

ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PERSPECTIVAS PARA O BRASIL E O NORDESTE

*Circular economy and solid waste management - perspectives
for Brazil and the Northeast region*

Fernando Luiz E. Viana

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia de Produção, Doutor em Administração. Coordenador de Estudos e Pesquisas do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE (ETENE/BNB). Centro Administrativo Presidente Getúlio Vargas (CAPGV). Av. Dr. Silas Munguba 5.700, Passaré, Fortaleza-CE. CEP: 60.743-015. fernandoviana@bnb.gov.br

Resumo: O modelo predominante na economia mundial é o chamado modelo de produção linear, no qual a conversão de recursos naturais em resíduos ocorre através da extração de matéria prima do ambiente, manufatura e posterior descarte dos resíduos gerados, o que leva à deterioração do meio ambiente. Entretanto, novas exigências vêm sendo impostas às organizações, direcionadas pelo mercado, ou por fatores regulatórios e, como resposta às novas exigências, as organizações vêm implementando sistemas de produção para prolongar o ciclo de vida de produtos, subprodutos e resíduos úteis, lógica de produção da chamada Economia Circular (EC), da qual faz parte a Gestão de Resíduos Sólidos (GRS). O presente trabalho tem o objetivo de contextualizar a realidade brasileira no que diz respeito à gestão de resíduos e à economia circular, bem como avaliar as perspectivas e oportunidades de avanços rumo à economia circular, especialmente no contexto da Região Nordeste. Ressalta-se a necessidade de evolução da GRS no Brasil, envolvendo iniciativas de ordem governamental, especialmente dos municípios. Com relação às iniciativas relacionadas à EC, percebe-se que alguns setores industriais têm colocado a EC na pauta de suas estratégias, com destaque para aqueles que têm como principais matérias primas os recursos naturais.

Palavras-chave: Economia Circular; Gestão de Resíduos Sólidos; Perspectivas.

Abstract: The predominant model in the world economy is the so-called linear production model, in which the conversion of natural resources into waste occurs through the extraction of raw materials from the environment, manufacturing and later disposal of the generated waste, which leads to the environment's deterioration. However, new requirements are being imposed on organizations, driven by the market, or by regulatory factors and, in response to these new requirements, organizations have been implementing production systems to extend the life cycle of products, by-products and useful waste. This is the production logic of the so-called Circular Economy (CE), which includes Solid Waste Management (SWM). This paper aims to contextualize the Brazilian reality about waste management and the circular economy, as well as to evaluate the perspectives and opportunities for advances towards the circular economy, especially in the context of the Northeast Region. The need to improve SWM in Brazil is highlighted, involving governmental initiatives, especially from the municipalities. Regarding initiatives related to CE, some industrial sectors have placed CE on their strategies' agenda, especially those whose main raw materials are natural resources.

Keywords: Circular Economy; Solid Waste Management; Perspectives.

1 INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, ocorrida ainda no século 18, predomina na economia mundial o chamado modelo de produção ou economia linear. Na economia linear a conversão de recursos naturais em resíduos ocorre através da extração de matéria prima do ambiente, manufatura e posterior descarte dos resíduos gerados nesse processo (LACY; RUTQVIST, 2015). Essa lógica do modelo linear leva à deterioração do meio ambiente de duas maneiras: pela remoção do capital natural do meio ambiente (através da mineração/colheita insustentável) e pela redução do valor do capital natural causada pela poluição causada pelo desperdício. A poluição também pode ocorrer no estágio de aquisição de recursos (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

Por outro lado, consumidores em todo o mundo têm desenvolvido, nas últimas décadas, uma nova consciência quanto ao consumo de produtos e serviços que prezam pela redução do impacto ambiental e da poluição, pela manutenção dos recursos naturais, e pelo respeito às melhores condições de trabalho e de saúde da população do planeta e das próximas gerações (LÉON-BRAVO; CANIATO, 2017). Em função disso, as empresas têm se adaptado às novas exigências, através do desenvolvimento de mecanismos em seus processos produtivos, bem como em suas relações comerciais, mais alinhados às dimensões econômica, ambiental e social da sustentabilidade.

Paralelamente, diferentes países, por meio de ações individuais ou coletivas, têm desenvolvido instrumentos regulatórios e acordos, visando buscar soluções para problemas que são consequências dessa lógica da economia linear. Tais ações, instrumentos e acordos têm influenciado as organizações a se adequarem à nova ordem mundial.

Assim, como resposta às regulamentações de mudanças climáticas, ao aumento dos custos de aquisição de matérias-primas e ao impacto ambiental dos processos de descarte, na última década as organizações implementaram sistemas de produção e cadeia de suprimentos para prolongar o ciclo de vida de produtos, subprodutos e resíduos úteis (LOVINS; BRAUNGART, 2014), indo ao encontro da lógica de produção defendida pela chamada Economia Circular (EC). A EC defende sistemas de produção que são restauradores e regenerativos por objetivo, mudando as cadeias de valor da produção linear (“extrair-produzir-usar-descartar”) para a produção circular (“extrair-produzir-usar-recuperar”) (WEBSTER, 2015).

Entretanto, a implantação de modelos de negócios circulares apresenta vários desafios. Um estudo publicado pelo Fórum Econômico Mundial (WORLD ECONOMIC FORUM, 2014) afirma que a complexidade do gerenciamento dos fluxos de materiais aumenta dramaticamente. Outras preocupações sobre a adoção dos modelos de negócios circulares são relacionados ao design de sistemas de produto-serviço (servicização) e ao fechamento de ciclos, porque esses processos implicam mudanças no design do produto, sistemas de produção e logística, que exigirão melhorias na colaboração das empresas que fazem parte de cadeias de suprimentos (RITZÉN; SANDS-TROM, 2017).

Considerando esses desafios, torna-se ainda mais importante o envolvimento do setor público para direcionar os diferentes segmentos da sociedade à migração para a economia circular. Não à toa, países que adotaram legislações específicas direcionadas à Economia Circular, tais como a China, Japão e diferentes países de Europa (MATHEUS; HAO, 2011; BOCKEN et al., 2016; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016), têm apresentado maior avanço na implementação de iniciativas vinculadas à lógica circular.

Apesar de constituir uma perspectiva mais ampla, que envolve iniciativas muito além daquelas relacionadas à gestão de resíduos, a EC guarda uma importante relação com as atividades inerentes à gestão de resíduos, tais como reuso, reciclagem, recuperação (GHISELLINI et al., 2016) e logística reversa (JABBOUR et al., 2019), entre outras. Desse modo, entende-se que, especialmente nos países que estão iniciando sua trajetória rumo à EC, como o Brasil, a gestão de resíduos pode constituir um primeiro passo nesse sentido. Essa lógica se aplica também a outros recortes geográficos (estados, cidades) e, também, a recortes setoriais e organizacionais.

Considerando o exposto, o presente trabalho tem o objetivo de contextualizar a realidade brasileira no que diz respeito à gestão de resíduos e à economia circular e, a partir dessa contextualização, avaliar as perspectivas e oportunidades de avanços rumo à economia circular, especialmente no contexto da Região Nordeste.

2 ECONOMIA CIRCULAR

Atualmente o mercado consumidor assume um novo papel nas relações comerciais. O modelo econômico de “extrair, transformar e descartar” empregado hoje, exige a utilização de grandes quantidades de matéria-prima e energia, ocasionando, além da escassez de insumos, a dificuldade em obter grandes quantidades de materiais de baixo custo e de fácil acesso (EMF, 2012).

Para Cooper (1999), o modelo de uma economia linear no qual é suposto que haja uma oferta ilimitada de recursos naturais e que o ambiente tem uma capacidade ilimitada de absorver resíduos gerados, deve ser descartado. Em vez disso, uma EC é proposta, na qual o consumo de energia e de matérias-primas são reduzidos. A EC promove uma utilização mais apropriada dos recursos gerados pelo processo produtivo por meio da implementação de uma visão mais “verde da economia” (*greener economy*), em que surgem empreendimentos inovadores que gerenciam os impactos causados pela operação industrial, oferecendo condições de desenvolvimento de práticas organizacionais que prezem pela manutenção destes recursos para as futuras gerações (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Esse novo modelo econômico surge da junção de vários precedentes. Segundo Geissdoerfer et al. (2017), o conceito de EC foi influenciado pela obra de Boulding (1966), que descreve a Terra como um sistema fechado e circular com capacidade assimilativa limitada, e infere disso que a economia e o ambiente devem coexistir em equilíbrio, um sistema fechado no qual praticamente não há trocas de matéria com o ambiente exterior. Raízes da EC também são encontradas na teoria geral dos sistemas (VON BERTANLAFFY, 1950, 1968) e Ecologia Industrial (PRESTON, 2012). EMF (2012) afirma que as principais escolas de pensamento relacionadas à EC surgiram na década de 1970, ganhando proeminência nos anos de 1990. Exemplos incluem a economia de serviços (economia do desempenho) de Walter Stahel, a filosofia “*cradle to cradle*” (berço a berço) de William McDonough e Michael Braungart, a biomimética articulada por Janine Benyus, a ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel, o capitalismo natural de Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken, e a abordagem dos sistemas de *Blue Economy* (economia azul) descritos por Gunter Pauli.

Geissdoerfer et al. (2017) definem a EC como um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos e o vazamento de resíduos, emissões e energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento de materiais e circuitos de energia. Isso pode ser alcançado por meio de projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem de longa duração. Na visão de Ghiselline, Cialani e Ulgiati (2016), a EC contribui positivamente para o desenvolvimento sustentável, a partir de um maior balanceamento de fatores econômicos, empresariais e governamentais, por atuar diretamente com as práticas de gerenciamento de desperdício, reuso e reciclagem, prevenção da poluição, produção mais limpa (*cleaner production*), por meio de um modelo de produção com direcionamento circular, no qual os resíduos e a energia são reaproveitados em todo o processo. EC é vista como um novo modelo de negócio que pode conduzir a um desenvolvimento mais sustentável e uma sociedade harmoniosa.

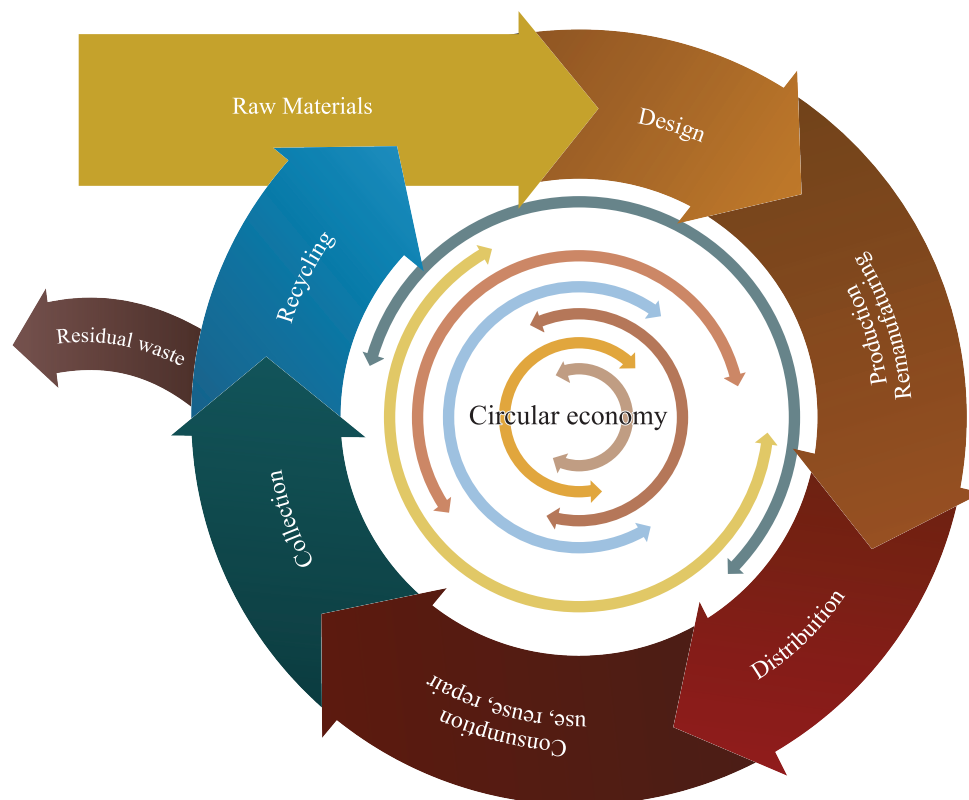
Feng et al. (2007) descrevem a EC como um modo de desenvolvimento econômico baseado na circulação ecológica de materiais naturais, exigindo a conformidade com as leis ecológicas e a utilização adequada dos recursos naturais para alcançar o desenvolvimento econômico. Para Murray, Skene e Haynes (2015) a EC é um modelo econômico em que o planejamento, a obtenção de recursos, a aquisição, a produção e o reprocessamento são projetados e gerenciados, tanto como processo quanto como resultado, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano.

Nessa perspectiva, os ciclos produtivos serão fechados, e o papel do fluxo reverso de materiais e/ou energia deverá se elevar exponencialmente (LACY; RUTQVIST, 2015). Um sistema de EC é tratado como um pré-requisito para a manutenção da sustentabilidade da vida humana na Terra, visto que o sistema fechado de produção acarreta em praticamente nenhum intercâmbio de matéria com o ambiente externo, devido ao reaproveitamento de materiais e energia, reduzindo assim o impacto ambiental causado pelas operações produtivas (GHISELLINI; CIALINI; ULGIATI, 2016).

A palavra circular tem um segundo significado descritivo, inferido, que se relaciona com o conceito do ciclo. Assim, a EC distingue-se em dois ciclos, técnico e biológico. O ciclo técnico envolve a gestão dos estoques de materiais finitos em que o uso substitui o consumo. Os materiais técnicos são recuperados e restaurados em sua maioria. O ciclo biológico abrange os fluxos de materiais renováveis, materiais biológicos não tóxicos e que podem ser facilmente devolvidos ao solo por compostagem ou digestão anaeróbica e que em sua maior parte se regeneram (EMF, 2012).

A Figura 1 apresenta as diferentes fases de um modelo de Economia Circular, iniciando com a entrada de matéria prima, passando pelas etapas de produção, seguindo para as fases de uso, reuso e reparo, sendo encaminhado para a coleta e reciclagem, descartando os resíduos e incluindo no sistema novamente o material reaproveitado na função de matéria-prima.

Figura 1 – Fases de um modelo de economia circular



Fonte: European Commission (2014).

A EC tem como objetivo equilibrar o consumo dos recursos finitos da terra, por meio da otimização do uso destes, gerando assim crescimento, criando mais e novos postos de empregos e reduzindo os impactos ambientais. Nessa lógica há um pensamento sistêmico de como as empresas, pessoas ou plantas estão ligados uns aos outros (EMF, 2012). Nesse contexto, EMF (2012) apresenta os princípios dos 3Rs (redução, reuso e reciclagem) como essenciais para a implementação da EC.

A redução de resíduos provenientes desta estratégia contribui para a melhoria do consumo de energia, a otimização dos recursos materiais por meio da redução do manuseio e do armazenamento intermediário, o que levará a uma redução da poluição do meio ambiente (VAN DER WIEL;

BOSSINK; MASUREL, 2012). O princípio de redução visa minimizar a entrada de energia primária, matérias-primas e resíduos por meio da melhoria da eficiência na produção (a chamada eco eficiência) e processos de consumo, por exemplo, introduzindo melhores tecnologias, ou produtos mais compactos e leves, embalagens simplificadas, eletrodomésticos mais eficientes, um estilo de vida mais simples etc. (FENG; YAN, 2007).

O princípio do reuso (ou reutilização) refere-se a “qualquer operação pela qual os produtos ou componentes que não são resíduos são usados novamente para o mesmo propósito para o qual foram concebidos” (EU, 2008). O reuso de produtos é muito atraente em termos de benefícios ambientais, pois requer menos recursos, menos energia e menos mão de obra, em comparação com a fabricação de novos produtos a partir de materiais virgens (CASTELLANI et al., 2015) ou até reciclagem ou descarte. Castellani et al. (2015) também mostraram que a reutilização de produtos evita a emissão de substâncias nocivas, bem como muitos outros impactos ambientais.

Embora a EC seja frequentemente identificada com o princípio da reciclagem, deve ser sublinhado que esta pode ser a solução menos sustentável em comparação com os outros princípios supracitados (Redução e Reutilização) em termos de eficiência e rentabilidade dos recursos (STAHHEL, 2010). O princípio do reciclar refere-se a “qualquer operação de recuperação pela qual os materiais residuais são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias para o fim original ou para outros fins. A reciclagem de resíduos oferece a oportunidade de se beneficiar de recursos ainda utilizáveis e reduzir a quantidade de resíduos que precisam ser tratados e/ou descartados, diminuindo também o impacto ambiental relacionado (CAGNO; TRUCCO; TARDINI, 2005; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) ressaltam que, para a transição do modelo linear de produção para o modelo de circularidade adotado pela EC, além dos princípios dos 3R's, a EC deve incorporar três princípios adicionais: o eco-design, a reclassificação dos materiais e a renovação.

O eco-design visa o desenvolvimento de projetos com partes componentes dos produtos voltados para desmontagem, reuso e reciclagem, de modo a otimizar a vida útil do produto, minimizando a geração de resíduos e/ou a produção de um novo com recursos virgens. Consiste no design apropriado, enfatiza a importância do estágio de projeto na busca de soluções para evitar a descarga de resíduos em aterros sanitários: “Os produtos são projetados para um ciclo de desmontagem e reutilização” (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016, p. 6). O objetivo final dessa abordagem seria alcançar a dissociação do crescimento econômico do esgotamento dos recursos naturais e da degradação ambiental (LIU et al., 2009; MURRAY; SKENE; HAYNES 2015; XUE et al., 2010). Por fim, o design ecológico proporciona produtos e processos mais ecológicos e, ao mesmo tempo, mantém altos padrões de qualidade e desempenho dos produtos (VAN BERKEL et al., 2009).

A reclassificação de materiais apresenta um novo valor para um material ou produto ao final do seu ciclo de vida, para reutilização, encaixe em outra cadeia como insumo. Podem ser reclassificados como materiais técnicos ou nutrientes. Os materiais técnicos, como metais e plásticos, são projetados para serem reutilizados no final do ciclo de vida, enquanto os nutrientes biológicos, que em geral não são tóxicos, podem retornar com segurança à biosfera ou em uma cascata de usos consecutivos. O uso da palavra “restaurativa” é importante, já que a EC não é apenas uma abordagem preventiva, reduzindo a poluição, mas também visa reparar os danos anteriores ao projetar melhores sistemas dentro da própria entidade da indústria. Tal ideia alinha-se ao conceito de *cradle to cradle*. Seu conceito de reprojeter sistemas de fabricação e fornecimento de serviços se concentra em obter valor a partir desse redesenho, em vez de simplesmente melhorar a utilização de recursos (BRAUNGART et al., 2007).

Por fim, a EC considera primordial a utilização de energias renováveis em comparação com fontes baseadas em combustíveis fósseis, ou em comparação a energias consideradas limpas, mas que geram um grande impacto ambiental para possibilitar sua geração e distribuição. A adoção de tal princípio (renovação) pode aumentar a resiliência do sistema econômico em relação aos efeitos negativos do petróleo (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). A partir da aplicação de

alguns dos princípios da EC, ou de todos eles conjuntamente, abre-se a perspectiva para adoção de novos modelos de negócios em diferentes setores da economia, principalmente na cadeia de suprimento de frutas frescas, foco deste trabalho.

Os princípios da EC são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 –Princípios da Economia Circular

Princípios	Definição
Eco design	Enfatiza a importância do estágio de projeto na busca de soluções para evitar a descarga de resíduos em aterros sanitários. Os produtos são projetados para um ciclo de desmontagem e reuso.
Redução	Visa minimizar a entrada de energia, matérias-primas e resíduos através da melhoria da eficiência nos processos de produção (chamada eco eficiência) e consumo, por exemplo, introduzindo melhores tecnologias, produtos mais leves ou mais compactos, embalagens simplificadas etc.
Reutilização	Pressupõe que os produtos ou componentes que não são resíduos sejam usados novamente para o mesmo propósito para o qual foram concebidos.
Reciclagem	Operação de valorização através da qual os resíduos são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias, seja para a utilidade original ou para outros fins. Possibilita a continuidade na circulação dos componentes e materiais no sistema econômico, estendendo ao máximo o uso desses materiais.
Reclassificação	Introduz uma reclassificação dos materiais em “técnicos” e “nutrientes”. Os materiais técnicos (como metais e plásticos) são projetados para serem reutilizados no final do ciclo de vida, enquanto os nutrientes ou nutrientes biológicos, que em geral são não tóxicos, podem retornar com segurança para a biosfera.
Renovação	Coloca as energias renováveis como principal fonte de energia para a economia circular, reduzindo a dependência de energia fóssil e melhorando a adaptabilidade (resiliência) do sistema econômico em relação aos efeitos negativos do petróleo.

Fonte: Adaptado de Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016).

Percebe-se que, entre os princípios da EC, os chamados 3Rs – redução, reuso e reciclagem possuem um papel essencial. Essas iniciativas dos 3Rs geralmente estão presentes nos processos de gestão de resíduos sólidos, o que deixa claro que a gestão de resíduos constitui um importante “sub-conjunto” dos modelos circulares de produção. Como tal, entende-se que uma gestão de resíduos eficiente e eficaz representa uma condição necessária para a migração do modelo linear para o modelo circular e, em regiões que estão iniciando o caminho em direção à EC, pode representar o primeiro passo. Em função disso, o próximo tópico trata da gestão de resíduos no contexto brasileiro.

3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

A sociedade moderna enfrenta um grave problema com a grande geração de resíduos sólidos e a forma como esse resíduo é deflagrado no meio ambiente, que causam impactos socioambientais, como comprometimento do solo e dos cursos d’água. Há uma preocupação especial para os lixos domiciliares pois sua produção encontra-se em uma crescente (JACOBI; BESEN, 2011).

Níveis populacionais crescentes, economia em expansão, urbanização rápida e o aumento do padrão de vida das pessoas acelerou bastante a taxa de geração de resíduos sólidos municipais nos países em desenvolvimento (MINGHUA et al., 2009). Os municípios, geralmente responsáveis pela gestão de resíduos nas cidades, têm o desafio de fornecer um sistema eficaz e eficiente aos habitantes. No entanto, eles frequentemente enfrentam problemas além da capacidade da autoridade municipal de lidar (SUJAUDDIN et al., 2008), principalmente devido à falta de organização, recursos financeiros, complexidade e multidimensionalidade do sistema (BURNTLEY, 2007), especialmente em municípios de menor porte.

Os principais objetivos da gestão de resíduos são: (1) proteger os seres humanos e o meio ambiente; e (2) economizar recursos. Sob os princípios da sustentabilidade, esses objetivos, que se aplicam em todo o mundo a qualquer economia, devem ser alcançados de uma maneira que não

prejudique o bem-estar das gerações atuais e futuras. Assim, a prática de gestão de resíduos não deve exportar problemas relacionados a resíduos no espaço ou no tempo, exigindo, por exemplo, capacidades de tratamento adequadas e aterros sanitários que não necessitem de grandes manutenções posteriores (BRUNNER; FELLNER, 2007).

Para lidar com os problemas relacionados aos resíduos sólidos de uma forma organizada e integrada, é importante que se adote algum modelo de gestão, de preferência cuja utilização já tenha sido testada e validada em outros países. Um desses modelos é o Modelo Integrado de Gerenciamento Sustentável de Resíduos (*Integrated Sustainable Waste Management*), que permite estudos de sistemas complexos e multidimensional de forma integral. O modelo foi desenvolvido por consultores em meio ambiente urbano e desenvolvimento, e parceiros ou organizações que trabalham nos países em desenvolvimento, em meados da década de 1980, sendo posteriormente aprimorado em meados dos anos 1990. O modelo reconhece a importância de três dimensões ao analisar, desenvolver ou alterar um sistema de gerenciamento de resíduos. As dimensões são: os *stakeholders* ou partes interessadas que têm interesse no gerenciamento de resíduos sólidos, os elementos ou etapas do movimento ou fluxo de materiais, desde os pontos de geração até o tratamento e o descarte final, e os aspectos ou “lentes” através dos quais o sistema é analisado (GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2013).

Essa questão de como os diferentes *stakeholders* (governos e órgãos correlatos, empresas, cidadãos, e outros envolvidos) influenciam e participam da gestão de resíduos sólidos é fundamental e, por isso mesmo, deve-se mapear, em cada contexto específico (país, estado, município), quem são e qual a influência destes para que se tenha uma gestão efetiva dos resíduos. Os fatores vinculados à atuação de cada um dos *stakeholders* envolvem aspectos técnicos, ambientais, financeiros, socioculturais, institucionais e legais, que são determinantes para a existência e o funcionamento de um sistema de gestão de resíduos sólidos de forma eficiente e eficaz.

Nesse sentido, no contexto de cidades localizadas em diferentes países em desenvolvimento, contexto esse que se assemelha à realidade brasileira, Guerrero, Maas e Hogland (2013) identificaram os principais fatores que influenciam (positivamente ou negativamente) o desempenho de sistemas de gestão de resíduos, vinculados a cada um dos aspectos supracitados, os quais são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Fatores que influenciam o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos

Tipos de Fatores	Fatores
	Soluções locais
	Disponibilidade de habilidades técnicas locais
Técnicos	Infraestrutura rodoviária e veículos
	Tecnologias e dados confiáveis
	Disponibilidade de infraestrutura e equipamentos adequados
	Presença de tecnologias de baixo custo
Ambientais	Sistemas de controle ambiental
	Filiação a organizações ambientais
	Avaliação de impactos ambientais
	Instrumentos econômicos
Financeiros/Econômicos	Participação do setor privado e falta de recursos
	Disposição/vontade de pagar
	Apatia social pela participação
Socioculturais	Coordenação e cooperação entre usuários e provedores dos serviços
	Campanhas de educação e conscientização
	Cidadãos dispostos a participar das soluções
	Participação dos cidadãos na tomada de decisão

Tipos de Fatores	Fatores
Institucionais/Organizacionais	Conhecimento da gestão municipal de resíduos
	Existência de planos estratégicos
	Gestão inadequada
	Suporte das autoridades municipais
	Baixa prioridade dos políticos para questões da gestão de resíduos
	Liderança de políticos
	Coordenação entre agências
	Motivação dos trabalhadores do município
	Pessoal habilitado, cooperação entre os setores público e privado
	Mudanças de políticos municipais
	Suporte do governo central
	Conhecimentos sobre tecnologias e boas práticas
	Líderes interessados em questões ambientais e sobre resíduos
	Eficiência da gestão municipal
	Conhecimentos dos cidadãos a respeito da situação da gestão dos resíduos na cidade
Políticos/Legais	Políticas adequadas
	Regulação rigorosa
	Legislação adequada

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Guerrero, Maas e Hogland (2013).

Os principais *stakeholders* reconhecidos como importantes para o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos incluem as autoridades locais, alguns ministérios do governo central e empreiteiros privados que prestam serviços, sendo os governos diferentes níveis (nacional e local) reconhecidos com muito relevantes, pois são aqueles que estabelecem políticas para a implantação dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos (GUERRERO; MAAS; HOGLAND, 2013). Além destes, destacam-se também os usuários dos serviços (cidadãos, empresas de diferentes setores), empresas de reciclagem, catadores, entre outros. A existência de uma estrutura legal com aplicação efetiva das regras facilita o planejamento e a efetiva execução de todas as atividades inerentes ao um sistema de gestão de resíduos.

No Brasil, a GRS ainda é algo que demanda muitas melhorias. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2020), em 2018 foram geradas no Brasil 79 toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), crescimento de pouco menos de 1% em relação a 2017. Como a população também cresceu no período (0,40%), a geração per capita teve elevação um pouco menor (0,39%). Isso significa que, em média, cada brasileiro gerou um pouco mais de 1 quilograma de resíduo por dia. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foi coletado. Se, por um lado, isso significa uma alta de 1,66% em comparação a 2017, o que significa que a coleta aumentou em um ritmo um pouco maior que a geração, por outro lado, evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração. A destinação adequada em aterros sanitários recebeu 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados: 43,3 milhões de toneladas, um pequeno avanço em relação ao cenário do ano anterior. O restante (40,5%) foi despejado em locais inadequados por 3.001 municípios. Ou seja, 29,5 milhões de toneladas de RSU acabaram indo para lixões ou aterros controlados, que não contam com um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente contra danos e degradações.

O Nordeste possui uma situação ainda mais crítica, configurando-se como a região com menor índice de cobertura de coleta de RSU no país. Seus 1.794 municípios geraram 53.975 toneladas em 2018, das quais 81,1% foram coletadas. Dos resíduos coletados, ao menos 6 em cada 10 toneladas

vão para aterros controlados e lixões. Ou seja, mais de 28 mil toneladas por dia são depositadas em locais que podem causar poluição ambiental, com danos à saúde da população (ABRELPE, 2020).

A PNRS, vigente desde 2010, fortalece os princípios de gerenciamento sustentável dos resíduos, propondo políticas de gestão regionalizada para administração dos resíduos, estando previsto metas para reciclagem e coleta seletiva, inovando em questões acerca de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa de retorno de produtos (JACOBI; BESEN, 2011).

A lei 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a PNRS, é responsável pela integração da política de meio ambiente com a política de saneamento básico. Prevê, também, coleta seletiva, logística reversa e outros instrumentos responsáveis pelo compartilhamento do ciclo dos produtos, responsabilizando fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes pelo manejo dos resíduos e incentivando o desenvolvimento de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Prevê ainda gerenciamento dos resíduos observando os princípios da EC como redução, reutilização e reciclagem, reduzindo a produção de rejeitos e a sua disposição final no meio ambiente.

Para garantir a implantação das ações e instrumentos previstos na PNRS, foram definidos alguns prazos, por exemplo, para a eliminação dos lixões e garantir a disposição dos resíduos apenas em aterros sanitários até agosto/2014. Entretanto, menos da metade dos municípios brasileiros havia cumprido essa meta na posição de maio/2019, ou seja, quase 5 anos após prazo previamente determinado. Uma das justificativas mencionadas por políticos para esse não cumprimento é de que a PNRS resultou em novas obrigações aos gestores municipais, mas não houve uma indicação clara de fonte orçamentária para o cumprimento da lei (DO CARMO, 2019). Trata-se de uma dificuldade presente até mesmo por conta do perfil predominante dos municípios brasileiros. De acordo com o IBGE (2019), 68,2% dos municípios brasileiros (3.670 municípios) possuem até 20 mil habitantes, os quais concentram apenas 15,2% da população do país (32,0 milhões de pessoas).

Em função dessa dificuldade e do não cumprimento da meta estabelecida, foi incluído no novo marco legal do saneamento – Lei No. 14.026, de 15 de julho de 2020 – uma alteração nos prazos previstos pela PNRS (Artigo 54 da PNRS) para a eliminação dos lixões, passando a vigorar o seguinte texto (BRASIL, 2020): “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos:

- I até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
- II até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
- III até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e
- IV até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.”

Os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana, são considerados componentes do saneamento básico e, portanto, estão sujeitos a todas as regras vigentes no marco legal do saneamento. Apesar de o projeto original aprovado no senado

conter, em seu artigo 20, a ideia de que apenas as atividades de abastecimento de água e esgotamento sanitário estarem sujeitas a diversos dispositivos da lei, tal artigo foi vetado pelo presidente e não está presente na lei publicada. Logo, se tal veto não for derrubado, as atividades relacionadas à gestão de resíduos sólidos estarão sujeitas aos dispositivos do marco legal. Isso abre boas perspectivas em termos de evolução da situação atual da GRS no Brasil, incluindo uma participação ainda maior de empresas privadas no setor. Essas perspectivas são discutidas na seção seguinte.

4 PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES

4.1 Perspectivas para a Gestão de Resíduos Sólidos

A partir dos dados apresentados na seção anterior, que mostram uma grande defasagem em termos de cobertura da coleta de resíduos sólidos e destinação adequada dos mesmos, no Brasil (92% dos resíduos coletados, dos quais 59,5% têm destinação adequada) e, principalmente, no Nordeste (81,1% dos resíduos coletados, dos quais 31,5% têm destinação adequada). Nesse sentido, para a região nordeste, precisa haver um esforço de ampliação da coleta, e um esforço ainda maior para a eliminação dos lixões e aterros controlados e destinação correta dos resíduos coletados, que porventura não possam ter outras utilizações (por exemplo, reciclagem).

Atualmente, as empresas privadas já são predominantes, em relação às públicas, nas atividades ligadas à limpeza urbana. De acordo com a ABRELPE (2020), em 2018, as empresas privadas eram responsáveis por 191.384 empregos (57,6%) vinculados à limpeza urbana, enquanto as empresas públicas detinham 140.758 empregos (42,4%). No Nordeste, a proporção de empregos no setor privado era ainda maior, de 66,1% (63.869 empregos), estando os demais 33,9% (32.662 empregos) vinculados a empresas públicas. Essa proporção em termos da quantidade de empregos não se reflete na quantidade de recursos movimentados no setor. No Nordeste, por exemplo, o mercado de limpeza urbana movimentou R\$ 6,2 bilhões em 2018, sendo que, desse total, R\$ 4,9 bilhões (79,0%) referem-se ao setor privado, e apenas R\$ 1,3 bilhão (21,0%) referem-se ao setor público. Esses dados podem ser uma indicação de que o serviço prestado pelo setor privado envolve maiores investimentos e, também, tarifas mais altas, em relação ao serviço prestado pelo setor público.

De uma forma mais ampla, o novo marco legal do saneamento, que inclui metas de universalização do abastecimento de água (99% da população com acesso a água potável até 2033) e de esgotamento sanitário (90% da população com acesso à coleta e tratamento de esgoto até 2033), bem como estende os prazos referentes à meta de eliminação dos lixões, conforme supracitado, deverá exigir investimentos da ordem de R\$ 700 bilhões para o cumprimento das metas, de acordo com as expectativas do Ministério da Economia (MAZUI; RODRIGUES, 2020). A expectativa é de que haja uma aceleração da participação da iniciativa privada no setor de saneamento como um todo, incluindo os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Nos novos processos de concessão que possam vir a ser contratados pelos municípios, nos casos em que não há uma concessão específica para a limpeza urbana, abre-se a possibilidade de que a contratação seja feita com a inclusão de todos os serviços que compõem o saneamento básico. Para os municípios menores, que têm mais dificuldade de criar escala para a concessão de tais serviços, o conceito de prestação regionalizada, previsto no marco legal, pode diminuir essa dificuldade. Trata-se de uma modalidade de prestação integrada de um ou mais componentes dos serviços públicos de saneamento básico em determinada região cujo território abranja mais de um Município, podendo ser estruturada com diferentes configurações (BRASIL, 2020). Entre as três configurações possíveis, duas delas se destacam como potenciais formas de viabilização de concessões que envolvem pequenos municípios:

- Unidade regional de saneamento básico: unidade instituída pelos Estados mediante lei ordinária, constituída pelo agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, para atender adequadamente às exigências de higiene e saúde pública, ou para dar viabilidade econômica e técnica aos Municípios menos favorecidos;
- Bloco de referência: agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares.

A partir do exposto, reforça-se a necessidade de evolução dos sistemas de gestão de resíduos sólidos no Brasil, o que deve envolver iniciativas de ordem governamental, especialmente dos municípios, de modo a garantir o cumprimento das metas estabelecidas pela PNRS, mas também de iniciativas das empresas e dos cidadãos. Em alguns setores da economia brasileira, como por exemplo na indústria de alumínio, indústria de produção de vidros, indústria de fabricação de pneus, entre outros, já houve diversos avanços, muitas vezes associados à efetiva aplicação de leis e regulamentos que já existiam antes mesmo do advento da PNRS. Entretanto, acredita-se que o avanço maior só ocorrerá com a participação dos cidadãos, o que, por sua vez, depende do avanço da educação para a sustentabilidade, bem como da disponibilidade de serviços como a coleta seletiva. Com o avanço da GRS, será possível avançar, também, na ideia mais ampla de Economia Circular, a qual já dispõe, também, de alguns avanços pontuais vinculados a iniciativas de diferentes stakeholders, conforme será discutido na seção seguinte.

4.2 Perspectivas para a Economia Circular

Existem iniciativas relacionadas à economia circular em diversos países do mundo, sendo que o nível de amadurecimento destas, em vários casos, está associado ao papel do ambiente institucional desses países no direcionamento das iniciativas, vinculado à elaboração e aplicação de leis e regulamentos. Destacam-se, abaixo, algumas iniciativas institucionais para a Economia Circular em países como Alemanha, Japão, China, Reino Unido e Brasil, além da União Europeia.

- Alemanha: Lei de Gestão das Substâncias Tóxicas e Gestão de Resíduos em Ciclo Fechado – 1996 (SEHNEM; PEREIRA, 2019)
- Japão: Lei Básica para o Estabelecimento da Sociedade Baseada em Reciclagem – 2000 (ZANG, 2006)
- China: Incorporação da EC no 11º e 12º planos quinquenais – Lei de Promoção da Economia Circular – 2009 (GENG et al., 2012)
- Reino Unido (SEHNEM; PEREIRA, 2019)
 - Fazendo as coisas durarem: uma estratégia de Economia Circular para a Escócia – 2010
 - O Papel da Eficiência dos Recursos no Reino Unido – 2016
- Brasil: Política Nacional de Resíduos Sólidos – 2010 (BRASIL, 2010)
- União Europeia: Plano de Ação à Implantação da Economia Circular – 2017 (SEHNEM; PEREIRA, 2019).

No Brasil, a iniciativa mais robusta que pode contribuir para o avanço do país, dos seus municípios, empresas e cidadãos, em direção à economia circular, é a PNRS, pelos motivos já explicitados anteriormente, embora não contemple todos os princípios da EC.

Em termos setoriais, percebe-se que alguns setores industriais têm colocado a economia circular na pauta de suas estratégias, para atender às exigências impostas por essas leis e regulamentos, mas também para se alinhar às necessidades dos consumidores, que valorizam o consumo de pro-

duto vinculados a tais iniciativas, bem como para obter ganhos de desempenho de natureza econômica/financeira e ambiental. Entre esses setores, destacam-se aqueles que têm como principais matérias primas os recursos naturais, principalmente recursos minerais.

A indústria siderúrgica, por exemplo, tem investido em novas tecnologias nos processos produtivos, com foco na redução das emissões, redução do consumo de insumos, reuso e reciclagem. A Worldsteel Association (2018) destaca algumas megatendências que afetarão a indústria siderúrgica nos próximos anos, entre as quais está a economia circular:

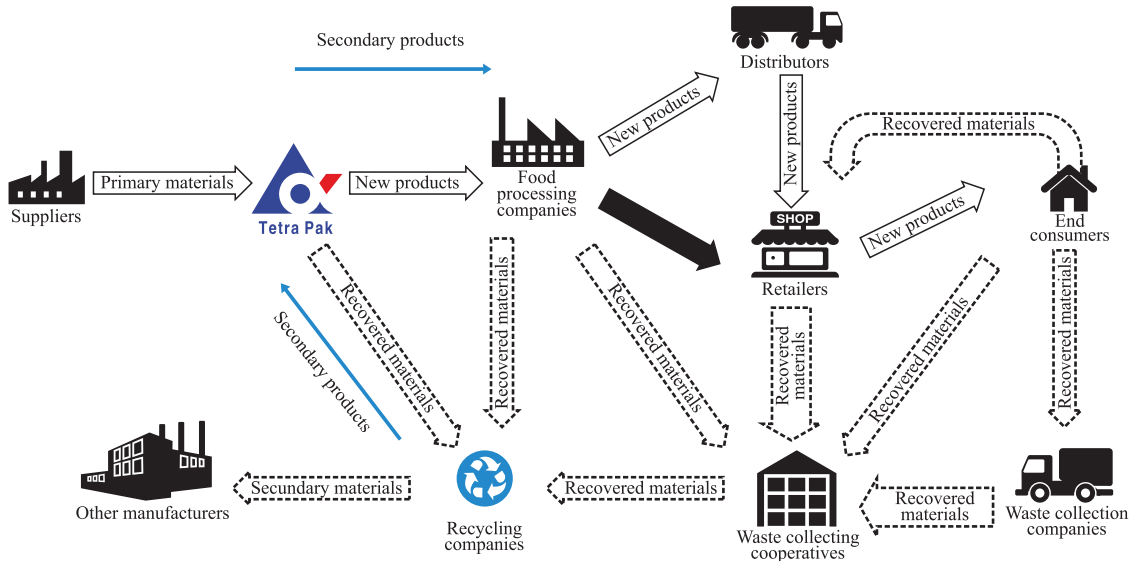
- Desaceleração da economia chinesa;
- Crescimento mais lento e envelhecimento da população;
- Desigualdade econômica crescente;
- Propagação do conceito de Economia Circular (4R – redução, reuso, remanufatura, reciclagem);
- Digitalização;
- Desindustrialização prematura;
- Mudanças climáticas.

Da mesma forma, a indústria petroquímica tem buscado a implantação de iniciativas voltadas à EC. Na visão de Cetinkaia et al. (2018), as empresas da indústria petroquímica precisarão administrar a transição de uma economia essencialmente linear, na qual os produtos à base de plásticos são usados uma vez antes do descarte, para uma economia circular. Nesse sentido, espera-se que as empresas petroquímicas comecem a direcionar parcela significativa dos orçamentos de inovação, investimentos de capital e pensamento estratégico em direção a abordagens circulares. Isso incluirá não apenas se adaptar a como a redução da demanda e a reutilização de plásticos reduzirão substancialmente o crescimento de produtos convencionais, mas também para desenvolver um portfólio confiável de opções que inclui reciclagem, recuperação de energia, produtos e aplicações que são inerentemente mais circulares.

Além de iniciativas de âmbito setorial, mais “macro”, existem também no Brasil iniciativas de diferentes componentes de cadeias de suprimento de setores variados, que têm influenciado a migração de determinadas cadeias do modelo linear de produção para o modelo circular. A título de exemplo, cita-se o caso da Tetra Pak, cujo principal produto é a famosa embalagem de alimentos.

De acordo com Batista et al. (2019), a implementação de práticas ambientalmente sustentáveis através da recuperação de embalagens usadas da Tetra Pak, nas suas muitas operações em todo o mundo, representa um grande desafio para a empresa. Devido à complexa composição multicamadas de papelão, alumínio e polietileno na embalagem, e requisitos de regulamentação de alimentos, a Tetra Pak não pode produzir embalagens a partir de materiais reciclados. Para operacionalizar seus fluxos de recuperação de embalagens, a Tetra Pak tem que implementar cadeias de suprimentos circulares para permitir processos de recuperação que suportam fluxos em cascata de embalagens usadas em operações de reciclagem, que são capazes de derivar materiais que são utilizados como matéria-prima pelos fabricantes de diferentes produtos reciclados. Essas cadeias de suprimentos circulares dependem de várias organizações de terceiros e outras partes interessadas (*stakeholders*) que apresentam uma configuração de ecossistema variável em diferentes países. No Brasil, a cadeia de suprimentos circular da Tetra Pak alcançou uma taxa de reciclagem de 23,3% (dados de 2016), atingindo mais de 60.000 toneladas de embalagens recicladas. Outra iniciativa interessante adotada pela empresa foi o uso de polietileno derivado da cana-de-açúcar para a produção das tampas utilizadas em suas embalagens. Em 2014, a empresa substituiu algumas das embalagens de polietileno por esse plástico verde, atingindo uma proporção de 82% de matérias-primas renováveis na composição de suas embalagens. Para a implantação da circularidade em sua cadeia de suprimento, a Tetra Pak precisou envolver diferentes stakeholders, conforme apresenta a Figura 2.

Figura 2 – Cadeia de Suprimento Circular da Tetra Pak no Brasil

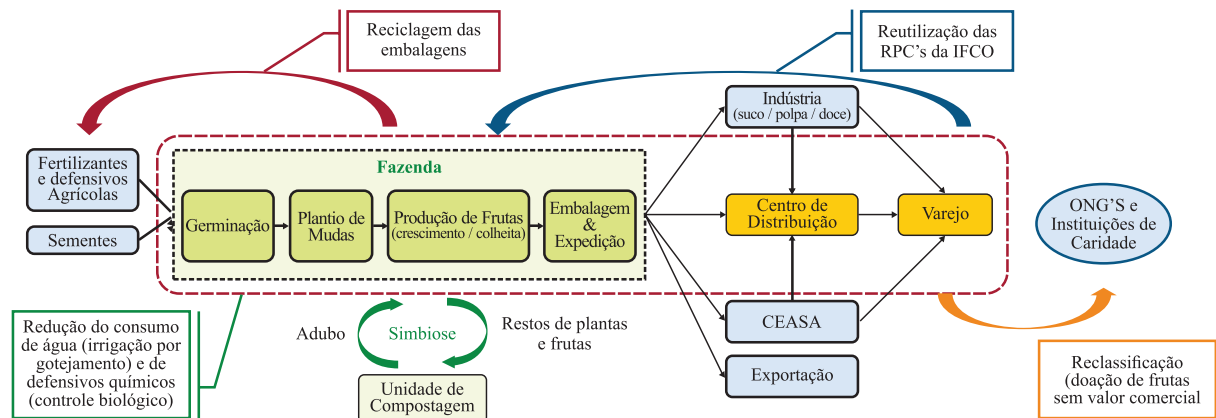


Fonte: Batista et al. (2019).

Outro exemplo interessante, de âmbito regional, é o caso da cadeia de suprimento de frutas frescas, produzidas no Nordeste brasileiro, especialmente aquelas que são direcionadas para exportações. Um estudo recente realizado por Souza (2019) mostrou que, a partir de demandas dos varejistas, principalmente aqueles dos mercados europeus, que estão sujeitos a algumas das iniciativas institucionais supracitadas, bem como a exigências de clientes com maior nível de consciência relacionado à sustentabilidade, os produtores de frutas no Nordeste adotam alguns princípios da economia circular.

O principal resíduo gerado na cadeia de frutas frescas é a água (nas fazendas), que se trata de um recurso essencial e, ao mesmo tempo, escasso, especialmente quando se trata da produção de frutas no semiárido. Para a cadeia lidar com essa questão, existem algumas soluções que podem ser aplicadas para viabilizar o reuso da água. Nos supermercados, o excedente de alimentos (frutas) constitui um resíduo, que pode ser direcionado a doações e/ou mercados secundários. Alguns princípios da EC já são adotados na cadeia de frutas frescas, mas existe potencial para uma maior aplicação desses princípios, como, por exemplo, a reutilização ou “reciclagem” da água, bem como a renovação (utilização de energias renováveis). A Figura 3 mostra alguns dos princípios atualmente adotados na cadeia de suprimento de frutas frescas.

Figura 3 – Princípios da EC na Cadeia de Suprimento de Frutas Frescas



Fonte: Adaptado de Souza (2019).

Esses exemplos apresentados estão longe de esgotar as possibilidades de adesão de diferentes setores da economia brasileira (e nordestina) aos princípios da economia circular. No caso do princípio da renovação, há um forte movimento de empresas de diferentes setores (agropecuária, indústria e comércio/serviços), bem como de pessoas físicas, de investimentos no uso de energias renováveis, por meio da chamada geração distribuída, notadamente voltada à energia solar. Nesse sentido, cada passo desse, mesmo que atendendo a apenas um dos princípios, é importante para o processo de migração do modelo linear de produção para o modelo circular. Nesse caminho, a ação do Banco do Nordeste tem sido importante, e pode se tornar ainda mais, a partir do aproveitamento das oportunidades que surgirão, o que será discutido na seção seguinte.

4.3 Oportunidades para o Banco do Nordeste

O Banco do Nordeste, como principal agente financeiro de apoio aos investimentos de longo prazo na sua área de atuação, pode ter um papel relevante na melhoria dos indicadores relacionados à gestão de resíduos sólidos, bem como na migração das empresas e cadeias produtivas do modelo linear para o modelo circular de produção.

No que diz respeito à gestão de resíduos sólidos, o Banco poderia atuar de duas formas diferentes para contribuir para que as iniciativas e metas previstas na PNRS e no novo marco legal do saneamento possam ser efetivadas. A primeira forma seria na elaboração de estudos para a estruturação de processos de concessões dos serviços de saneamento, em geral, e gestão de resíduos (coleta de lixo, reciclagem, aterros sanitários) em particular, para conjuntos de pequenos municípios (unidades regionais de saneamento ou blocos de referência) da Região, nos moldes do que o BNDES tem feito com grandes companhias estaduais de saneamento. A partir da concretização dessas concessões, o Banco atuaria como principal agente financeiro para os investimentos de longo prazo das empresas concessionárias.

De certa forma, para esse segundo tipo de ação, o BNB já vem se preparando, tendo em vista a existência do programa FNE Proinfra, que tem o saneamento básico como um dos setores atendidos, sendo direcionado aos seguintes públicos-alvo relacionados à prestação de serviços de saneamento, incluindo gestão de resíduos sólidos:

- Pessoas jurídicas de direito privado e empresários registrados na junta comercial que realizem atividades produtivas no setor de infraestrutura;
- Empresas Consorciadas (Consórcios de empresas constituídas para a finalidade de conduzir o empreendimento financiado);
- Empresas públicas (não-dependentes de transferências financeiras do Poder Público), nos empreendimentos considerados prioritários para a economia, em decisão do Conselho Deliberativo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Com relação à atuação para apoiar iniciativas de empresas e cadeias produtivas na migração do modelo de produção linear, para o modelo circular, o apoio que o BNB vem dando para o forte crescimento da geração de energia de fontes renováveis na Região, já há algum tempo, especialmente por meio da fonte eólica e, mais recentemente, para a consolidação da microgeração distribuída no Nordeste, tanto para as empresas (pessoas jurídicas), como para as pessoas físicas, por meio do programa FNE Sol, de certo modo já se configura como uma ação importante do Banco, contribuindo para a adoção do princípio da renovação, que coloca as energias renováveis como principal fonte de energia para a economia circular. Entretanto, tal atuação pode se expandir, a partir do direcionamento do apoio para investimentos das empresas da Região para melhorias tecnológicas e inovações que resultem em maior eficiência dos processos (redução do consumo de insumos), maior possibilidade de reuso de resíduos ou reciclagem, indo ao encontro dos princípios da EC. Algumas análises setoriais elaboradas pelo ETENE já vêm sinalizando a importância desse direcionamento, especialmente naqueles setores que têm trabalhado com baixo nível de utilização

da capacidade e, portanto, menor perspectiva de investimentos em expansão. Isso vale para todos os setores, não apenas setores industriais, como já comentado, por exemplo, no caso da cadeia de frutas frescas.

Para tal, o programa FNE Verde, que tem o objetivo de promover o desenvolvimento de empreendimentos e atividades econômicas que propiciem a preservação, conservação, controle e/ou recuperação do meio ambiente, com foco na sustentabilidade e competitividade das empresas e cadeias produtivas, contempla o financiamento a alguns investimentos que se relacionam à adoção de princípios da economia circular, destacando-se os seguintes itens:

- Controle e prevenção da poluição e da degradação ambiental em suas diversas formas (hídrica, do solo, do ar, sonora, radioativa etc.) e redução de emissão de gases do efeito estufa, envolvendo:
 - Gerenciamento de resíduos sólidos (industriais, domiciliares, de serviços de saúde etc.), líquidos e de emissões gasosas;
 - Redução ou não geração de resíduos;
 - Reciclagem, reutilização e logística reversa;
 - Reaproveitamento de materiais, subprodutos ou produtos reciclados como matéria-prima em processos produtivos;
- Energias renováveis e eficiência energética
- Eficiência no uso de materiais, abrangendo: sistemas para aumento de eficiência no uso de materiais; produção, comercialização ou prestação de serviços relacionados ao uso eficiente de materiais e de recursos naturais; obras civis sustentáveis ou ecológicas;
- Planejamento e gestão ambiental;
- Adequação a exigências legais, contemplando o atendimento a condicionantes de licenças ambientais emitidas por órgãos competentes, e a adequação de empreendimentos às exigências da vigilância sanitária.

Adicionalmente às diferentes iniciativas já existentes, como forma de incentivar as empresas a adotarem processos mais sustentáveis, alinhados aos princípios da economia circular, o Banco poderia adotar alguns indicadores no seu processo de “credit score” que valorizem, ou seja, atribuam pontuações mais altas, a empresas que planejem os seus processos com a inclusão de tais princípios.

A partir dos diferentes aspectos discutidos ao longo desse texto, pretende-se contribuir para que a sociedade brasileira em geral, e nordestina em particular, possa acelerar a transição de uma economia linear para a economia circular, tendo como um primeiro desafio a aderência ao que estabelece a PNRS, dentro dos novos prazos estabelecidos. A partir disso, que já contemplaria um avanço em alguns dos princípios de economia circular, será possível avançar ainda mais e, nesse contexto, o Banco do Nordeste pode se consolidar como um stakeholder de suma importância para esse processo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, L.; GONG, Y.; PEREIRA, S.; JIA, F.; BITTAR, A. Circular supply chains in emerging economies – a comparative study of packaging recovery ecosystems in China and Brazil. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 23, p. 7248-7268, 2019.

BOCKEN, N.; PAUW, I.; BAKKERD, C; GRINTEN, B. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016.

BRUNNER, P. H.; FELLNER, J. Setting priorities for waste management strategies in developing countries. **Waste Management & Research**, n. 25, p. 234-240, 2007.

BURNTLEY, S. J. A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. **Journal of Waste Management**, v. 27, n. 10, p. 1274–1285, 2007.

CETINKAYA, E.; LIU, N.; SIMONS, T. J.; WALLACH, J. **Petrochemicals 2030**: Reinventing the way to win in a changing industry. Disponível em <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/petrochemicals-2030-reinventing-the-way-to-win-in-a-changing-industry> Acesso em 24 Set. 2018.

DO CARMO, S. Adiantamento do prazo para fim dos lixões pode ser aprovado até junho, com MP do Saneamento Básico. **Congresso em Foco**, 12 de maio de 2019. Disponível em <https://cogressoemfoco.uol.com.br/infraestrutura/adiamento-do-prazo-para-fim-dos-lixoes-pode-ser-aprovado-ate-junho-com-mp-do-saneament%E2%80%A6> Acesso em 06 Jul. 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe**. Brussels: European Commission, 2014. Disponível em <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf> Acesso em 28 Jul. 2020.

GENG, Y.; FU, J.; SARKIS, J.; XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 23, n. 1, p. 216–224, 2012.

GHISELLINI, P; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016.

GIUSTI, A.; YI, L. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Journal of Waste Management**, v. 29, p. 1227–1233, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. IBGE divulga as estimativas da população dos municípios para 2019. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25278-ibge-divulga-as-estimativas-da-populacao-dos-municipios-para-2019> Acesso em 24 Jul. 2020.

JABBOUR, A. B. L. de S. et al. Circular economy business models and operations management. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 1525-1539, 2019.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, 135-158, 2011.

LACY, P; RUTQVIST, J. **Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage**. Palgrave Macmillan: UK, 2015.

LÉON-BRAVO, V.; CANIATO, F. Sustainability assessment in the fresh fruit and vegetables supply chain. In: 24th European Operations Management Association International Conference, 2017, Edinburg, Scotland. **24th EurOMA Conference Proceedings**. Brussels: EurOMA, 2017.

LOVINS, A.; BRAUNGART, M. **A New Dynamic - Effective Business in a Circular Economy**. 2 ed. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2014.

- MATHEWS, J. A.; HAO, T. Progress toward a circular economy in China: the drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 435-457, 2011.
- MAZUI, G.; RODRIGUES, P. Bolsonaro sanciona com vetos novo marco legal do saneamento básico. **Política G1**, 2020. Disponível em <https://g1.globo.com/politica/noticia/2020/07/15/bolsonaro-sanciona-novo-marco-legal-do-saneamento-basico.ghtml> Acesso em 16 Jul. 2020.
- MINGHUA, Z.; XIUMIN, F.; ROVETTA, A.; QICHANG, H.; VICENTINI, F.; BINGKAI, L.;
- MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, p. 369-380, 2017. LÉON-BRAVO; CANIATO, 2017
- RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G. Ö., 2017. Barriers to the circular economy e integration of perspectives and domains. **Procedia CIRP** 64, 7-12. In: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>.
- SEHNEM, S.; PEREIRA, S. C. F. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.
- SOUZA, A. L. Economia Circular na Cadeia de Frutas Frescas. 2019. 97f. **Dissertação** (Mestrado em Administração de Empresas) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas, Universidade de Fortaleza, Fortaleza-CE.
- SUJAUDDIN, M.; HUDA, M. S.; RAFIQUH HOQUE, A. T. M. Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh. **Journal of Waste Management**, v. 28, p. 1688–1695, 2008.
- WEBSTER, K. **The Circular Economy - a Wealth of Flows**. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation, 2015.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up across Global Supply Chains**. Geneva, 2014.
- WORLDSTEEL ASSOCIATION. **World Steel in Figures 2018**. Disponível em <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f9359dff-9546-4d6b-bed0-996201185b12/World%2520Steel%2520in%2520Figures%25202018.pdf> Acesso em 26 Jul. 2018.
- ZANG, H. M. The Research on Theory and Application in the Circular Economy of Urban. **Phd Dissertation**, Tongji University, Shanghai, China, 2006.