



Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos

 José Paulo Cosenza¹,  Eurídice Mamede de Andrade²,  Gardênia Mendes de Assunção³

¹Doutor em Contabilidade e Finanças, Universidade de Zaragoza – Espanha. jpcosenza@id.uff.br

²Doutora em Planejamento Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil. euridice.mamede@gmail.com

³Mestre em Administração, Universidade Federal Fluminense - Brasil. gardeniassuncao@gmail.com

Cite como:

Cosenza, J. P., Andrade, E. M., & Assunção, G. M. (2020). Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 9(1), 1-30, e16147. <https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16147>.

Resumo

Objetivo: apresentar uma visão global do tema economia circular, tentando mostrar os aspectos mais relevantes na implantação desse conceito e as práticas a si inerentes.

Metodologia: estudo de caso, com abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, baseado na revisão de documentos e normas pertinentes às medidas dirigidas ao gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil.

Relevância: o trabalho contribui para a discussão acadêmica sobre um conceito que se insere no âmbito do anseio mundial, assentado na produção e eliminação de resíduos, apostando nos conceitos de reutilização, reparação e renovação de materiais e energia e visando o crescimento econômico e o desenvolvimento humano preservando o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Resultados: foi possível mostrar o movimento para incorporar a economia circular na produção e consumo no Brasil, destacando a necessidade de superar diferentes barreiras e desafios para viabilizá-lo de acordo com os critérios de sustentabilidade ambiental, conforme definido conceitualmente para a promoção da economia circular.

Contribuições: a partir da discussão teórica, associada à pesquisa empírica, as principais contribuições estão vinculadas ao fato de se dar ênfase às ações brasileiras de transformação de resíduos sólidos urbanos em energia e se descrever os principais aspectos relativos ao regulamento da logística reversa no Brasil, de modo a identificar sua vinculação com a economia circular.

Conclusão: observou-se a necessidade de uma grande mudança cultural, a partir da educação ambiental, articulada com um bom processo de sensibilização e comunicação social.

Palavras-chave: Economia circular. Sustentabilidade. Eficiência de Recursos. Gestão de resíduos. Recuperação de energia.

A circular economy as an alternative for Brazil's sustainable growth: analysis of the National Solid Waste Policy

Abstract

Objective: to present a global view of the circular economy, showing the most important elements of the implementation of this concept and its inherent practices.

Methodology: the procedure chosen is qualitative, exploratory, and descriptive, based on the review of the documents and norms pertinent to the measures aimed at solid waste management in Brazil.





Relevance: the research contributes to the academic discussion about a concept that is a world's concern, based on the production and disposal of waste, investing in reuse, repair, and renovation of materials and energy, and aiming at economic growth and human development while preserving the environment and sustainable development.

Results: the results show that, in Brazil, the actions to incorporate a circular economy into production and consumption need to overcome different barriers and challenges to render it viable according to the sustainable development criteria.

Contributions: the main contributions are linked to the emphasis on the Brazilian actions to transform municipal solid waste into energy and describe the key aspects related to the regulation of reverse logistics in Brazil, in order to identify its link with the circular economy.

Conclusion: there is a need for a deep cultural change, having as its starting point environmental education, at all levels, linked to a good process of awareness raising and social communication.

Keywords: Circular economy. Environmental sustainability. Resource efficiency. Waste management. Energy recovery.

La economía circular como alternativa al crecimiento sostenible brasileño: análisis de la Política Nacional de Resíduos Sólidos

Resumen

Objetivo: presentar una visión global del tema de la economía circular, tratando de mostrar los aspectos considerados como los más importantes en la implementación de este concepto y las prácticas a él inherentes.

Metodología: estudio de caso con enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, basado en la revisión de una muestra de documentos y estándares pertinentes a las medidas dirigidas a la gestión de residuos sólidos en Brasil.

Pertinencia: el trabajo contribuye a la discusión académica sobre un concepto que forma parte del anhelo mundial, basado en la producción y eliminación de residuos, centrándose en los conceptos de reutilización, reparación y renovación de materiales y energía y apuntando al crecimiento económico y el desarrollo humano preservando el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Resultados: fue posible evidenciar el movimiento para incorporar la economía circular en la producción y en el consumo en Brasil, mostrando la necesidad de superar diferentes barreras y desafíos para tornarla factible según el criterio de sustentabilidad ambiental, como se define conceptualmente para la promoción de la economía circular.

Aportes: a partir de la discusión teórica, asociada a la investigación empírica, las principales contribuciones están vinculadas al énfasis en las acciones brasileñas de transformar los residuos sólidos urbanos en energía y describir los principales aspectos relacionados con la regulación de la logística inversa en Brasil, para identificar su vínculo con la economía circular.

Conclusión: se observó la necesidad de un gran cambio cultural, empezando por la educación ambiental, articulado con un buen proceso de sensibilización y comunicación social.

Palabras clave: Economía circular. Sostenibilidad. Eficiencia de recursos. Gestión de residuos. Recuperación energética.



1 Introdução

Um olhar sobre as políticas ambientais no contexto internacional revela o aumento da preocupação mundial com a questão da geração de resíduos, devido aos impactos causados pelo modelo tradicional de produção industrial que se baseia na extração de matéria prima e sua transformação em produtos gerando resíduos ao longo do processo e, também, ao final após seu consumo.

Tal modelo econômico não contribui para a promoção de um futuro sustentável, já que a economia funciona de forma linear (extração, produção, consumo e resíduos), resultando no uso excessivo dos recursos naturais em um ritmo mais acelerado do que sua capacidade de regeneração, em uma ponta, e na geração de montanhas de resíduos urbanos, na outra.

Para contrapor-se a esse insustentável modelo econômico linear surge o conceito de economia circular, que propõe uma mudança comportamental na maneira de consumir e utilizar os recursos naturais e resíduos. Em termos práticos, a economia circular traz como proposta mudança na forma de *design* e consumo dos produtos, no processo de exploração de matérias primas e resíduos e na ação conflituosa entre a sustentabilidade ambiental e o crescimento econômico. Trata-se, portanto, de uma solução que, pelo menos teoricamente, une o modelo sustentável com o ritmo tecnológico e comercial do mundo moderno, minimizando o impacto humano no meio ambiente.

Nesse contexto, e levando em consideração o estágio atual em que a economia circular se espalha pelo mundo, este artigo tem como questão de pesquisa discutir a relação entre a gestão de resíduos sólidos e a economia circular no Brasil, delimitada por quatro principais realidades concretas: (1) Quais são as estratégias de sustentabilidade (regenerar e restaurar) desenvolvidas no Brasil cobertas pelos três princípios fundamentais nos quais a economia circular se baseia? (2) Como estão as iniciativas brasileiras destinadas a transformar resíduos sólidos urbanos em energia aplicando a logística reversa? (3) Quais são as barreiras que atrasaram ou impediram um progresso mais efetivo dessas iniciativas no Brasil? (4) Quais aspectos da norma brasileira para gerenciamento de resíduos sólidos são consistentes com os fundamentos da economia circular?

Por conseguinte, este artigo tem como objetivo apresentar uma visão global do tema economia circular, tentando mostrar os aspectos considerados como os mais importantes na implantação desse conceito e as práticas a si inerentes. O método utilizado, além da revisão bibliográfica, se baseia em uma abordagem qualitativa descritiva e exploratória, através de uma análise crítica aplicada ao estudo de documentos e normas pertinentes às medidas voltadas ao gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. Na seleção da amostra da pesquisa, foi levado em consideração o papel fundamental desempenhado pelos padrões de



gestão de resíduos, uma vez que [dependendo de sua natureza jurídica] eles têm o poder de aplicação total em qualquer cadeia produtiva, podendo influenciar o crescimento econômico do país. Por essa ótica, a base teórica aplicada a este artigo dá ênfase às ações brasileiras de transformação de resíduos sólidos urbanos em energia e descreve os principais aspectos relativos ao regulamento da logística reversa no Brasil, de modo a identificar sua vinculação com a economia circular.

A pesquisa se justifica por trazer a discussão acadêmica para um tema atual, presumindo que a efetividade da economia circular não apenas prolongaria a existência de certos recursos naturais, mas também permitiria o crescimento econômico e o desenvolvimento humano preservando o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

O artigo está organizado em quatro seções. Nesta primeira seção, é realizada a contextualização do estudo, detalhando sua questão de pesquisa, objetivo, justificativa e relevância, além das contribuições que pretende propiciar. A segunda seção discute os referenciais teóricos que deram suporte conceitual ao desenvolvimento do estudo, fazendo uma breve análise dos principais componentes associados ao conceito de economia circular e discutindo as ações a serem desenvolvidas para a transição da gestão de resíduos no país para uma economia mais circular. Nesse contexto, também são descritos os aspectos regulatórios relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. Na terceira seção, é realizada uma análise da aderência dos mecanismos regulatórios brasileiros na questão da economia circular e discutidas as barreiras à sua implementação no Brasil, já que existem inúmeras dificuldades que restringem ou impedem a efetiva possibilidade de promoção de um modelo brasileiro de economia circular. Na quarta e última seção, são apresentadas as conclusões e reflexões finais sobre o assunto, seguidas pelas referências utilizadas na análise.

2 Referencial teórico

O sistema econômico atual, baseado em uma abordagem linear ("extrair-consumir descartar"), deverá levar o planeta a um cenário de escassez e de maior degradação ambiental, face ao aumento da população mundial e à carência de recursos para satisfazer as necessidades presentes de consumo (Almeida et al., 2016).

Para Steffen et al. (2015), o modelo econômico vigente nos dias de hoje não é mais sustentável. Em parte, segundo Cerdá e Khalilova (2016, p. 11), por estar atingindo seus limites físicos, ao aplicar um modelo econômico linear predominantemente baseado em "pegar, fazer, usar, jogar", confiando na disponibilidade de grandes quantidades, baratas e facilmente acessíveis, de materiais e energia.

Nessa contradição, o desenvolvimento sustentável pode ser considerado a solução



mais plausível para os problemas decorrentes dessa escassez de recursos naturais e matérias primas e os provocados pela poluição gerada pela atividade humana. Com esse conceito sistêmico tenta-se encontrar uma nova maneira de pensar a economia, contrastando ao modelo linear atualmente em vigor, ao incorporar a preocupação com a natureza, via de extração da matéria prima, aos aspectos de um sistema de consumo em massa.

Da perspectiva do desenvolvimento sustentável, o conceito de economia circular pode ser concebido como uma solução alternativa e viável para romper com esse paradigma (o modelo linear), tornando-se uma questão integral que vem ganhando primazia na agenda da sociedade civil, das empresas e dos órgãos governamentais. A economia circular tem recebido maior atenção também na comunidade acadêmica internacional (ver Andersen, 2007; Ghisellini et al., 2016; Lieder & Rashid, 2016; Su et al., 2013), já existe uma preocupação legítima com o futuro da humanidade, caso o modelo econômico linear de produção e consumo não seja substituído por outro economicamente mais sustentável.

A forte pressão exercida pela sociedade moderna, em relação à preservação dos recursos naturais do planeta, exige uma reorientação do modelo econômico atual, buscando aplicar uma metodologia de produção-consumo mais sustentável (Simões, 2017). A continuidade dessa imposição quantitativa aos recursos naturais faz necessário aplicar "uma perspectiva interdisciplinar ou transversal" e "uma reorientação completa do pensamento do desenvolvimento" (Hogan, 1993, p. 57). Portanto, para se analisar cada um dos elementos do processo econômico circular em sua forma específica, é necessário recorrer a uma abordagem multidisciplinar integrando as áreas ligadas às ciências sociais e naturais.

Além disso, a conquista de um novo modelo alternativo para o *mainstream* implica, também, no estímulo de novas práticas de gestão e na mudança de comportamento da sociedade, no que diz respeito à produção de bens para consumo e geração de resíduos industriais e lixo, orgânicos e inorgânicos. A gestão de resíduos, por sua vez, é uma questão vital a considerar nas políticas e planos de desenvolvimento de uma localidade (Suárez et al., 2018). Por isso, especialmente no nível industrial, a gestão de resíduos assumiu grande relevância nas perspectivas econômica, social e ambiental, tornando-se também uma prioridade estratégica nas políticas governamentais dos países (Almeida et al., 2016). Com isso, o tema economia circular mostra ser um conceito fundamental e central no contexto visionário da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável.

Como na economia circular pressupõe-se a criação e manutenção de fluxos contínuos de uso de recursos, tanto no ciclo biológico quanto no técnico, aumenta a necessidade de uma gestão mais inteligente dos recursos não renováveis, a fim de prolongar sua existência. O objetivo é retardar a extração de matérias primas e maximizar a reutilização de materiais, além de promover a melhoria da produção e desenvolvimento de



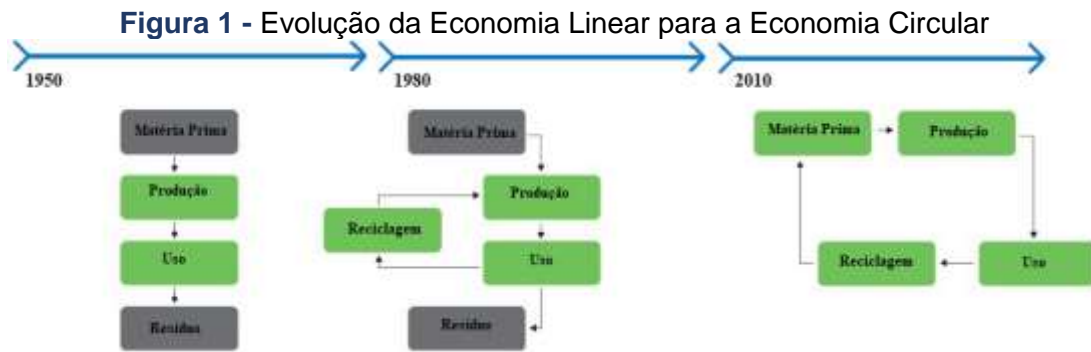


produtos, buscando um uso menos intensivo dos recursos. Note-se que a geração de resíduos nas cidades é responsável por muitos dos atuais impactos ambientais no mundo inteiro. Esses impactos devem-se tanto ao consumo excessivo de uma minoria da população mundial, que resulta em déficit de recursos, quanto aos efeitos que a má gestão de resíduos exerce sobre o meio ambiente e a sociedade.

2.1 Fundamentos básicos da economia circular

O termo economia circular apareceu pela primeira vez em 1976, em um relatório apresentado à Comissão de Energia das Comunidades Europeias (hoje, Comissão Europeia), intitulado "*Potential for Substitution Manpower for Energy*", de Walter R Stahel e Geneviève Reday-Mulvey, tornado público cinco anos depois no livro "*Jobs for Tomorrow, the Potential for Substituting Manpower for Energy*" (CSR Piemonte, 2019). Stahel e Reday-Mulvey (1981) defenderam a tese (absolutamente revolucionária para a época) de que a "segunda vida" dos bens, até então completamente subvalorizada, oferecia enormes possibilidades de desenvolvimento econômico e social, ao mesmo tempo em que mitigaria os impactos dos processos econômicos sobre o meio ambiente. De acordo com CSR Piemonte (2019), no relatório, os autores propuseram aos tomadores de decisões políticas que se envolvessem em uma complexa mudança de perspectiva global, aprimorando novas habilidades e competências que pudessem dar nova vida aos objetos, na certeza de que já existiriam clientes prontos para comprá-los.

Em 1982, Stahel ganhou o Prêmio Mitchell Internacional sobre Desenvolvimento Sustentável (Barbosa, 2018). No seu artigo intitulado "*The Product-Life Factor*", ele descreveu uma modelagem de economia em circuito fechado, em que sugeriu que a extensão da vida útil dos bens teria relação direta com o esgotamento dos recursos naturais. Esse trabalho seminal pode ser considerado a primeira manifestação teórica em direção ao conceito de economia circular. A análise da evolução do modelo econômico adotado pelas empresas, nos últimos 70 anos, revela uma considerável tentativa de mudança de rumo, a partir dos anos 80, quando começaram as exigências de se repensar as estratégias e modelos de mercado para garantir a competitividade dos setores industriais e o patrimônio dos recursos naturais, alterando-se o tradicional modelo de economia linear para o modelo de economia circular, conforme mostrado na figura a seguir:



Fonte: Adaptado pelos autores, com base em Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare & Ministero dello Sviluppo Economico, 2017, p. 5.

Apesar de estar em uma crescente na agenda dos formuladores de políticas e conhecimento em todo o mundo (Brennan et al., 2015; EC, 2015; Lieder e Rashid, 2016; EMF, 2013a), a relação conceitual entre a economia circular e a sustentabilidade ainda não é clara (Geissdoerfer et al., 2017). Em termos práticos, a economia circular refere-se a um modelo de economia industrial que é, por projeto ou intenção, restaurador e que se concentra no conceito de ciclos contínuos (*cradle-to-cradle principles*) e na sustentabilidade dos materiais. Portanto, pelo conceito de economia circular, questões como compras sustentáveis de matérias primas, processos de produção e design ecológicos, adoção de modelos de distribuição e consumo mais sustentáveis, desenvolvimento de mercados secundários de matérias primas tornam-se elementos-chave para o êxito empresarial e transição gradativa em direção a uma sociedade sustentável.

Geissdoerfer et al. (2017, p. 759) definem a economia circular como um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos e o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento do fluxo de material e energia. Segundo os autores, isso pode ser alcançado em uma perspectiva de longa duração (maior durabilidade dos produtos) por meio do projeto, da manutenção, do reparo, da reutilização, da remanufatura, da restauração e da reciclagem.

Sendo assim, a passagem para um modelo de economia circular implicará em uma mudança de paradigma, uma vez que demandará uma nova forma de pensar o fluxo de produção. Portanto, a transição do já consolidado modelo linear de desenvolvimento econômico para um modelo circular significa que em cada uma das fases que constituem o ciclo de vida de um produto – do design à produção, até o final da vida útil do mesmo (CSR Piemonte, 2019, p. 9-10). Nessa ótica é preciso concentrar em: (i) Minimizar o consumo de recursos naturais; (ii) Reduzir o emprego de energia; (iii) Evitar a geração de resíduos; e (iv) Maximizar a criação de valor social e ambiental. No diagrama seguinte se mostra como deve ser concebido o processo de fabricação em um modelo de economia circular, desde a concepção do produto até sua obsolescência final.



Figura 2 - Processo de design para o desenvolvimento de produtos circulares



Fonte: Adaptado pelos autores, com base em Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare & Ministero dello Sviluppo Economico, 2017, p. 27.

Olhar a economia como processo circular significa a possibilidade de se "apresentar todo o sistema das relações econômicas como uma longa estrada que faz um grande círculo e volta ao ponto de partida" (Leontief, 2007, p. 129). De maneira concreta, "a transição para uma economia circular redireciona o foco para a reutilização, reparação, renovação e reciclagem dos materiais e produtos existentes, ou seja, o que era visto como um “resíduo” pode ser transformado em um recurso" (Simões, 2017, p. 15-16).

Portanto, a economia circular consiste em uma "resposta ao desejo de um crescimento sustentável no contexto da pressão crescente que a produção e o consumo exercem sobre o ambiente e os recursos mundiais" (CE, 2014). Trata-se de um sistema industrial regenerativo e restaurador por princípio, visando substituir o conceito de 'fim de vida' por um uso renovável, mantendo os produtos, componentes e materiais no seu mais alto nível de utilidade e valor ao longo do tempo (EMF, 2012, p. 7). Cite-se a importância do trabalho da Ellen MacArthur nesse contexto, pois essa fundação vem divulgando uma série de publicações sobre o tema, incluindo um livro de Webster (2015) e uma série de relatórios (EMF, 2014; 2013a; 2013b), além de atuar, também, como um centro de colaboração para empresas, formuladores de políticas e universidades.

Na seguinte figura é mostrado um processo contínuo de reabsorção e reciclagem, assentado na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, conforme apregoado nos fundamentos de uma economia "mais circular". Como se pode observar, “a transição para uma economia circular redireciona o foco para a reutilização, reparação, renovação e reciclagem dos materiais e produtos existentes, ou seja, o que era visto como um “resíduo” pode ser transformado em um recurso” (Simões, 2017, p. 15-16).





Figura 3 - Processo sequencial típico da Economia Circular



Fonte: Simões, 2017, p. 16.

A economia circular oferece uma plataforma de benefícios em matéria de gestão resíduos, principalmente através de medidas que favoreçam a reciclagem e a reutilização. No conceito de economia circular, as vantagens auferidas podem ser incluídas em quatro macro áreas, nomeadamente, economia, meio ambiente, uso de recursos e aspetos sociais, conforme mostrado na figura a seguir:

Figura 4 - Benefícios da economia circular



Fonte: Adaptado pelos autores, com base em Simões, 2017, p. 17.

2.2 Medidas necessárias ao gerenciamento sustentável de resíduos

Ultimamente tem aflorado um forte desejo mundial para com a questão da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável. Cada vez mais, são feitas críticas ao



conceito de 'fim de vida' definido no modelo de economia linear, que se baseia fortemente na produção e disposição de resíduos. Por conta disso, urge redefinir um novo padrão industrial capaz de caracterizar melhor os conceitos de reutilização, reparo e renovação de materiais e energia.

Por conseguinte, cresce a necessidade de se criar um referencial estratégico para crescimento e investimento pautado no uso racional da produção, com base na valorização dos recursos naturais e na minimização dos impactos ambientais. Em virtude disso, emergem vários compromissos internacionais à luz dessa construção de ideias, como tentativa de se estabelecer um modelo de regulação que possa disciplinar a sociedade mundial em sua interação com o ecossistema e o meio ambiente em que vive. Dessa concepção, exemplos de ações como o Acordo de Paris e algumas recentes propostas concretas para promover os princípios da economia circular em termos de legislação dos países desenvolvidos. A China (ver Geng et al., 2012; 2013) e o próprio Continente Europeu (ver EC, 2014; 2015) enquadram a condução desse atual desafio em matéria de políticas públicas, embora ainda não haja indicadores bem organizados ou unificados para mensurar efetivamente os sistemas que aplicam esse conceito.

No caso da União Europeia, foi aprovado em 02.07.2014 um plano de ação para instituição de uma economia circular (*EU action plan for the circular economy: progress so far*), visando implantar um programa para acabar com os resíduos na Europa. Este pacote de medidas procurou apoiar a transição para uma economia circular na União Europeia, incluindo propostas legislativas sobre resíduos, reciclagem e reutilização (Santos, 2019). Também incluiu o calendário para o desenvolvimento e adoção de uma política estratégica destinada a acabar com o desperdício na Europa. As ações propostas nesse plano de ação concentraram-se nas medidas necessárias para implementar a economia circular, em termos de concepção de produção, consumo, gestão de resíduos, matérias primas secundárias, materiais plásticos e alimentos, matérias primas críticas, resíduos de construção e demolição, biomassa e biomateriais (materiais baseados em recursos biológicos, como madeira, culturas ou fibras), inovação e investimento, além de outras medidas horizontais para monitorar e desenvolver uma estrutura para abordar a economia circular (CE, 2015).

No caso brasileiro não foi adotada, ainda, nenhuma estratégia mais efetiva visando implementar a economia circular como política pública. Na prática, esse tema começa a dar seus primeiros passos no Brasil meio que “ao sabor da onda”, como um ‘modismo’, com base em novas abordagens à gestão de resíduos, mas ainda necessita avançar mais, já que a economia circular, como proposta, vai bem além do «Princípio dos 3Rs» (reduzir, reutilizar e reciclar). Em sua essência, esse conceito reúne, pelo menos teoricamente, a adequação do modelo sustentável com o ritmo tecnológico e comercial do mundo atual; ou seja, trata-se



de uma ideia que procura repensar as práticas econômicas, ambicionando manter produtos, componentes e materiais em circulação, tirando proveito do máximo de valor e utilidade entre os ciclos técnicos e biológicos.

Dessa perspectiva, a gestão de resíduos desempenha um papel crucial na economia circular, uma vez que implementa a hierarquia dos resíduos determinando uma ordem de prioridade, desde a prevenção, passando pela preparação para a reutilização, a reciclagem e a recuperação de energia, até o descarte, como é o caso da deposição em aterros sanitários (CE, 2015). O marco regulatório brasileiro em relação à questão dos resíduos foi introduzido através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Essa lei contempla as principais diretrizes de sustentabilidade e entre seus princípios e instrumentos destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e pela logística reversa, elos essenciais para viabilizar a reintegração de resíduos em um novo ciclo econômico (Brasil, 2010a).

Baseado nessa regulação, o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil passou a ter na redução da geração de resíduos e no combate à poluição suas diretrizes mais relevantes para a sustentabilidade. Além da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída em 1999, a PNRS articula-se com a Política de Recursos Hídricos (PNRH), de 1997, com a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), de 2009 e com o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Este último, sancionado pela Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e determina, no artigo 7º, que se incluam entre as atividades de serviços públicos de gestão de resíduos sólidos urbanos, o tratamento de resíduos domésticos e a gestão de resíduos sólidos a partir da limpeza de estradas e espaços públicos (Brasil, 2007).

Em seu artigo 33, este regulamento determina quem está obrigado a estruturar e implementar sistemas de logística reversa pós-consumo, para evitar descarte incorreto. Em outras palavras, aumentar a reciclagem e reduzir o depósito de resíduos municipais em aterros sanitários. Isso deve ser feito independentemente do serviço de limpeza urbana e gerenciamento de resíduos sólidos. Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são os agentes responsáveis pela devolução de contêineres de pesticidas e seus resíduos, pilhas e baterias elétricas, pneus, óleos lubrificantes usados e resíduos de embalagens, além de resíduos resultantes da eliminação de dispositivos eletrônicos (Brasil, 2010a).

Dentre os objetivos presentes na PNRS, destaca-se o «Princípio dos 3Rs», que significa Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Esse princípio se baseia na mudança de hábitos de consumo, que deve ser feita com mais consciência, diminuindo a demanda por recursos naturais, com a conseqüente redução na geração de descarte de resíduos no meio ambiente (Machado, 2015). O paradoxal é que esse comportamento implica uma





responsabilidade individual esperada para dar solução a um problema coletivo, em outras palavras, será necessário haver uma conscientização individual para mudança de hábitos pessoais.

Além da legislação federal, estados e municípios também atuam de forma autônoma no estabelecimento de regulações próprias, normatizando a gestão de resíduos e a logística reversa, dentro dos limites estabelecidos na PNRS. Com isso, o desenvolvimento de planos de gestão integrada de resíduos sólidos segue uma ordem de ação prioritária, a saber:

- (i) não geração;
- (ii) a redução;
- (iii) a reutilização;
- (iv) a reciclagem e tratamento de resíduos (inclui resíduos misturados);
- (v) a disposição final ambientalmente adequada de resíduos.

Para uma disposição final adequada é necessário uma distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a se evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança populacional e minimizar os impactos ambientais adversos, uma vez que representam resíduos cujas possibilidades de uso já foram totalmente esgotadas, tendo em vista terem sido considerados inadequados para qualquer outro tipo de aproveitamento, seja econômico, social ou ambiental.

Portanto, da perspectiva de avançar para uma economia sustentável, faz-se necessário que os resíduos possam ser reutilizados de alguma forma, conforme suas características e especificidades; dito de outra maneira, devem ser reinseridos nos processos produtivos ou reutilizados em outras empresas ou utilidades.

De acordo com a PNRS, para favorecer o retorno de materiais nas condições adequadas para sua reintegração novamente na produção, a otimização do processo requer uma articulação entre todos os envolvidos em toda a cadeia de valor e levando em consideração todo o ciclo de vida dos produtos, do produtor ao consumidor. Da visão da logística reversa, para o aproveitamento em cascata de materiais em outras aplicações, é necessário que as cadeias de logística reversa sejam otimizadas do início ao fim. Portanto, "é essencial desenvolver competências, habilidades e infraestrutura para se avançar em direção a uma maior circularidade" (Ellen MacArthur Foundation, 2015, p. 18).

Partindo dessas considerações, o caminho brasileiro em direção à instituição de uma política nacional alinhada ao conceito de economia circular demandaria a adoção de algumas ações estratégicas em matéria de políticas de promoção de uso eficiente de recursos: na gestão e valorização de fluxos específicos de resíduos, na eficiência energética, e no crescimento verde. Para isso, no Quadro 1 se desenvolve um "protocolo de





acompanhamento e monitorização” em que são definidas sete ações de nível macro que contêm os elementos principais a serem considerados no âmbito do desenvolvimento e implementação da economia circular. Baseado no Plano de Ação da União Europeia para a Economia Circular (CE, 2014; 2015) e no Plano de Ação para a Economia Circular de Portugal (PAEC, 2017), o nível macro tem como elementos centrais o produto, o consumo, o desperdício ou matérias primas secundárias e o conhecimento. Nas ações no nível macro se pode constatar que será precisamente a quinta ação (Nova Vida para Resíduos), que se utilizará como objeto de comparação com as iniciativas brasileiras no segmento de logística reversa (em face da legislação vigente), haja vista que o Brasil ainda se encontra em estágios iniciais rumo à economia circular.

Quadro 1 - Plano de Ação para Adoção da Economia Circular

Ações à nível macro	Elementos principais	Título da ação
Ação 1	Produto + Consumo	Desenhar, reparar e reutilizar: uma responsabilidade ampliada do produtor.
Ação 2	Consumo	Incentivar o mercado circular: investimento, produção, uso e consumo sustentável.
Ação 3	Consumo + Conhecimento	Educar para a economia circular: conhecer, aprender, comunicar e sensibilizar.
Ação 4	Consumo + Resíduos	Alimentar sem sobra: combate ao desperdício e redução de resíduos orgânicos.
Ação 5	Resíduos	Nova vida aos resíduos: resíduos, subprodutos e matérias primas secundárias.
Ação 6	Consumo + Resíduos	Regenerar recursos: reutilização da água e uso sustentável de nutrientes.
Ação 7	Conhecimento	Investigação e inovação em economia circular: investigação e inovação.

Fonte: Elaboração própria a partir da análise de Grupo Interministerial Economia Circular, 2017, p. 34-45.

Por meio do planejamento proposto é possível identificar as medidas necessárias para a efetiva e eficaz implementação da economia circular, principalmente nas áreas de design de produto, processos de produção, consumo, gestão de resíduos, mercado secundário de matérias primas e inovação, conforme definido pela Comissão Europeia (CE, 2015). Segundo Gonçalves (2017, p. 12), essa planificação também identifica materiais e setores prioritários, em particular a indústria que produz plástico. O planejamento inclui, ainda, compromissos globais voltados para ações específicas em áreas como desperdício de alimentos, matérias primas críticas (biomassa e bioprodutos), resíduos industriais e de mineração, consumo e compras públicas (construção e demolição).

A partir de tal plano estratégico é possível caminhar rumo a um modelo de economia circular, obtendo benefícios econômicos, sociais e ambientais com uma melhor gestão dos resíduos urbanos, com uma série de medidas e objetivos juridicamente vinculativos que melhorarão a eficiência dos recursos e aumentarão a reciclagem e a reutilização e tenderão à eliminação progressiva da deposição de aterros sanitários, principalmente nos grandes centros urbanos do país.



3 Análise e discussão

Os resultados são apresentados a seguir, divididos em duas etapas, onde: (i) analisamos a aderência dos mecanismos reguladores brasileiros ao modelo de economia circular, em relação aos pressupostos teóricos e práticos presentes no debate sobre economia circular; e (ii) discutimos as principais barreiras para a implementação desse novo conceito econômico no Brasil.

3.1 Adesão brasileira à economia circular

Para determinar o grau de adesão da PNRS ao desenvolvimento sustentável realizou-se uma análise descritiva dos impactos de seu conteúdo para vinculá-los aos fundamentos da economia circular.

Os esforços para alcançar uma conduta ambientalmente sustentável no Brasil, de acordo com o conceito de economia circular, estão sendo desenvolvidos enfrentando muitos desafios atuais nas políticas públicas e na estratégia econômica. Existem, hoje, iniciativas que mostram o compromisso brasileiro de impulsionar hábitos e consumo mais alinhados ao desenvolvimento sustentável, em que as diretrizes de entidades públicas e privadas, embora ainda que de forma relativamente lenta, motivam a movimentação rumo a um cenário de economia circular.

Pela ótica de utilização racional de recursos e geração de resíduos, quanto mais eles forem recuperados e reutilizados, menor será a necessidade de extraí-los e produzir seus componentes. Conseqüentemente, o grau de contaminação também terá que ser menor e o estoque de recursos para as gerações futuras, por sua vez, será maior. Entretanto, nesse contexto de economia circular, os instrumentos, mecanismos e regulamentações brasileiros sobre gestão de resíduos ainda procuram timidamente contemplar algumas características desses princípios de comportamento socialmente sustentável.

Para verificar o nível de aderência aos princípios da economia circular de propostas contidas nas diretrizes brasileiras de gestão de resíduos, a PNRS é estudada e avaliada comparativamente ao plano de ação para adoção da economia circular proposto no Quadro 1. Nesse sentido, os pontos de convergência serão identificados com o objetivo de saber o que já foi iniciado e o que ainda precisa ser coberto na futura estrutura regulatória do Brasil para adaptar-se ao desenvolvimento da economia circular.

Conforme já foi comentado, em nível macro, a PNRS contempla apenas ações dirigidas à questão dos resíduos (Ação 5), em termos da vida útil dos resíduos, subprodutos e matérias primas secundárias. Com relação ao nível de comprometimento das normas brasileiras de gestão de resíduos com os fundamentos da economia circular, no Quadro 2



são apresentados sete indicadores de controle de adequação ou "verificação" para calcular o grau de transição para uma economia circular, classificados na dimensão "transformar resíduos em produtos com valor agregado".

No Quadro 2 está apresentado um resumo da aderência das regulamentações brasileiras voltadas ao gerenciamento de resíduos aos conceitos da economia circular. De certa forma, praticamente todos os indicadores estão contidos na norma brasileira, seja como princípio, diretriz ou objetivo. Os indicadores que lidam com a geração e deposição em lixões ainda estão sendo abordados predominantemente teoricamente nas atuais regulamentações, levando em consideração as características e dificuldades que se tem para se estabelecer metas e controlar ou fiscalizar essas atividades em termos locais. Os outros três indicadores estão relacionados à reciclagem e são determinados de forma mais patente na norma brasileira e podem ser avaliados em seus resultados práticos, embora ainda timidamente.

Quadro 2 - Análise da adesão da PNRS aos indicadores para transformar resíduos em recursos

INDICADOR	MEDIDA
1 Geração de resíduos, com exclusão dos resíduos de mineração, resíduos dragados e solo contaminado (kg/per capita).	Com base nas informações fornecidas pelos municípios sobre o volume de resíduos per capita, são incentivados esforços para não gerar e reduzir os atuais níveis de emissão de resíduos; mas não há prazos ou indicadores para tal controle (Art. 7, II; Art. 30, III; Art. 38, entre outros).
2 Taxa de depósito em aterro (%), excluindo resíduos de mineração, dragagem e contaminação do solo (definida como o volume de resíduos enviado para depósito de aterro (direta ou indiretamente) dividido pelo volume de resíduos tratados (excluindo mineração, dragagem e resíduos contaminados do solo)	Os depósitos em aterros sanitários são considerados adequadamente justificados ambientalmente para os desperdícios de residuais, incluindo resíduos mistos (art.3, VIII; art.9, §1; art.54; entre outros). Ainda é a principal metodologia para o depósito final de resíduos. A norma estabelece que os municípios sejam responsáveis pelo gerenciamento, controle e criação de indicadores de desempenho. Havia um compromisso assinado em longo prazo, mas não foi cumprido. Por isso, entidades de classe e agências ambientais fornecem os dados, embora subestimados.
3 Geração de resíduos urbanos (kg / per capita).	São estimulados esforços visando a não geração e a redução de resíduos (Art. 7, II). No entanto, não há indicadores na legislação, pois são os municípios quem devem criá-los; no entanto, entidades de classe e órgãos ambientais fornecem esses dados de forma estimada.
4 Taxa de deposição de resíduos urbanos em aterros sanitários (%)	O depósito em aterros é considerado ambientalmente adequado para resíduos urbanos, incluindo resíduos mistos (art.3, VIII; art. 9, §1º; art. 54; entre outros). A principal metodologia é o depósito final de resíduos. A coleta seletiva e a reciclagem são incentivadas (art. 9, §1; entre outros). Os índices de desempenho devem ser criados pelos municípios.
5 Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (%).	A reutilização e a reciclagem são ações consideradas prioritárias pela lei (art. 6, VIII; art. 7, II, VI; art. 19, X; entre outras). Não há indicadores na legislação, pois são os municípios quem devem criá-los; no entanto, entidades de classe e órgãos ambientais fornecem dados estimados.
6 Taxa de reciclagem de resíduos de embalagens (%)	A reciclagem de materiais de embalagem (papel, vidro, plástico, metal e madeira) é uma preocupação relevante na regulamentação. Nos programas de reciclagem e no sistema de logística reversa (Art.12; Art.14; Art.18; Art. 32; Art.33; entre outros). O estabelecimento das metas, indicadores e mecanismos de controle ficou a cargo dos planos municipais. No entanto, essas medidas são baseadas em estimativas de entidades de classe e organizações ambientais, que por sua vez acabam fornecendo dados subestimados.
7 Taxa de reciclagem dos resíduos de dispositivos eletrônicos (%).	Os planos municipais incluirão compromissos voltados para o desenvolvimento e implementação de metas, indicadores e mecanismos para controlar o desperdício de dispositivos eletrônicos. No entanto, a responsabilidade será compartilhada, implementada individualmente e em cadeias, entre participantes do mercado e proprietários de serviços públicos. O lixo eletrônico é inserido na coleta seletiva, nos programas de reciclagem e no sistema de logística reversa. Os sistemas de responsabilidade ampliada do produtor devem ser estruturados e mantidos por fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (Art.33; Art.18; entre outros). Os acordos setoriais devem estabelecer metas progressivas, intermediárias e finais. Os dados e taxas de análise de desempenho não estão disponíveis ou são mostrados subvalorizados por estimativa.

Fonte: Elaboração própria a partir da análise dos documentos PNRS e PAEC.



Os quatro primeiros indicadores são do tipo "quanto menor, melhor". Eles cuidam da gestão de resíduos em geral (de fontes industriais e hospitalares) e de resíduos urbanos (domésticos e municipais). Para a economia circular, se houver redução na geração desses resíduos, pode significar que os materiais estão sendo tratados como matéria prima ou subproduto pela atividade econômica e também que os processos industriais podem se tornar mais sustentáveis, reduzindo, ao mínimo, a geração de resíduos. Se as taxas de deposição em aterros diminuir, pode significar que a reutilização está se tornando mais intensa e o valor econômico desses materiais será preservado. Segundo a Comissão Europeia (UE, 2015, p. 2), a contribuição essencial no esforço para alcançar uma economia sustentável, eficiente e competitiva no uso de recursos ocorre quando "o valor de produtos, materiais e recursos permanecer na economia pelo maior tempo possível e em que a geração de resíduos é minimizada". Como resultado, parece lógico que o desperdício se tornaria um recurso, como defendem os princípios da economia circular.

Os três últimos indicadores monitoram o processo de reciclagem e são do tipo "maior, melhor". Presume-se que a evolução tecnológica possa permitir que 100% dos contêineres e dispositivos eletrônicos sejam reciclados em alguns anos. A norma brasileira inclui, como objetivo de longo prazo, aumentar a preparação para reutilização e reciclagem de resíduos. Ao mesmo tempo, as ações propostas apoiam os esforços no campo do desenvolvimento sustentável, levando em consideração que as taxas também apresentam maiores volumes de reciclagem, demonstrando forte aderência aos fundamentos da economia circular. No caso dos resíduos orgânicos urbanos, seu descarte representa hoje um dos maiores problemas que é interessante discutir do ponto de vista ambiental. Atualmente, existe um interesse crescente no uso de resíduos orgânicos como reciclagem de energia, por exemplo, no uso de energia na recuperação de ecossistemas (eles podem ser devolvidos ao solo como fertilizantes). Por esse motivo, essa iniciativa tem sido a melhor opção econômica e ambiental, embora seja sempre complementar, pois o desperdício de alimentos precisa ser evitado. Também resíduos não orgânicos (vidro, plástico, papel, papelão, metais, madeira, panos, tecidos) podem ser reciclados. No entanto, quando estão contaminados, para obter um valor econômico deles, os mesmos só podem ser incinerados para gerar energia, por exemplo, como fonte de energia térmica em cozinhas não convencionais.

Por tudo isso, verifica-se que a legislação brasileira já está razoavelmente aderente ao conceito de economia circular, embora o escopo da PNRS ainda não tenha sido concretizado efetivamente em todas as regiões do país. Em resumo, três dos sete indicadores propostos no Quadro 2 estão adequadamente cobertos pela regulamentação de resíduos do Brasil. Isso significa que o país, teoricamente, é aderente a 43% dos indicadores de economia circular. Portanto, a transformação de resíduos em recursos é





contemplada pela abordagem da reciclagem no âmbito do Brasil, embora esse volume ainda seja muito pequeno. Para entender melhor esse dilema brasileiro, parece importante descrever brevemente o cenário de resíduos sólidos no país, já que ele é parcialmente aderente aos princípios da economia circular, mas em uma proporção ainda insuficiente.

Dados do estudo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018) mostram que a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários aumentou pelo segundo ano consecutivo no Brasil. Segundo este estudo, em 2017, a produção de resíduos no país atingiu 78,4 milhões de toneladas. Isso corresponde a uma taxa de cobertura de coleta de 91,2% para o país, o que mostra que 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destinação imprópria, sendo depositadas sem nenhum tipo de cuidado em aterros não controlados. A geração total de resíduos no mesmo período atingiu um total de 214.868 toneladas/dia no país, correspondendo a uma geração per capita de 1,035 (kg/hab/dia). Desse total, 196.050 toneladas/dia, tiveram seu destino final assim distribuído: i) 59,1% foram destinados a aterros sanitários; ii) 22,9% para aterros controlados; e iii) 18% foram transferidos para grandes lixões.

Quanto à recuperação, apesar do cuidado relativo que se coloca na eliminação, ela permanece irregular. Chama a atenção o fato de as unidades inadequadas como lixões e aterros controlados, presentes em todas as regiões do país e com elevado potencial de promoção de poluição ambiental e impactos negativos à saúde, receberem mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia. Segundo o Sistema Nacional de Informação Sanitária (SNIS, 2017), foram recuperadas 842.496 toneladas de recicláveis, sendo recebidas 826.926 toneladas nos centros de reciclagem, com uma diferença de 15,6 milhões de toneladas não utilizadas e sem informações sobre o destino final. É enfatizado que as informações sobre o descarte correto do lixo variam de acordo com as fontes. O país tem 5.570 municípios, no entanto, nem todos disponibilizaram suas informações. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais divulgou apenas dados de 3.352 municípios no período. Por outro lado, 3.670 municípios apresentaram informações por meio do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades.

Parte dessa recuperação foi baseada na logística reversa, que no Brasil funciona por meio de regulamentos e acordos setoriais iniciados em 2016, entre o poder público e os fabricantes, importadores e todos os envolvidos no processo do ciclo reverso, conforme definido na PNRS e no Decreto nº 7.404, de 2010. No entanto, alguns produtos ainda estão em fase de implantação do acordo, como é o caso de óleos lubrificantes usados ou contaminados, pilhas e baterias, pneus e produtos elétricos e eletrônicos.

No que diz respeito à responsabilidade compartilhada dos consumidores finais, em relação aos produtos com logística reversa obrigatória (lâmpadas, pilhas, baterias, etc.), a



orientação é que a entrega seja feita nos estabelecimentos que comercializam esses produtos. Eles serão encarregados de orientar os fabricantes para que eles tenham o destino final correto. Ou seja, eles serão os responsáveis pela coleta, transporte e remessa para descarte final.

Segundo Andrade et al. (2017, p. 53), a recuperação de resíduos na indústria facilita o atingimento de um grau máximo de substituição de materiais não renováveis. As medidas propostas no marco regulatório brasileiro tentam minimizar a geração de resíduos perigosos e já se observa alguns avanços na logística reversa no Brasil que podem ser destacados:

Óleos lubrificantes: Para a logística reversa desses produtos, o Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes (SINDICOM), entidade responsável pelo cumprimento do primeiro acordo setorial firmado com o Ministério do Meio Ambiente, no final de 2012, criou o Instituto Jogue Limpo. A partir de 1º de janeiro de 2020, essa associação, que representa as maiores empresas de distribuição de combustíveis do país, passara a se chamar “Plural – Associação Nacional das Distribuidoras de Combustíveis, Lubrificantes, Logística e Conveniência”. Atualmente, o programa está presente em 15 estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe) e no Distrito Federal, abrangendo 4.153 municípios, com 41.755 pontos geradores cadastrados e 25.780 geradores ativos (Abrelpe, 2018). Segundo dados da ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), após dois anos de queda da demanda devido à contração da atividade econômica, houve um pequeno aumento de 2,6% em relação a 2016, uma vez que o mercado nacional de lubrificantes experimentou uma retomada do crescimento e houve um aumento no nível mínimo de qualidade dos óleos lubrificantes automotivos previsto pela Resolução ANP 22/2014 (Plural, 2018).

Lâmpadas: A logística reversa de lâmpadas começou a partir do Programa "Reciclus". Criado em 2014, por meio de acordo setorial assinado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), representando o Estado brasileiro, com a Associação Brasileira da Indústria da Iluminação (ABILUX). Também participaram desse acordo setorial a Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação (ABILUMI) e outras 24 empresas manufactureiras, além de firmas importadoras, comerciantes e distribuidores de lâmpadas. O objetivo deste acordo é implementar o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e luz mista. No entanto, a logística reversa de lâmpadas começou formalmente em 2016. Em 2017, foram coletadas 43 toneladas de resíduos, equivalentes a 96 mil lâmpadas, correspondendo a aproximadamente 28





toneladas de compactas e 15 toneladas de tubulares, totalizando um valor em torno de 296 mil unidades, das quais 192 mil compactas e 104 mil tubulares. A taxa de quebra mantém-se próxima de zero, reforçando a eficiência e a segurança dos coletores. O sistema de coleta ocorreu em 500 pontos de entrega em operação em 80 cidades de 21 estados brasileiros, além do Distrito Federal, totalizando 543 pontos instalados de norte a sul do País (Reciclus, 2018, p. 2).

Pilhas e Baterias: Os fabricantes e importadores de produtos que incorporam baterias devem informar aos consumidores sobre como proceder na remoção desses produtos após o uso, permitindo seu destino separadamente dos dispositivos. Além disso, os estabelecimentos que vendem baterias devem necessariamente conter pontos de coleta adequados. Entretanto, a geração de resíduos resultante da presença de substâncias perigosas é um caso emblemático no Brasil, uma vez que na PNRS a empresa não é necessariamente considerada responsável pelo destino final de seu produto (engenharia reversa). Atualmente, no Brasil, existe apenas a exigência de o fabricante coletar embalagens de pesticidas e óleo lubrificante. O desperdício de produtos elétricos e eletrônicos, recipientes de plástico, lâmpadas fluorescentes (contendo sódio, mercúrio ou vapor misto), medicamentos vencidos e baterias dependem da conscientização ambiental, não obrigatória, do fabricante. Preocupações com o perigo oferecido pelo descarte inadequado de baterias são necessárias, uma vez que algumas são fabricadas com grandes quantidades de metais perigosos, como, por exemplo, o mercúrio (Hg), um elemento muito perigoso para a vida (Reidler e Günther, 2002). O Brasil precisa desenvolver diretrizes específicas, em particular no que diz respeito ao tratamento de resíduos perigosos não recuperáveis, para lançar uma série de iniciativas para promover o cumprimento da PNRS, garantindo assim uma melhor aplicação dessa legislação na coleta seletiva e no aumento da conscientização socioambiental em nível nacional, reduzindo assim os problemas ambientais. Isso servirá no futuro para criar uma melhor ligação entre a legislação sobre resíduos e ações mais amplas em apoio à economia circular. Conforme divulgado no Guia Exame de Sustentabilidade, apesar de haver um alto percentual de reciclagem de baterias, empresas do setor, como a Baterias Moura, maior fabricante de baterias da América do Sul, avançam, agora, em iniciativas que buscam alcançar a geração zero de resíduos no seu processo industrial, eliminando o descarte em lixões urbanos (Exame, 2019). Em função da aplicação da logística reversa no Brasil, a maior parte do lixo dessa companhia é gerada no processo de transporte das baterias, já que os plásticos e paletes de madeira que acondicionam os produtos são descartados no meio ambiente pelos distribuidores e consumidores. Ainda segundo a Exame (2019), empresas como Nestle, PepsiCo e Unilever vêm firmando parcerias com *startups* visando acelerar a inovação e a sustentabilidade nos





seus produtos, de modo a se evitar o descarte de resíduos e reaproveitar todos os resíduos que forem possíveis na cadeia do negócio, acabando com o envio de lixo a aterros sanitários.

Pneus: O art. 16 da Resolução Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009, prevê a prevenção de degradação ambiental causada por pneus inutilizáveis e seu destino ambientalmente adequado, estabelecendo a obrigatoriedade da presença de pontos de coleta nos municípios com população acima de 100 mil habitantes. Em 2007, os fabricantes de pneus novos (Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli) criaram a Reciclanip para desenvolver o trabalho de coleta e destinação de pneus inservíveis. Em 2010, a Continental juntou-se à entidade e, em 2014, foi a vez da Dunlop. Dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA, 2017) mostram a criação de 1.718 pontos de coleta em todo o Brasil, com a coleta e correta destinação de cerca de 4,2 milhões de toneladas de pneus inservíveis um volume equivalente a 857,2 milhões de pneus de carro de passeio. A principal destinação desses pneus inservíveis visa a reciclagem para reuso em artefatos de borracha, asfalto-borracha, laminação e, dado seu alto poder calorífico, para coprocessamento (cerca de 70%).

Dispositivos eletrônicos: A ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) criou, em 2016, a GREEN Eletron (Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos) com a proposta de desenvolver um sistema coletivo para a logística reversa de produtos elétricos e eletrônicos. Outro aspecto que está emergindo com relação a isso é a preocupação das empresas em reaproveitar materiais e parte de peças presentes nos dispositivos que foram descartados pelos consumidores, trabalhando no conceito de economia circular (Confederação Nacional da Indústria, 2017). Empresas como Whirlpool, dona das marcas Brastemp e Consul, e Embraco, fabricante brasileira de compressores para aparelhos de refrigeração, têm trabalhado no desenvolvimento de produtos fabricados de forma sustentável em todo o ciclo de vida dos produtos, reduzindo o envio de resíduos para aterros sanitários.

Embalagem em geral: O acordo setorial, assinado no final de 2015, para a implementação do sistema de logística reversa de embalagens em geral, começou a monitorar a partir de 2016. Seu objetivo é garantir o destino final ambientalmente adequado das embalagens em todo o país. Pelo acordo estabelecido, a primeira fase de aplicação terá duração de 24 meses e, no final, deve garantir a recuperação de pouco mais de 3.800 toneladas de contêineres por dia (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2016).



Embalagem de alumínio: o Brasil lidera a reciclagem de alumínio desde 2001 e permanece com taxas de eficiência muito altas, acima da média mundial, reciclando praticamente toda a sucata disponível. Em 2015, o país reciclou 602 mil toneladas de alumínio. Desse total, cerca de 293 mil toneladas referem-se a latas de sucata de alumínio para bebidas, o que corresponde a 97,9% do total de embalagens consumidas em 2015, índice que mantém o Brasil entre os principais países em reciclagem de latas desde 2001 (Associação Brasileira do Alumínio – ABAL, 2017). No Brasil, todo um novo mercado de recicladores de alumínio se originou. O bom preço pago nas lojas pelos comerciantes de sucata acabou criando a "profissão" de catador de latas no país. Hoje, se tornou uma atividade de coleta individual em vários locais, atingindo números expressivos em torno de 540 milhões de toneladas de alumínio reciclado. Portanto, essa prática informal fez do Brasil um dos primeiros países do mundo a reciclar latas de alumínio, com cerca de 98% de produtos reciclados. O processo de reciclagem em geral começa com a compra de latas de alumínio pelas lojas de ferrovelho e o subsequente embarque do alumínio coletado para grandes depósitos. A partir daí, é transportado para indústrias de reciclagem que fundem a sucata e produzem lingotes de alumínio secundários. Na prática, existe toda uma cadeia de reciclagem mais específica, incluindo o fabricante de perfis para quadrados e o fornecedor do tarugo usado na produção do perfil (Filleti e Santos, s.d.). Pesquisa Exame (2019, p. 139) mostra que a estruturação de uma cadeia de logística reversa foi fundamental para tornar tangível o conceito de economia circular na área de reciclagem de embalagens de alumínio, sendo a empresa Novelis, maior produtora de lâminas de alumínio para latas de bebidas, a peça-chave na gestão dessa cadeia.

Materiais plásticos: O uso de plásticos no Brasil cresceu muito acentuadamente, mas apenas 1,2% dos resíduos de plástico é reciclado, em um volume total de 11,3 milhões de toneladas produzidas. Uma grande parte do lixo plástico gerado é depositada em aterros, uma vez que há muito descarte inadequado no ambiente [grandes quantidades de plástico acabam nos oceanos, prejudicando a sobrevivência de espécies marinhas e o desempenho de setores como a pesca e o turismo]. Para fazer a transição para o desenvolvimento sustentável até 2030, de acordo com o conceito de economia circular, é essencial aumentar a reciclagem de plásticos e reduzir significativamente a poluição marinha de qualquer tipo, incluindo lixo marinho (Comissão Europeia, 2014, p. 15) Segundo dados do Banco Mundial, o Brasil é o país que menos recicla, na amostra dos 15 países que produzem mais resíduos de plástico no Mundo. O Brasil é o quarto maior gerador de resíduos plásticos do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia (World Wildlife Fund, 2019). Estima-se que a produção de plástico continue a crescer no Brasil e não há incentivos na PNRS para que a indústria e a sociedade civil substituam esse material com alto impacto socioambiental e não





discutam adequadamente seu manuseio, como, por exemplo, estabelecimento de uma meta nacional para sua redução, reciclagem, controle e gerenciamento (Grandelle, 2019). Devido a pressões crescentes de ambientalistas e consumidores brasileiros por medidas que impeçam o descarte de plástico no meio ambiente, empresas desse segmento industrial começam, ainda que timidamente, a tentar tornar seus processos e produtos mais sustentáveis, alinhados aos conceitos da economia circular. De acordo com a Exame (2019), empresas como Basf e Dow vêm adotando iniciativas e ações em direção à economia circular na cadeia de suprimentos da indústria química, de modo a reduzir o impacto ambiental desse tipo de produção no Brasil. A companhia HP (Hewlett-Packard) implantou um projeto focado em produção circular que inclui cooperativas de catadores do estado de São Paulo nas cadeias de logística reversa e de reciclagem de eletroeletrônicos, mediante o desenvolvimento de uma plataforma digital que conecta essas cooperativas aos consumidores finais (Exame, 2019).

Embalagens de pesticidas: Em 2016, um volume de 44.528 toneladas de contêineres vazios de defensivos agrícolas foi destinado de maneira ambientalmente correta em todo o país, representando 94% do total das embalagens primárias vendidas, das quais 90% das embalagens são enviados para reciclagem e 4% para incineração. Comparado a 2015, o volume de material recuperado teve uma queda de aproximadamente 2%. No entanto, apesar da queda no índice, o Brasil mantém liderança e é referência mundial no assunto (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2017).

Embora o levantamento da pesquisa Exame (2019) aponte que oito em cada dez participantes do Guia Exame de Sustentabilidade 2019 utilizem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 2018) como balizador de suas estratégias de negócio, as ações de sustentabilidade identificadas ainda caminham em um passo lento em direção à economia circular, se confrontado com a urgência do tema. Observa-se, assim, que a economia circular no Brasil ainda tem um longo caminho até ser eficaz. No entanto, algumas ações isoladas que já estão sendo desenvolvidas mostram sinais do setor de gestão de resíduos que o país avançou, embora ainda abaixo dos níveis que seriam recomendados para caminhar rumo a uma economia circular.

3.2 Barreiras à implementação da economia circular no Brasil

Existem inúmeras dificuldades que restringem ou impedem a possibilidade de implementar a economia circular no país. Sabe-se que a economia circular ainda é um movimento com pouca visibilidade e representatividade nos segmentos que poderiam



promover sua incorporação nas melhores práticas empresariais e políticas vigentes atualmente.

Os desafios para a adoção da economia circular geralmente surgem da necessidade de profundas mudanças culturais, tanto nas empresas quanto nos governos e nos cidadãos. Esses desafios são ainda maiores para determinados produtos, como no caso de peças compostas por muitos fornecedores ou de fornecedores em vários locais, bem como no caso de produtos que sofrem constantes mudanças de composição ou de características (House of Commons, 2014).

Para avançar, o movimento de incorporação da economia circular na produção e no consumo é preciso superar diferentes barreiras e desafios, destacando-se:

Separação insuficiente dos resíduos nas residências: muitas famílias e empresas, apesar dos apelos em favor da reciclagem, acabam misturando os resíduos em um único recipiente, ou seja, produtos, seus componentes e embalagens são combinados com resíduos de alimentos, poda de árvores, lixo de varreduras e outros resíduos domésticos. Isso dificulta e torna a reutilização mais cara, ou simplesmente impede que ela seja realizada, devido à contaminação.

Observa-se que esse processo envolve uma série de mudanças necessárias, incluindo: revolução no design dos produtos, incentivando aspectos como longevidade, durabilidade, potencial de reparo, possibilidade de atualização (*up grade*), reutilização, remanufatura e reciclagem (Ribeiro e Kruglianskas, 2014).

Pouca aceitação de produtos reciclados por consumidores e empresas: pode ser identificado certo grau de desconfiança sobre a qualidade dos produtos que usam materiais reciclados, restaurados, usados ou reutilizados. Do lado da empresa, há dúvidas sobre a garantia do fornecimento de material reciclado em volume, qualidade e prazo adequados. Do lado do consumidor, sabe-se que alguns estão dispostos a pagar por produtos verdes. Eles são amigos do meio ambiente, mas a maioria não parece se importar muito com isso.

Falta de investimentos e incentivos políticos: no segmento de reciclagem, via de regra, as empresas são médias ou pequenas, algumas são cooperativas e muitas atuam na informalidade. Investidores interessados em projetos de recuperação de resíduos sólidos, até o momento, são raros; talvez por perceber que as tecnologias hoje disponíveis ainda não são capazes de resolver todos os problemas do setor, especialmente a contaminação e a poluição, ou por achar que o retorno do investimento tende a ser mais lento do que em outros negócios.



Além disso, a tributação é um aspecto que pode comprometer a eficácia da economia circular. As discussões em torno desta questão resultam da ocorrência de dupla tributação, inclusive com o Decreto Federal nº 7.619, de outubro de 2011, instituído para impulsionar o setor de reciclagem e estimular a logística reversa com a concessão de crédito presumido de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) nas aquisições de resíduos sólidos para uso como insumo ou produto intermediário na fabricação de outros produtos (Brasil, 2011).

Dispersão geográfica de empresas do mesmo ciclo: as empresas se estabeleceram no território brasileiro de acordo com seus interesses particulares, principalmente a proximidade com os centros de consumo. Com isso, fornecedores de diferentes materiais podem estar espalhados por todas as regiões brasileiras, ficando distantes de seus clientes. Portanto, a extensão territorial do país representa uma importante barreira identificada, já que, nem sempre, as empresas do mesmo ciclo vão encontrar fornecedores de material reciclado perto delas. Em consequência, a dispersão geográfica pode aumentar ainda mais o custo desses materiais; isto é, quanto maior o ciclo, maior o custo. Assim, a atratividade do negócio pode ser comprometida, devido à viabilidade econômica inadequada.

Outras barreiras: a transferência de conhecimento e a necessidade de investimentos para a adoção de novas tecnologias, principalmente para o setor agrícola, também podem dificultar a implementação da economia circular no Brasil. Também se identificam barreiras relativas à necessidade de compartilhamento de ativos, distribuição de subprodutos para pequenos produtores e dificuldades de financiamento público e privado (C100Brasil, 2017). "Os governos devem estimular a integração da economia circular e do pensamento sistêmico nos programas de ensino nos níveis fundamental, médio e superior" (Ellen MacArthur Foundation, 2015, p. 18). Observa-se a necessidade de uma profunda mudança cultural, começando pela educação ambiental, aliada a um bom processo de conscientização e comunicação social.

4 Considerações finais

A revisão da literatura evidencia o crescimento do conceito de economia circular nas práticas de gestão e na sociedade em geral. Todavia também sinaliza a necessidade de amadurecê-lo e integrá-lo totalmente ao desenvolvimento econômico e à cultura empresarial. Além disso, ainda persistem muitos desafios para tornar a economia circular mais eficaz em prol da sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável.



Na estruturação de um modelo industrial não destrutivo e não predatório de recursos naturais, em que a indústria tenta ser totalmente regenerativa, algumas empresas já começam a receber benefícios institucionais (inclusive econômicos e financeiros) proporcionados pela oportunidade de instituir um modelo de negócios sustentável para enfrentar com sucesso um mercado cada vez mais competitivo e com maiores demandas ecológicas e sociais.

Não obstante, apesar dos impactos positivos na imagem corporativa das empresas, os investimentos financeiros para que uma empresa trabalhe em um modelo de economia circular não têm retorno imediato, senão em longo prazo. Na criação de um sistema que promova a economia circular, há que se atentar que a princípio trata-se de um fardo (custo) que na maioria das vezes não desaparece à primeira vista. No entanto, o alinhamento das estratégias de negócios das empresas com as questões relacionadas ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, garantindo principalmente um modelo de produção-consumo baseado na economia circular parece mostrar-se um caminho sem retorno na sociedade contemporânea.

A análise da relação entre a gestão de resíduos sólidos e o desenvolvimento sustentável no Brasil, comparada aos fundamentos identificados no conceito de economia circular permitiu discutir quatro aspectos principais: (i) iniciativas de sustentabilidade no Brasil; (ii) medidas adotadas para a transformação de resíduos em energia; (iii) barreiras que atrasam a aplicação da economia circular; e (iv) adequação dos aspectos da PNRS em relação ao conceito de economia circular.

O grau de aderência das normas brasileiras de gestão de resíduos às ações para a economia circular foi determinado com base em sete indicadores identificados na dimensão "converter resíduos em um recurso". Três deles estão relacionados à reciclagem, incluídos no padrão brasileiro de logística reversa, o que demonstra que a legislação brasileira, ao especificar o aprofundamento da questão da gestão de resíduos, é bastante aderente ao conceito de economia circular. Após sete anos de promulgação desta lei federal no Brasil, aumentaram as pesquisas sobre o assunto (resíduos sólidos), mas o escopo desta norma ainda não foi efetivamente aplicado em todas as regiões do país, onde ainda há muito por fazer para garantir que a realidade local seja consistente com a legislação vigente.

Apesar disso, verificou-se que o Brasil avançou na questão da gestão de resíduos, embora, como já apontado, lentamente, se analisado o impacto que os resíduos causam no meio ambiente, nas pessoas e também no campo econômico. Na prática, é possível identificar ações que estão sendo consolidadas, como no caso do acordo setorial para logística reversa e de iniciativas que abordam as propostas da PNRS para o uso e transformação de resíduos em energia, como no caso do biogás. Embora parcialmente aderente à economia circular, essa diretriz é apresentada como um processo importante





para o fechamento do ciclo produtivo, uma vez que todos os resíduos serão reutilizados, mostrando que o país está no caminho certo para a economia circular e apresenta aspectos de similaridade com os fundamentos que regem esse conceito.

Referencias

- Almeida, M., Simões, F., Dias, F., & Amado, A. (2016). *Ceramic Industry contribution to a Circular Economy*. Congress of Innovation on Sustainable Construction CINCOS'16, Curia, Portugal.
- Andersen, M.S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133-140. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>.
- Andrade-Domínguez, F., López-Ayala, J., Romero-Cárdenas, E., Ortiz-Zurita, M., & Fabre-Merchán, P. (2017). Aprovechamiento energético de aceites usados y su contribución a la economía circular mediante el coprocesamiento en hornos cementeros. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(24), 51-64, Septiembre. DOI: <http://dx.doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss24.2017pp51-64p>
- Associação Brasileira de Alumínio - ABAL (2017). *Reciclagem no Brasil*. Disponível em: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/> (Acesso 7 novembro 2019).
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública de Resíduos Especiais - ABRELPE (2018). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017*. [Edição especial 15 anos]. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/> (Acesso 7 novembro 2019).
- Brasil (1997). *Lei nº 9433/1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. - Data da legislação: 08/01/1997 - Publicação DOU, de 09/01/1997.
- Brasil (1999). *Lei nº 9795/1999 - Lei de Educação Ambiental*. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Data da legislação: 27/04/1999 - Publicação DOU, de 28/04/1999.
- Brasil (2007). *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
- Brasil (2009). *Lei nº 12.187, de 29 de Dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- Brasil (2010a). *Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos*. [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara.
- Brasil (2010b). *Decreto nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010*. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm (Acesso 12 July 2019).
- Brasil (2011). *Decreto nº 7.619, de 21 de Novembro de 2011. Regulamenta a concessão de crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI na aquisição de resíduos sólidos*. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/legislacao/DetalhaSigen.action?id=588363> (Acesso 12 julho 2019).
- Brasil (2016). *Ministério das Cidades. Resíduos Sólidos. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*. Disponível em: <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/#> (Acesso 13 julho 2019).



- Brasil (2017). Ministério do Meio Ambiente. *Relatório do Ministério do Meio Ambiente para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado Em atendimento ao Artigo 9º da Resolução CONAMA 362/2005*. Brasília: Presentation by Zilda Maria Faria Veloso [Diretora do Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos do MMA]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/Apresentacao_conama_2017_OLUC%20-%20ZILDA.pdf (Acesso 11 novembro 2019).
- Brennan, G., Tennant, M., & Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: closing the loop in. In: Kopnina, H., & Shoreman-Ouimet, E. (Eds.). *Sustainability: Key Issues*. 1st Edition. Oxford (UK): Routledge, p. 219-239.
- Cerdá Tena, Emilio, & Khalilova, Aygun (2016). Economía circular. *Revista Economía Industrial*, 401, 11-20.
- C100Brasil (2017). *Uma Economia Circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial*. EMF- Ellen Macarthur Foundation.
- Comissão Europeia – CE (2014). *A Economia Circular: interligação, criação e conservação de valor*. Bruxelas: Comissão Europeia. DOI: doi:10.2779/85279.
- Comissão Europeia – CE (2015). *Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa*. Bruxelas: Comissão Europeia. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/PT/1-2014-398-PT-F1-1.Pdf> (Acesso 26 maio 2019)..
- Confederação Nacional da Indústria (2017). *A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade*. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.
- CSR Piemonte (2019). *Economia Circolare: Verso un nuovo paradigma di sviluppo economico sostenibile*. Regione Piemonte e Unioncamere Piemonte. Disponível em: <http://www.csрпиemonte.it/comunicazione/dwd/economia-circolare-2019.pdf> (Acesso 23 outubro, 2019).
- Ellen MacArthur Foundation – EMF (2013a). *Towards the Circular Economy [Economic and business rationale for an accelerated transition]*. [vol. 1] Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf> (Acesso 23 junho 2019).
- Ellen MacArthur Foundation – EMF (2013b). *Towards the Circular Economy [Opportunities for the consumer goods sector]*. [vol. 2] Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods-sector> (Acesso 23 junho 2019).
- Ellen MacArthur Foundation – EMF (2014). *Towards the Circular Economy [Accelerating the scale-up across global supply chains]*. [vol. 3] Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Towards-the-circular-economy-volume-3.pdf> (Acesso 23 junho 2019).
- Ellen MacArthur Foundation – EMF (2015). *Rumo à Economia Circular: o racional de negócio para acelerar a Transição*. Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-à-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf (Acesso 10 maio 2019).
- European Commission – EC (2014). *Towards a Circular Economy: a Zero Waste Programme for Europe*. Communication from the Commission to the European Parliament COM(2014) 398, July 2, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels. Disponível em: http://www.eukn.eu/fileadmin/Files/News/2014/towards_a_circular_economy.pdf (Acesso 23 maio 2019).
- European Commission – EC (2015). *Closing the Loop - an EU Action Plan for the Circular Economy*. Com(2015) 614, Communication from the Commission to the European



- Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels.
- Exame (2019). Especial Guia Exame de Sustentabilidade: A economia do futuro. *Revista Exame*, v. 53, n. 21, ed. 1197, 13/11/2019.
- Ferreira, P. G.; da Silva, F. C.; Ferreira, V. F. (2017). A importância da Química para a Economia Circular. *Revista Virtual de Química*, 9(1), 452-473.
- Filleti, A., & Santos, L. A. (s.d.). Mercado de reciclagem de alumínio no Brasil é promissor. *AECweb Revista Digital*. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/mercado-de-reciclagem-de-aluminio-no-brasil-e-promissor_10614_10_0 (Acesso 26 fevereiro 2019).
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23, 216-224. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.07.005.
- Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S., & Zhang, P. (2013). Measuring China's Circular Economy. *Science*, 339, 1526-1527, March. DOI: 10.2307/41942068.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- Gonçalves, C. S. (2017). *Utilização de resíduos/subprodutos no caminho para a Economia Circular – Caso de Estudo na Indústria Corticeira*. [Relatório Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente] Porto: Universidade do Porto.
- Grandelle, R. (2019). Brasil recicla apenas 1% do lixo plástico produzido. *Jornal O Globo*, 05/03/2019, p. 18.
- Grupo Interministerial Economia Circular (2017). *Liderar a transição [plano de ação para a economia circular em Portugal: 2017-2020]*. Disponível em: <http://eco.nomia.pt/pt/recursos/noticias/planoeconomiacircular> (Acesso 28 agosto 2019).
- Hogan, D. J. (1993). Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, 31, 57-78.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2017). *Relatório de pneumáticos: Resolução Conama nº 416/09: 2017 (anobase 2016) / Diretoria de Qualidade Ambiental*. – Brasília: Ibama. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Ibama-Relatorio-Pneumaticos-2017.pdf> (Acesso 27 outubro 2019).
- Instituto Jogue Limpo (2017). Logística reversa de lubrificantes. Disponível em: <https://www.joguelimpo.org.br/institucional/index.php> . (Acesso 11 maio 2019).
- Jonker, J., Stegeman, H., & Faber, N. (2017). *The Circular Economy - Developments, concepts, and research in search for corresponding business models*. [Whitepaper] Nijmegen: Radboud University Nijmegen, January. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313635177_The_Circular_Economy_-_Developments_concepts_and_research_in_search_for_corresponding_business_models (Acesso 23 outubro 2019).
- Leitão, A. (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, 1(2), 149-171, September.
- Leontief, W. (2007). A economia como processo circular [tradução José Antonio Ortega & Antonio Cláudio Sochaczewski]. *Revista Economia Contemporânea*, 11(1), 119-176, jan./abr.
- Lieder, M. & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 115, No. 1, p. 36-51, March. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.
- Luz, B. [Org.] (2017). *Economia circular Holanda-Brasil: da teoria à prática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil.



- Machado, C. C. (2015). Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo em aterros sanitários como opção para a gestão sustentável dos resíduos sólidos no Brasil: o caso do Aterro Bandeirantes. *RBPO*, 5(2), 180-196.
- Meyer, B. et al (2011). *Macro.economic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment*. Estudio para la Comisión Europa (DG Medio Ambiente). Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/report_macroeconomic.pdf (Acesso 29 outubro 2019).
- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare & Ministero dello Sviluppo Economico (2017). *Verso un modello di economia circolare per l’Italia – Documento di inquadramento e posizionamento strategico*. Roma: Ministero dell’Ambiente, 2017. Disponível em: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/national_strategy_for_circular_economy_11_2017_it1.pdf (Acesso 22 outubro 2019)..
- Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC (2013). *Alterações climáticas 2013: a base científica*. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.
- Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal - PAEC (2017). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017*. Diário da República, 1ª série, nº 236 de 11 de dezembro de 2017.
- Plural (2018). *Anuário Plural 2018*. Associação Nacional das Distribuidoras de Combustíveis, Lubrificantes, Logística e Conveniência. Disponível em: <https://anuario2018.somosplural.com.br/> (Acesso 5 março 2019).
- Reciclus (2018). Programa Reciclus ultrapassa os 500 pontos de coleta. *Boletim Reciclus*, Maio-Junho. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1-N7ZS0Fgsa-TfXT638J7qXi7AMUfF5IW/view> (Acesso 5 março 2019).
- Ribeiro, F. M. & Kruglianska S. I. (2014). *A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos*. In: XVI ENGEMA- Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais, 2014. . Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/473.pdf> (Acesso 5 março 2019).
- Santos, G.M.A. (2019). A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. *Sistemas & Gestão*, 14, 223-231.
- Schiettekatte, N.; Bakker, E.J. (2017). Uma Holanda circular em 2050. In: Luz, B. (Org.). *Economia circular Holanda-Brasil: da teoria à prática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, p. 3-10.
- Simões, A. F. B. S. (2017). *Economia Circular na Indústria Cerâmica Proposta de classificação do resíduo “caco cozido como subproduto”*. [Relatório Mestrado em Gestão Ambiental] Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra / Escola Superior Agrária de Coimbra.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2017). *Coleta de dados do SNIS 2017*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/> (Acesso 5 novembro 5, 2019).
- Stahel, W.R. *The product life factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector* (Series: 1982 Mitchell Prize Papers). NARC, 1982. Disponível em: <https://p2infohouse.org/ref/33/32217.pdf> (Acesso 5 julho 2019).
- Stahel, W.R. & Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy*. New York : Vantage Press.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S.R., De Vries, W., De Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyes, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1-10.
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>.



- United Nations (2018). *The Sustainable Development Goals Report 2018*. New York, NY: Department of Economic and Social Affairs, 2018. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/> (Acesso 7 maio 2019).
- Webster, K. (2015). *The Circular Economy: A Wealth of Flows*. Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation.
- World Economic Forum. *World Economic Forum Young Global Leaders Taskforce Cradle to Cradle and Evolutionary Business Models*. [Position Paper]. Davos: World Economic Forum YGL Taskforce, 2011. Disponível em: <http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/Initiatives/WEF/WEF-YGLT-01-Circular-Economy-position-paper.pdf> (Acesso 16 setembro 2019).
- World Economic Forum. *Young Global Leaders Circular Economy Innovation & New Business Models Dialogue* [Young Global Leaders Sharing Economy Dialogue Position Paper 2013]. Cologny/Geneva: World Economic Forum, 2013. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_YGL_CircularEconomyInnovation_PositionPaper_2013.pdf (Acesso 16 setembro 2019).
- World Wildlife Fund (2019). *Solving plastic pollution 2019 through accountability*. Geneva, Switzerland: WWF - World Wide Fund For Nature [WWF International by Dalberg].

Da Web

- Economia Circular: um conceito do Século XX. *GMC OnLine*. Published by Rogel Martins Barbosa at October 9, 2018. Accessed August 30, 2019, <https://www.gmconline.com.br/colunistas/rogel-martins-barbosa/economia-circular-um-conceito-do-seculo-xx>.
- O que é Economia Circular? *Equipe eCycle*. Accessed October 20, 2019, <https://www.ecycle.com.br/2853-economia-circular/>.
- Economia circular: empresas praticam por sobrevivência e nem sabem. *Exame*. Published by Ligia Tuon at September 24, 2019. Accessed September 21, 2019, <https://exame.abril.com.br/economia/economia-circular-empresas-praticam-por-sobrevivencia-e-nem-sabem/>.