças de carro, peças injetadas, resinas insaturadas, dentre outras aplicações. Já os resíduos de alumínio são prensados e vendidos para reciclagem externa.

Conforme Decisão de Diretoria nº 127/2021/P, de 16 de dezembro de 2021, da CETESB, a estrutura e implementação de um sistema de logística reversa no estado de São Paulo podem ser feitas através de adesão das empresas a um Termo de Compromisso de Logística Reversa (TCLR), firmado entre a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, a CETESB e os representantes dos respectivos setores empresariais, ou de forma individual ou coletiva, atendendo, em ambos os casos, às condições estabelecidas na Decisão de Diretoria.

No caso das empresas que não fizerem adesão à um TCLR, como é o caso da Bebidas Poty, devem estruturar e implementar a logística reversa atendendo a metas proporcionais àquelas estabelecidas nos respectivos Termos de Compromisso vigentes, conforme disposto no parágrafo 4º do artigo 4º, da Resolução SMA nº 45/2015, além das demais regras e condições da legislação vigente, em especial a Lei Federal nº 12.305/2010 e o Decreto Federal nº 10.936/2022.

Empresas não aderentes a um TCLR vigente podem estruturar e implementar o sistema de logística reversa de forma coletiva, desde que estabeleçam um sistema único, realizando cadastro único de Plano de Logística Reversa no SIGOR, com procedimento unificado e com dados consolidados para todo o sistema. Após a apresentação do Plano de Logística Reversa, os dados de atendimento às metas estabelecidas devem ser demonstrados anualmente no SIGOR Logística Reversa, através de relatório a ser preenchido até 31 de março de cada ano, considerando o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro do ano anterior.

Seguindo a Decisão de Diretoria nº 050/2021/P, de 16/12/2021, o Ecoração tem por metas quantitativas reinserir embalagens de papel, plástico, aço e vidro, nas proporções de 23% em 2023, de 23,5% em 2024 e 24% em 2025, assim como atender 8 regiões administrativas do estado de São Paulo, além de conscientizar a população sobre assuntos relacionados à geração, segregação e descarte ambientalmente correto de resíduos, promovendo segurança ambiental e qualidade de vida.

Para tanto, o Ecoração foi estruturado em 8 objetivos, além de documentos de controle, criação de indicadores e metas e cronograma, que são:

1. Plano de Comunicação
2. Logística Reversa nos Rótulos
3. Adequar PEVs
4. Ampliar número de PEVs
5. Realocar PEVs
6. Coleta itinerante
7. Estudos de PPP
8. Apoiar Catadores

Esse estudo traz dois pontos muito claros. O primeiro é o tamanho do desafio que é implantar e manter um programa individual de LR. São necessários investimento para criação e instalação dos PEVs, organizar toda uma dinâmica logística de atendimento a solicitações, recolha e entrega na recicladora, gerenciar informações, dados e relacionamentos, manter uma expansão constante e organizada e buscar sempre o engajamento dos parceiros para que haja um fluxo constante de entregas de resíduos. No entanto, o segundo ponto mostra como projetos de logística reversa podem impactar positivamente a gestão de resíduos no Brasil. A instalação dos PEVs nas escolas e nos outros locais descritos resolve uma das principais dificuldades da LR no Brasil que é a falta de infraestrutura e pontos de entrega para que o processo possa ser iniciado e para que os consumidores possam acessar e conhecer estes sistemas.

Aqui destaca-se também a postura do grupo ao levar a Educação Ambiental, mais especificamente pautada nas questões relacionadas aos resíduos, coleta seletiva, reciclagem e demais conteúdos que podem trazer impactos socioambientais positivos ao processo. A educação ambiental desempenha um papel crucial na LR, uma vez que é um dos fatores mais importantes e fundamentais para o sucesso desse processo. A educação ambiental é essencial para conscientizar e engajar os diversos atores envolvidos na cadeia de logística reversa, principalmente os consumidores que nesse caso são os grandes responsáveis pelo início do processo. Quando as pessoas compreendem os impactos ambientais dos resíduos e entendem a importância da reciclagem, reutilização e descarte adequado, elas estão mais propensas a participar ativamente do processo de logística reversa.

Outro ponto que a Educação Ambiental impacta é justamente no conceito que foi discutido no presente capítulo que é a responsabilidade compartilhada, no qual todos os participantes têm um papel a desempenhar na gestão adequada dos resíduos. A educação ambiental desempenha um papel fundamental em esclarecer essas responsabilidades e em promover o cumprimento das obrigações ambientais.

Outro aspecto importante é a capacidade da educação ambiental na promoção de mudanças de comportamento das pessoas em relação ao

consumo e ao descarte de produtos. Isso inclui a redução do desperdício, o aumento da reciclagem e a escolha de produtos mais sustentáveis, contribuindo para a redução do impacto ambiental. Ao começar esse trabalho nos níveis básicos de educação, o programa Ecoração traz essa visão desde cedo para crianças que podem levar e expandir essa postura mais responsável para suas casas e familiares.

Por fim, em um contexto geral, a estratégia desenvolvida pelo programa Ecoração contribui para a promoção da sustentabilidade de uma forma ampla e necessária no Brasil, permitindo o compartilhamento de melhores práticas e lições aprendidas ao longo do processo com outros negócios que também queiram implementar programas próprios, facilitando a colaboração para abordar questões ambientais complexas, como é um processo de fluxo reverso de materiais e esse é um elemento fundamental na transição para uma economia circular e na redução do impacto ambiental dos resíduos.

A logística reversa individual na prática apresentada no presente estudo de caso e os créditos de logística reversa são duas abordagens distintas para lidar com resíduos e atender aos preceitos da PNRS referente a LR. Cada uma delas possui seus próprios benefícios e características, e a escolha entre elas depende dos objetivos específicos da organização. No entanto, a escolha apenas por modelos de créditos como vem ocorrendo para grande maioria das indústrias no Brasil, pode não ser sustentável a médio e longo prazo. Primeiro pela capacidade limitada das cooperativas em gerar créditos em todo o país e de forma equilibrada entre as diferentes regiões, onde a coleta ainda é feita majoritariamente por catadores não formais. Segundo porque há uma perda muito grande em todas as frentes apresentadas pelo projeto Ecoração, como baixo envolvimento, baixa conscientização e pouca expansão de pontos de coleta e entrega de materiais recicláveis. No entanto, ficou evidenciado as dificuldades e limitações técnicas, financeiras, de conhecimento, de logística entre outros aspectos, que envolve a criação de um programa individual de LR. Um caminho que pode estimular novos programas como esse previsto na própria PNRS é o princípio do Protetor-Recebedor. Esse princípio se soma a aplicação de instrumentos previstos de incentivos fiscais, financeiros e creditícios bem como dos instrumentos econômicos previstos no capítulo V da Lei, em específico

aqueles previstos no Art. 44 que dispõe de concessões fiscais, financeiras ou creditícias para:

I - indústrias E entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;

II - projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos;

III - empresas dedicadas à limpeza urbana e a atividades a ela relacionadas.

VI - pagamento por serviços ambientais, na forma prevista na legislação.

Porém, a falta de detalhamentos ao longo do decreto e do PLANARES, que nem mencionam o princípio do Protetor-Recebedor e ainda deixam muito vagas as formas, estratégias, origens, prazos e detalhamentos referentes a incentivos citados na lei, fazem dessa uma realidade distante no Brasil. Ressalta-se, mais uma vez, a importância de um regulamento específico para tratar diretamente dos incentivos e benefícios econômicos, fiscais ou creditícios para que projetos como o apresentado no estudo de caso ganhem escala e novos participantes, beneficiando diretamente todo cenário de EC no Brasil e, com isso, trazendo evoluções reais da PNRs.

CAPÍTULO 05 – Um olhar para a Simbiose Industrial como ferramenta na busca por novos avanços

Um dos princípios da Economia Circular (EC) consiste em considerar que “desperdício é o alimento”, ou seja, todos materiais usados podem ser considerados fontes para se tornarem um novo produto após seu ciclo de vida (TUKKER, 2013; VAN WEELDEN et al., 2016). Dessa forma, a diminuição da geração de resíduos e a maior eficiência de recursos ao longo do ciclo de vida dos produtos possibilitam também novas oportunidades econômicas ainda pouco exploradas e com potencial de ganhos financeiros (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). As abordagens referentes a EC vêm recebendo crescente atenção em todo globo, principalmente por buscar um equilíbrio entre o crescimento do potencial econômico e a proteção ambiental, em busca de um modelo econômico mais sustentável (MATHEWS; TAN, 2011; GENG et al., 2012; EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Na EC, o conceito de resíduo deve ser eliminado ou minimizado por meio do planejamento cuidadoso tanto dos processos quanto dos produtos, para que os materiais circulem constantemente e sejam gerenciados em ciclos fechados, dentro de um processo conhecido como metabolismo industrial (ELLEN MCARTHUR FOUNDATION, 2013; SMOL et al., 2015). Através de processos de restauração, priorização de energias renováveis, eliminação de produtos tóxicos e design planejado de produtos, materiais e sistemas, a EC gera novas práticas e novos modelos de negócio (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Um relatório da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) trouxe uma hierarquia na evolução e práticas de fabricação em termos de recursos naturais em seis etapas: controle de poluição, produção mais limpa, ecoeficiência, pensamento do ciclo de vida e produção em sistemas fechados (OECD, 2009). Lazarevica e Valvea (2017) apontam ainda que na Europa as empresas inovadoras e flexíveis têm maior potencial de impulsionar e liderar as mudanças necessárias na transição da economia linear para a circular, com ressalva ao papel do Estado para assegurar melhores regulamentações.

Na EC, a ideia principal é evitar modelos lineares onde recursos entram em uma extremidade e saem como desperdício na outra, substituindo-o por

sistemas fechados, com ações em três níveis diferentes: o da empresa, o da cadeia de suprimentos e o do município. Em todos, fazem parte dos objetivos identificar e tornar mais eficiente o fluxo de energia e recursos (MATHEWS; TAN, 2011). Assim, quando organizações fazem parte desse metabolismo, elas se envolvem em uma Simbiose Industrial (SI) na qual os materiais e/ou energia que saem de uma empresa ou processo, podem ser utilizados em outro processo ou em outra organização, a qual também é ativa nesse metabolismo (ASHTON, 2008).

Costa et al. (2010) destacam, no entanto, que o desenvolvimento de interações de SI entre os diferentes membros de uma cadeia de suprimentos depende da existência de um contexto favorável voltado a fatores sociais, informacionais, políticos, tecnológicos e econômicos. Dessa forma, as políticas e tomadas de decisões feitas por agentes governamentais, empresas e entidades e associações de classe tem papel determinante no êxito da SI.

Em 2010, foi instituído no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pela Lei nº 12.305/2010. Esse marco legal se destacou justamente por focar além de atividades de reciclagem, trazendo conceitos essenciais e modernos dentro do gerenciamento de resíduos sólidos. Fagliari (2017) aponta que a PNRS, depois de quase 20 anos de discussões e apensações até sua aprovação como lei, se estabeleceu como um instrumento inovador, atualizado, e que traz importantes aspectos para fomentar uma visão sistêmica de todo o processo, da fabricação, distribuição, comercialização até a recuperação e reinserção dos resíduos e destinação final do rejeito. A Lei foi regulamentada inicialmente pelo Decreto nº 7.404/2010, o qual veio a ser revogado em 2022, passando a Lei a ser regulamentada pelo do Decreto nº 10.936 de 12 de Janeiro de 2022.

A PNRS surgiu para regular a gestão dos resíduos sólidos no país, estabelecendo conceitos, diretrizes e metas para a destinação ambientalmente adequada com uma visão integrada e coletiva, sendo pautada em aspectos como responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, logística reversa, prevenção e a precaução, a adoção de padrões sustentáveis, planos de gestão e gerenciamento, sistemas de gestão de informação (SINIR e SINISA) sobre os resíduos sólidos gerados no Brasil, dentre outros pontos que estão

distribuídos em princípios, objetivos e instrumentos (FAGLIARI, 2017). Adicionalmente, com a PNRS, o Brasil passa a ter metas, diretrizes e prioridade na gestão de resíduos, onde busca-se seguir a ordem de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento adequado e, quando não possível nenhum dos anteriores, a destinação final dos resíduos.

Um dos pilares e um dos pontos que mais vem recebendo atenção na PNRS é a Logística Reversa (LR). Apresentada como um instrumento da lei, a LR é definida como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010). O artigo 33 lista os setores que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de LR – independentemente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos – sendo eles os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

Todavia, a aplicação e efetivação desse conceito ainda é um grande desafio no país. Fatores como custos e investimentos em infraestrutura, baixo interesse das empresas, brechas na legislação, poucos ou inexistentes incentivos econômicos, baixos volumes coletados, altos índices de informalidade, comportamento e engajamento de consumidores, e a necessidade desenvolvimento de sistemas de tecnologia de informação para controlar o fluxo de resíduos (JAYARAMAN; LUO, 2007; STOCK; MULKI, 2009; ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999, LAU; WANG, 2009; DEMAJOROVIC; AUGUSTO; SOUZA, 2016; GUARNIERI ET AL. 2016).

Para superar essas limitações e barreiras, a Lei traz uma estratégia pautada na abordagem coletiva e que se baseia na integração, relacionamento e atuação conjunta de diferentes membros da cadeia de resíduos, que são os acordos setoriais (AS). Também apresentados como um instrumento da Lei 12305/2010, os AS são definidos como “ato de natureza contratual firmado entre

o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010).

Em suma, percebe-se que conceitos de EC e PNRs, bem como da SI e AS, e suas crescentes popularidades, apresentam sinergias e convergências e se tornam um potencial campo de estudo e de análises de processos. Gregson et al. (2015), todavia, destacam que a EC tem sido considerado um conjunto de ideias que foi assumido coletivamente e tem sido mais frequentemente celebrado do que analisado criticamente, o que traz mais relevância a presente pesquisa. A compreensão geral de fatores ligados a *drivers* e barreiras da EC ainda é limitado, visto que o campo ainda é muito fragmentado, sendo necessário compreender a forma de atuação de atores críticos na transição para a EC e como os mesmos podem se tornar integradores que possibilitem o fluxo circular para permitir agregação de valor na circulação de materiais (RANTA et al., 2017).

Emerge, dessa forma, um grande desafio pautado no levantamento e estabelecimento de mecanismos e formas de colaboração e relacionamento entre os diferentes organismos que compõe o atual modelo econômico linear nessa transição para a EC, tais como regulamentos, normas, acordos, padrões de negócio, incentivos, dentre outros aspectos que podem sustentar e facilitar esse processo de colaboração (GRANDORI, 2012).

Portanto, para que iniciativas de EC sejam bem-sucedidas e gerem o resultado esperado, o processo deve englobar toda essa diversidade de atores e partes interessadas, econômica e socialmente, os quais devem trabalhar de forma conjunta e integrada para que seja possível realizar o fluxo circular de produtos e materiais e, conseqüentemente, existam e sejam sentidos os benefícios de um modelo mais eficiente ambiental e economicamente (GENG et al., 2012; PRESTON et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo do presente capítulo é olhar para mecanismos e estratégias de colaboração que vêm sendo adotados e verificar as convergências dos conceitos, modelos, fases e processos da SI e verificar como as estratégias de relações simbióticas podem estar presentes na PNRs, sendo levantadas as possíveis aderências que podem alavancar a LR e os AS no Brasil,

bem como as eventuais divergências que possam gerar sugestões de aprimoramentos para otimizar relações e processos ao longo do ciclo de diferentes atores da cadeia.

5.1 As inter-relações da Economia Circular e da Simbiose Industrial com a Logística Reversa e os Acordos Setoriais

O objetivo da sustentabilidade ambiental é reduzir os efeitos negativos que as ações antrópicas, produtivas e exploratórias têm no meio ambiente (GOODLAND, 1995; LI; LEIGH, 2010). Nesse sentido, destaca-se a gestão sustentável da cadeia de abastecimento, que considera a sustentabilidade social, ambiental e econômica da cadeia de abastecimento nessa situação (CARTER; ROGERS, 2008), sendo cada um desses pilares essenciais para o desenvolvimento sustentável, onde emergem importantes conceitos como a Ecologia Industrial (EI) e Simbiose Industrial (SI).

Walmsley et al. (2019) destacam que muitos e diversos modelos conceituais têm sido propostos para descrever operações ideais de sistemas e processos industriais e energéticos sustentáveis. Nesse estudo, os autores focam em três campos diferentes: ecologia industrial, economia circular e integração de processos. A Ecologia Industrial (EI) configura-se como uma abordagem baseada na biologia e que visa aumentar a sustentabilidade industrial por meio de fluxos cíclicos em três estágios conceituais: fluxos lineares de materiais e energia (Tipo I); fluxos semi-cíclicos com reciclagem interna significativa (Tipo II); e um sistema idealizado com fluxos de materiais em circuito fechado (FROSCH; GALLOPOULOUS, 1989; JELINSKI et al. 1992). Tais princípios podem ser aplicados em uma variedade de escalas e estratégias, mas a forma mais comumente empregada e que se destaca é a Simbiose Industrial, que utiliza resíduos de um processo industrial como fonte de novos produtos (WALMSLEY et al., 2019).

A abordagem da ecologia industrial (EI) visa reduzir o consumo de matéria-prima e energia utilizando subprodutos, resíduos e energia residual, impactando em menos emissões e menos destinação de resíduos em aterros. Conceitualmente, a EI visa replicar o funcionamento dos ecossistemas naturais

dentro dos sistemas industriais, tendo como um de seus conceitos chaves a SI (CHERTOW, 2000; KORHONEN; SNÄKIN, 2003).

Ao projetar e redesenhar sistemas industriais, a EI traz princípios baseados em ecossistemas biológicos para melhorar as interações entre sistemas industriais e naturais (AYRES; AYRES, 2002; LOMBARDI; LAYBOURN, 2012). Por outro lado, a SI considera uma abordagem mais coletiva, que se dá entre diferentes negócios e empresas que tradicionalmente eram vistas como entidades individuais e isoladas, considerando uma troca física de materiais, energia, água e subprodutos no sistema como um todo (CHERTOW, 2000; COSTA; FERRÃO, 2010). A SI enfatiza a colaboração entre empresas de vários setores industriais para promover ações alinhadas com os princípios ecológicos, enquanto a EI visa melhorar a eficiência das trocas dentro e entre sistemas (CHERTOW, 2000; LEIGH; LI, 2015). Aprofundando nessa análise, percebe-se que a SI faz parte do cerne da EI, trazendo olhar para estratégias e ferramentas inovadoras na criação de redes que possam permitir o compartilhamento de conhecimento necessário para que seja cumprido o objetivo de melhorar o uso de materiais e energia, não apenas das trocas de resíduos e subprodutos (LOMBARDI; LAYBOURN, 2012).

Ao considerar o avanço da EC na União Europeia, bem como em países como China, Japão, Reino Unido e Canadá, deve-se ponderar também nesse âmbito os impactos financeiros, já amplamente vivenciados nessas regiões, onde essa transição pode impactar em ganhos de aproximadamente 600 bilhões de euros no setor de manufatura, podendo chegar a um benefício anual na economia global mundial de 1.000 bilhões de dólares. Ou seja, a EC emerge também como uma abordagem para promover o crescimento econômico alinhado ao desenvolvimento sustentável (EMAF, 2013; FICF E MCKINSEY, 2014; CIRAIG, 2015; COM, 2015; KORHONEN et al., 2018).

O conceito de EC crescentemente aplicado nessas regiões (KIRCHHERR et al. 2017), prioriza a reciclagem e a recuperação de materiais e energia para reduzir o consumo de recursos naturais e energia primária em escala macro (GEISSDOERFER et al. 2017). Embora compartilhe ideias com a EI, a EC destaca a criação de empresas como um fator que impulsiona o crescimento dos fluxos circulares de materiais. Uma análise recente da literatura sobre EC

mostrou que não há consenso sobre sua definição, indicando uma base científica menos sólida (KIRCHHERR et al. 2017). A eficácia das soluções tecnológicas subjacentes tem sido um obstáculo para a implementação prática da EC. Tanto a EI quanto a EC estabelecem objetivos definidos, mas poderiam se beneficiar de métodos de engenharia mais fortes para definir os métodos pelos quais esses objetivos podem ser alcançados (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017).

O paradigma econômico atual, ainda é majoritariamente baseado em um fluxo linear de extração de energia e materiais, produção, uso e descarte, sendo amplamente considerado como insustentável (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989). Em contraponto, a EC propõe um modelo alternativo baseado em ciclos (EMAF et al., 2015; CIRAI, 2015). O conceito de ciclos de materiais não é novo e remonta aos estágios iniciais da industrialização, objetivando reduzir os impactos negativos ao meio ambiente e promover novas oportunidades de negócios. No entanto, o modelo linear prevaleceu historicamente, acarretando em sérios danos ao meio ambiente e agora precisa ser revisto e passar por alterações profundas e restauradoras (DESROCHERS, 2004; DESROCHERS, 2002).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) tem concentrado crescentes esforços na promoção da eco-industrialização e da SI como ferramentas efetivas de mudanças para promover sistemas de produção mais sustentáveis em todo o mundo. Desde 1997, quando foi lançado um relatório técnico sobre a gestão ambiental de complexos industriais, o PNUMA já aborda uma variedade de questões e soluções para o planejamento e operação de parques industriais, novos e existentes, sendo destacada a importância sistemas industriais que atuem coletivamente e de forma integrada nas dimensões econômicas, ecológicas e sociais do desenvolvimento da indústria (PNUMA, 1997; LEHTORANTA et al., 2011). Esse posicionamento é reforçado posteriormente quando o PNUMA destaca a EI como um dos principais meios para promoção da produção sustentável, de acordo com as Diretrizes para Programas Nacionais de Consumo e Produção Sustentáveis (PNUMA, 2008).

Apesar disso, é importante ressaltar que a China e o Extremo Oriente têm apresentado um foco ainda mais forte na EI em comparação com a Europa. A rápida industrialização local trouxe diversos problemas e impactos ambientais,

como falta de recursos e crises de saúde por conta poluição, o que levou o governo chinês a apoiar fortemente o conceito de indústrias sustentáveis e sistemas fechados. Assim, a EC foi colocada como pauta central de um novo plano de desenvolvimento iniciado em 2002. Esse plano visa um fluxo de materiais, energia e resíduos em circuito fechado com colaboração entre as organizações em parques industriais (YUAN et al., 2006; LEHTORANTA et al., 2011).

É habitual que se discuta a EC através do princípio dos 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar (FENG; YAN, 2007; SAKAI et al., 2011; PRESTON, 2012; SU et al., 2013). Esse fato é plenamente justificável por conta dos preceitos relacionados a cada um dos 3Rs e seus reflexos na EC. Um aspecto que deve ser ressaltado é que, tanto a EC quanto os 3Rs, tem como preceito a manutenção e reinserção do material pós-consumo de volta na cadeia produtiva. Esse processo ocorre principalmente pela Logística Reversa (LR). A LR, assim como a logística direta, faz parte igualmente da cadeia produtiva, com a diferença de que a primeira é um processo ativo, enquanto a segunda é tida como um processo reativo com variáveis imprevisíveis, como o comportamento do consumidor (TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002). Dessa forma, para uma eficiente implantação de processos de LR, é importante que se estabeleça ferramentas e metodologias de integrações permanentes nos processos diretos e reversos (KRIKKE et al. 2001, STOCK, 2001).

O correto processo de LR compreende tanto o fluxo de retorno de produtos e resíduos, quanto a valorização das atividades de reuso e reciclagem, pontos chaves para atendimento legal e geração de lucros para fabricantes. Portanto, as práticas de LR, assim como as de EC, são motivadas tanto pelos benefícios e ganhos ambientais quanto pelos econômicos, oriundos da recuperação de valor incorporado aos seus subprodutos e componentes. (KROON; VRIJENS, 1995). No Brasil, a LR passou a ser obrigatória para diversos setores após a aprovação da Lei 12.305/2010, que institui a PNRS. Fagliari (2017) destaca que além da destinação adequada dos resíduos, a Lei aborda o processo de gestão como um todo, considerando aspectos que vão desde a concepção do material, até seu posterior reaproveitamento, reciclagem e reuso.

A PNRS, portanto, traz na LR uma base fundamental para que seja possível mudar o panorama linear da gestão de resíduos sólidos no Brasil, buscando impactar pessoas físicas e/ou jurídicas, de direito privado ou público, responsáveis direta ou indiretamente pelos resíduos (SILVA; MORAES; MACHADO, 2012). Semelhantemente a EC, a LR requer um constante contato entre membros da cadeia produtiva, com coordenação de ações de planejamento e operação. Logo, é importante criar mecanismos motivacionais aos que buscam adequação bem como sanções administrativas e financeiras para aqueles que não cumprirem o estabelecido (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Um instrumento previsto pela PNRS para implantação da LR são os Acordos Setoriais (AS), que buscam um envolvimento constante entre diferentes membros da cadeia produtiva, tais como fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, buscando soluções conjuntas para realização da LR e da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Da mesma forma, a SI busca uma abordagem coletiva que traga vantagem competitiva, onde indústrias e membros da cadeia de suprimentos trocam materiais, resíduos e subprodutos na busca por um processo produtivo mais sustentável. O princípio de SI incentiva as diferentes partes da cadeia de suprimento a direcionar esforços colaborativos para facilitar o desenvolvimento e a implementação de práticas mais sustentáveis e mutuamente (BANSAL; MCKNIGHT, 2009). Há, dessa forma, uma atuação direta em questões como esgotamento e consumo de recursos naturais, gestão de resíduos, logística reversa, poluição, usando fluxos de resíduos para gerar valor de forma mais eficiente em redes de atores industriais (CHERTOW, 2007).

No conceito de SI, a participação de diferentes membros no metabolismo industrial circular está condicionada ao funcionamento de uma variedade de relações interdependentes entre diferentes organizações (KORHONEN, 2004; GALLOPOULOS, 2006; WASSENAAR, 2015). O foco da SI é estimular relacionamentos interorganizacionais ao longo de uma cadeia de suprimentos para que seja possível um trabalho conjunto em prol de atividades ambientalmente mais amigáveis. A SI foi reconhecida na UE como um dos principais meios de implementar a EC, sendo considerada uma das áreas prioritárias de atuação para incentivar e alavancar a transição para o

desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis e circulares (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

Boons et al. (2015) destacam que a SI pode ocorrer de diferentes maneiras de acordo com a orientação, sendo elas: I - orientado pelo processo, onde toda rede de cooperação é estabelecida com foco no processo industrial; II - orientado pelos resíduos, sendo que toda rede de cooperação é desenvolvida em torno do fluxo de resíduos; III - orientado pelo local, onde toda rede está ligada a um local específico.

Além disso, salienta-se a existência de diferentes abordagens relativas a estratégias para promover a SI. A primeira é a auto-organização, onde os membros da cadeia conectam-se diretamente. Outra refere-se ao termo “facilitação de SI”, onde tipicamente tem-se a existência de uma organização terceirizada como um agente para encorajar deliberadamente a indústria a implementar estratégias de SI (JENSEN et al., 2011). Por outro lado, tem-se a “coordenação de SI”, no qual há o envolvimento de múltiplas organizações e agências governamentais que estão envolvidas no processo de facilitação de SI (YU et al., 2015).

Portanto, compreender essas diferentes orientações, formas e estratégias da SI correlacionando-as aos AS em evolução no Brasil, trazem novas alternativas, propostas e modelos que impactem positivamente na evolução da LR no país, visto que ambos buscam aprimorar interações entre os diferentes membros da cadeia de suprimentos. As práticas ambientais e atividades de LR serão, portanto, reflexos diretos do relacionamento entre as empresas e os demais elos da cadeia de abastecimento, ou seja, seus fornecedores e clientes. Gonzalez-Torre, Adenso-Dias e Artiba (2004) ao compararem empresas europeias que fazem a prática da logística reversa, destacam que a implantação do processo teve mais sucesso para alguns setores empresariais do que para os outros por conta de práticas de motivação e envolvimento.

5.2 O desafio das conexões e dos relacionamentos entre diferentes atores

A EC busca maximizar o valor econômico dos recursos através da promoção de ciclos materiais e cascata de energia entre diferentes setores,

organizações e ciclos de vida. Isso vai além dos sistemas tradicionais de gestão ambiental corporativa (KORHONEN et al., 2004), o que faz da EC uma ferramenta de administrar a sustentabilidade interorganizacional, de forma colaborativa e em rede (SEURING; GOLD, 2013; SEURING, 2004). No entanto, há um caminho considerável a percorrer antes que esses sistemas interorganizacionais e em rede de gestão ambiental e sustentabilidade possam atuar de forma conjunta para efetivação da EC, visto que, historicamente, as organizações têm uma cultura de auto-organização, o que cria grandes problemas para a gestão, design e planejamento. E além disso, ainda considerado a questão cultural, destaca-se também a necessidade de novos olhares para a cultura de consumo, sendo necessário para evolução de modelos circulares, a criação de grupos de usuários e comunidades que compartilham o uso das funções, serviços e valores de produtos físicos, o que atualmente ainda está longe da realidade por termos um modelo mais tradicional no qual produtos físicos são propriedade de um indivíduo e consumidos individualmente.

Diferentes abordagens sistêmicas vêm sido utilizadas para administrar e gerenciar esses fluxos, com a Simbiose Industrial sendo um dos principais instrumentos da EC para esses acordos interorganizacionais (CHERTOW; EHRENFELD, 2012; CHERTOW, 2000; KORHONEN, 2004; KORHONEN et al., 2004). Surgem, todavia, questões relacionadas a complexidade desses arranjos simbióticos, tais como: quem assume o papel de liderança na rede, quem detém a maior responsabilidade, quem obtém os maiores benefícios com a operação da rede, quem corre os maiores riscos em caso de insucesso do projeto, qual é o orçamento global da rede, quem a controla e quais atores contribuem para ela, qual é a plataforma de tomada de decisões da rede e quem é responsável por sua organização (SEURING; GOLD, 2013; SEURING, 2004; KORHONEN et al., 2004).

Ao considerar agora a necessidade de uma nova visão para as interações de sistemas interorganizacionais e em rede como preceitos da EC, novos modelos e sistemas destinados à reutilização, remanufatura e recondicionamento de produtos ainda sofrem com a competição de sistemas mais convencionais que usam a queima como fonte de energia e modelos convencionais de fluxo linear. Isso ocorre mesmo quando a EC demonstra ser

economicamente, ecologicamente e socialmente superior em termos de benefícios. A reutilização, reciclagem e remanufatura de produtos ainda precisam competir com culturas, rotinas e modelos de gestão lineares consolidados (KORHONEN et al. 2018).

Os relatórios de EC produzidos por profissionais e empresas inicialmente trazem o indicativo de que a lógica empresarial e econômica de tecnologias e modelos de negócios com resultados superiores deveria ser, teoricamente, o suficiente para convencer os sistemas e estruturas de produção e consumo lineares a se transformarem em um sistema de fluxo de materiais e energia circular. Todavia, isso não vem ocorrendo porque as tecnologias e modelos de negócios mais tradicionais são resistentes e ainda relutam a mudar para novas práticas, processos e tecnologias (KORHONEN et al. 2018; EHRENFELD, 2000; NORTON et al., 1998; DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Uma das razões apontadas por Korhonen et al. (2018) está no risco oriundo do próprio sucesso do conceito de EC. Considerando que uma empresa busque um modelo mais sustentável e não mais utilizar matéria-prima natural em seus processos, a mesma precisará de resíduos suficientes para realizar essa troca e manter um processo produtivo igualmente constante e contínuo. Partindo do princípio que a extensão da vida útil do produto por meio de soluções de reutilização, remanufatura e recondicionamento está intrinsecamente ligado a EC, um impacto inevitável seria a diminuição na geração de resíduos, bem como a falta de matérias descartados e a consequente indisponibilidade desses resíduos para uso em processos produtivos. Com menos resíduos disponíveis, organizações que tenham optado por substituir matéria-prima natural por resíduos em seus processos, correm o risco de sofrerem com descontinuidade de materiais suficientes para manter seu fluxo de produção constante e sem interrupções. Isso faria com que a empresa voltasse a utilizar matéria-prima natural por ser mais seguro, criando também bloqueios a novas tentativas de utilização de resíduos ao longo do processo produtivo.

Adicionalmente, os autores apontam outros cenários onde a EC pode ter relações conflitantes com a geração de resíduos. Imaginando um cenário de certificação ISO 14001 e implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em uma empresa. Inicialmente, nos Programas, objetivos e metas, entre

outros itens, a tendência é haver uma busca por reduzir constantemente a geração e os fluxos de resíduos produzidos por essa empresa que está implementando o SGA. No entanto, é razoável argumentar que, a partir da perspectiva da EC, esses resíduos devem ser mantidos em geração para que seja possível a utilização dos mesmos em um contexto mais amplo de uma rede de negócios local ou regional que fazem o uso de resíduos no lugar de matéria-prima natural. Portanto, práticas de ecoeficiência e não geração de resíduos em uma organização analisada individualmente, pode estimular um maior consumo de matéria-prima natural para outras organizações que utilizariam os resíduos gerados inicialmente, o que é contraditório aos preceitos da EC.

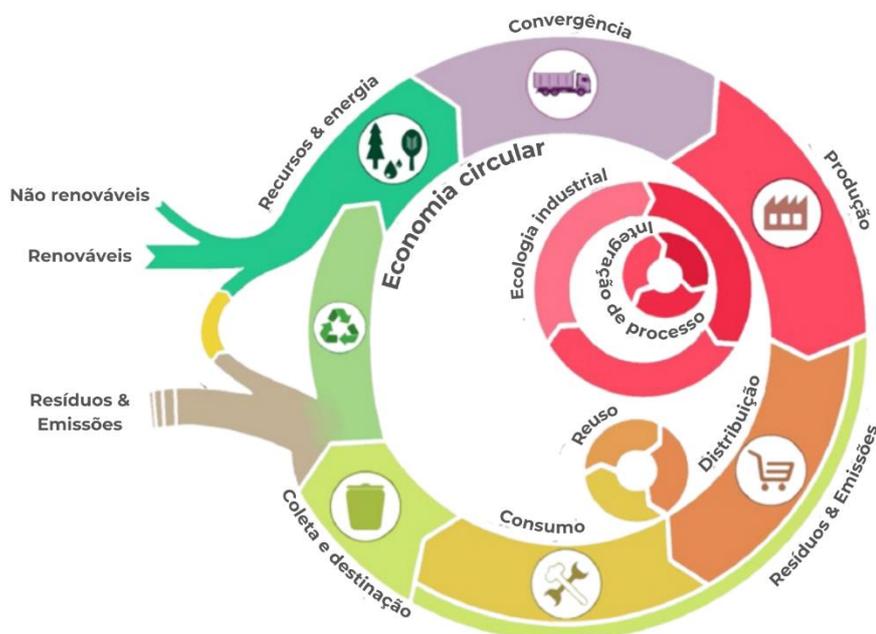
Assim, a cooperação interorganizacional apresenta-se como fundamental, envolvendo tanto a relação entre diferentes organizações, bem como fornecedores, clientes, produtores e consumidores, buscando planejar e garantir o fluxo contínuo e seguro de resíduos para indústrias que deixem de extrair recursos naturais.

Walmsley et al. (2019) destacam que os conceitos e as ferramentas necessários para a evolução da EI e da EC podem ser obtidos por meio da Integração de Processos (IP). A IP traz ao projeto a possibilidade de uma análise holística para minimizar e otimizar consumo de recursos e energia, trazendo como benefício ao sistema a possibilidade de se pensar em cenário como um todo e não apenas do ponto de vista individual (EL-HALWAGI, 2012).

A aplicação da IP considera complexos industriais e impacta também na recuperação de recursos, materiais, água, emissões, energia e logística. A complexidade do problema de design do sistema aumenta à medida que mais dimensões de "integração" são consideradas, mas também aumentam os benefícios globais. A tendência da IP de abordar problemas em várias escalas sugere que pode servir como guia para o desenvolvimento de políticas ambientais importantes, especialmente em relação a temas como conservação de recursos e mudanças climáticas (KLEMEŠ, 2018; KLEMEŠ et al. 1997; EL-HALWAGI; MANOUSIOUTHAKIS, 1989; WANG; SMITH, 1994). Nesse contexto, Walmsley et al. (2019) apresentam uma estrutura unificada da EC, EI e IP em um conceito chamado de Integração Circular (IC). Tal termo é definido como "é uma abordagem abrangente e centrada nas necessidades para o planejamento

de sistemas circulares, onde se busca projetar, operar e manter todos os subsistemas, abrangendo diversas escalas e dimensões, com o objetivo de maximizar a sustentabilidade total” (WALMSLEY et al., 2019 – p.509). A figura 21 ilustra essa terminologia.

Figura 21 - Conceito de Integração Circular



Fonte: Adaptado de Walmsley et al. (2019).

Os autores destacam que uma colaboração mais estreita pode levar a novos níveis de desempenho do sistema quando as perspectivas de negócios, ecossistema e engenharia são combinadas. A integração da convergência desses termos na IC permite uma visão mais abrangente e viável de sistemas industriais e energéticos sustentáveis e com maior potencial de alcançar efetivamente uma economia sustentável e circular. Nota-se na figura 21 que a IC atinge uma variedade de escalas, incluindo plantas e processos, bem como áreas e negócios diferentes. Uma vez que o objetivo é maximizar a circularidade, os ganhos em sustentabilidade e em questões econômicas são efetivados ao longo do processo, aumentando a reutilização de bens e diminuindo a demanda por novos produtos (WALMSLEY et al., 2019, DHOLE; LINNHOFF, 1993).

Tal visão pode ser relevante considerando o conteúdo da PNRS, desde a lei até o decreto e o PLANARES. Da mesma forma que a IC, a PNRS traz essa

visão de relacionamento entre diferentes partes, a Responsabilidade compartilhada da PNRS também tem essa visão integrativa e de busca por otimizar a circularidade atribuindo responsabilidade a todos os atores da cadeia de resíduos. Portanto, essa abordagem pode trazer luz a busca por esses sistemas circulares de diferentes dimensões e escalas, mas que ainda não se integram da devida maneira. O uso dessa visão de IC pode inserir um olhar ainda pouco explorado na prática pela PNRS, apesar de previsto em seu conteúdo, trazendo ganhos para aumentar os fluxos circulares em processos, indústrias, áreas logística e econômica por facilitar a implementação de estratégias mais abrangentes de diversos atores, complementando estratégias EI e de modelos crescentes de EC para, conseqüentemente, trazer novas evoluções a PNRS. Assim, os princípios do *framework* da IC podem ser aplicados para a PNRS ou novas políticas ambientais para estimular uma nova abordagem colaborativa de atuação rumo a modelos de negócios mais circulares e sustentáveis que aborde toda cadeia de fornecimento.

Leigh e Li (2015) destacam que um cenário que costuma trazer esse olhar para todos os membros da cadeia de fornecimento, analisando seus impactos ambientais ao longo de todo processo e ao longo de todo relacionamento, é nas empresas que fazem a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), com destaque para aquelas que buscam a certificação ISO 14001 como parte de sua estratégia geral de negócio (WIENGARTEN et al., 2013). Para alcançar melhores resultados e ter maiores chances de sucesso no processo de certificação, as organizações devem trabalhar em conjunto com seus fornecedores e clientes em toda a cadeia de suprimentos, com procedimentos específicos para monitorar e avaliar a interface que os mesmos tem para com o negócio que está sendo implantado o SGA (AGARWAL; THIEL, 2012).

Outra abordagem é o "Design para o Meio Ambiente", que considera também todo o impacto que o design tem nos processos e na cadeia de suprimentos e produtos. Durante os processos de planejamento e construção do design, faz-se fundamental considerar e priorizar a aplicação de materiais duráveis, de fácil recuperação, reutilização e reciclagem para que sejam feitos produtos com maior desempenho ecológico, incluindo a visão pós consumo, de quando o ciclo de vida do produto chega ao fim (GUPTA, 1995; KURK; EAGAN,

2008; TSOULFAS; PAPPIS, 2006). Considera-se aqui como desejável, produtos que não contenham substâncias tóxicas ou que as minimizem até onde possível, biodegradabilidade, capacidade de reciclagem, possibilidade de atualização e baixo consumo de energia, aumentando a chance de que o mesmo tenha longos ciclos de vida, diminuindo seu impacto ambiental na cadeia (SOYLU; DUMVILLE, 2011; BEVILACQUA et al., 2012).

Ao olhar para esse cenário de cadeia, um ponto que também merece atenção é a "Compra Sustentável", que exige uma visão integrada e tecnológica com os fornecedores para melhorar a cooperação e o desempenho ambiental em processos de compra (LEIGH; LI, 2015). A concepção de novos produtos sustentáveis com a criação de linhas de produção mais equilibradas são componentes essenciais dessa cooperação que busca maximizar a possibilidade de reutilização de materiais, componentes ou produtos, de forma que cada saída seja retornada ao seu sistema natural ou se transforme em um insumo para a fabricação de novos produtos (YEN; YEN, 2012; TSOULFAS; PAPPIS, 2006). Destaca-se aqui a importância de sistemas de informação ambiental, para que as estratégias adotadas por indústrias com produtos mais sustentáveis sejam divulgadas e de conhecimento de toda rede de relacionamento de clientes e partes interessadas (GREEN et al., 2012). A legislação, a pressão dos consumidores e os benefícios comerciais previstos podem trazer grandes impactos na implementação da compra sustentável (ELTAYEB; ZAILANI, 2010; LEIGH; LI, 2015).

Percebe-se dessa forma que a SI e seus princípios incentivam as relações interorganizacionais ao longo da cadeia na busca por uma rede mais forte, com melhores relações entre as partes e incentivando ações mais sustentáveis em seus processos e operações (BANSAL; MCKNIGHT, 2009). Nesse cenário, um relacionamento de SI deve envolver pelo menos três entidades diferentes trocando pelo menos dois recursos. Um modelo de três estágios foi criado por Chertow e Ehrenfeld (2012) para mostrar como as organizações podem aderir à SI, sendo eles: "início", "descoberta" e "incorporação e institucionalização". A passagem do estágio 1 para o estágio 3 propicia a efetivação de um ambiente empresarial conectado a iniciativas sustentáveis entre as empresas e ao longo de suas cadeias. Os mesmos autores apresentaram também cinco modelos

diferentes de SI, baseados na troca de recursos e no grau de impacto ambiental. Esses cinco modelos variam de baixo para alto, sendo os seguintes: 1 - Modelo de construção e recrutamento; 2 - Modelo planejado de parque ecoindustrial, 3 - Modelo de simbiose auto-organizadora; 4 - Modelo de parque industrial de *retrofit*, e 5 - Modelo de parque Ecoindustrial de Economia Circular", avançando de um nível baixo para um alto em termos de colaboração e compatibilidade e ambiental (CHERTOW; EHRENFELD, 2012).

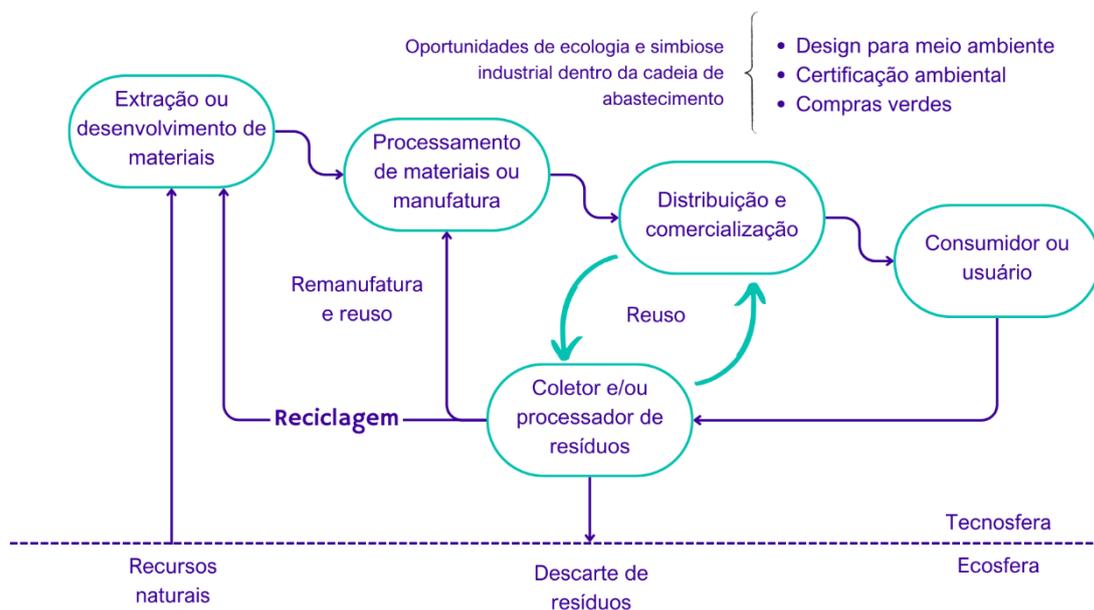
Assim a importância da SI se dá pelo encorajamento de todas as partes de uma cadeia a se relacionarem e colaborarem em níveis cada vez mais elevados para garantir e dar suporte ao desenvolvimento e implementação de iniciativas sustentáveis entre os membros. Como fruto desses relacionamentos e trocas ricas em experiências e conteúdos relevantes, os membros de um processo de SI muitas vezes se envolvem na descoberta de soluções e práticas inovadoras e mutuamente benéficas para minimizar riscos e ameaças (BANSAL; MCKNIGHT, 2009).

Sabe-se, porém, que essas conexões não são tão triviais. O desenvolvimento de interações de SI entre as partes da cadeia depende de contexto habilitador de elementos sociais, informacionais, tecnológicos, econômicos e políticos, sendo altamente influenciado por agentes como governos e a existência ou não de entidades coordenadoras e impulsionadoras desse processo, não limitando a SI apenas a questões relacionadas a proximidade geográfica (COSTA et al., 2010; LOMBARDI; LAYBOURN, 2012). É fato que a proximidade e a localização pode ajudar e potencializar relações entre empresas para tornar designs mais ecológicos e a gestão de resíduos mais eficiente e circular, mas o componente mais crucial para o desenvolvimento de relacionamentos de simbiose industrial é a colaboração e a disposição em manter o processo atrativo entre as diferentes organizações, enfatizando a necessidade de visão comunitária, cooperativa e de constante conectividade para trabalhar em direção a um sistema estendido mais sustentável (BANSAL; MCKNIGHT, 2009; CHERTOW; EHRENFELD, 2012). Com essa visão, os relacionamentos simbióticos trarão benefícios mútuos que levarão tanto a ganhos ambientais substanciais, quanto a vantagens competitivas na cadeia de suprimentos e conseqüente redução de custos que ocorrem por conta dos

aprimoramentos nas configurações da cadeia (ASHTON, 2008; YUAN; SHI, 2009; MATTILA et al., 2010).

Para melhor compreensão desse processo na prática, um modelo conceitual foi desenvolvido por Despeisse et al. (2012) para discutir como EI pode ser aplicada nas fábricas. Em cima disso, Leigh e Li (2015) combinaram essa estrutura com as informações encontradas na literatura sobre EI e abordagens de gestão sustentável da cadeia de suprimentos (Figura 22), o que traz uma perspectiva bastante relevante para análise do presente trabalho.

Figura 22 - Visão da EI na cadeia de suprimentos em *framework* inicial



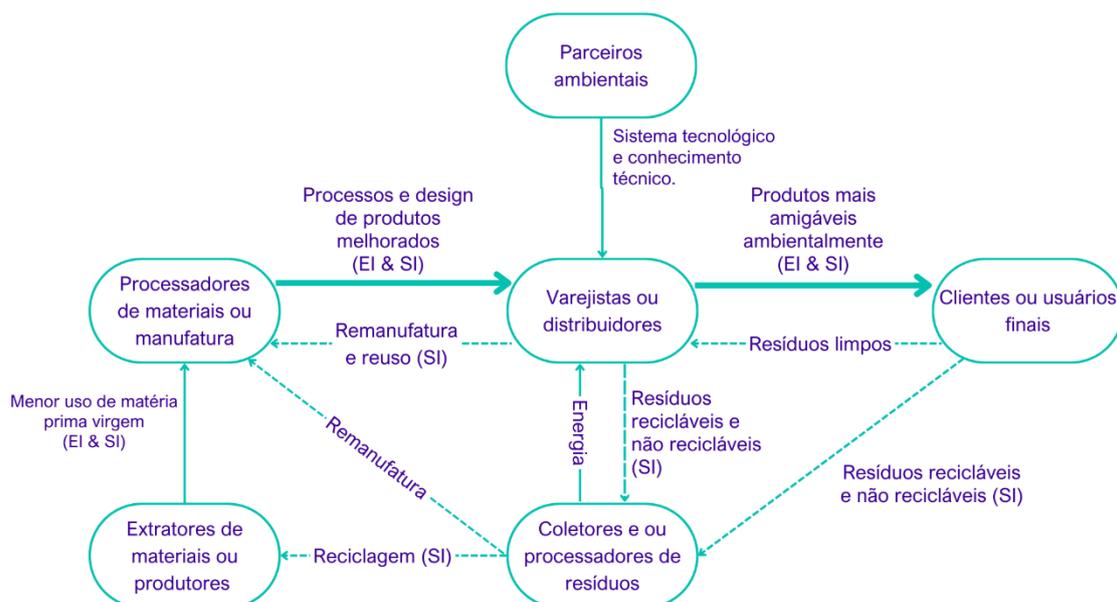
Fonte: Adaptado pelo autor de Leigh e Li (2015) baseado em Despeisse et al. (2012).

Essa abordagem traz uma visão bastante relevante ao ilustrar as diferentes maneiras pelas quais as abordagens coletivas podem ocorrer em uma rede com foco em questões ambientais como design ambiental, a implantação de sistema de gestão ambiental para certificação ambiental e as compras sustentáveis, as quais se somam a reutilização, reciclagem e remanufatura, para materializar a EI e a SI no contexto operacional da organização. Quando fazemos uma análise comparativa com a PNRS, mais especificamente a Responsabilidade Compartilhada, a LR e os AS, percebemos que algumas abordagens coletivas podem ser igualmente relevantes e ainda que essas

possibilidades todas são previstas nos objetivos (Art. 7º) da lei 12.305/2010, desde o design para o ambiente (item III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços e item IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais), a certificação ambiental (Art. 7º item XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial e item XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável), e as compras verdes ou compras sustentáveis (Art. 7º XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: a) produtos reciclados e recicláveis; b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis). Ou seja, a PNRS já tem em seu conteúdo os preceitos necessários para que no Brasil também sejam estimuladas a adoção de estratégias que estimulem o relacionamento simbiótico entre as organizações.

Leigh e Li (2015) apresentam ainda um segundo *framework* de conexões onde é mostrado um modelo conceitual que permite a integração de técnicas de SI e EI em uma rede de cadeia de suprimentos com as possíveis interações entre varejistas ou distribuidores, clientes ou usuários finais, extratores processadores de matérias-primas e fabricantes (Fig. 23).

Figura 23 - *Framework* conceitual de EI e SI



Fonte: Adaptado pelo autor de Leigh e Li (2015)

Essa abordagem é igualmente relevante considerando a PNRS, uma vez que os distribuidores ou varejistas desempenham um papel importante e até centralizado na rede, o que converge com a visão da responsabilidade compartilhada, indo além da visão da responsabilidade estendida. Outro ponto de convergência com a PNRS presente no diagrama, são as linhas mais espessas e enfáticas, reforçando aspectos de produtos e processos mais eficientes ambientalmente e diretamente relacionados a prevenção, precaução e a ecoeficiência, todos princípios da PNRS (art. 6º). Ou seja, para a EI posiciona-se como conceito de grande relevância para a PNRS ao fomentar a busca por novas maneiras de melhorar o design de produtos e processos ao mesmo tempo em que reduzem a necessidade de novas matérias primas, impactando nos pilares de prevenção e redução. Por sua vez, a SI traz o suporte necessário para o desenvolvimento de estratégias eficazes entre os membros da cadeia de suprimentos e para garantir que essas iniciativas sejam executadas com sucesso e sejam fortalecidas questões como logística reversa, responsabilidade compartilhada e acordos setoriais.

É interessante destacar também que o modelo apresentado leva em consideração o papel crucial dos “coletores” ou processadores de resíduos, os quais normalmente não fazem parte da cadeia de suprimentos formal entre as organizações. Fazendo essa transposição para a realidade brasileira e da PNRS, aqui encaixam-se os catadores e cooperativas. Ou seja, a SI não necessariamente implica na exclusão desses atores dos processos, e sim na inserção dos mesmos em processos operacionais, de coleta, triagem e distribuição dos resíduos entre os integrantes de um processo simbiótico, seguindo também um dos Princípios da PNRS que é apresentado no Art. 6º item XII “integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”.

Ao destacar os aspectos de prevenção e redução de resíduos, somados ao papel de coletores externos ao sistema, Leigh e Li (2015) trazem uma notória convergência das estratégias de SI e EI com as necessidades que a PNRS tem na busca por modelos mais circulares e inclusivos de gestão de resíduos sólidos, pautados na criação de ciclos fechados de trocas de materiais por meio da

cooperação entre as partes envolvidas na cadeia e dos coletores, com papel ativo e central de varejistas e distribuidores, estando alinhado a responsabilidade compartilhada.

Outro ponto importante é a interface que a LR e a EC possuem, estando ambas relacionadas tanto em termos de restauração, ciclos técnicos de produtos e circularidade de materiais, aspectos intrinsecamente ligados ao conceito de sustentabilidade (PRIETO-SANDOVAL et al., 2018; MERLI et al., 2018). Mas a EC traz uma visão mais ampla, sugerindo que a LR seja pensada também fora da cadeia de suprimentos de uma empresa, não sendo limitada apenas à reciclagem e à coleta de resíduos, trazendo também ganhos significativos na cadeia de valor, mantendo a utilidade dos materiais pelo maior tempo possível (RASHID et al., 2013; HOMRICH et al., 2018).

O estudo dos desafios enfrentados pelas cadeias circulares e da rede de atores envolvidos em vários modelos de negócios restaurativos pode também gerar importantes perspectivas sobre facilitadores da LR no contexto da PNRS. Incorporar políticas de gestão da LR como uma abordagem importante da EC irá trazer também ao Brasil alternativas adicionais que consigam promover a cooperação entre empresas e comunidades locais. Isso leva em consideração as conexões da SI e traz aspectos essenciais de sucesso da LR na criação de valor sob a ótica do ciclo técnico da cadeia de suprimentos circular (SAAVEDRA et al., 2018). Assim, os fluxos circulares de materiais são estimulados pela LR, que permite o retorno de produtos à cadeia de suprimentos para extração de valor (DHAKAL et al., 2016).

A EC tem sido objeto de muitas discussões, estando relacionada à uma abordagem holística que inclui conceitos como "do berço ao berço", ecologia industrial, capitalismo natural, economia azul e economia de desempenho, e tem como objetivo desenvolver novos modelos de negócios sustentáveis (WEETMAN, 2017; KORHONEN et al., 2018). A redução do consumo é o objetivo principal da EC, reduzindo tanto a entrada de recursos quanto a geração de resíduos, emissões e energia. Isso resultará em circuitos de material e energia regenerativos (GEISSDOERFER et al., 2017).

O fechamento de ciclos, que divide materiais em ciclos biológicos e técnicos, é a visão geral da EC que os pesquisadores compartilham. O termo "ciclo biológico" refere-se ao controle do fluxo de entradas biológicas ou materiais renováveis para garantir a regeneração das partes da biosfera. Por outro lado, o controle de estoques finitos de materiais é o foco do ciclo técnico. O compartilhamento, reutilização, remanufatura ou reciclagem de produtos, bem como a restauração de materiais e o fechamento do ciclo de vida são possibilitados por isso (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002; JULIANELLI et al. 2020). Nessa perspectiva, dois novos processos foram relacionados à criação de valor nos ciclos técnicos e biológicos, o "Repensar" que busca identificar oportunidades para novas proposições de valor, criação de valor e modelos de negócios de troca, compartilhamento de serviços e o "Redesenhar" com o intuito de integrar design de produtos, inovação em modelos de negócios e gerenciamento de rede reversa para promover a reutilização e a reciclagem para que seja possível preservar e regenerar o capital natural (MISHRA et al., 2018; JULIANELLI et al. 2020).

Tipos de Produtos, componentes, materiais, segmentação de mercado, comportamento do cliente, design de produto e rede de distribuição da empresa são algumas das variáveis que influenciam e impactam na configuração de fluxos circulares (GHISELLINI et al., 2018; LARSEN et al., 2018).

A cadeia de suprimentos está intimamente ligada ao uso de recursos e à geração de resíduo, sendo que a circularidade da mesma para qualquer produto é influenciada por cada fase, desde a aquisição de matérias-primas até a gestão dos produtos pós consumo e no final de sua vida útil (JAIN et al., 2018). Julianelli et al. 2020 trazem um framework de EC geral adaptado de Weetman (2017) que tem nos fluxos centrais os fundamentos desse escopo (Figura 24). Eles incluem insumos circulares (incluindo recursos sustentáveis em sua lista de materiais), design de produtos circulares (minimizando o uso de materiais, energia, água e outros recursos), design de processos circulares (reduzindo o uso de materiais e componentes) e fluxos circulares (revalorizando produtos, componentes e materiais). Outro aspecto a se destacar é que os modelos de relacionamento de negócios podem contribuir para a circularidade oferecendo serviços em vez de produtos, sistemas de compartilhamento e troca ou realizando atividades de

reparo, reciclagem e revenda. Os aceleradores são modelos e estratégias que contribuem para toda a cadeia de valor (JULIANELLI et al. 2020).

Figura 24 - Framework de EC geral

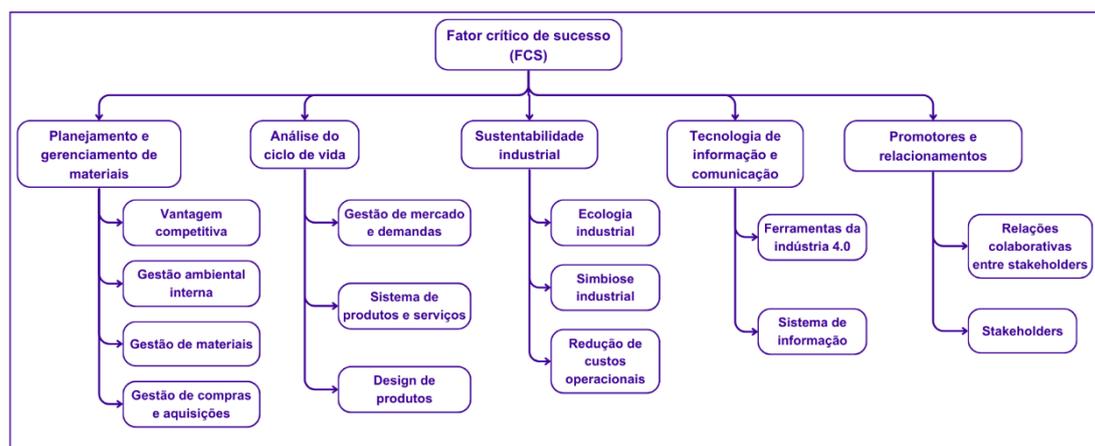


Fonte: Adaptado pelo autor de Julianelli et al. (2020) baseado em Weetman (2017)

Esse cenário deixa claro a importância de considerar o pensamento circular à gestão de cadeia de suprimentos, bem como aos seus ecossistemas industriais e naturais, para que possa ser definida de forma simples e abrangente. É necessário incentivar a inovação em toda a empresa, desde o design de produtos e serviços até o final de vida útil e a gestão de resíduos, ao mesmo tempo em que se busca realizar a restauração de materiais técnicos biológicos sob a abordagem de desperdício zero. Isso abrange todas as partes interessadas que participam do ciclo de vida de um produto ou serviço, esses incluem fabricantes de peças ou produtos, provedores de serviços, consumidores e usuários (FAROOQUE et al., 2019; JULIANELLI et al. 2020).

Julianelli et al. (2020) realizaram uma síntese de conhecimento relacionado aos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) da LR baseado nos fatores que influenciam a circularidade de materiais em uma cadeia de suprimentos relacionados ao ciclo técnico, apresentado na figura 25.

Figura 25 - FCS da LR baseado no ciclo técnico da EC



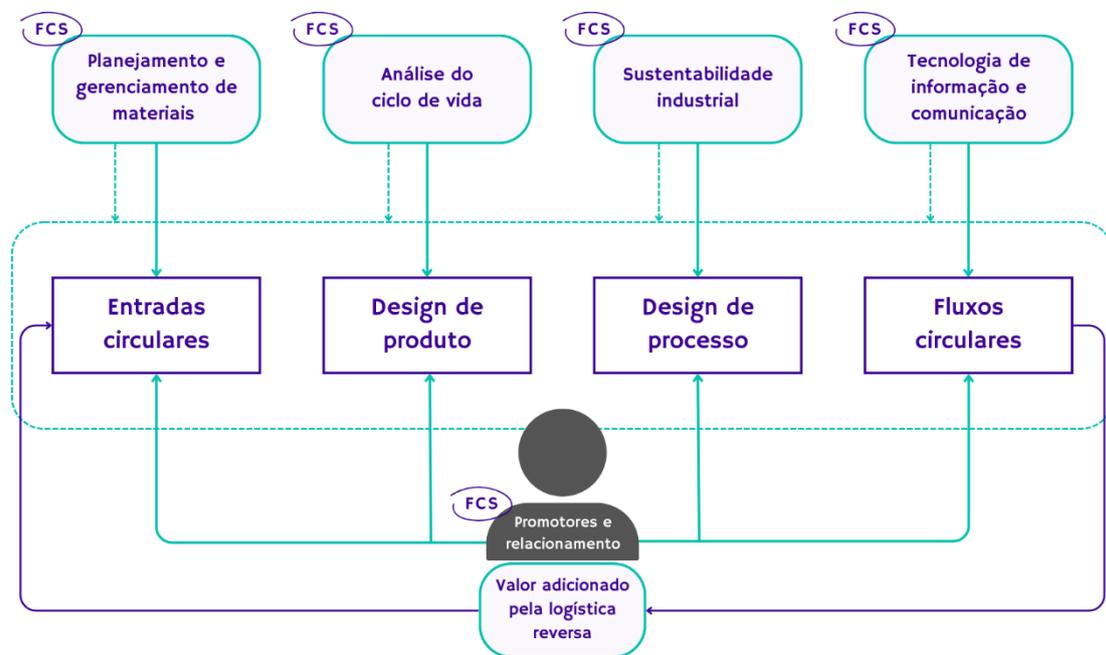
Fonte: Adaptado pelo autor de Julianelli et al. (2020)

O FCS no Planejamento e Gestão de Materiais deve aumentar a eficiência e a produtividade dos recursos, impactando em maior confiança dos clientes e aumentando os lucros da organização, além de monitorar e avaliar o desempenho da LR. O FCS de ACV também pode ajudar a repensar a cadeia de valor, fazer produtos mais sustentáveis ou prolongar a vida útil de um produto. Isso pode ser feito por meio de uma abordagem para otimizar a exploração de matérias-primas e monitorar os efeitos ambientais. O FCS de Sustentabilidade Industrial é essencial para implementar estratégias transformadoras, como a SI e também para melhorar a eficiência da utilização de recursos em complexos industriais, o que traz processos mais eficientes entre as partes. Assemelhando-se ao FCS em ACV, ele também ajuda a reduzir a produção de resíduos e o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto. Isso leva a melhorias no desempenho e na eficiência dos processos. Além disso, o FCS em TI e Comunicação coleta e analisa dados em toda a rede de suprimentos e toda cadeia de gestão de resíduos. Isso permite que as empresas descubram alternativas mais viáveis a partir de um banco de dados com informações de grande relevância. Por fim, o FCS em Promotores e Relacionamento permite a colaboração entre as partes para promover novas ideias, processos e alternativas em direção à responsabilidade compartilhada. A responsabilidade social corporativa, baseada na colaboração e na confiança das partes interessadas na logística reversa, bem como na integração, na criação de valor

e na inovação de modelos de negócios, depende da sinergia em redes circulares e da participação efetiva de todos os participantes. Como resultado, os promotores e as relações são a base para a criação de valor por meio dos outros elementos (JULIANELLI et al. 2020).

Julianelli et al. (2020) trazem também uma representação que sintetiza o conhecimento levantado na literatura pelos autores e também com a taxonomia desenvolvida por eles (Figura 26). Nota-se nele que um dos cinco FCS da LR tem um impacto direto em todos os componentes da cadeia: os Promotores e Relacionamentos.

Figura 26 - Estrutura de FCS da LR no ciclo técnico da EC para criação de valor



Fonte: Adaptado pelo autor de Julianelli et al. (2020)

Considerando esses FCS da LR apresentados, faz-se de grande relevância entender e visualizar como cada um desses fatores está, ou não, previsto na PNRs.

Tendo em vista os dois primeiros fatores, fica nítido que em um modelo de cadeia de natureza circular é necessário que todo planejamento seja baseado tanto na escolha adequada de materiais que permitam e facilitem a circularidade quanto na Avaliação do Ciclo de Vida do produto para que seja possível criar

uma estratégia de LR. Uma vez que a empresa decide implementar a logística inversa de seus produtos, o Planejamento e Gerenciamento de Materiais são essenciais para que seja possível sustentar o fluxo de materiais reciclados e a seleção de fornecedores e/ou parceiros alinhados com o sistema de LR da empresa. Por sua vez, a ACV permite que o projeto de LR leve em consideração os impactos ambientais ao longo de toda cadeia. Ao olhar para a PNRS, ambos FCS são bastante presentes. Iniciando pela questão dos materiais destaca-se nos objetivos (Art. 7º) o “incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados”. Além disso, na seção que trata da Responsabilidade Compartilhada temos o Art. 32º que traz que “as embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem”. Já considerando a questão da ACV, temos de imediato nos objetivos da Lei (Art. 7º) o “estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto”. Adicionalmente, na seção de Instrumentos econômicos, o Art. 42º prevê medidas indutoras e linhas de financiamento para “II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida”.

A Sustentabilidade Industrial está diretamente ligada a implantação da EC nos sistemas produtivos, tendo como cerne a EI e a SI, e integrando a relação entre indústria e meio ambiente e trazendo alternativas de processos mais sustentáveis como o Eco Design e a P+L. Na PNRS, apesar da mesma não citar diretamente a EI e a SI, pode-se encontrar esses elementos em pontos como no princípio (Art. 6º) da Ecoeficiência e no objetivo (Art. 7º) de adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas.

O FCS de Tecnologia da Informação e Comunicação tem impacto direto no fluxo e o compartilhamento de informações de LR em toda a cadeia e entre várias cadeias trazendo também a rastreabilidade de resíduos como um facilitador essencial para a gestão da cadeia de abastecimento, incorporando novas aplicações que levam em consideração questões econômicas e operacionais, bem como impactos sociais e ambientais (GHISELLINI et al., 2016; GARCIA-TORRES et al. 2019). Analisando a lei 12.305/2010, destaca-se nesse ponto os 03 instrumentos (Art. 8º) de Sistema Nacional de Informações previstos:

sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), em Saneamento Básico (SINISA) e sobre o Meio Ambiente (SINIMA). No Art. 12º, prevê-se que “Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), articulado com o Sinisa e o Sinima” (BRASIL, 2010). Não obstante, o Decreto regulamentador da PNRS 10.936/2022 também prevê que sejam integrados ao SINIR o Programa Nacional de Logística Reversa e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos. O decreto destaca ainda que, dentre os objetivos do SINIR está “IV - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes, com vistas à caracterização da demanda e da oferta de serviços de gestão e de gerenciamento de resíduos sólidos” (BRASIL, 2022). Ou seja, essa base de dados é suficiente e de grande relevância para fornecer as informações necessárias para alcançar o que é previsto nesse fator crítico de sucesso. Cabe ao governo desenvolver, ou buscar soluções inovadoras que o façam junto ao mercado, tecnologias inteligentes que façam a extração desse grande volume de informações para apresentar caminhos e alternativas às partes interessadas de forma dinâmica e automatizada.

Por sua vez, os promotores e relacionamentos são pilar fundamental para a implementação bem-sucedida da LR na EC, sendo o fator crítico que busca desenhar estratégias que priorizem os benefícios ambientais ou econômicos coletivos (LIEDER; RASHID, 2016; TAGHIKHAH et al., 2019). Os elementos de uma cadeia circular (Insumos Circulares, Design de Produto, Design de Processo e Fluxos Circulares) são afetados pela maneira como a sociedade atua, percebe, legisla, produz e consome, ou seja, a conscientização e a responsabilização social terão influência direta na LR (PRIETO-SANDOVAL et al., 2018). Considerando esse FCS, o ponto que se destaca na PNRS é a Responsabilidade Compartilhada, um dos principais princípios da Lei. Ao criar responsabilidades encadeadas entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, a PNRS atribui papel ativo para cada um desses atores na atuação direta pelo funcionamento de sistemas de LR, permitindo que sejam trabalhados aspectos de conscientização de cada um desses.

5.3 Superando as barreiras e entendendo as estratégias, modelos e estímulos da SI

Os desafios envolvidos em modelos simbióticos ficam evidentes ao ver na literatura que muitas práticas de SI evoluem apenas até a fase de planejamento, e não chegam ao sucesso esperado (CHERTOW, 2007; GIBBS; DEUTZ, 2007). Ao olhar para as causas dessas perdas e dessas falhas, percebeu-se que ao invés de um processo de SI que seja centralmente planejado, aquelas que são desenvolvidas de forma auto organizada resultam em um ecossistema industrial mais forte e com maiores chances de sucesso (POMPONI; MONCASTER, 2017). Na maioria das vezes, esses fracassos podem ser atribuídos aos obstáculos da abordagem “de cima para baixo” sem o devido envolvimento e participação na construção das partes que efetivamente irão compor o ecossistema, que se soma a falta de incentivos e falta de garantia de apoio futuro para que as organizações invistam seu tempo e recursos nessa complexa construção. Além disso, um sistema planejado centralmente pode não ser capaz de aproveitar as características produtivas únicas dos indivíduos e equipamentos envolvidos, bem como as demandas locais por bens e serviços (DESROCHERS, 2004). Essas conexões criadas por um planejamento de “cima para baixo” têm baixo valor efetivo e o resultado desse “casamento” é menos provável de atender às expectativas (DESROCHERS, 2001, BAAS, 2011). Além disso, quando testada em larga escala na Europa Oriental, a abordagem de cima para baixo para implementar a SI demonstrou ser muito menos eficaz do que as economias de mercado (GILLE, 2000).

Entretanto, tem-se também um contraponto onde o planejamento público pode impactar positivamente e aumentar o sucesso da SI, incentivando e estimulando as trocas de recursos entre organizações (CHERTOW; LOMBARDI, 2005; GHISELLINI et al., 2016; MERLI et al., 2018). O governo pode ter um papel relevante ao estabelecer objetivos claros e apoiar iniciativas de ecoeficiência empresarial e também ser um agente que disponibiliza informações e apoio para que as empresas encontrem alternativas, locais e outras organizações que possam auxiliar a reinserção do resíduo na cadeia ou ainda trazer opções de descarte menos custosos (COSTA et al., 2010).

Apesar da existência de casos em que a SI ocorreu a partir de uma auto-organização espontânea de empresas que se uniram, o que acabou originando os Parques Eco-Industriais (PEI) (CHERTOW, 2008), fazem-se necessários rigorosos esforços de planejamento (WALMSLEY et al., 2019). Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (HAUSCHILD et al. 2017) Análise de Insumo-Produto Ambientalmente Estendida (DUCHIN , 1992), Análise de Fluxo de Materiais e Análise de Fluxo de Substâncias (HUANG et al. 2012) são algumas das principais metodologias referentes a esse planejamento, configurando-se como boas opções analíticas para entender e elaborar o metabolismo industrial. No entanto, são essencialmente descritivas e não podem ser usadas isoladamente para projetar sistemas industriais que funcionem de forma sustentável (WALMSLEY et al., 2019).

Apesar de todos os benefícios ambientais, Lehtoranta et al. (2011) apontam que as simbioses industriais frequentemente surgem devido a benefícios econômicos, sendo destacados que sistemas duradouros e eficazes geralmente se originam da busca por vantagens financeiras (DESROCHERS, 2004; CHERTOW, 2007). Em um sistema simbiótico, as organizações têm a possibilidade de usar energia residual e os subprodutos de outras empresas para reduzir custos, uma vez que recursos naturais e matérias-primas tendem a ser mais caros e trabalhosos. Soma-se a esse ponto a economia com o transporte e destinação de resíduos, já que muitas vezes são feitas trocas de subprodutos em regiões próximas e com preços abaixo do preço de mercado (CHERTOW; LOMBARDI, 2005; LEHTORANTA et al., 2011).

Uma ressalva feita por Chertow e Lombardi (2005), é que em muitos casos, apesar de benefícios para diversos membros de uma SI, os ganhos financeiros geralmente não são divididos igualmente entre as empresas e organizações participantes. Como resultado, algumas empresas que participam da simbiose passam a direcionar seus esforços e energia para direcionar o sistema cada vez mais para seu próprio benefício, deixando de pensar e considerar o coletivo (LEHTORANTA et al., 2011). Assim, surgem dúvidas e questionamentos sobre a capacidade e durabilidade de sistemas de SI, tanto relativo a benefícios ambientais quanto econômicos a longo prazo, que são criados a partir de benefícios econômicos ou financeiros se comparados a

sistemas que possam surgir de maneira espontânea através do interesse de organizações. Assim, faz-se necessário olhar além do ponto de vista estritamente financeiro e considerar o desenvolvimento de SI por acordos institucionais e estruturas regulatórias, bem como de adaptação cultural e ações governamentais significativas, especialmente em países que se tornaram desenvolvidos mais recentes (OMETTO; RAMOS, 2007; LEHTORANTA et al., 2011).

Essa perspectiva não quer dizer que os benefícios econômicos devam ficar à margem das discussões e implantações de SI, todavia para que as organizações obtenham ganhos financeiros de longo prazo, é essencial que haja confiança e colaboração no processo (GIBBS, 2003; GIBBS; DEUTZ, 2007; ASHTON, 2008). Uma alternativa para tal é a motivação por políticas ambientais e metas claras, bem estruturadas e transparentes de redução de custos associados a gestão de resíduos e efluentes, consumo de recursos naturais, transporte e emissões (PARK et al., 2008). E para que isso ocorra, faz-se necessário superar dificuldades já descritas como a reticência em abrir diálogo com empresas de um mesmo setor e também o curto e limitado histórico de casos de sucesso de programas de SI para inspirar organizações a aderirem a essa estratégia e alocarem os recursos necessários (MIRATA, 2004).

Uma forma para organizar os primeiros passos em políticas e programas de SI consiste em mapear pontos estrategicamente próximos geograficamente. Quando a SI ocorre em torno de uma planta vital, a cooperação entre empresas é facilitada por conta das curtas distâncias entre as organizações que garantem uma troca de subprodutos e resíduos simples logisticamente e lucrativa financeiramente (LEHTORANTA et al., 2011). E aqui destaca-se o papel das empresas âncoras, as quais são estabelecidas em uma determinada região e, por terem altas demandas e ofertas, garantem fornecimento e procura suficiente para que outras empresas se empenhem para entrar nessa rede local de SI (TAKEDA et al., 2008). Por outro lado, caso uma empresa deixe o sistema, principalmente as âncoras, as organizações menores ficam mais vulneráveis, o que pode afetar toda a cadeia e toda a SI (TUDOR et al., 2007).

Todavia, mesmo com as empresas âncoras o fluxo de resíduos e subprodutos pode não ser suficientemente viável ou interessante para um

sistema de mercado puro e descentralizado. Portanto, para corrigir essa brecha é necessária uma abordagem de planejamento a longo prazo e uma autoridade de coordenação. Emergem, nesse ponto, questões sobre o papel das políticas na promoção da SI e de que maneira as mesmas funcionariam nesse cenário em que pode haver auxílio, mas ao mesmo tempo atrapalhar o contexto da SI.

Analisando as formas de implantação de um modelo de SI, é possível sintetizá-las em cinco modelos de desenvolvimentos: 1 – Modelo Construir e Recrutar; 2 - Modelo de Parque Eco-Industrial Planejado; 3 - Modelo de Simbiose Auto Organizadora; 4 - Modelo Retrofit de Parque Industrial; e 5 -Modelo de Parque Industrial de Economia Circular (CHERTOW; EHRENFELD, 2012; TAO et al. 2019). Entender cada um desses modelos é importante para que possam ser verificadas eventuais proposições de caminhos para a evolução da PNRS ou de outro aparato legal que busque o desenvolvimento da SI no Brasil.

O modelo Construir e Recrutar é considerado um dos métodos mais comuns para alavancar o desenvolvimento econômico juntamente ao desenvolvimento Eco-industrial. Os governos locais geralmente solicitam a construção de parques industriais a construtoras e buscam, após a seleção de investimentos potenciais, os inquilinos. A preparação do parque para receber inquilinos requer um certo grau de desenvolvimento de infraestrutura. Esse modelo é considerado um exemplo bem-sucedido de desenvolvimento econômico que não leva em consideração o meio ambiente além das práticas de planejamento convencionais (TAO et al. 2019).

O modelo Parque Eco-Industrial Planejado é semelhante ao descrito no modelo Construir e Recrutar, mas incorpora uma etapa adicional: localizar empresas de acordo com suas localizações geográficas para que possam compartilhar recursos entre si (CHERTOW, 2007; GIBBS, 2003; GIBBS; DEUTZ, 2007; HEERES et al., 2004; TAO et al. 2019). O excesso de atenção à correspondência técnica de fluxos de materiais restringe os alvos de recrutamento e torna o sistema como um todo mais rígido (CHERTOW; EHRENFELD, 2012).

De acordo com o Modelo de Simbiose Auto Organizadora, empresas privadas tomam decisões de organizar um sistema de trocar de recursos para

atingir metas ligadas a economia, aumento de receita ou expansão e crescimento do negócio, gerando um ecossistema industrial. Esse ecossistema vai ser “testado” e, havendo sucesso nas trocas dentro do escopo planejado, novas empresas podem seguir o exemplo e entrar (TAO et al. 2019).

No modelo de *Retrofit* de Parques Industriais, os parques industriais ecológicos são construídos a partir de parques já existentes. Esse modelo geralmente envolve a renovação da infraestrutura com o objetivo de reduzir custos e descobrir novas oportunidades de negócios com base nos fluxos disponíveis. Um exemplo desse modelo ocorreu na China, onde a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma aprovou 129 parques industriais por meio do programa de Transformação de Reciclagem de Parques Industriais de 2012 a 2017. Este programa objetivou melhorar a produtividade e o uso de recursos em parques industriais já existentes, mas que estavam velhos e tinham baixa produção e precisavam ser mais eficientes com seus recursos (TAO et al. 2019).

Finalmente, o último modelo teve seu crescimento com a Lei de Promoção da Economia Circular de 2009 da China, que levou ao surgimento do modelo de Parque Industrial de Economia Circular no país. Ao reduzir o impacto ambiental e promover o crescimento econômico, esse modelo implementa a ideia de uma economia circular em três níveis: instalação individual, parque industrial e regional. Observa-se que os maiores parques industriais chineses já possuem instituições de coordenação, geralmente Comitês de Gestão de Parques, que usam sua autoridade pública para promover o compartilhamento de recursos e outras oportunidades ambientais como forma de reduzir os custos privados ao mesmo tempo em que criam benefícios ambientais públicos (YUAN et al., 2006; TAO et al. 2019).

Tao et al. (2019) identificaram quatro modelos (Figura 27) que geralmente impulsionam a prática da SI, levando em consideração o quanto o governo está envolvido na construção de sinergias de SI em cada um.

- Modelo Recém-Planejado: ocorre quando um governo inicia um projeto para estabelecer um Parque Eco-Industrial com um plano abrangente, planejando detalhadamente as sinergias de recursos e materiais para atingir

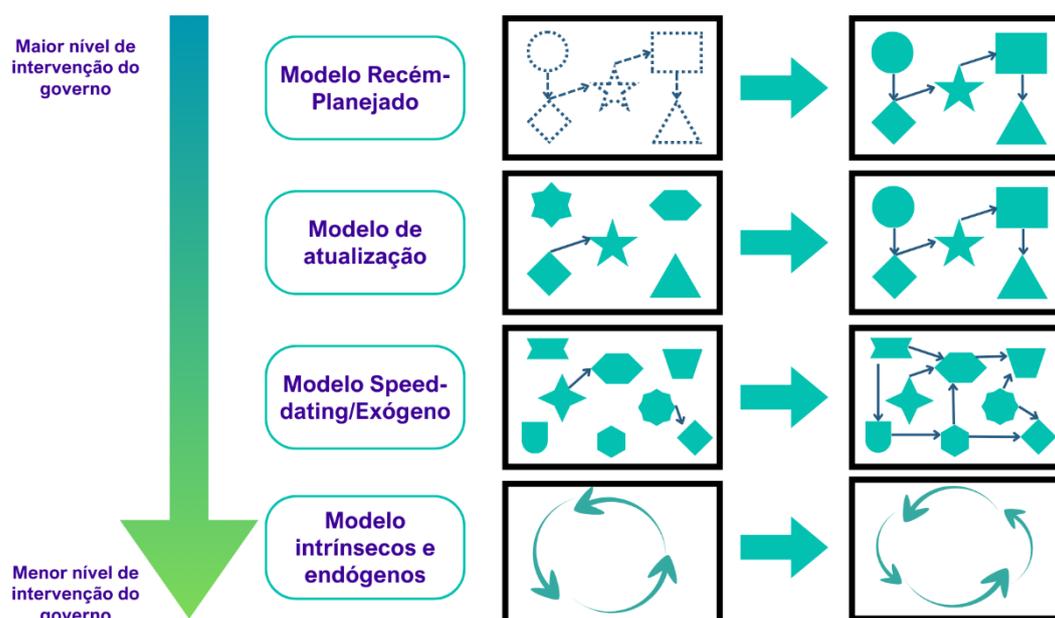
metas específicas, como a redução total de resíduos. Desde o início, o planejamento de cooperação de SI é parte do planejamento urbano. A característica distintiva deste modelo reside no processo liderado pelo governo de incorporar SI na construção de um Parque Eco-Industrial desde o início do planejamento até a implementação viável e eficaz.

- Modelo de Atualização: Diferentemente do Modelo Recém-Planejado, o Modelo de Atualização traz a SI em parques industriais já existentes, normalmente concentrando-se em um setor específico. Para essa transformação, empresas adjacentes às empresas âncoras são substituídas por organizações que possuam mais sinergias entre as partes.

- Modelo de *Speed-dating*/Exógeno: Para promover SI, esse modelo é usado em parques industriais abrangentes, onde empresas de várias nações, setores e culturas estão localizadas. Para superar as dificuldades de relacionamento entre essas organizações, uma das maneiras mais eficazes de implementar a SI é permitir que as empresas se encontrem para superar assimetria e ausência de dados ou de informações. No Modelo de *Speed Dating* inicialmente existem poucas, geralmente apenas uma, parceria ou relacionamento entre as partes. Após as rodadas de trocas desse modelo, uma rede de troca muito mais colaborativa é criada entre as partes.

- Modelos intrínsecos e endógenos: Aqui, as empresas privadas fazem as escolhas sobre a troca de recursos com base em vantagens econômicas, como diminuição de despesas, aumento de lucros ou crescimento de suas empresas. Esse é o principal foco que leva ao desenvolvimento das redes de sinergias de SI. Ao contrário dos modelos recém-planejados, de atualização e de *speed-dating/exógeno*, este modelo surge diretamente das necessidades das empresas e não é afetado pelo governo.

Figura 27 - Quatro modelos para promover a implementação/realização da SI



Fonte: Adaptado pelo autor de Tao et al. (2019)

Nesse âmbito, uma ferramenta que se mostra viável na realidade brasileira para promoção dessas estratégias considerando uma atuação do estado, tanto dos modelos de implantação quanto dos modelos de incentivo da SI, é o Plano Diretor. Estabelecido pela Constituição Federal, Art. 182-183 (BRASIL, 1988) e regulamentado no Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) (BRASIL, 2001), o objetivo do Plano Diretor é estruturar o espaço do município e regular as regras urbanísticas para planejar o crescimento do município incorporando questões como habitação, saneamento, transporte, mobilidade e serviços de atendimento público, expansão territorial e industrialização. Considerando que o mesmo deve ser construído de forma participativa, é possível utilizar essa construção do Plano Diretor para que nesse documento sejam estabelecidos subsídios e estratégias para buscar medidas e definir melhores modelos de implantação da SI, sendo detalhadas as normas, benefícios e incentivos para organizações aderirem a essa estratégia, e também preparado as linhas de conscientização, palestras e workshops para que sejam dadas as devidas explicações e orientações sobre todo o procedimento, regras e vantagens da simbiose de acordo com a realidade e perspectiva de cada município, evitando normas e diretrizes muito amplas e genéricas.

Para modelos Auto Organizados ou Modelos intrínsecos e endógenos, a PNRS já prevê uma forma de levantamento dessas estratégias no PGRS. Em seu Art. 21º que trata do conteúdo mínimo do plano, o item IV traz que é necessário que os mesmos apresentem uma “identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores”. Ou seja, os modelos que dependem diretamente das organizações com menos atuação do Estado poderiam ser verificados se os PGRS fossem elaborados seguindo os preceitos da Lei 12.305/2010. Nesse ponto é importante destacar a lacuna que o PLANARES deixou ao não abordar estratégias e diretrizes que orientem esse levantamento de soluções consorciadas, sendo que apenas os consórcios intermunicipais foram devidamente abordados no documento com foco nos planos e no encerramento de lixões. O PLANARES apresenta a SI apenas como uma estratégia para fomentar a não geração, a redução e a destinação final adequada dos resíduos industriais, no entanto sem qualquer detalhamento ou qualquer outra menção dessa estratégia que impacta não só a não geração, mas principalmente a Logística Reversa, a Ecoeficiência e minimização do consumo de recursos naturais em processos de fabricação.

Além dos modelos, Tao et al. (2019) trazem também os processos de implantação da SI, considerados cruciais pois a mesma política pode ter um impacto diferente na implementação da SI.

1. Construção da Rede de SI: admissão de novos membros e criação de conexões de diferentes recursos, setores, tamanhos e localizações.
2. Oficinas de Ganho Rápido: Essas oficinas ajudam as empresas de vários setores a se comunicarem.
3. Mapeamento de necessidades e resíduos: este método combina a geração de resíduos de uma empresa com as demandas de recursos de outra.
4. Sistema de Gerenciamento SYNERGie: Ferramenta de gerenciamento de projetos e dados para identificar oportunidades de aumentar a receita e reduzir os custos gerenciando os recursos de forma eficaz.
5. Fornecimento de Sinergia Facilitada: Neste ponto, os profissionais são muito importantes para promover a sinergia entre as empresas.

6. Entrega de relatórios de saída para sinergias facilitadas: verificação externa das sinergias alcançadas.

Por fim, olhando agora para os estágios e classificações do nível de maturidade dos processos de implantação da SI, Tao et al. (2019) apresentam uma jornada que as organizações percorrem para serem inseridas de forma sustentada e bem-sucedida em um processo de SI.

A primeira fase é a de Desenvolvimento da Consciência. Antes de qualquer busca por parceiros, relacionamentos, trocas de resíduos, faz-se necessário entender e desenvolver a consciência do processo, dando oportunidade às organizações de se familiarizarem com o conceito da SI, seja por meio de treinamentos, workshops ou seminários oferecidos pelo governo. O desenvolvimento dessa consciência permite maior entendimento, aceitação e envolvimento antes de efetivamente se iniciar as relações simbióticas.

Na sequência ocorre a segunda fase de Planejamento. O objetivo dessa etapa, como o próprio nome remete, é encontrar parceiros capazes de fornecer resíduos e demais recursos adequados para substituir uma parte das matérias-primas de uma empresa. Para encontrar um parceiro adequado, costuma-se realizar um trabalho de campo para mapear quantidades e tipos de materiais.

A terceira fase é a Negociação. Ela começa quando a organização já fez a descoberta dos parceiros que irão fornecer os resíduos usados para substituir as matérias-primas. Aqui eles irão negociar volume, qualidade, preço, frequência de fornecimento e um plano para transportar os resíduos. Até que um acordo ou contrato seja concluído, essa negociação continua. É comum que essa fase evolva também um período de experimentação para as partes, principalmente por conta das inseguranças e incertezas nesse processo de substituição das matérias-primas por um resíduo.

Posteriormente, a quarta fase é a Implementação. Nesse ponto as empresas geralmente seguem estritamente o acordo ou contrato firmado durante a fase de implementação, que inclui o transporte de resíduos e a substituição de parte de suas matérias-primas pelos mesmos. No entanto, uma violação do contrato por parte de um dos parceiros pode resultar no término imediato da

colaboração ou na intervenção de uma terceira parte para garantir a continuidade da colaboração.

Por fim, a quinta e última fase traz a Avaliação. Após a implementação da SI, as organizações passam por um processo de avaliação para verificar o sucesso das parcerias. Esse processo leva em consideração indicadores como aumento da receita, redução de custos e redução da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários. Ao longo desse processo de avaliação as organizações também olham para a variável econômica para ver se a mesma foi vantajosa.

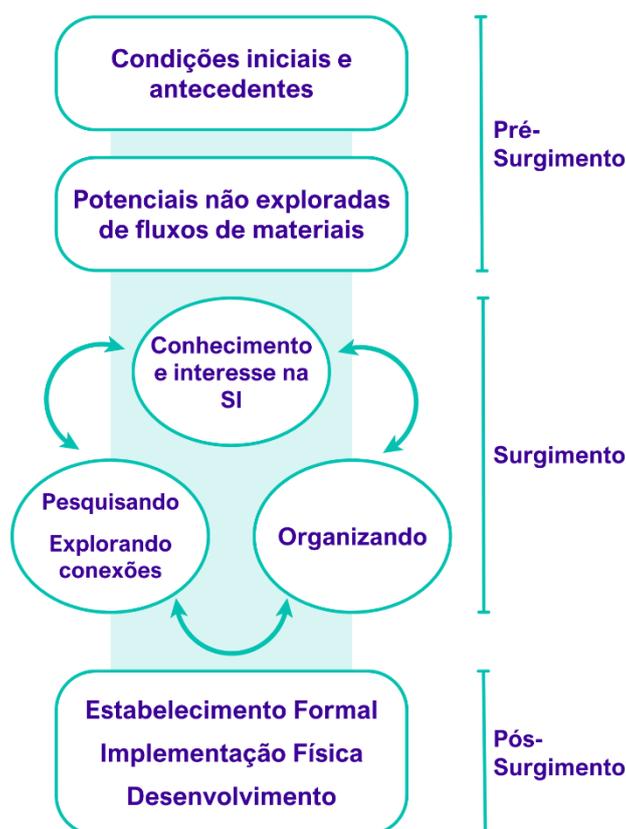
Analisando esses pontos, percebe-se que a SI é um processo que exige não só uma construção minuciosa e bem planejada, como também deve-se respeitar as fases desse processo. Assim, para considerar a implantação dessas ações na realidade brasileira, é importante que haja um cuidadoso olhar para essas fases e etapas de construção e se evite uma norma legal, seja através de nova lei ou através de regulamentações em legislações já vigentes, que sejam estritamente impositivas e deixem aspectos ligados a conscientização e cultura ausentes de seu conteúdo.

Uma visão que traz uma perspectiva interessante sobre a implantação da SI é apresentada por Mortensen e Kørnø (2019) onde é feito um paralelo de pré-surgimento e surgimento da SI com uma planta, baseado na terminologia biológica. O pré-surgimento é apontado como uma fase de germinação onde a semente está fisicamente ativa e o embrião está passando por mitose para produzir uma parte aérea e/ou uma raiz, enquanto o surgimento seria a etapa em que efetivamente ocorre o aparecimento de uma parte aérea acima do solo ou de uma raiz a partir da semente". O pré-surgimento de uma planta requer a presença de uma semente, bem como elementos específicos do solo, agentes e fluxos de recursos para criar as condições necessárias para a germinação. Por sua vez, o surgimento da planta é resultado de um processo de interação de vários fatores e agentes e posterior crescimento da parte aérea acima do solo. Esse também pode ser o momento em que começa o estágio pós-surgimento, onde a planta cresce e se desenvolve e não depende mais da semente para se tornar fotossinteticamente independente (BOOTH et al., 2003; MORTENSEN, KØRNØV, 2019).

Assim, é possível conceituar a fase de surgimento da SI como um processo social dinâmico que ocorre entre as fases de pré-surgimento e pós-surgimento. Isso resulta da definição anterior das fronteiras e do processo da SI, onde os atores participam de atividades que sejam direcionadas a gerar maior interesse e conhecimento sobre o processo para, posteriormente, levantar novos parceiros por meio de interações que incentivem a exploração de novas conexões potenciais e novas relações de cooperação.

Mortensen e Kørnø (2019) apresentaram uma ilustração dessa definição e um modelo conceitual abrangente para a análise do processo de surgimento da SI, apresentados na figura 28. Na fase de pré-surgimento são levantados os potenciais ainda não explorados de fluxos e conexões de SI em condições iniciais que antecedem o processo. O surgimento corresponde a fase onde ocorrem as sequências de eventos, seja por meio de auto-organização ou coordenação, que, ao final, constituem os elementos fundamentais das conexões simbióticas iniciais e o estabelecimento formal de relações sinérgicas. Já na fase pós-surgimento é realizada a implementação física da SI e o desenvolvimento subsequente das interações e análise dos resultados. Os autores destacam ainda que, embora uma ordem cronológica seja comumente assumida (da conscientização e interesse na SI para a busca e exploração de conexões e, em seguida, para a organização), é importante observar que essas fases não precisam ocorrer de forma estritamente cronológica. Os eventos característicos podem ocorrer simultaneamente ou em diferentes sequências, demonstrando a natureza dinâmica e interativa do processo de surgimento da SI.

Figura 28 - Análise do processo de surgimento da SI



Fonte: Adaptado pelo autor de Mortensen e Kørnøv (2019)

Referente aos estímulos para início de processos simbióticos, Tao et al. (2019) trouxeram 10 pontos que foram levantados em entrevistas: 1 - educação, 2 - orientação industrial, 3 - programas de facilitação, 4 - dever econômico, 5 - penalidades administrativas, 6 - supervisão em larga escala, 7 - listas de exclusão, 8 - listas de mérito, 9 - subsídios e 10 - reduções ou isenções fiscais.

No que diz respeito à educação, as empresas podem adquirir rapidamente uma compreensão básica de SI com treinamentos gratuitos oferecidos pelo governo ou financiados por organizações. Não apenas workshops, seminários e estudos de caso bem-sucedidos podem fazer parte disso, mas também outras formas que envolvam a atuação direta da mídia. A orientação industrial, que é emitida pelo governo, fornece excelentes exemplos de práticas industriais sobre temas como remanufatura, reciclagem, reutilização, reciclagem descendente e eficiência de recursos. Essas diretrizes ajudam as empresas a mudar suas

perspectivas. Os programas de facilitação, que geralmente são oferecidos ou financiados pelo governo, ajudam as empresas a lidar com a assimetria de informações e os desafios técnicos. Isso acelera o desenvolvimento de cooperação em SI. Nos deveres econômicos, as empresas estão pensando em métodos alternativos de gestão de resíduos devido a custos de destinação para aterros. As penalidades administrativas trazem a responsabilidade das empresas em relação ao cumprimento das regulamentações ambientais, sendo monitoradas pelo governo. A supervisão em larga escala, qualquer cidadão, pessoa jurídica ou organização tem o direito de denunciar empresas que não contribuam ou gerem impactos negativos ao meio ambiente. As empresas listadas nas listas de exclusão são advertidas porque suas emissões superam níveis permitidos e podem não ser elegíveis para financiamento ou subsídios. Por outro lado, empresas são incluídas em listas de mérito por seus esforços para proteger o meio ambiente, incluindo rótulos e declarações ambientais. Por fim, as recompensas ocorrem por incentivos monetários para cumprir os regulamentos ambientais em forma de subsídios ou reduções fiscais. As empresas podem usar esses incentivos governamentais para compensar completamente os custos operacionais adicionais associados ao cumprimento de novas regras ambientais.

Domenecha et al. (2019) realizaram através de entrevistas um levantamento sobre os fatores que mais impulsionam a entrada em processos de SI e segundo os autores as condições estruturais e as políticas são importantes para moldar o ambiente em que as empresas operam e superar obstáculos que consistem principalmente em aspectos como risco e incerteza relacionadas às trocas de SI, falta de tempo (principalmente para pequenas e médias empresas) e uma variedade de despesas de transação, como transporte por exemplo.

Nesse cenário os autores destacam o quanto é importante olhar para novas estratégias que facilitem as trocas e fluxo de materiais, apoiadas por políticas integradas que abordem os principais fatores sistêmicos. Políticas para reduzir as emissões de dióxido de carbono e iniciativas que ajudem a reduzir o envio de resíduos para aterros, como impostos sobre aterros são apontados como instrumentos potenciais na garantia de que os projetos de SI sejam viáveis.

No entanto, eles também mencionaram medidas para reduzir os custos de transação, como redes facilitadas e sistemas de TI para o conhecimento de recursos, simplificação de processos, implementação de estruturas avançadas de avaliação de custo-benefício e outras medidas para reduzir os custos de transação. A maioria das redes fala sobre os aspectos econômicos e sociais, incluindo a redução de custos e a criação e manutenção de empregos e a geração de novas fontes de receita.

Ao analisar esse capítulo, percebe-se o quanto é complexa a criação de sistemas, conexões e relacionamentos simbióticos entre diferentes organizações e diferentes atores. Inicialmente, percebe-se a importância da proximidade geográfica na facilitação da cooperação entre empresas em torno de uma planta vital, preferencialmente com empresas âncoras desempenhando um papel de estabilização e maior segurança ao processo. No entanto, ao mesmo tempo a saída de tais empresas pode tornar as organizações menores mais vulneráveis, afetando toda a cadeia de SI. Para superar essas adversidades, existem modelos de desenvolvimento da SI que trazem o papel do governo na construção e recrutamento de parques industriais ecológicos, planejados e inclusive nos primeiros passos na promoção da simbiose auto organizada como agente de planejamento de longo prazo e como autoridade de coordenação.

Outro ponto importante na condução da SI é entender e respeitar as fases e classificações do nível de maturidade dos processos de implementação da SI, destacando a conscientização, planejamento, negociação, implementação e avaliação como etapas cruciais. A ordem cronológica dessas fases pode variar, mas todas desempenham um papel fundamental no sucesso da SI. Isso se soma aos estímulos para o início de processos simbióticos, incluindo educação, orientação industrial, programas de facilitação, dever econômico, penalidades administrativas, supervisão em larga escala, listas de exclusão, listas de mérito, subsídios e reduções fiscais. Esses estímulos podem desempenhar um papel importante na promoção da SI.

Por fim, fica evidenciado o papel e a importância das políticas e das condições estruturais na promoção da SI e que sejam integradas e abordem fatores sistêmicos, como redução de emissões de carbono, redução do envio de resíduos para aterros e redução dos custos de transação.

Dentro de todo esse contexto, considerando a importância dos Acordos Setoriais na efetivação da LR e da EC bem como suas proximidades conceituais com a SI, propõe-se a criação de uma nova vertente que considere todos esses levantamentos. Semelhante aos AS, a proposta seria a criação de um novo Instrumento chamado Acordo Regional. O mesmo seria definido como “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes de diferentes setores, mas que mantenham proximidade geográfica, tendo em vista a implantação da simbiose industrial e economia circular em distritos industriais, parques industriais ou eco-parques”.

O papel do poder público consistiria no levantamento e disponibilização de dados, incentivos e estabelecimento de diretrizes para a implementação da SI em regiões específicas, considerando suas características e potencialidades. Semelhantemente ao AS, o poder público, após identificação de potencialidades, conduziria chamamentos, consultas públicas e realizaria a conscientização dos envolvidos. A partir daí, ficaria facilitada a cooperação entre empresas e setores industriais, incentivando a troca de subprodutos e resíduos como recursos com fomento a criação de redes de sinergias visando à redução do desperdício e à otimização do uso de recursos.

Para funcionamento desse instrumento é fundamental a previsão da inclusão de catadores e cooperativas de recicláveis atuando como agentes de otimização, de logística, de triagem e de distribuição dos resíduos através de contratos de prestação de serviços ambientais, bem como a definição de metas quantitativas e qualitativas bem como o estímulo a inovação tecnológica e a adoção de práticas sustentáveis nas empresas participantes com o objetivo de minimizar o impacto ambiental da produção industrial e promover a conservação dos recursos naturais pelo maior consumo dos resíduos como entrada dos processos produtivos.

A implementação do Acordo Regional deve ser invariavelmente baseada em uma abordagem participativa e colaborativa, envolvendo empresas, governos locais, universidades, startups e organizações não governamentais e demais partes interessadas. O processo seguirá as seguintes etapas:

- Diagnóstico Regional: realização de um diagnóstico abrangente das condições econômicas, sociais e ambientais da região, identificando oportunidades e desafios para a implementação da SI. Aqui uma fonte fundamental de informação é o SINIR e os dados constantes nos PGRS e MTRs para que seja gerado um diagnóstico de “oferta” e “procura” em mapas georreferenciados e especializados em SIGs (Sistemas de Informação Geográfica).
- Identificação de Parceiros e Setores-Chave: uma vez realizado o diagnóstico, procede-se a identificação das empresas e áreas industriais-chave que podem desempenhar um papel fundamental na promoção da SI. Aqui também é fundamental definir o estágio de maturidade e consciência de cada parte, bem como a existência ou não das empresas âncoras.
- Divulgação dos resultados preliminares para partes interessadas e comunidade em geral: aqui tem-se rodadas de palestras, apresentações, workshops e seminários convidando autoridades, especialistas e empresários envolvidos.
- Definição de Metas e Indicadores: A partir dos dados de diagnósticos disponíveis nos Planos e nos MTRs é possível ter um saldo total de resíduos gerados na área definida e de cada participante da simbiose. Assim, serão definidas metas quantitativas e qualitativas para a circulação dos resíduos no ecossistema criado, redução de resíduos, o aumento da reciclagem e reutilização de produtos e a melhoria da eficiência no consumo de recursos naturais.
- Desenvolvimento de Planos de Ação Regionais: Elaboração de planos de ação específicos para cada região, *site*, distrito ou parque industrial envolvido, com a identificação de oportunidades de sinergia, investimentos necessários e prazos de implementação.
- Monitoramento e Avaliação: Implementação de um sistema de monitoramento e avaliação contínuos para acompanhar o progresso em relação às metas estabelecidas e identificar ajustes necessários

em ciclos PDCA (Plan – Do – Check – Act ou seja, Planejar – Executar – Checar e Agir).

- Resultados Esperados com o Acordo Regional: redução significativa da geração de resíduos e do impacto ambiental na região; fomento à inovação tecnológica e ao desenvolvimento de soluções sustentáveis em programas de inovação aberta; estímulo à cooperação entre empresas e setores industriais diferentes, cooperativas de catadores, poder público e sociedade; criação de oportunidades de negócios e geração de empregos; e contribuição para o desenvolvimento sustentável da região, com ênfase na economia circular.

A criação de um novo instrumento como o Acordo Regional para promoção da SI, representaria uma oportunidade para alinhar a gestão de resíduos sólidos com os princípios da sustentabilidade em regiões específicas, trazendo a SI para o contexto da PNRS sem a necessidade de novas leis ou políticas, principalmente porque como mostrado ao longo do trabalho a PNRS possui ampla aderência à EC e à SI, de forma direta ou indireta, bastando que sejam direcionados esforços a regulamentar seu conteúdo por completo. A abordagem colaborativa e participativa proposta neste projeto visa diminuir as barreiras citadas ao longo do capítulo, envolvendo de forma efetiva todos os atores e promovendo o desenvolvimento sustentável de uma região industrial por meio da logística reversa e da economia circular.

CAPÍTULO 06 – Conclusões e Recomendações Finais

Estudos sobre produção sustentável que buscam trazer novas alternativas frente a um modelo linear e predatório que é insustentável, têm trazido sugestões sobre estratégias e práticas de sucesso que levaram instituições e governos a adotarem e difundirem políticas de EC e administração mais sustentável. Em muitos casos as análises apontam que o ambiente institucional pode alavancar ou inibir a transição para um modelo que busque práticas de EC, tal como o sistema regulatório e normativo, que tenha em seu escopo inibir o desperdício e motivar a circularidade, tornando a reciclagem ou o reuso opções prioritárias frente ao aterro sanitário (DAI et al., 2015; MILIUTE-PLEPIENE et al., 2016; RANTA et al., 2017).

No Brasil, a PNRS se apresenta como um exemplo claro desses marcos regulatórios que objetivam trazer uma nova visão para a gestão de resíduos no país. Assim, para que fosse possível analisar a aderência da PNRS com a EC, utilizamos a estratificação em níveis verticais da EC: o micro, o meso e o macro.

No nível micro três conceitos-chave são analisados: eco-design, design para o ambiente e produção mais limpa (P+L). A PNRS mostra aderência ao nível micro em diversos momentos, seja em seus princípios, ou em seus objetivos e instrumentos. Destaca-se aqui o papel do Ecodesign, da priorização da não geração e do PGRS como importantes estímulos para a adoção de posturas preventivas e de minimização de geração, que se soma ao importante papel dos catadores e dos consumidores priorizando a compra de materiais que tenham rótulos ligados a sustentabilidade. Entretanto, ao buscarmos maiores detalhes sobre estratégias, ferramentas ou quaisquer detalhamentos sobre aspectos relacionados a ecoeficiência, não geração e estímulos a padrões sustentáveis na prática, não existem subsídios ou aparatos legais que mostrem que isso pode ser efetivamente uma realidade prática no Brasil.

Já o nível meso da EC é caracterizado pela atuação das empresas em redes produtivas, como parques ecoindustriais e distritos, realizando a troca de insumos, resíduos e subprodutos, com o objetivo de minimizar desperdícios e o descarte, conquistando benefícios ambientais em um processo simbiótico. Todavia, é importante ressaltar que a principal motivação que os empresários relatam para entrar e se manterem em sistemas de SI são econômicos e de

imagem da marca. Novamente a PNRS mostra diversos pontos de conexão nesse nível. Para um dinâmico, funcional e eficiente sistema de SI, diversas variáveis devem ser estudadas e analisadas, o que torna fundamental o envolvimento do poder público nesse processo, tanto nesse suporte quanto na concessão de benefícios. A PNRS prevê em vários momentos a cooperação entre poder público e o setor empresarial, com estímulos e incentivos técnicos, financeiros, fiscais e creditícios. Há, no entanto, ausência de mecanismos claros que mostrem na prática que tal cooperação seja uma realidade, faltando novos arcabouços jurídicos que tragam mais detalhamentos, possibilidades e ferramentas para esse apoio. Adicionalmente, os AS se apresentam como um aspecto de grande relevância e compatibilidade com o nível meso da EC e especialmente a SI uma vez que ambos objetivam um engajamento contínuo coletivo entre os diversos membros da cadeia, visando encontrar soluções conjuntas para manter o resíduo ao máximo em ciclos produtivos novos, fomentando a Logística Reversa e a responsabilidade compartilhada. Uma análise pormenorizada sobre essa relação pode trazer contribuições bastante relevantes para evolução e crescimento dos AS no Brasil.

Por fim, no nível macro da EC são analisados as Eco-cidades, o modelo de consumo colaborativo e os programas zero-resíduos. Nesse nível fica claro que não há a mesma convergência que nos demais. Analisando o quadro 2 e a figura 1, é possível aferir visualmente a ausência de princípios, objetivos e instrumentos da PNRS que sejam direcionados ao nível macro. A Lei não aborda a necessidade de se repensar as estruturas urbanas e se redesenhar as cidades para facilitar e impulsionar a circularidade. Quanto ao consumo colaborativo há certa aproximação no objetivo que trata do estímulo à adoção de padrões sustentáveis de consumo de bens e serviços bem como naquele relacionado à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável. Porém, ainda há certo distanciamento da propriedade compartilhada que acarreta em menos compra e menos consumo. Além disso, como já citado, não há na Lei ou em outros requisitos legais suporte, qualquer informação e detalhamento de como podem ocorrer esses estímulos à rotulagem ou padrões mais sustentáveis de consumo. Finalmente, a PNRS não faz alusão clara a programas zero-resíduos, apesar de pontos relacionados a estes serem bem presentes e relevantes na lei, como por exemplo a não geração como prioridade número um na ordem de gestão dos

resíduos, juntamente com o PGRS e sua exigência de metas e procedimentos voltados à minimização da geração dos resíduos sólidos. Salienta-se aqui que outro ponto carente na Lei é a questão da não geração e como esta deverá ser avaliada como prioridade. Não há uma definição ou mecanismos que esclareçam como essa priorização deverá ocorrer ou ser monitorada e mensurada na prática.

Conclui-se, dessa forma, que a PNRS apresenta ampla aderência com dois dos três níveis da EC. Há uma avenida de oportunidades para que novas revisões ou leis acessórias a PNRS olhem para o nível macro da PNRS. Assim, concluímos que esse momento de transição para a EC em diferentes regiões e de diferentes formas, cria amplas condições para estudos de novas configurações organizacionais, modelos de transição, estratégias de colaboração, regulamentos e leis, e também superação de fatores que ainda impedem a evolução da PNRS rumo a EC. Por fim, o presente estudo traz as necessidades de maiores detalhamentos e pesquisas sobre aspectos relacionados a não geração, ecoeficiência e estímulos a padrões sustentáveis na prática, além de estratégias referentes ao funcionamento efetivo de mecanismos de cooperação, parceria, investimento, incentivos do poder público junto ao setor empresarial.

Analisando as experiências internacionais relativas a EC, pode-se notar que a PNRS em diversos momentos aborda em seu conteúdo conceitos e práticas importantes para uma evolução da gestão de resíduos no Brasil rumo a um modelo mais circular.

A gestão regionalizada de resíduos sólidos envolve a coordenação e integração de programas e projetos entre diferentes entes da estrutura de gestão, com o objetivo de maximizar a eficiência e reduzir custos. O PLANARES estabelece cinco estratégias para fortalecer a gestão regionalizada, mas ainda precisam de mais esclarecimentos sobre benefícios e instrumentos.

Outro ponto importante destacado para a EC é a questão de se estabelecer uma ordem de prioridades na gestão. Embora a Lei nº 12.305/2010 não forneça informações detalhadas sobre como essa ordem de prioridade deve ser implementada, o PLANARES apresenta diretrizes e estratégias importantes. As cinco estratégias para fomentar a não geração, a redução e a destinação adequada de resíduos industriais estão diretamente relacionadas à SI. As

estratégias buscam criar uma rede metabólica para facilitar o fluxo de materiais de uma empresa ou processo para outra empresa ou processo, com a identificação de possibilidades de mapeamento, criação de polos regionais, criação de tecnologias, identificação de oferta e demanda e estratégias econômicas.

Não obstante, temos um ponto de bastante relevância para a evolução da EC que são o estabelecimento das metas. Pela PNRS, os grandes responsáveis por tal fator são os Planos (federal, estaduais, municipais e industriais). Os planos nacionais e estaduais possuem conteúdos previstos similares, mas esse fator pode permitir o estabelecimento de uma regra geral pela união, mas permitindo também que cada estado crie suas próprias metas de acordo com sua realidade. Municípios e empresas devem olhar para a não geração de resíduos, com estratégias como aumento da reciclagem e coleta seletiva, e práticas de ecoeficiência.

Olhar para a evolução da forma com que se enxerga a gestão de resíduos historicamente na literatura é fundamental para entendermos os caminhos seguidos no Brasil com a PNRS e também para enxergar as limitações e as oportunidades dessa migração para um modelo circular.

Dessa forma o trabalho traz um enfoque histórico relativo a figura do catador, para que possamos compreender toda carga cultural que essa figura carrega e deve ser reparada a partir da visão inclusiva da PNRS. Assim, foram apresentadas as transformações das práticas de limpeza urbana e gestão de resíduos na cidade do Rio de Janeiro durante o século XIX. A cidade, conhecida por sua beleza natural, testemunhou um rápido crescimento urbano no período, mas carecia de infraestrutura sanitária, resultando em problemas relacionados ao descarte inadequado de resíduos e dejetos. A população e as autoridades locais frequentemente se referiam a esses resíduos como "imundícies", associando-os ao mau cheiro, repugnância e até mesmo a doenças. O estudo revela a rejeição social daqueles ligados à coleta e ao transporte de resíduos, incluindo os escravos conhecidos como "Tigres", e explora as tentativas de regulamentar e melhorar a limpeza urbana ao longo do século XIX. A pesquisa mostra assim, que há uma grande dificuldade em mudar toda essa história para que seja possível a transição para métodos modernos de tratamento de resíduos

e a participação dos catadores na gestão de resíduos urbanos no Brasil, destacando a necessidade contínua de melhorias na gestão de resíduos e na inclusão social dos envolvidos nesse setor.

Na sequência, para entendermos também a evolução cultural relativa a maneira que se enxerga o resíduo no país, apresentamos três fases. A primeira fase baseada no modelo tradicional foi caracterizada pela disposição dos resíduos em lixões. Na segunda fase, há uma promoção da recuperação e reciclagem de resíduos e a elaboração de leis e instrumentos econômicos que estimularam o uso de produtos originados desse processo. Apenas na terceira fase há uma mudança de paradigma, considerando a redução dos resíduos gerados e a transformação dos resíduos em recursos. A fase que o Brasil iniciou com a PNRS é vista como um caminho necessário para o desenvolvimento sustentável, mas ainda há desafios a serem enfrentados. Nesse contexto a solução apresentada explora a aplicação da gestão da mudança como uma estratégia para superar obstáculos na implementação de regulamentações ambientais complexas em países em desenvolvimento principalmente que possuem elevadas barreiras impostas por questões históricas e culturais.

Compreender as diferentes orientações, formas e estratégias da SI em relação aos AS em evolução no Brasil trarão novas propostas e modelos que impactem positivamente na evolução da LR no país. Isso ocorre porque tanto a SI quanto a LR buscam aprimorar as interações entre os diferentes membros da cadeia de suprimentos. Um aprofundamento nesse sentido gerou propostas de melhorias para a realidade da LR no Brasil.

O presente estudo aborda duas questões fundamentais no contexto da gestão de resíduos no Brasil. Primeiramente, ressalta-se o imenso desafio envolvido na criação e manutenção de programas individuais de LR. Isso requer investimentos significativos para estabelecer PEVs, coordenar operações logísticas complexas, gerenciar dados e relacionamentos, além de garantir uma expansão contínua e organizada. É crucial garantir o engajamento de parceiros para manter um fluxo constante de resíduos entregues. Em segundo lugar, o estudo destaca como os projetos de LR podem ter um impacto extremamente positivo na gestão de resíduos no Brasil.

A instalação de PEVs em locais estratégicos, como escolas, soluciona uma das principais barreiras à LR no país: a falta de infraestrutura e locais de entrega para iniciar o processo e educar os consumidores. Além disso, o programa Ecoração adota uma abordagem proativa ao incorporar a Educação Ambiental, especificamente focada em questões relacionadas a resíduos, coleta seletiva, reciclagem e outras práticas ambientalmente responsáveis. A Educação Ambiental desempenha um papel essencial na conscientização e engajamento de todos os envolvidos na cadeia de LR, principalmente os consumidores, que são fundamentais para iniciar o processo, promovendo mudanças de comportamento e o aumento da reciclagem. Iniciando essa abordagem desde cedo, o programa Ecoração influencia positivamente as crianças, que podem levar esses valores para suas famílias.

Por outro lado, o modelo baseado em créditos de Logística Reversa se mostra em uma crescente adoção em todo país, o que vem levando a uma concentração e dependência exclusiva desse recente modelo. Isso se mostra como risco, uma vez que existe capacidade limitada das cooperativas em gerar créditos de forma equilibrada em todo o país.

Para mudar esse cenário, o estudo destaca a importância do princípio do Protetor-Recebedor, previsto na PNRS, que pode ser complementado pela aplicação de instrumentos de incentivos fiscais, financeiros e creditícios. No entanto, a falta de detalhamentos específicos nos decretos e regulamentos correspondentes torna essa abordagem uma realidade distante no Brasil. Portanto, reforça-se a necessidade de um regulamento detalhado para abordar diretamente os incentivos e benefícios econômicos, fiscais ou creditícios, a fim de promover a escalabilidade de programas como o apresentado neste estudo de caso e, assim, contribuir efetivamente para a evolução da PNRS e da gestão de resíduos no país.

Outra sugestão feita pelo presente trabalho para evolução da PNRS de forma mais dinâmica, trazendo os preceitos discutidos da EC, SI e evolução da LR, consiste na aplicação de uma estratégia, já inclusive descrita para a REP no estado de São Paulo (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2020), que é a adoção do modelo CATS, ou seja, a “Mudança em Três Etapas”. Além de aumentar o diálogo, inclusão e análise contínua dos programas e estratégias adotados, tal

modelo contribui ao facilitar, conduzir, compreender e planejar todo processo de transformação envolvido nas mudanças de paradigmas propostos pela PNRS e pela EC, principalmente no caso do Brasil, que apresenta além de grandes extensões territoriais, diferenças socioeconômicas muito grandes.

Ao criar uma lei com conteúdo que foge das práticas regulares e habituais tanto para fabricantes, para transportadores, para comerciantes e para o cidadão, é necessário olhar cuidadosamente para as fases de Descongelamento, Mudança e Recongelamento com um olhar estratégico das mesmas, uma vez que a PNRS traz uma nova regulamentação ambiental complexa, que impõe novas responsabilidades, dúvidas, custos e incertezas a muitas empresas. E ainda os benefícios que podem ocorrer desses pontos nem sempre são conhecidos ou são acessíveis para os mesmos, o que impactou na promulgação da lei 12.305/2010, e impacta até hoje, em aversão, reclamações e protestos por parte de atores importantes na cadeia de resíduos. Permitir atuação direta de atores, principalmente fabricantes, nas discussões, rodadas de planejamento e de elaboração de acordos, confere ao sistema maior adesão, reconhecimento, envolvimento e, conseqüentemente, resultados efetivos.

Com base no que foi apresentado no presente trabalho, foi possível evidenciar a importância do apoio e da facilitação que governos tem ao desempenhar um papel ativo na promoção de acordos do tipo simbiótico. Isso é especialmente verdadeiro nos casos em que a motivação principal para adoção da SI é primariamente de natureza econômica (CHERTOW; LOMBARDI, 2005; OMETTO; RAMOS, 2007; TUDOR et al., 2007). A promoção de políticas que estimulem esse processo, como incentivos econômicos e tributários em sistemas que busquem maximizar a reutilização de águas residuais ou de resíduos e calor, emergem como alternativa fundamental para alavancar a adoção de práticas simbióticas (CHERTOW; LOMBARDI, 2005; LEHTORANTA et al., 2011). Cabe, portanto, que o Brasil também siga essa vertente e crie programas de incentivos, já previstos nos instrumentos da Lei 12.305/2010 bem como no decreto 10.936/2022, direcionando tais mecanismos sistemas e projetos que sejam pautados na SI. Tais programas podem utilizar como referência os dados disponíveis no SINIR, extraindo informações através de ferramentas de tecnologia da informação e sistemas computacionais, bem como de

Licenciamentos Ambientais. Nota-se que os arcabouços legais relativos aos resíduos sólidos no Brasil já possuem a previsão das ferramentas necessárias para evolução da SI, faltando principalmente agora a criação dos mecanismos e estratégias para adoção de tais benefícios e incentivos, incluindo a descrição da origem dos recursos financeiros, motivo pelo qual indica-se que sejam reservados valores fixos no orçamento da União para atribuição e execução dessas estratégias econômicas, fiscais e tributárias.

Outra atribuição dos governos além dos subsídios, são regulamentações e restrições mais rigorosas. Em países asiáticos, essa postura tem se mostrado eficaz na promoção da SI, uma vez que ao enfrentar exigências e regulamentações mais rígidas, as organizações desenvolveram sistemas simbióticos para conseguir atender as disposições, restrições e limitações estabelecidas pelas normas. Por exemplo, as regulamentações ambientais mais rigorosas e padrões ambientais mais elevados foram os principais motivadores por trás do desenvolvimento da simbiose industrial em Ulsan City, conhecida como a capital industrial da Coreia do Sul (PARK et al., 2008; LEHTORANTA et al., 2011). Da mesma forma, o Brasil tem condições de seguir esses resultados e tornar mais rigorosas as condicionantes e valores máximos permitidos por lei ou por licenciamento ambiental relativo a descartes de efluentes, emissões e destinações de resíduos, fazendo com que as organizações busquem alternativas simbióticas para atendimento a esses requisitos.

Há de se ressaltar ainda que, mesmo sem incentivos diretos para a SI, existem casos em que isso ocorreu naturalmente e de forma espontânea. Todavia, mesmo indiretamente é importante incentivar o estabelecimento de acordos de SI para que haja perenidade e longevidade do processo, seja por medidas como a concessão de benefícios fiscais para o intercâmbio de resíduos, o aumento dos impostos sobre transporte e combustíveis e restrições de emissões finais por meio de leis e licenças ambientais (KORHONEN E SNÄKIN, 2005; PAKARINEN et al., 2010; LEHTORANTA et al., 2011).

Outra linha de grande importância é a atuação de governos locais como "bancos de conhecimento", os quais atuariam no desenvolvimento de relacionamentos e indicações específicas com os dados que os mesmos já possuem e controlam oriundos de licenças ambientais. Esses bancos de

conhecimento possuem acesso a dados e informações sobre os resíduos produzidos na área, bem como alternativas e possibilidades de outras empresas e negócios que possam ter interesse na reciclagem ou reutilização desses resíduos em seus processos, atuando como um coordenador de ecossistema industrial que busque criar e estabelecer relacionamentos simbiótico entre as partes (KINCAID; OVERCRASH, 2001; ZILAHY; MILTON, 2008). No Brasil, isso é particularmente interessante e viável por conta das informações que são atribuídas nos MTRs centralizadas no SINIR. Como são informados os dados dos geradores, transportadores, transbordos e destinos, o Ministério do Meio Ambiente pode atuar como esse agente de conhecimento extraíndo esses dados e fazendo cruzamento dessas informações e ainda incentivar e orientar estados e municípios a fazerem o mesmo por conta do maior controle e influência. Empresas e negócios inovadores podem ter papel fundamental nesse processo, desenvolvendo tecnologias que façam isso de forma inteligente e automatizada através de técnicas e metodologias de inteligência computacional.

A análise e o desenvolvimento de simbioses industriais devem levar em consideração todo o ciclo de vida dos processos industriais. Em comparação com modelos de produção isolados, isso permitirá registrar os benefícios ambientais concretos resultantes da otimização do uso de recursos e da redução das emissões, efluentes e resíduos. Assim, as SI podem dar às empresas uma vantagem competitiva nas políticas de sustentabilidade de produção e consumo, como licenças ambientais, rótulos ecológicos e regulamentações futuras de produtos.

Ao ser planejada e estruturada para obter processos reversos padronizados usando a abordagem restaurativa do ciclo técnico, a LR apresenta-se como importante ferramenta para integrar a EC ao planejamento estratégico e às operações das organizações. Trazendo essa visão, a LR poderá abranger uma gama maior de benefícios além dos ambientais, gerando valores aos envolvidos a partir das partes da cadeia de suprimentos circular.

Ao olharmos para os FCS apontados por Julianelli et (2020), verificamos que a PNRS contempla de forma direta ou indireta o seu conteúdo, ficando evidenciado o quanto essa política tem conteúdo completo e relevante. Todavia, fica igualmente evidente o quanto é ainda necessário definir programas e

modelos práticos que tornem realidade os preceitos previstos ao longo de todo seu texto. Novas regulamentações, especialmente aquelas pautadas em benefícios, incentivos e estímulos são necessárias para que sejam estabelecidos prazos, origens de recursos, formas e alternativas palpáveis e claras de como cada uma das estratégias que podem transformar a realidade da LR e da EC no Brasil será efetivada.

Esse estudo contribui significativamente para a compreensão da Simbiose Industrial e sua implementação, fornecendo insights valiosos sobre modelos, processos e estímulos que podem impulsionar a adoção dessa abordagem inovadora em diferentes contextos.

A proposta de Acordo Regional busca estabelecer diretrizes e mecanismos de incentivo para a adoção dessas práticas em regiões específicas, alinhando-se aos objetivos da PNRS e atuando como um instrumento complementar aos AS, porém com foco em criar conexões entre setores industriais diferentes, mas que estejam próximos geograficamente. Cada região apresenta características únicas em termos de perfil industrial, padrões de consumo e desafios ambientais. Portanto, a proposta prevê a realização de um diagnóstico abrangente das condições regionais, identificando oportunidades específicas para a implementação da SI, LR e EC. Nesse contexto, com os Acordos Regionais serão identificados os setores e polos industriais-chave e os principais atores econômicos que podem desempenhar um papel relevante na promoção de práticas simbióticas com o estabelecimento de parcerias estratégicas visando à otimização do uso de recursos e à redução de resíduos em cada região participante do acordo.

Para viabilizar a implementação dos Acordos Regionais, alguns preceitos são fundamentais. O primeiro é a inclusão social através da contratação e remuneração pelos serviços ambientais prestados de cooperativas de catadores para atuação em processos intermediários para organizar e otimizar a circularidade do processo. Como apresentado no trabalho, a EC e a SI podem ser inclusivas, cabendo aos envolvidos no processo levarem tal aspecto em consideração. Adicionalmente, assim como na Logística Reversa aplicada na prática, é importante que sejam desenvolvidos mecanismos de incentivo e apoio, os quais já são previstos na PNRS. Isso inclui a disponibilização de recursos

financeiros para projetos-piloto, a concessão de benefícios fiscais para empresas engajadas nas práticas simbióticas e a facilitação de parcerias entre o setor público e privado.

O poder público atuará como parte moderadora que traga garantia e estabilidade ao processo para que o mesmo possa ser autorregulado, e também trará dados e informações para iniciar os processos, devendo promover também programas de capacitação e sensibilização, visando ao desenvolvimento de competências técnicas e à disseminação das melhores práticas relacionadas à SI.

Os Acordos Regionais também deverão conter metas que sejam claras, específicas, alcançáveis e adaptadas às características de cada região, levando em conta sua capacidade de mobilização, o grau de maturidade e a fase em que as organizações se encontram, bem como seu potencial econômico. A definição de indicadores permitirá o monitoramento constante do progresso e a avaliação dos impactos alcançados. A eficácia do Acordo será assegurada por meio de um sistema de monitoramento e avaliação contínua. Serão estabelecidos indicadores-chave de desempenho e mecanismos de prestação de contas para todas as partes envolvidas. Com isso, será possível identificar desafios e oportunidades em tempo real, possibilitando ajustes e melhorias constantes no processo. A avaliação regular dos resultados alcançados será crucial para demonstrar os benefícios econômicos, sociais e ambientais da implementação da SI, LR e EC em cada região.

Assim, conclui-se que a PNRS é sim suficiente para o avanço de práticas ligadas a EC no Brasil, sendo uma base legislativa adequada para fomentar e fortalecer estratégias como a perspectiva da EC. Para tal, é importante que aspectos relacionados aos instrumentos econômicos e ao princípio do protetor-recebedor sejam amplamente estudados e transformados em regulamentos claros e efetivos.

A proposta de Acordo Regional representa um passo fundamental na busca pela gestão sustentável de resíduos sólidos trazendo um caminho adicional junto aos AS, impactando e respeitando as realidades específicas de cada área e trazendo uma maximização dos benefícios econômicos somada a redução de impactos ambientais e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Através de uma abordagem colaborativa e adaptativa, o acordo regional buscará criar uma base sólida para a transição em direção a uma economia mais circular, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e o fortalecimento das comunidades locais.

Referências Bibliográficas

AGARWAL, R., THIEL, M. IBM's environmental management system supplier requirements: corporate responsibility performance or deviation? **Int. J. Bus Glob.** 9: 225-235. 2012

ANDERBERG S. Industrial metabolism and the linkages between economics, ethics and the environment. **Ecol Econ** 24:311–20. 1998.

ARAÚJO, P.F. **Analysing reverse logistics as tool for waste management.** 2011. Tese de Mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Brasil.

ARTS, J.; TOMLINSON, P.; VOOGD, H. Planning in Tiers? Tiering as a Way of Linking SEA and EIA. In: SADLER, B. et al. (Ed.). **Handbook of Strategic Environmental Assessment.** London: Earthscan, 2011.

ASHTON, W. Understanding the organization of industrial ecosystems. **J. Industrial Ecol.** 12 (1): 34-51. 2008.

AUTRY, C.W.; DAUGHERTY, P.J.; RICHEY, R.D. The challenge of reverse logistics in catalog retailing. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management** 31: 26–37. 2001

AYRES, R., AYRES, L. **A Handbook of Industrial Ecology.** Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham UK. 2002

BAAS, L. Planning and uncovering industrial symbiosis: comparing the Rotterdam and Ostergotland regions. **Bus. Strat. Environ.** 20, 428-440. 2011

BANSAL, P., MCKNIGHT, B. Looking forward, pushing back and peering sideways: analyzing the sustainability of industrial symbiosis. **J. Supply Chain Manag.** 45. 2009.

BAPTISTA, V. F. **Perspectivas e limites das políticas públicas voltadas à coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos:** análise a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos e de gestores de cooperativas de catadores de materiais recicláveis no Município do Rio de Janeiro. 2013. Dissertação (Mestrado Políticas Públicas e Formação Humana) – Centro de Educação e

Humanidades, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Formação Humana, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BECIDAN, M., WANG, L., FOSSUM, M., MIDTBUST, H.-O., STUEN; J., BAKKEN, J.I., EVENSEN, E. Norwegian waste-to-Energy (WtE) in 2030: challenges and opportunities. **Chem. Eng. Trans.** 43. 2015.

BESSEN, M. "**Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo.**" 2006. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo.

BEVILACQUA, M., CIARAPICA, F.E., GIACCHETTA, G., **Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain.** Springer, London. 2012.

BIMBATI, T.; RUTKOWSKI, E. A responsabilidade compartilhada e seus instrumentos na promoção da reciclagem. **X Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental.** Porto Alegre: PUCRS, 2016.

BOCKEN, N., SHORT, S.W., RANA, P., EVANS, S., A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. **J. Clean. Prod.** 65, 42:56. 2014.

BOONS, F., CHERTOW, M., PARK, J., SPEKKINK, W., SHI, H. Industrial symbiosis dynamics and the problem of equivalence: proposal for a comparative framework. **J. Ind. Eco.** 21 (4), 938:952 2017.

BOONS, F., SPEKKINK, W., ISENMANN, R., BAAS, L., EKLUND, M., BRULLOT, S. Comparing industrial symbiosis in Europe: towards a conceptual framework and research methodology. In: **International Perspectives on Industrial Ecology.** 2015.

BOOTH, B.D., MURPHY, S.D., SWANTON, C.J. **Weed Ecology and Agricultural Systems.** CAB International. 2003.

BÖRKEY, P., 2015. **EPR- Key Insights from Recent OECD Work.** Presentation at CERR-4, Antwerp.

BOTSMAN, R., ROGERS, R. **What's Mine Is Yours. The Rise of Collaborative Consumption.** Harpers Collins Publishers. 2011.

BRASIL, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 20/09/2023.

BRASIL, 2001. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em 20/09/2023.

BRASIL, 2010 **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, Brasil: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

BRASIL 2022. **Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>

BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. **J. Clean. Prod.** 15 (13), 1337–1348. 2007.

BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.** North Point Press, New York, USA. 2002.

BRYSSON, N.S.; DONOHUE, B.G. EPA's proposed guidance on acquisition of environmentally preferable products and services—will your products qualify? **Total Quality Environmental Management** 5 (3): 113–119. 1996.

BUTTOL, P., MASONI, P., BONOLI, A., GOLDONI, S., BELLADONNA, V., CAVAZZUTI, C., LCA of integrated MSW management systems: case study of the Bologna district. **Waste Manag.** 27, 1059:1070. 2007.

CAIADO, N., GUARNIERI, P., XAVIER, L.H., CHAVES, G.L.D. A characterization of the Brazilian market of reverse logistic credits (RLC) and an

analogy with the existing carbon credit market. **Resour. Conserv. Recycl.** 118: 47-59. 2017.

CAODAGLIO, A.; CYTRYNIWICZ, R. **Limpeza urbana na cidade de São Paulo: uma história para contar.** São Paulo, Via Imprensa Edições de Arte, 2012.

CAMARANO, A.A.; BELTRÃO, K.I. **Distribuição espacial da população brasileira: mudanças na segunda metade deste século.** Texto para Discussão nº 766. Rio de Janeiro, Brasil: IPEA. 2000.

CARTER, C.R., ROGERS, D.S., A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.** 38: 360-387. 2008.

CAVALCANTI, Francisco. **Contribuição para a hygiene de São Paulo – Limpeza Publica.** Revista Médica de São Paulo, São Paulo, anno III, n. 9, p. 212, 15 set. 1900.

CERVONE, B. **Depoimento para História da limpeza pública urbana de São Paulo,** 2011.

CHARONIS, G.-K., Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourse for achieving environmental sustainability and social equity. **World Econ. Assoc. Sustain. Conf.** 18. 2012.

CHAVES, G.L.D.; BATALHA, M.O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção** 13(3): 423–434. 2006.

CHERTOW, M., “Uncovering” industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology** 11 (1), 11-30. 2007.

CHERTOW, M., EHRENFELD, J., Organizing self-organizing systems. **J. Ind. Ecol.** 16 (1), 13–27. 2012.

CHERTOW, M., LOMBARDI, R.T. Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms. **Environmental Science & Technology** 39 (17), 6535-6540. 2005.

CHERTOW, M.R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annu. Rev. Energy Environ.* 25: 313–337. 2000.

CHERTOW, M.R., Industrial symbiosis. **Encycl. Earth**. Available: <http://www.eoearth.org/view/article/153824/> (accessed 22.03.23.). 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management. Strategy, planning and operation**. Boston: Pearson Prentice Hall. 2011.

CIRAIG - International Reference Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services. **Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts**. Polytechnique Montréal, Canada. 2015.

COM - European Commission. Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy. **Communication From the Commission to the European Parliament**. The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 2015.

CORBIN, Alain. Saberes e Odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX. São Paulo: **Companhia das Letras**, 1987.

COSTA, I., MASSARD, G., AGARWAL, A. Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. **J. Clean. Prod.** 18: 815-822. 2010

COSTA, I.; FERRÃO, P., A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach. **J. Clean. Prod.** 18, 984-992. 2010.

DAI, Y.C., GORDON, M.P.R., YE, J.Y., XU, D.Y., LIN, Z.Y., ROBINSON, N.K.L., WOODARD, R., HARDER, M.K., Why doorstepping can increase household waste recycling. **Resour. Conserv. Recycl.** 102: 9–19. 2015.

DEMAJOROVIC, J. **A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos**. Cadernos FUNDAP, n. 20, p. 47-50. 1996.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 3, p.88-93. 1995.

DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E.E.F.; SOUZA, M.T.S. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade**. XIX (2):119-138. 2016.

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R. **Gestão compartilhada de resíduos sólidos: avanços e desafios para a sustentabilidade**. In: XXXI ENANPAD, Rio de Janeiro, 2007. Anais. Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

DESPEISSE, M.; BALL, P.D.; EVANS, S.; LEVERS, A. Industrial ecology at factory level e a conceptual model. **J. Clean. Prod.** 31: 30-39. 2012

DESROCHERS, P. Industrial symbiosis: the case for market coordination. **J. Clean. Prod.** 12 (8–10), 1099–1110. 2004.

DESROCHERS, P. Regional development and inter-industry recycling linkages: some historical perspectives. **Entrep. Reg. Dev.** 14 (2002), 49–65. 2002.

DHAKAL, M.; SMITH, M.H.; NEWBERY, R. Secondary market: a significant aspect in reverse logistics and sustainability. **Int. J. Sustain. Econ, Soci., Cult. Con.** 12 (1): 24–35. 2016

DHOLE, V.R.; LINNHOFF, B. Total site targets for fuel, co-generation, emissions, and cooling. **Comput Chem Eng**;17:101. 1993

DIAS, J.A.; SALGADO, M.G. **Manual do Procurador Público. Programa Lixo e Cidadania: criança no lixo nunca mais**. Procuradoria geral da República. Brasília, 1999.

DIMAGGIO, P.J., POWELL,W.W., The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organisational fields. **Am. Sociol. Rev.** 48: 147-160. 1983.

DOWLATSHAHI, S. Developing a theory of reverse logistics. **Interfaces** 30 (3): 143–155. 2000.

DUBEY, R., GUNASEKARAN, A., CHILDE, S.J., PAPADOPOULOS, T., WAMBA, S.F., SONG, M. Towards a theory of sustainable consumption and production: constructs and measurement. **Resour. Conserv. Recycl.** 106: 78–89. 2016

DUBOIS, M. Extended producer responsibility for consumer waste: the gap between economic theory and implementation. **Waste Management & Research** 30 (Suppl.): 36–42. 2012.

DUCHIN F. Industrial input-output analysis: implications for industrial ecology. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.** 89:851–5. 1992.

EEMAN, P., Extended Producer Responsibility: an Effective and Efficient Policy Instrument in Emerging Countries? **ISWA Conference, Antwerp.** 2015.

EHRENFELD, J.R. Industrial ecology: paradigm shift or normal science? *Am. Behav. Sci.* 44 (2), 229–244. 2000.

EIGENHEER, E. M. **Lixo—A limpeza urbana através dos tempos.** Porto Alegre: Gráfica Palotti, 2009.

EL-HALWAGI M.M, MANOUSIOUTHAKIS V. Simultaneous synthesis of mass-exchange and regeneration networks. **AIChE J.** 36:1209–19. 1989

EL-HALWAGI M.M. **Sustainable design through process integration.** London, UK: Butterworth-Heinemann/Elsevier; 2012.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMAF), SUN, McKinsey & Co, Growth Within: **A Circular Economy Vision for a Competitive Europe.** 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMAF). **Towards the Circular Economy.** EMAF, p. 96. 2013

ELTAYEB, T.K., ZAILANI, S., Investigation on the drivers of green purchasing towards environmental sustainability in the Malaysian manufacturing sector. **Int. J. Procure. Manag.** 3: 316-337. 2010.

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European economic and social committee and the committee of the regions on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan. 2008.

EUROPEAN COMMISSION. Circular economy package. Four legislative proposals on waste. 2018. Disponível em <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS_BR I\(2018\)614766_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS_BR I(2018)614766_EN.pdf)> Acesso em Março de 2023.

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular Economy. 2015. Disponível em https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF.

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular Economy. Reg. 21. COM/2015/0614. 2015

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe. 2014.

EUROPEAN UNION COUNCIL. **Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste**. O. J. L 182 (Brussels). 1999.

FADINI, P.S.; FADINI, A.A.B. **Lixo: desafios e compromissos**. São Paulo. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 1, p. 9-18. 2001

FAGLIARI, R.A., **Política Nacional de Resíduos Sólidos: histórico, cenário da gestão e os acordos setoriais no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. p.103. 2017

FARIA, C. R. S. M. A Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Boletim do Legislativo**, Brasília, DF, n. 15. Jun. 2012.

FAROOQUE, M., ZHANG, A., THURER, M., QU, T., HUISINGH, D. Circular supply chain management: a definition and structured literature review. **J. Clean Prod.** 228, 882–900. 2019.

FENG, Z., YAN, N. Putting a circular economy into practice in China. **Sustain. Sci.** 2, 95–101.2007.

FERRER, G.; AYRES, R. **The impact of remanufacturing in the economy.** *Ecological Economics*. Nova York, 32(3): 413-429, 2000.

FINLAND'S INDEPENDENCE CELEBRATION FUND (FICF, Sitra) and Mckinsey, 2014. Kiertotalouden Mahdollisuudet Suomelle (the Possibilities of Circular Economy for Finland). SITRA, Helsinki, Finland.

FIORINO, D.J., **The New Environmental Regulation**. MIT, Massachusetts. 2006.

FISCHER, A.; PASCUCCI, S. Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*. 1-16. 2017.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M.; DEKKER, R.; VAN DER LAAN, E.; VAN NUNEN, J.; VAN WASSENHOVE, L.N. Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research* 103: 1–17. 1997.

FRASCARELI, F. C. O. **Índice de Economia Circular para Países da União Europeia: proposição, construção e correlação com Indicadores De Desenvolvimento Humano**, Tese de Doutorado para o Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru – UNESP, 2021.

FROSCHE RA, GALLOPOULOS NE. Strategies for manufacturing. *Sci Am*. 261:144–53. 1989

GALLOPOULOS, N.E. Industrial ecology: an overview. *Prog. Industrial Ecol. Int. J.* 3 (1-2), 10-27. 2006.

Garcia-Torres, S., Albareda, L., Rey-Garcia, M., Seuring, S. Traceability for sustainability – literature review and conceptual framework. *Supply Chain Management* 24 (1), 85–106. 2019.

GEISSDOERFER M, SAVAGET P, BOCKEN NMP, HULTINK EJ. The circular economy – a new sustainability paradigm? *J Clean Prod* 2017;143:757–68.

GENG, Y., DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”. *International*

Journal of Sustainable Development and World Ecology 15 (3): 231-239. 2008.

GENG, Y., FU, J., SARKIS, J., XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **J. Clean. Prod.** 23: 216–224. 2012.

GENG, Y., TSUYOSHI, F., CHEN, X., Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. **J. Clean. Prod.** 18, 993:1000. 2010.

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.** 114: 11-32. 2016.

GIBBS, D. Trust and networking in interfirm relations: the case of ecoindustrial development. **Local Economy** 18 (3), 222-236. 2003.

GIBBS, D., DEUTZ, P., Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development. **Journal of Cleaner Production** 15, 1683-1695. 2007.

GILLE, Z., Legacy of waste or wasted legacy? The end of industrial ecology in post-socialist Hungary. **Environ. Polit.** 9 (1), 203-231. 2000.

GINTER, P.M.; STARLING, J.M. Reverse distribution channels for recycling. **California Management Review** 20 (3): 72–82. 1978.

GJØLBERG, M. Nordic companies e global pioneers in CSR: the past and the future for the “Nordic model of CSR”. In: MIDTTUN, A. (Ed.), **CSR and Beyond: a Nordic Perspective.** Cappelen Damm AS, Oslo. 2013.

GONZÁLEZ-TORRE, P.L.; ADENSO-DIAZ, B.; ARTIBA, H. Environmental and reverse logistics policies in European bottling and packing firms. **International Journal of Production Economics** 88: 95–104. 2004.

GOODLAND, R., The concept of environmental sustainability. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 26, 1-24. 1995.

GRAEDEL, T.E., On the concept of industrial ecology. **Annu. Rev. Energy Environ.** 21, 69–98. 1996.

GRANDORI, A. **Interfirm Networks: Organization and Industrial Competitiveness**. Routledge. 2012.

GREEN, K.W.J., ZELBST, P.J., MEACHAM, J., BHADOURIA, V.S., Green supply chain management practices: impact on performance. **Supply Chain Manag. Int. J.** 17, 290-305. 2012.

GREGSON, N.; CRANG, M., FULLER, S., HOLMES, H. Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Econ. Soc.** 1–26. 2015.

GUARNIERI, P.; CAMARA E SILVA, L.; LEVINO, N. A. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production** 133: 1105-1117., 2016.

GUIDE, V.D.R.; JAYARAMAN, V.; SRIVASTAVA, R.; BENTON, W.C. Supply-chain management for recoverable manufacturing systems. **Interfaces** 30 (3): 125–142. 2000.

GUPTA, M.C., Environmental management and its impact on the operations function. **Int. J. Oper. Prod. Manag.** 15, 34-51. 1995.

GWEHENBERGER, G., ERLER, B., SCHNITZER, H., In: **A Multi e Strategy Approach to Zero Emissions**. Article Presented at Technology Foresight Summit 2003, Budapest 27:29 March 2003. United Nations Industrial Development Organization. <http://www.unido.org/>. 2003.

HALLDÓRSSON, A., KOTZAB, H., LARSEN, T.S. Supply chain management on the crossroad to sustainability: a blessing or a curse? **Log. Res.** 1: 83-94. 2009.

HANFIELD, R.B.; WALTON, S.V.; SEEGER, L.K.; MELNYK, S.A. Green value chain practices in the furniture industry. **Journal of Operations Management** 15 (4): 293–315. 1997.

HAUSCHILD MZ, ROSENBAUM RK, OLSEN SI, **Life cycle assessment: theory and practice**. Cham, Germany: Springer. 2017

HAWKS, K. Reverse Logistics: What is Reverse Logistics? **Reverse Logistics Magazine**. Winter/Spring, p. 12–13. 2006.

HEERES, R.R., VERMEULEN, W.J.V., DE WALLE, F.B. Eco- industrial park initiatives in the USA and The Netherlands: first lessons. **J. Clean. Prod.** 12:, 985-995. 2004.

HOGAN, D.J.; BAENINGER, R.; CUNHA, J.M.P; CARMO, R.L. **Migração e ambiente nas aglomerações urbanas.** Campinas: UNICAMP. Núcleo de Estudos de População. 2001.

HOMRICH, A.S., GALVAO, G., ABADIA, L.G., CARVALHO, M.M., The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. **J. Clean Prod.** 175, 525–543. 2018.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management.** Washington DC: World Bank Group, 2012. 98 p.

HUANG C-L, VAUSE J, MA H-W, YU C-P. Using material/substance flow analysis to support sustainable development assessment: a literature review and outlook. **Resour Conserv Recycl**;68:104–16. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, Brasil: IBGE. 2012.

JABBOUR, A. B.; ARANTES, A. F.; JABBOUR, C. J. C. Gestão Ambiental em Cadeias de Suprimentos: Perspectivas Atuais e Futura de Pesquisa. **Interciencia**, v. 38, n. 2, p. 104-111, Caracas. 2013.

JABBOUR, A.B.L.S., JABOUR, C.J.C., SARKIS, J., GOVINDAN, K. Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. **Clean Technol. Environm. Police** 16, 7-9. 2014.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados** 25(71): 135–158. 2011.

JAIN, S., JAIN, N.K., METRI, B. Strategic framework towards measuring a circular supply chain management. **Benchmarking** 25 (8), 3238–3252. 2018.

JAYARAMAN, V.; LUO, Y. Creating competitive advantages through new value creation: a reverse logistics perspective. **Academy Management Perspective**, v. 1(2):56-73, 2007.

JELINSKI LW, GRAEDEL TE, LAUDISE RA, MCCALL DW, PATEL CK. **Industrial ecology: concepts and approaches**. PNAS 89:793–7. 1992;

JENSEN, P.D., BASSON, L., HELLAWELL, E.E., BAILEY, M.R., LEACH, M., Quantifying “geographic proximity”: experiences from the United Kingdom's national industrial symbiosis programme. **Resour. Conserv. Recycl.** 55: 703-712. 2011.

JORDÃO, A.A.; SALTORATO, P.; CUNHA, R.N.; CALREGARI, C.H. **Meio ambiente e sociedade: a conformação da política nacional de resíduos sólidos no brasil e suas implicações**. In: XX Simpósio de Engenharia de Produção, Anais. Bauru, 2013.

JULIANELLI, V.; CAIADO, R.G.G; SCAVARDA, L.F; CRUZ, S.P.M.F. Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. Resources, **Conservation & Recycling** 158: 104784. 2020.

JURAS, I. A. G. M.; ARAÚJO, S. M. V. G. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. In JARDIM, A.; YOSHIDA C.; MACHADO, J. V. (Orgs.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo: Manole, 2012.

KINCAID, J., OVERCRASH, M. Industrial ecosystem development at the metropolitan level. **Journal of Industrial Ecology** 5 (1), 117-126. 2001.

KIRCHHERR J, REIKE D, HEKKERT M. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resour Conserv Recycl**;127:221–32. 2017.

KLEMEŠ JJ, DHOLE VR, RAISSI K, PERRY SJ, PUIGJANER L. Targeting and design methodology for reduction of fuel, power and CO2 on Total Sites. **Appl Therm Eng** 17:993–1003. 1997.

KLEMEŠ JJ, VARBANOV PS, WALMSLEY TG, JIA X. New directions in the implementation of Pinch Methodology (PM). **Renew Sustain Energy Rev** 98:439–68. 2018.

KORHONEN, J. Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology. **J. Clean. Prod.** **12** (8): 809-823. 2004.

KORHONEN, J. KORHONEN, J., HONKASALO, A., SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics** **143**: 37–46. 2018.

KORHONEN, J., Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology. **J. Clean. Prod.** **12**: 809–823. 2004.

KORHONEN, J., NIUTANEN, V. What is the potential of the ecosystem metaphor in agricultural and food industry systems? **Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol.** Vol. **3** (1–2), 33–57. 2004.

KORHONEN, J., NUUR, C., FELDMANN, A., BIRKIE, S.E. Circular economy as an essentially contested concept. **J. Clean Prod.** **175**, 544–552. 2018.

KORHONEN, J., Regional industrial ecology: examples from regional economic systems of forest industry and energy supply in Finland. **Journal of Environmental Management** **63**, 367-375. 2001

KORHONEN, J., SNÄKIN, J.-P. Industrial ecosystem evolution of North Karelia heating energy system. **Regional Environmental Change** **3** (4), 1-12. 2003

KORHONEN, J., SNÄKIN, J.P.. Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application. **Ecological Economics.** **52**, 169-186. 2005

KRIKKE, H.; PAPPIS, C.P.; TSOULFAS, G.T.; BLOEMHOF-RUWAARD, J. Design principles for closed loop supply chains: optimizing economic, logistic and environmental performance. **Erasmus Research Institute of Management, Report Series.** 2001

KROON, L.; VRIJENS, G. Returnable containers: An example of reverse logistics. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management** **25** (2):56–68. 1995.

KURK, F., EAGAN, P. The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention assistance options. **J. Clean. Prod.** 16, 722-726. 2008

LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. A reverse logistics decisions conceptual framework. **Computers & Industrial Engineering**, 61(3):561–581. 2011

LARSEN, S.B., MASI, D., FEIBERT, D.C., JACOBSEN, P. How the reverse supply chain impacts the firm's financial performance: a manufacturer's perspective. **Int. J. Phy. Distribut. Logis. Manag.** 48 (3), 284–307. 2018.

LAU, K. H; WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An International Journal**, 14 (6): 447–465. 2009

LAUSSELET, C.; CHERUBINI, F.; OREGGIONI, F.D.; SERRANO, G.A; BECIDAN, M.; HUA, X.; RØRSTADC, P.K.; STRØMMANA, A.H. Norwegian Waste-to-Energy: Climate change, circular economy and carbon capture and storage. **Resources, Conservation & Recycling.** 126: 50–61. 2017.

LAYRARGUES, P.P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: CATRO, R.S. et al. **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania.** São Paulo: Cortez, 2002.

LAZAREVICA, D.; VALVEA, H. Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition. **Energy Research & Social Science** 31: 60–69. 2017.

LEAL, A.C.; GONÇALVES, M.A.; THOMAZ, JR A. A Reinserção do Lixo na Sociedade do Capital: Uma contribuição ao entendimento do trabalho na catação e na reciclagem. **Revista Terra Livre**, 18(19): 177–190. 2002.

LEHTORANTA, S. NISSINEN, A.; MATTILA, T.; MELANEN, M. Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production** 19: 1865-1875. 2011.

LEIGH, M. LI, X. Industrial ecology, industrial symbiosis and supply chain environmental sustainability: a case study of a large UK distributor. **Journal of Cleaner Production** 106 – 632:643. 2015.

LEVÄNEN, J. Ending waste by law: institutions and collective learning in the development of industrial recycling in Finland. **J. Clean. Prod.** 87, 542–549. 2015.

LEWIN, K., Frontiers in group dynamics: concept, method and reality in social science; social equilibria and social change. **Hum. Relat.** 1 (Issue 1), 5-41. 1947.

LI, X., LEIGH, S. Integrating environmental management system with environmental performance evaluation across the supply chain: a systematic and balanced scorecard approach. **Knowl. Collab. Learn. Sustain. Innov.** 1-28. ERSCP-EMSU Conf. Delft, Netherlands 2010.

LIEDER, M., RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **J. Clean Prod.** 115, 36–51. 2016.

LOMBARDI, D.R., LAYBOURN, P. Redefining industrial symbiosis. **J. Ind. Ecol.** 16, 28-37. 2012.

MACHADO, P. A. L. Princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (Orgs.). **Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012.

MAGNÚSDÓTTIR, G.L. **Small States' Power Resources in EU Negotiations e the Cases of Sweden, Denmark and Finland in the Environmental Policy of the European Union**. University of Iceland, Department of Political Science, Reykjavík. 2009.

MALHEIROS, T.F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S.M.V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade** 17(1): 7–20. 2008.

MARQUES, J.R. **Meio Ambiente Urbano**. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 2005

MAROTTI, A. C. B. **Análise da política nacional de resíduos sólidos como marco regulatório provedor de mudanças no arcabouço legal dos entes federados**. 2018. 154f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MAROTTI, A.C.B et al. QUESTÕES CONTEMPORÂNEAS NA GESTÃO PÚBLICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: análise dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos a partir de seus objetivos e instrumentos. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 339-364, 2017.

MASSOTE, B.; DEMAJOROVIC, J.; DE MORAES, E.. Extended Producer Responsibility Model: An Analysis on the Brazilian Case based on System Dynamics Approach. In: **Proceedings of the 33rd International Conference of the System Dynamics Society**. 2015.

MATHEWS, J.A., TAN, H. Progress toward a circular economy in China: the drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. **J. Ind. Ecol.** 15: 435–457. 2011

MATTILA, T.J., PAKARINEN, S., SOKKA, L. Quantifying the total environmental impacts of an industrial symbiosis e a comparison of process-, hybrid and input-output life cycle assessment. **Environ. Sci. Technol.** 44, 4309-4314. 2010

MCDONOUGH, W., BRAUNGART, M. **Remaking The Way We Make Things: Cradle To Cradle**. North Point Press, New York ISBN, 1224942886, 104. 2002.

MERLI, R., PREZIOSI, M., ACAMPORA, A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **J. Clean. Prod.** 178, 703-722. 2018.

METI, 2004. Handbook on Resource Recycling Legislation and 3R Initiatives. Ministry of Economy, Trade and Industry, Tokyo, Japan.

MIHELICIC, J.R., CRITTENDEN, JOHN C., SMALL, MITCHELL J., SHONNARD, DAVID R., HOKANSON, DAVID R., QIONG, ZHANG HUICHEN, SHERYLA, SORBY, VALENTINEU, JAMES, SUTHERLAND, JOHN W., SCHNOOR, JERALD L. Sustainability science and engineering: the emergence of a new metadiscipline. **Environ. Sci. Technol.** 2003 (37), 5314–5324. 2003.

MILANEZ, B., BÜHRS, T., Extended producer responsibility in Brazil: the case of tyre waste. **J. Clean. Prod.** 17 (6), 608-615. 2009.

MILIUTE-PLEPIENE, J., HAGE, O., PLEPYS, A., REIPAS, A. What motivates households recycling behaviour in recycling schemes of different

maturity? Lessons from Lithuania and Sweden. **Resour. Conserv. Recycl.** 113, 40–52. 2016.

MIRATA, M., Experiences from early stages of national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. **Journal of Cleaner Production** 12, 967-983. 2004.

MISHRA, J.L., HOPKINSON, P.G., TIDRIDGE, G. Value creation from circular economy led closed loop supply chains: a case study of fast-moving consumer goods. **Prod. Plan. Control** 29 (6), 509–521. 2018.

MIZIARA, Rosana Lopes. **Nos rastros dos restos: as trajetórias do lixo na cidade de São Paulo**. São Paulo: PUC-SP, 1998. p. 142. (Dissertação de Mestrado em História).

MOL, A.P.J., SPAARGAREN, G., SONNENFELD, D.A. Ecological modernization: three decades of policy, practice and theoretical reflection. In: Mol, A., Spaargaren, P.J., Sonnenfeld, G. (Eds.), **The Ecological Modernization Reader: Environmental Reform in Theory and Practice**. Routledge, London and New York, p. 3-14. 2009.

MONIER, V.; HESTIN, M.; CAVÉ, J.; LAUREYSENS, I.; WATKINS, E.; REISINGER, H.; PORSCHE, L. **Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR)**. FINAL REPORT. 2014. 227p. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/target_review/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf. Acesso em: 21/09/2023.

MORO, C. C. **Governança Ambiental dos Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Lumen Juris. 2018; 222p.

MORTENSEN, L.; KØRNØV, L. Critical factors for industrial symbiosis emergence process. **Journal of Cleaner Production** 212: 56-69. 2019

MURPHY, P. A preliminary study of transportation and warehousing aspects of reverse distribution. **Transportation Journal** 25: 12–21. 1986.

NASH, H.A., 2009. The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. **Journal of Cleaner Production** 17, 496-498. 2009.

NESS, D., Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.** 15, 288:301. 2008.

NORTON, B., COSTANZA, R., BISHOP, R., C., The evolution of preferences - why 'sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. **Ecol. Econ.** 24 (1998), 193–211. 1998.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. Extended Producer Responsibility. A Guidance Manual for Governments. Rotterdam: OECD. 2001.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), Extended Producer Responsibility: Updated Guidance for Efficient Waste Management. OECD, Paris. 2016.

OECD. **Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Framework, Practices and Measurement (Synthesis Report)**. OECD, Paris. 2009.

OGATA, Maria Gravina. **Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano: uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo**. 1983. Dissertação (de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

OMETTO, A.R., RAMOS, P.A.R., The benefits of a Brazilian agro-industrial symbiosis system and the strategies to make it happen. **Journal of Cleaner Production** 15, 1253-1258. 2007.

PAKARINEN, S., MATTILA, T., NISSINEN, A., MELANEN, M. AND SOKKA, L. Sustainability and industrial symbiosis - the evolution of a Finnish forest industry complex. *Resources, Conservation and Recycling*. Accepted. 2010.

PARK, H.S., RENE, E.R., CHOI, S.M., CHIU, A.S.F., Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea e from spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. **Journal of Environmental Management** 87 (1), 1-13. 2008.

PEARCE, D.W., TURNER, R.K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Harvester Wheatsheaf, London. 1990.

PEREIRA, R. M. **Washington Luís na administração de São Paulo** (1914-1918). São Paulo: Editora da Unesp, p. 185. 2010.

PEREIRA, M. F.; DE OLIVEIRA, L. T. Responsabilidade compartilhada na política nacional de resíduos sólidos: aplicabilidade da norma tributária ambiental indutora. **Direito e Desenvolvimento**, v. 10, n. 2, p. 322-335, 2019.

PEREIRA, S.S.; CURI, R.C. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 149-172.

PNUMA - United Nations Environment Programme. Planning for change: guidelines for national programmes on sustainable consumption and production. 2008.

PNUMA - United Nations Environment Programme. The environmental management of industrial estates. Industry and Environment technical report no. 39. Paris. 1997.

POKHAREL, S.; MUTHA, A. **Perspectives in reverse logistics: a review. Resources, Conservation and Recycling**. Nova York, v. 53, n. 4, 2009. p. 175-182.

POMPONI, F., MONCASTER, A., Circular economy for the built environment: a research framework. **J. Clean. Prod.** 143, 710-718. 2017.

PRESTON, F. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, **Energy Environ. Resour. Gov.**, 2: 1–20. 2012.

PRIETO-SANDOVAL, V., JACA, C., ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. **J. Clean Prod.** 179, 605–615. 2018.

RAMANI, K., RAMANUJAN, D., BERNSTEIN, W.Z., ZHAO, F., SUTHERLAND, J., HANDWERKER, C., CHOI, J.-K., KIM, H., THURSTON, D., Integrated sustainable life cycle design: a review. **J. Mech. Des.** 132, 0910041e1-091004-15. 2010.

RANTA, V.; AARIKKA-STENROOS, L; RITALA, P. MÄKINENA, S.J. Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A

crossregional comparison of China, the US, and Europe. **Resources, Conservation & Recycling**. 2017.

RASHID, A., ASIF, F.M.A., KRAJNIK, P., NICOLESCU, C.M. Resource conservative manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing”. **J. Clean Prod.** 57, 166–177. 2013.

RAVI, V.; SHANKAR R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting and Social Change**. Nova York, v. 72, n. 8, 2005. p. 1011-1029.

REN, Y. The circular economy in China. **Journal Mater Cycles Waste Management** 9, 121-129. 2007.

RIBEIRO, F.M., KRUGLIANSKAS, I., Principles of environmental regulatory quality: a synthesis from literature review. **J. Clean. Prod.** 96, 76. 2015.

RIBEIRO, F.M.; KRUGLIANSKAS, I. Critical factors for environmental regulation change management: Evidences from an extended producer responsibility case study. **Journal of Cleaner Production** 246. 2020.

RIBEIRO, W. A. A relação entre os marcos regulatórios do saneamento básico e dos resíduos sólidos. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (org.) **Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012

RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G.O. Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. **Procedia CIRP**. 64: 7-12. 2017

ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Pittsburgh, PA, USA: Reverse Logistics Executive Council. 1999.

ROIZ, G. A. et al. Taxas Ambientais E Economia Circular: Uma Análise da União Europeia. In: XXVII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Economia Circular e suas Interfaces com a Engenharia de Produção**, 2020.

ROSELAND, M. Dimensions of the eco-city. *Cities* 14 (4), 197:202. 1997.

ROY, R. Sustainable product-service systems. **Futures** 32 (3-4), 289:299. 2000.

RUGGIERI, A., BRACCINI, A., POPONI, S., MOSCONI, E. A Meta-Model of Inter-Organisational Cooperation for the Transition to a Circular Economy. **Sustainability**. 8(11), 1153. 2016.

SAAVEDRA, Y.M.B., IRITANI, D.R., PAVAN, A.L.R., OMETTO, A.R., Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. **J. Clean Prod.** 170, 1514–1522. 2018.

SAKAI, S., YOSHIDA, H., HIRAI, Y., ASARI, M., TAKIGAMI, H., TAKAHASHI, S., TOMODA, K., PEELER, M.V., WEJCHERT, J., SCHMIDT-UNTERSEH, T., RAVAZZI DOUVAN, A., HATHAWAY, R., HYLANDER, L.D., FISCHER, C., OH, J.G., JINHUI, L., CHI, N.C., International comparative study of 3R and waste management policy developments. **J. Material Cycles Waste Manag.** 13: 86-102. 2011.

SANTIAGO, C. D. **Governança da gestão de resíduos sólidos brasileira: caminhos para a efetivação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.** 2021.

SANTOS JR; J.L. Teorias do desenvolvimento e desenvolvimento teórico: o Estado do Espírito Santo em perspectiva. In: Santos Jr JL and Santos WLP (eds). **Desafios do Desenvolvimento Capixaba no Século XXI.** Vitória, ES, Brazil: Editora CRV, Curitiba. 2013

SÃO PAULO. 2006. lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>> . Acesso em 20/09/2023.

SARKIS, J. Evaluating environmentally conscious business practices. **European Journal of Operational Research** 107:159–174. 1998

SECCHI, L. **Políticas públicas:** conceitos, esquemas de análise, casos práticos. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SEURING, S., GOLD, S., Sustainability management beyond corporate boundaries: from stakeholders to performance. **J. Clean. Prod.** 56 (2013), 1–6. 2013.

SEURING, S., Industrial ecology, life cycles, supply chains: differences and interrelations. **Bus. Strateg. Environ.** 13 (5), 306–319. 2004.

SILVA, A.L.E.; MORAES, J.A.R.; MACHADO, E.L. Proposta de um programa de P+L como ferramenta para promoção da gestão ambiental: Estudo de caso. **Tecnológica.** 16(1): 40-47. 2012.

SMOL, M., KULCZYCKA, J., HENCLIK, A., GORAZDA, K., WZOREK, Z. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. **J. Clean. Prod.** 95: 45-54. 2015.

SOUZA, ANDRÉA DIAS CUNHA. **Tigres: tristes operários do labor imundo.** 2007. Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007.

SOYLU, K., DUMVILLE, J.C., Design for environment: the greening of product and supply chain. **Marit. Econ. Logist.** 13, 29:43. 2011.

SRIVASTAVA, S.K. Network design for reverse logistics. *The International Journal of Management Science*. Philadelphia, v.36, 2008. p.535-548.

STAHEL, W.R. The circular economy. **Nature**, 531(7595), pp.435–438. 2016.

STOCK, J. R.; MULKI, J. P. Product returns processing: an examination of practices of manufacturers, wholesalers/distributors, and retailers. **Journal of Business Logistics**, n. 30, v. 1, p. 33-52, 2009.

STOCK, J.R. Reverse logistics in the supply chain. **Business Briefing: Global Purchasing & Supply Chain Management** October: 44–48. 2001.

STUBBS, W., COCKLIN, C., Conceptualizing a 'Sustainability business model'. **Organ. Environ.** 21 (2), 103:127. 2008.

SU, B.W, HESHMATI, A., GENG, Y.; YU, X. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production.** 42: 215-227. 2013.

TAGHIKHAH, F., VOINOV, A., SHUKLA, N. Extending the supply chain to address sustainability. **J. Clean Prod.** 229, 652–666. 2019.

TAKEDA, Y., KAJIKAWA, Y., SAKATA, I., MATSUSHIMA, K. An analysis of geographical agglomeration and modularized industrial networks in a regional cluster: a case study at Yamagata prefecture in Japan. **Technovation** 28, 531-539. 2008.

TAO, Y.; EVANS, S.; WEN, Z; MA, M. The influence of policy on industrial symbiosis from the Firm's perspective: A framework. **Journal of Cleaner Production** 213: 1172-1187. 2019.

THIERRY, M.C.; SALOMON, M.; VAN NUNEN, J.; VAN WASSENHOVE, L.; Strategic issues in product recovery management. **California Management Review** 37 (2): 114–135. 1995.

TIBBEN-LEMBKE, R.S., ROGERS, D.S. Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. **Supply Chain Manag. Int. J.** 7: 271-282. 2002.

TSOULFAS, G.T., PAPPIS, C.P., Environmental principles applicable to supply chains design and operation. **J. Clean. Prod.** 14, 1593-1602. 2006.

TUDOR, T., ADAM, E., BATES, M., Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): a literature review. **Ecological Economics** 61: 199-207.2007.

TUKKER, A., Product services for a resource-efficient and circular economy e a review. **J. Clean. Prod.** 97, 76:91. 2015.

VAN BERKEL, R., FUJITA, T., HASHIMOTO, S., GENG, Y., Industrial and urban symbiosis in Japan: analysis of the eco-town. **Journal of Environmental Management** 90, 1544:1556. 2009.

VAN BERKEL, WILLEMS, E., LAFLEUR, M., The relationship between cleaner production and industrial ecology. **J. Ind. Ecol.** 1, 51:65. 1997.

VAN WEELDEN, E., MUGGE, R., BAKKER, C. Paving the way towards circular consumption: exploring consumer acceptance of refurbished mobile phones in the Dutch market. **J. Clean. Prod.** 113, 743-754. 2016.

VANDERMERWE, S.; OLIFF, M.D. Customers drive corporations green. **Long Range Planning** 23 (6): 10–16. 1990.

VEIGA, M.M. Analyzing Reverse Logistics in the Brazilian National Waste Management Policy (PNRS). **Sustainable Development and Planning**. VI. WIT Transactions on Ecology and the Environment. London: WIT Press. 2013.

VERGUTS, V., DESSEIN, J., DEWULF, A., LAUWERS, L., WERKMAN, R., TERMEER, C.J.A.M. Industrial symbiosis as sustainable development strategy: adding a change perspective. **Int. J. Sustain. Dev.** 19:15. 2016.

WALMSLEY, T.M.; ONG, B.H.Y.; KLEMEŠ, J.J.; TAN, R.R.; VARBANOV, P.S. Circular Integration of processes, industries, and economies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 107: 507–515. 2019

WANG YP, SMITH R. Wastewater minimisation. **Chem Eng Sci**; 49:981–1006. 1994

WASSENAAR, T. Reconsidering industrial metabolism: from analogy to denoting actuality. **J. Industrial Ecol.** 19 (5): 715-727. 2015.

WEETMAN, C. **A Circular Economy Handbook For Business and Supply Chains: Repair, Remake, Redesign, Rethink**. Kogan Page Publishers. 2017.

WIENGARTEN, F., PAGELL, M., FYNES, B. ISO 14000 certification and investments in environmental supply chain management practices: identifying differences in motivation and adoption levels between Western European and North American companies. **J. Clean. Prod.** 56, 18-28. 2013.

WILSON, D.C.; RODIC, L.; SCHEINBERG, A.; VELIS, C.; ALABASTER, G. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. **Waste Management & Research** 30(3): 237–254. 2012.

WRINKLER, H. Closed-loop production systems e a sustainable supply chain approach. **CIRP J. Manuf. Sci. Technol.** 4, 243:246. 2011.

YEN, Y.X., YEN, S.Y. Top-management's role in adopting green purchasing standards in high-tech industrial firms. **J. Bus. Res.** 65: 951-959. 2012

YIN, R. **Applications of case study research**. Beverly Hills, CA: Sage Publishing. 1993.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 105p. 2001.

YU, F., HAN, F., CUI, ZHAOJIE, C., Evolution of industrial symbiosis in an ecoindustrial park in China. **J. Clean. Prod.** 87, 339-347. 2015.

YUAN, Z., BI, J., MORIGUICHI, Y., The circular economy: a new development strategy in China. **J. Ind. Ecol.** 10: 4-8. 2006.

YUAN, Z., SHI, L., Improving enterprise competitive advantage with industrial symbiosis: case study of a smeltery in China. **J. Clean. Prod.** 17, 1295-1302. 2009.

YUAN, Z.W., JUN, B., MORIGUICHI, Y.C. The circular ecology: a new development strategy in China. **Journal of Industrial Ecology** 10, 4-8. 2006.

ZHU, D.J. A framework for deepening study of circular economy. **Scientific and Social Society** 23 (3): 445-452. 2008.

ZHU, D.J., HUANG, X.F., Building up a model for circular economy based on object, main body, and policy. **Naikai Academic Journal** 4, 86-93. 2005.

ZHU, Q., LOWE, E.A., WEI, Y., BARNES, D. Industrial symbiosis in China, a case study of the Guitang group. **J. Ind. Ecol.** 11 (1), 31-42. 2007.

ZILAHY, G., MILTON, S., The environmental activities of industrial park organizations in Hungary. **Progress in Industrial Ecology, an International Journal** 5 (5/6), 422-447. 2008.