

O DESIGN PARA LOGÍSTICA REVERSA (DfRL) E CORRELAÇÕES COM O DESIGN SUSTENTÁVEL: Uma Visão sobre a Prática Projetual para a Sustentabilidade

DESIGN FOR REVERSE LOGISTICS (DfRL) AND CORRELATIONS WITH SUSTAINABLE DESIGN: An Insight into Design Practice for Sustainability

MONTEIRO, Maria Gabriella Vilhena; Mestre; Univerdade do Estado do Pará (UEPA)

gabriella.monteiro@uepa.br

MELO, André Cristiano Silva; Doutor; Univerdade do Estado do Pará (UEPA)

acsmelo@uepa.br

BRAGA JR, Antonio Erlindo; Doutor; Univerdade do Estado do Pará (UEPA)

erlindo@uepa.br

Resumo

O crescimento populacional, influenciado pelo consumo exacerbado e produção industrial, associados ao sistema extração-produção-consumo-descarte (Paradigma Linear), tem levado ao esgotamento de recursos naturais e aumento da geração de resíduos sólidos. Este cenário destaca a necessidade de repensar modos de produção e consumo. A Agenda 2030 da ONU aborda estas questões, promovendo reflexões sobre o desenvolvimento sustentável. A Logística Reversa e a Economia Circular são propostas fundamentais para minimizar o impacto ambiental, incentivando a reutilização e reciclagem de produtos. O Design Sustentável emerge como uma solução, integrando princípios ecológicos desde a concepção dos produtos. Através de uma Revisão Sistemática da Literatura, esta pesquisa visou explorar a associação entre Design Sustentável e Logística Reversa, apresentando o Design para Logística Reversa (DfRL) como uma abordagem para pensar produtos mais sustentáveis e eficientes, contribuindo para uma economia mais circular, vantagem competitiva sustentável e oportunizando cenários favoráveis aos aspectos ambiental, econômico e social da sustentabilidade.

Palavras-Chave: Economia Circular; *Design for X*; Revisão da Literatura.

Abstract

Population growth, driven by excessive consumption and industrial production, along with the extraction-production-consumption-disposal system (Linear Paradigm), has led to the depletion of natural resources and increased solid waste generation. This scenario underscores the need to rethink production and consumption modes. The UN's 2030 Agenda addresses these issues, promoting reflections on sustainable development. Reverse Logistics and Circular Economy are fundamental proposals for minimizing environmental impact by encouraging the reuse and recycling of products. Sustainable Design emerges as a solution, integrating ecological principles from the product conception stage. Through a Systematic Literature Review, this research aimed to explore the association between Sustainable Design and Reverse Logistics, presenting Design for Reverse Logistics (DfRL) as an approach to create more sustainable and efficient products. This contributes to a more circular economy, offers a sustainable competitive advantage, and creates favorable scenarios for the environmental, economic, and social aspects of sustainability.

Keywords: Circular Economy, *Design for X*, Literature review.

1 Introdução

O crescimento populacional vem desencadeando novos cenários, dentre eles o esgotamento de recursos naturais e alto índice de geração de resíduos sólidos. Observa-se também que esses aspectos possuem uma ligação com o consumo excessivo, uma vez que estão à disposição produtos diversos e abrangendo muitas faixas de preço que permitem, mesmo que involuntariamente, uma troca e descarte contínuos, por vezes prematuros. Logo, a geração de resíduos é uma consequência do consumo desenfreado associado à produção industrial, sendo a sua destinação final ambientalmente adequada um desafio para a preservação do meio ambiente e saúde da população (Leite *et al.*, 2023).

A partir deste contexto, percebe-se oportuno e necessário identificar e discutir as associações que tratam do desenvolvimento de produtos, com temas como Design Sustentável e a Logística Reversa, através do *Design for Reverse Logistics* (DfRL), objetivo então desta pesquisa como contribuição ao desenvolvimento sustentável.

O atual modelo de produção e consumo, leva além do endividamento da população, ao aumento da extração de matéria prima, da geração de resíduos e do descarte de rejeitos no meio ambiente, prejudicando a sustentabilidade do planeta (Carvalho *et al.*, 2023). Poluição, resíduos e rejeitos, logística reversa, reciclagem, reuso, etc, são discussões que contribuem para pensar em processos produtivos e consumo que tragam menos impacto ao meio ambiente e equilíbrio nas relações econômicas e sociais (Carvalho *et al.*, 2023).

O Brasil, nesse contexto, é um país que precisa repensar os atuais modos de produção e consumo frente às novas exigências para melhor relação entre humanidade e meio ambiente (Dubeux; Campos, 2020).

Isso evidencia responsabilidades para todos os elos das cadeias de suprimentos diretas, tanto para o consumidor quanto para o produtor e o designer envolvidos no processo de desenvolvimento desses produtos. O consumo de forma descontrolada é a principal causa para a geração de resíduos que quando destinados e dispostos de forma ambientalmente inadequada, favorecem a degradação ambiental, resultante da exploração dos recursos naturais provenientes do crescimento demográfico e do desenvolvimento econômico (Leite *et al.*, 2023).

A Agenda 2030 da ONU apresenta metas assertivas para enfrentar esses desafios, abordando questões que vão desde a erradicação da pobreza até a promoção da igualdade de gênero e o combate às mudanças climáticas (Nações Unidas, 2015).

Em conformidade com todas as metas, está o conceito de desenvolvimento sustentável, que busca integrar aspectos ambientais, econômicos e sociais através de uma proposta de desenvolvimento que responda às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades (Raynaut e Zanoni, 1993).

É então percebida a relevância em discutir estratégias de redução dos impactos negativos do alto descarte de produtos, evidenciando e contribuindo para diminuição de problemas de aspectos ambientais, sociais e econômicos. A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dentro desse contexto de discussão, aborda:

Os resíduos sólidos são todos os tipos materiais sólidos ou semissólidos, gases em recipientes e líquidos, os quais não podem ser lançados na rede comum de esgoto ou corpos d'água. O gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações para coleta, transporte,

transbordo, tratamento e destinação final de resíduos e disposição final de rejeitos de forma ambientalmente adequada, de acordo com o plano municipal de gestão integrada ou plano de gerenciamento de resíduos sólidos. A gestão integrada de resíduos sólidos são soluções para os resíduos sólidos, observando questões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, e o desenvolvimento sustentável. A destinação final de resíduos e disposição final de rejeitos ambientalmente adequados diz respeito às normas para reutilização, reciclagem e proveito de resíduos e distribuição ordenada de rejeitos, visando evitar riscos à população e ao meio ambiente. A logística reversa é um conjunto de ações para a coleta e restituição de resíduos sólidos às empresas para reaproveitamento ou destinação final ambientalmente adequada. E, os padrões sustentáveis de produção e consumo, visam atender as necessidades e conferir qualidade de vida à sociedade atual, sem prejudicar o meio ambiente e gerações futuras (Brasil, 2010).

Citada na referida lei, a Logística Reversa (LR) ocupa o encontro entre os itens devolvidos nas cadeias de suprimentos diretas e as possíveis atividades de recuperação de valor e destinação final dos resíduos (Melo *et al.*, 2022). Rogers e Tibben-Lembke (1998) definiram LR como o processo de planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo econômico de matérias-primas, inventário em processo, produtos acabados e informações relacionadas ao ponto de consumo e de origem, objetivando a recuperação de valor ou disposição adequada.

A mentalidade linear de extrair, produzir, usar e descartar está em conflito com os princípios da sustentabilidade, sendo então necessária uma abordagem mais holística, que leve em consideração todo o ciclo de vida dos produtos e minimize o desperdício desde a fase de projeto até o descarte final. Surge então, a partir da compreensão desse cenário e da LR, a percepção da Economia Circular (EC) como um modelo alternativo de produção e consumo que envolve a partilha, locação, reutilização, reparação, renovação e reciclagem de materiais e produtos existentes durante tanto tempo quanto possível (Rebuci, 2022).

Assim, a LR desempenha um papel importante na transição para a EC, já que envolve o retorno de produtos, materiais e embalagens ao ciclo produtivo para recuperação de valor, ao invés de enviá-los diretamente para aterros sanitários ou quaisquer outros tipos de disposição final. Isso exige uma abordagem que considere desde a coleta, passando por etapas de inspeção, segregação, classificação etc., até o tratamento adequado dos resíduos.

A EC dá novas finalidades para um produto, num processo que visa a redução, reutilização e reciclagem de resíduos, gerando maior tempo de vida útil do produto, derivados e componentes, minimizando a extração de matéria prima e os impactos pela geração e descarte de resíduos no meio ambiente (Carvalho *et al.*, 2023). É parte dos objetivos de enfrentar os desafios globais, como mudança climática, redução da biodiversidade, produção de resíduos e poluição (Rebuci, 2022).

Em conformidade com esta lógica, o Design Sustentável (DS) surge como uma perspectiva promissora para transformar esse cenário. Ao integrar princípios de sustentabilidade em todas as etapas do processo de projeto, desde a seleção de materiais até o fim da vida útil do produto, é possível reduzir significativamente o impacto ambiental. É preciso avaliar o potencial de inserção de práticas circulares na economia, identificar os obstáculos para a implementação desse modelo e agir para viabilizá-lo (Pereira, 2020).

Papanek (1971) relacionava a responsabilidade do design e os problemas causados ao meio ambiente, decorrentes da produção industrial massificada, como a gestão hídrica e de resíduos, a mobilidade urbana, o aquecimento global, a poluição do ar e o consumo irresponsável, entre outros.

Nesta perspectiva, o design deve deixar de ser parte do problema e passar a ser parte integrante de soluções factíveis, no que se refere aos desafios da sustentabilidade.

O design pode contribuir efetivamente para a transformação em contextos culturais, de produção industrial e de consumo, conduzindo à resolução de problemas reais e a mudanças efetivas no sentido de uma maior sustentabilidade dos sistemas produtivos (Manzini e Vezzoli, 2016). Ainda segundo os autores, o Ecodesign, atividade de projeto que objetiva o desenvolvimento de produtos sustentáveis, considerada nesta pesquisa como similar ao que se chama DS, expõe que ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, surgem novas propostas que sejam social e culturalmente aceitáveis.

Uma das principais características do DS é a ênfase na eficiência dos recursos. Isso inclui o uso de materiais renováveis e recicláveis, a minimização do desperdício durante a produção e a incorporação de princípios de design ecológico. Além disso, também considera os aspectos sociais e econômicos, buscando criar produtos que atendam às necessidades das pessoas de maneira equitativa e justa.

O dever de preservar o ecossistema é de toda a sociedade, incluindo poder público, organizações e cidadão. E, ainda que autorizações e fiscalizações sejam da alçada do poder público, é papel de todos, principalmente dos produtores, a obrigação de empregar práticas que convirjam à qualidade de vida e preservação e recuperação do meio ambiente (Carvalho *et al.*, 2023).

Para promover uma abordagem mais sustentável ao design, é essencial adotar estratégias como, por exemplo, o *Design for Excellence* (DfX) e a LR.

O DfX é uma metodologia que visa otimizar o processo de design, levando em consideração não apenas a qualidade do produto final, mas também outros aspectos, como custo, tempo de produção e impacto ambiental (Melo, Merino e Merino, 2017). O DfX busca maximizar um aspecto particular, o recurso “X” do produto em desenvolvimento (Braga Jr. *et al.*, 2023). Ao incorporar critérios de sustentabilidade desde o início do processo de desenvolvimento de produto, é possível evitar problemas futuros e criar produtos mais eficientes e sustentáveis.

A LR, por sua vez, ao tratar da gestão dos resíduos sólidos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, propõe a criação de sistemas de coleta, reciclagem e reutilização que permitem recuperar materiais valiosos e reduzir o impacto ambiental.

Melo *et al.* (2021) também citam a LR como um conjunto eficiente de recursos e ações cabíveis nesse contexto, podendo desempenhar um papel importante na promoção do DS, considerando abordagens DfX (*Design for X* ou *Design for Excellence*), mais especificamente o *Design for Reverse Logistics* (DfRL). Tais autores apontam que este conceito surge como uma ramificação do DfX que considera, ainda na fase de projeto do produto, aspectos associados aos processos e atividades que compõem a LR, bem como seus impactos positivos diretos para promover vantagem competitiva sustentável.

Esse conceito proposto permite maior robustez da sustentabilidade, pois considera fatores pouco abordados por pesquisadores e projetistas (Melo *et al.*, 2021).

Objetiva-se então com este trabalho apresentar as associações entre o DS e a LR, apresentando o *Design for Reverse Logistics* (DfRL) e evidenciando suas contribuições para a sustentabilidade.

2 Metodologia

Para a realização desta pesquisa, foi desenvolvida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que seguiu uma sequência de etapas proposta por Tranfield *et al.* (2003). É um modelo de pesquisa utilizada para identificar, nas publicações consideradas, evidências de tendências de pesquisas, evolução de temas pesquisados, bem como *gaps* de pesquisa, contribuindo para fornecer uma visão geral do conhecimento atual sobre a teoria, avaliar a progressão do conhecimento sobre o tema e propor potenciais caminhos para avanço do conhecimento (Kraus *et al.*, 2022). Seguindo o método de Tranfield *et al.* (2003), foi executado:

- Uma **Revisão Piloto**, com vistas a levantar na literatura informações acerca dos temas expostos nessa pesquisa: EC, DS, LR e DfRL. Foram consideradas para então, as bases *Science Direct*, *Web of Science* e *Scopus*;
- Não foram obtidos resultados iniciais que considerassem todos os termos de busca. Foi então proposto um **Protocolo de Pesquisa** delimitando apenas a faixa temporal de 2019-atual, sem delimitar formatos de documentos, buscando materiais que tratassem sobre os temas, a partir de buscas de conformidade em títulos, resumos e palavras-chave. Com vistas a alcançar resultados desta vez, foi retirado o termo DfRL. O protocolo pode ser visualizado no quadro 1.

Quadro 1 – Protocolo de Pesquisa

Termos de Busca	<i>Reverse Logistic; Sustainable Design; Circular Economy.</i>
Operador Booleano	AND
Base de Dados	<i>Science Direct (SD), Scopus e Web of Science (WoS)</i>
Critério de Inclusão	Tratar sobre qualquer aspecto que possa ser relacionado ao DfRL.
Critério de Exclusão	Não abordar, sob forma alguma, aspectos que possam ser relacionados ao DfRL.
Parâmetros	Autores; país; produto; processo; artefato; processo de desenvolvimento de produtos associados a logística reversa; processo de desenvolvimento de produtos associadas a sustentabilidade.
Idioma	Inglês
Tipos de Documento	Não se aplica
Período da Pesquisa	2019-2024

Fonte: Os autores

- Foram obtidos 104 resultados. Em seguida, iniciou-se a **Obtenção e Seleção das Publicações**, onde os documentos foram analisados através de seus títulos, resumos e palavras-chave, confirmando ou não a contribuição ao repertório teórico da pesquisa. Nesta etapa também foi considerada a busca por combinações das palavras e termos: *Design for Reverse Logistics*, Economia Circular, Design Sustentável, Ecodesign e Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis.
- Após a etapa anterior, foi constatado que somente 5 documentos possuíam contribuições pertinentes aos critérios estabelecidos em protocolo. Como forma de tornar mais eficiente e imersiva a busca, também foi considerada uma nova estratégia para tentar expandir o quantitativo obtido. Foi realizada a busca em *snowball*, ou bola de neve, uma técnica de levantamento utilizada em pesquisas qualitativas que permite alcançar populações pouco conhecidas ou de difícil acesso, mostrando-se proveitosa para investigação de amostras

ainda pouco conhecidas ou exploradas, auxiliando no entendimento geral de fatores associados ao tema (Bockorni, 2021). Logo, foi feita uma varredura nas referências citadas nos 5 artigos obtidos, que estão apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Artigos Obtidos

AUTORES	TÍTULO (ANO)
BRAGA JR, A. E. Nunes, D. R. L. Brandão, R. et al.	<i>Contributions to the Design for Reverse Logistics Definition: Integrating Reverse Logistics activities and Design for X approaches (2023)</i>
FARAZEE M.A. Asif, Malvina Roci, Michael Lieder, Amir Rashid, Aleš Mihelič, Simon Kotnik.	<i>A Methodological Approach to Design Products for Multiple Lifecycles in the Context of Circular Manufacturing Systems (2021)</i>
MARTINS, V. W. B.; Anholon, R.; Quelhas, O. L. G.; Leal Filho, W.	<i>Sustainable Practices in Logistics Systems: An Overview of Companies in Brazil (2019)</i>
MELO, A. C. S., Nunes, D. R. L., Braga Júnior, A. E., Brandão, R., Nagata, V. M. N., Martins, V. W. B.	<i>Analysis of activities that make up reverse logistics processes: proposition of a conceptual framework (2022)</i>
MELO, A. C. S., Braga, A. E., Leite, C. D. P. et al.	<i>Frameworks for reverse logistics and sustainable design integration under a sustainability perspective: a systematic literature review (2021)</i>

Fonte: Os autores

- Por fim, foi possível realizar a **Extração de Dados** para a discussão sobre os resultados obtidos. Foram compilados diversos trechos e recortes em consonância com as contribuições que esta pesquisa visa alcançar e discutidos para apresentar não só as informações pretendidas, mas também contribuições para novas pesquisas e olhares sobre a literatura alcançada. Com a técnica de *snowball* foi verificado que a literatura alcançada é predominantemente de eventos, fato que pode apontar pouca imersão do tema nas bases científicas.

3 A Prática Projetual para a Sustentabilidade

O processo de desenvolvimento de produtos envolve a criação e aperfeiçoamento de produtos, desde a concepção até a entrega ao consumidor final. Essa prática requer uma abordagem multidisciplinar, integrando engenharia, design, marketing etc., para garantir que o produto atenda às necessidades do mercado e dos usuários. Nesse contexto, um dos aspectos fundamentais desse processo é a responsabilidade do designer com a sustentabilidade.

Deve-se buscar mudanças de paradigmas na relação da produção com o meio ambiente, apresentando o uso eficiente de materiais e energias renováveis, não danosos e, ao mesmo tempo, conservando a biodiversidade (Nascimento e Filho, 2021).

O designer tem um papel fundamental na promoção da sustentabilidade, percebido pelo fato de que as escolhas feitas durante a fase de projeto podem influenciar significativamente o impacto ambiental do produto ao longo de seu ciclo de vida. Desde a seleção de materiais, passando pelo processo de fabricação, até o descarte, cada decisão pode contribuir para a redução da pegada ecológica. O uso de materiais recicláveis, a minimização de resíduos, a eficiência energética na

produção e a durabilidade dos produtos são alguns dos fatores que um designer sustentável deve considerar.

A produção em massa de produtos frequentemente prioriza a eficiência econômica em detrimento da sustentabilidade ambiental, o rápido ciclo de vida de muitos produtos leva a um aumento no descarte de itens, configurando então um cenário onde a obsolescência tecnológica provoca o aumento do consumo, estimulado pelas novidades e necessidade de aquisição devido à avaria ou obsolescência dos produtos, podendo-se falar tanto em obsolescência programada, que se refere à programação do tempo de vida útil de um produto, quanto obsolescência psicológica, por desejabilidade (Carvalho *et al.*, 2023).

Ao priorizar a sustentabilidade no desenvolvimento de produtos, os designers ajudam a promover um equilíbrio entre crescimento econômico, proteção ambiental e bem-estar social, elementos essenciais para um futuro mais sustentável, pensando-se nos aspectos ambientais, econômicos e sociais, conforme Elkington (1994). Dessa forma, a prática de desenvolvimento de produtos alinhada à sustentabilidade não é apenas uma tendência, mas uma necessidade imperativa para o desenvolvimento sustentável global, diante do cenário exposto anteriormente.

Tem sido significativo o crescimento na quantidade de lixo tecnológico, incluindo eletrônicos, brinquedos e eletrodomésticos descartados precocemente, bem como a quantidade de embalagens, tipos de resíduos ligados às mudanças no estilo de vida da sociedade, sobretudo nos grandes centros urbanos (Sampaio *et al.*, 2018).

É essencial que governos, empresas e a sociedade como um todo trabalhem em conjunto para enfrentar esses desafios de forma eficaz, com vistas a criar um ambiente mais sustentável para as gerações futuras e, conforme Martins *et al.* (2019), práticas como Ecodesign, a LR e a gestão de resíduos, dentre outros, apontam para resultados positivos.

3.1 Economia Circular (EC)

A EC é um conceito que tem ganhado destaque nas discussões globais que envolvem a sustentabilidade e desenvolvimento econômico, utilizando uma abordagem inovadora de ciclo reverso para lidar com os recursos naturais e os resíduos sólidos (Aquino, 2023).

O termo “circular” remete à ideia de ciclo, tanto os ciclos bioquímicos, como o ciclo da água, quanto os ciclos técnicos, relacionados com o reaproveitamento dos resíduos (Sehnm e Pereira, 2019). A EC é uma política de gestão ambiental para a melhoria de forma incremental da gestão dos recursos usados nas cadeias de produção (Su, Heshmati, & Geng, 2013), evitando a deterioração do meio ambiente e promovendo a conservação dos recursos escassos, por meio de uma gestão eficaz dos resíduos, em especial, a gestão de resíduos sólidos (Sehnm e Pereira, 2019).

O modelo de EC, conforme a Ellen MacArthur Foundation (2017), possui quatro ciclos técnicos: a manutenção do produto; reutilização/redistribuição – produto usado; atualização/remanufatura do produto; e reciclagem de produtos.

3.2 Design Sustentável (DS)

O DS é um conceito que integra princípios de sustentabilidade ao processo de criação e desenvolvimento de produtos e serviços. Objetiva minimizar os impactos negativos ao meio

ambiente, promover a eficiência de recursos e melhorar a qualidade de vida das pessoas. O foco está em reduzir o consumo de materiais e energia, prolongar a vida útil dos produtos e considerar o ciclo de vida completo, desde a extração de matérias-primas até o descarte.

O Design, nessa perspectiva sustentável, tem o papel e responsabilidade no desenvolvimento de produtos e serviços que utilizem os recursos de forma mais eficiente, pensando também em novos sistemas de serviços que reflitam mudanças no comportamento das pessoas (Sampaio *et. al.*, 2018).

Com isso, o desenvolvimento de produtos deve ser de maneira sustentável, de modo que um determinado produto possibilite atender às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar suas próprias necessidades (Nações Unidas, 2008).

Sua relevância é percebida diante dos desafios ambientais, econômicos e sociais que têm sido enfrentados atualmente. Ambientalmente, ele contribui para a redução de resíduos, a preservação de recursos naturais e a mitigação das mudanças climáticas. Economicamente, pode promover inovação e competitividade no cenário mercadológico, ao criar produtos que utilizam menos recursos e são mais eficientes, reduzindo custos de produção e operação. E por fim, pouco debatido na literatura, pode atender ao aspecto social, melhorando a qualidade de vida ao promover produtos mais seguros, saudáveis e acessíveis, além de incentivar práticas de trabalho justas e responsabilidade corporativa.

Portanto, o DS surge com o objetivo de atender às necessidades dos consumidores de forma menos impactante, numa intervenção reguladora em sua forma de liberalismo econômico, bem como novas formas de industrialização, comercialização e consumo (Sampaio *et. al.*, 2018).

O design encontra um campo promissor no enfrentamento aos problemas ambientais, na produção e distribuição de bens e serviços, considerando todo o ciclo de vida deles. Inicia com a correta especificação de materiais e processos de baixa toxicidade na produção e distribuição, passa pelo seu uso ou consumo correto e, por fim, no seu descarte na forma mais limpa possível, seja pelo reuso, reciclagem, ou mesmo recuperação energética. A solução está, portanto, no projeto (Sampaio *et. al.*, 2018).

Juntamente a essa perspectiva, considerou-se aqui, como somatória para robustez do conteúdo, o conceito de Ecodesign, que visa minimizar ou, até mesmo, eliminar os impactos ambientais em todas as etapas do ciclo de vida de um determinado produto e, ao mesmo tempo, trazer melhorias para a qualidade do produto e redução de custos que, ainda assim, devem ser levados em consideração no processo de desenvolvimento de produtos (Santos *et al.*, 2018).

Os princípios do Ecodesign se baseiam como uma ferramenta importante para a redução de custos de uma determinada empresa, melhoria da qualidade dos produtos e/ou melhoria dos aspectos ambientais e quanto à contribuição no estabelecimento de novas estratégias de mercado, para que as empresas se tornem cada vez mais responsáveis e competitivas (Santos *et al.*, 2018).

Segundo Johansson (2002), o Ecodesign são ações tomadas no processo de desenvolvimento do produto, visando à minimização dos impactos ambientais do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, sem comprometer outros requisitos fundamentais esperados para o produto, tais como performance funcional e custo de produção.

Essa perspectiva de projeto pode ainda ser um serviço que gere estratégias que se preocupem com o meio ambiente e com questões de lucratividade ao mesmo tempo para as empresas, podendo aumentar a lucratividade através de práticas relacionadas à proteção

ambiental, como a remanufatura e reutilização, a maximização do uso dos recursos naturais, o destino ambientalmente correto de peças e componentes no que tange à reciclagem, dentre tantos outros meios de práticos e lucrativos para as empresas (Santos *et al.*, 2018).

Dentro deste panorama apresentado acerca das discussões sobre o conceito e contribuições do DS, pode-se deduzir como bastante oportuno considerar sua relação e convergência com a LR, que se refere ao processo de planejamento e implementação de fluxos de produtos e materiais de volta ao ciclo produtivo após o uso, como a reciclagem, a reutilização e o descarte adequado de produtos. O DS visa desenvolver soluções sustentáveis, considerando o equilíbrio entre os interesses das empresas com preocupações ambientais, econômicas e sociais (Melo *et al.*, 2019).

Como objetivo da interseção dos temas abordados nesta pesquisa, espera-se que ao planejar uma integração entre LR e DS, seja possível promover uma economia mais circular, em vez da tradicional economia linear de "extrair, produzir, consumir, descartar". Isso não apenas conserva recursos, mas também diminui a necessidade de extração de novas matérias-primas, reduzindo ainda mais as pressões no sistema natural e o impacto ambiental.

3.3 Logística Reversa (LR)

A LR é um componente essencial no gerenciamento de resíduos que visa reintroduzir produtos, materiais e componentes de volta às cadeias produtivas após o consumo. Essa prática envolve o planejamento e a implementação de processos para coletar, reutilizar, reciclar e descartar adequadamente produtos no final de seu ciclo de vida.

Ao fechar o ciclo de vida dos produtos, a LR reduz a quantidade de resíduos enviados a aterros, recupera materiais e minimiza a necessidade de extração de novos recursos naturais, promovendo possivelmente assim uma EC e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Nas diversas etapas do ciclo de vida do produto, há geração de resíduos e, portanto, é necessário planejar ações de LR, bem como a aplicação de conceitos de sustentabilidade nas atividades de projeto dessas etapas, podendo ser apontada como meio de tornar o produto mais sustentável (Melo *et al.*, 2020).

Ela configura uma prática invertida da logística de produção tradicional, como um paradigma para os meios de produção atual a ser vencido, sendo então a ponte entre os itens devolvidos nas cadeias de suprimentos diretas e as possíveis atividades de recuperação de valor, bem como a destinação final dos resíduos (Melo *et al.*, 2022). Rogers e Tibben-Lembke (1998) apresentam sua capacidade de recuperação de valor e destinação adequada como característica essencial.

A LR agrega valor logístico e fornece infraestrutura capaz de identificar, movimentar e selecionar resíduos em todas as etapas de agregação de valor dos canais reversos, bem como restabelecer as cadeias de suprimentos diretas (Melo *et al.*, 2020). Isso se torna bastante interessante, uma vez que o cenário de abundância de produtos com ciclo de vidas menores faz com que produtos retornem rapidamente ao meio ambiente, causando impactos ambientais (Leite, 2012).

Segundo Santos *et al.* (2018), é possível minimizar a velocidade de transformação de bens materiais em resíduos através do Ecodesign, configurando um cenário em que se pode constatar a relevância que LR aliada ao desenvolvimento de serviços e produtos sustentáveis ou produtos leves que priorize as questões ambientais.

Atualmente, com o aumento da população, da velocidade de descarte dos produtos e a com a preocupação ecológica da sociedade cada vez mais eminente, novas legislações ambientais, as preocupações com a imagem corporativa e os novos padrões de competitividade de serviços ao cliente tem levado cada vez mais à criação de canais de coleta que reduzam a quantidade de produtos descartados no meio ambiente (Santos *et al.*, 2018).

A integração dos conceitos de sustentabilidade aos principais negócios da cadeia de suprimentos permite que a organização seja mais competitiva (Melo *et al.*, 2020).

3.4 O Design para Logística Reversa (DfRL)

O DfRL é uma abordagem de *Design for X* que leva em consideração desde o início do seu processo de desenvolvimento como os produtos serão recuperados, reutilizados, reciclados ou descartados após o uso. O objetivo é projetar produtos de maneira que facilitem a LR de pós-consumo, tornando mais fácil e eficiente o processo de retorno dos produtos ou seus resíduos ao ciclo produtivo.

Consiste então em uma ramificação do DfX que considera ainda na fase de projeto do produto, aspectos associados aos processos e atividades que compõem a LR, bem como seus impactos positivos diretos aos aspectos ambiental, econômico e social da sustentabilidade, para promover uma vantagem competitiva sustentável, pois considera fatores pouco abordados por pesquisadores e projetistas (Melo *et al.*, 2019).

O conceito retoma o fato relevante de que designers e engenheiros devem considerar as questões de sustentabilidade em todas as etapas do projeto do produto, seja considerando a abordagem tradicional ou mesmo propondo novas ideias (Melo *et al.*, 2020).

É um conceito que discute questões necessárias acerca do processo de desenvolvimento dos produtos, reforçando que as primeiras decisões de projeto podem ter um impacto muito significativo na sustentabilidade e não se referem apenas às escolhas de composição de materiais e processos de fabricação, tendo efeito de longo alcance no ciclo de vida completo do produto, que inclui transporte, distribuição e entrega final (Melo *et al.*, 2020).

O DfRL ajuda a criar produtos que não apenas atendem às necessidades dos consumidores, mas também minimizam o impacto ambiental e promovem a sustentabilidade, sendo fundamental para a transição de uma economia linear para uma EC, onde os recursos são continuamente utilizados e valorizados. E por fim e em conformidade, segundo Braga Jr. *et al.* (2023), o DfRL resulta da convergência dos paradigmas da EC, desenvolvimento sustentável e foco nas atividades da LR.

5 Análise e Discussão

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020) seriam necessários 55 anos para que aterros controlados e lixões fossem encerrados. Reconhecendo o tempo após esta publicação, torna-se então mais evidente a urgência em soluções sustentáveis, visto que o contexto brasileiro relacionado a este tema, conforme apresentado até aqui, continuou se agravando.

Promover discussões acerca da mitigação desses problemas ambientais, com ocorrência de impactos também nas esferas econômicas e sociais também contribui para o alcance dos Objetivos

de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas Nações Unidas (2015), principalmente o ODS 12 que trata do “consumo e produção responsáveis”, incluindo as seguintes metas: 12.2 “...alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais...”, 12.6 “...incentivar as empresas a adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios...” e 12.b “...desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável...” e os ODS 8, 9 e 11 nas metas específicas: 8.4 “Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental...”, 9.4 “...modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos...”, e 11.6 “...reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” (Nações Unidas, 2015), promovendo um futuro mais sustentável e equitativo.

Masiero e Marques (2022) discutem associações entre Desenvolvimento Sustentável e EC e afirmam que uma maneira de auxiliar a sociedade a ser mais sustentável é através da LR. O princípio então é manter os produtos e materiais em uso, “circular”, ou seja, como os produtos não são descartados eles sempre estão em movimento, sendo reutilizados e reciclados para se manterem nesse ciclo (Ellen Macarthur Foundation, 2019).

Para Kihara *et al.* (2022), projetos podem induzir a comportamentos mais sustentáveis ou não, criar mudanças desejáveis ou indesejáveis, intencionais ou não intencionais no comportamento. Ainda segundo os autores, percebendo-se que os padrões globais de consumo são considerados insustentáveis, fato que pode ser observado pelos sérios desafios ambientais enfrentados pela sociedade, a sustentabilidade demanda por soluções que minimizem esses impactos.

Percebe-se então que compreender o vínculo entre o DS, a LR e a Sustentabilidade, como proposta desta pesquisa, é uma necessidade alinhada à interdisciplinaridade e interconexões pontuadas como relevantes ao designer no mundo contemporâneo, conforme Cardoso (2011).

Segundo esse autor, deve-se buscar pela sistematização e solução de problemas dialogando em algum nível com outros campos de conhecimento, apresentando um viés ambicioso do design (Cardoso, 2011).

O Design desempenha um papel fundamental considerando o atual contexto de crescente geração de resíduos e seus efeitos adversos sobre a sustentabilidade, estimulado o desenvolvimento de soluções práticas a partir da EC e nas práticas de LR, objetivando recuperar o valor dos materiais e gerir de forma responsável os resíduos não valorizáveis (Braga Jr. *et al.*, 2023).

Melo *et al.*, (2020) observaram a importância de aliar DS e LR possibilitando e promovendo a sustentabilidade na cadeia produtiva, identificando também que há uma lacuna de pesquisa para estudar essa relação e para identificar possíveis estágios de integração destes conceitos

Para estabelecer vantagens competitivas, as empresas adotam uma abordagem holística para criar valor através de sistemas de informação, design de produtos, alocação de recursos, reengenharia de processos e reciclagem de produtos (Braga Jr. *et al.*, 2023).

Essa integração tem relevância uma vez que o DS tem potencial para viabilizar operações de LR sob as perspectivas ambiental, econômica e social em sustentabilidade (Melo *et al.*, 2020).

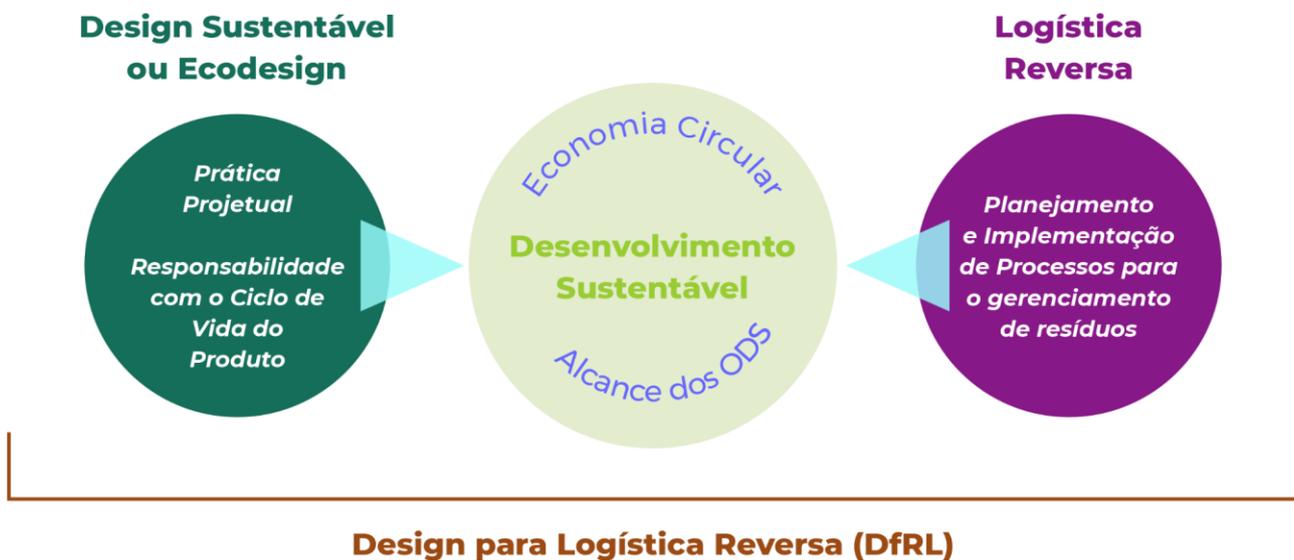
De forma similar, contemplar a LR como uma etapa importante do projeto do produto pode ampliar as práticas de Design com informações que potencializam um projeto mais robusto e sustentável, no aproveitamento mais adequado dos resíduos em todas as etapas de agregação de valor ao longo do ciclo de vida do produto (Melo *et al.*, 2020).

Melo *et al.* (2020) reforçam a relevância de trabalhos como esse, apontando que pesquisas e empresas devem considerar novas abordagens de design de produtos para diminuir esse problema, compreendendo as possíveis alternativas de revalorização, não apenas para os resíduos pós-consumo, mas também para aqueles gerados em toda a cadeia produtiva, destacando possíveis relações entre DS e LR para o alcance da sustentabilidade e ainda observam em sua pesquisa que integrar estes temas ainda é uma proposição pouco abordada na literatura de sustentabilidade.

Fatores relacionados à LR e ao DS permitem prevenir problemas atuais relacionados à classificação e destinação de resíduos, bem como previne ou pelo menos atenua os problemas mencionados e resulta em um conjunto de processos mais sustentável (Melo *et al.*, 2020).

Por fim, apresentando como um eixo que possibilita e amplia o cenário de discussões desses temas, o Design para Logística Reversa (DfRL) desempenha um papel importante na mitigação dos problemas ambientais atuais decorrentes do alto consumo, descarte excessivo e obsolescência acelerada dos produtos. Apresenta-se em um resumo do que foi exposto nesta pesquisa, a figura 1 como forma de exemplificar e ilustrar:

Figura 1 - O DfRL e a Prática Projetual para a Sustentabilidade



Fonte: Os Autores

Conforme aponta Braga Jr. *et al.*, (2023), é preciso conscientizar os designers a orientarem perspectivas sobre o design de produto, processos e artefatos, visando facilitar atividades de LR, ao passo que isso contribui para ações de design mais sustentáveis, maior circularidade dos produtos e gestão integrada e sustentável de resíduos

6 Conclusões

Ao integrar princípios, por exemplo, de desmontagem facilitada, uso de materiais recicláveis, modularidade e redução de substâncias tóxicas, o DfRL transforma a forma como os produtos são concebidos e geridos ao longo de seu ciclo de vida.

Essa abordagem não apenas contribui para a reutilização e reciclagem eficiente, mas também potencializa a redução da demanda por recursos naturais, a minimização da geração de resíduos e a diminuição da poluição ambiental.

Espera-se que mais discussões ocorram neste sentido, não só com levantamentos e apontamentos acerca da literatura, mas utilizando as informações e conteúdos apresentados, discutidos e compilados, em estudos de caso que possam gerar exemplos para essas interseções de conceitos e ampliar sua visibilidade em ambientes acadêmicos, científicos e industriais. A temática aqui apresentada evidencia não só uma tendência de pesquisa, mas principalmente uma necessidade para o enfrentamento dos desafios quanto à geração de resíduos.

Em um contexto mundial, onde os impactos negativos do consumo desenfreado são cada vez mais evidentes, o DfRL se apresenta como uma estratégia possível para construir uma EC sustentável, na qual os produtos são projetados para uma maior durabilidade, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente e o bem-estar das futuras gerações, conforme a Agenda 2030 da ONU.

7 Referências

ABRELPE (org.). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: Abrelpe, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>.

AQUINO, M.; PANTOJA, M. .; LUZ, K. . **Economia Circular: uma revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica**. *Revista da UI_IPSantarém*, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 259–271, 2023. DOI: 10.25746/ruiips.v11.i2.32802. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/uiips/article/view/32802>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BOCKORNI, B. R. S.; Gomes, A. F. **A amostragem em snowball (bola de neve) em uma pesquisa qualitativa no campo da administração**. *Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR*, Umuarama, v. 22, n. 1, p. 105-117, jan./jun. 2021.

BRAGA JR, A. E. Nunes, D. R. L. Brandão, R. et al. **Contributions to the Design for Reverse Logistics Definition: Integrating Reverse Logistics activities and Design for X approaches**, 12 October 2023, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3414359/v1>]

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS**, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Poder Executivo, 2010.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. Cosac Naify, 2011.

CARVALHO, C. A. S.; De Miranda, M. G.; Santos Avelar, K. E. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Obsolescência Programada e Psicológica: impactos sobre pessoas e o meio ambiente**. *Revista Interdisciplinar do Direito - Faculdade de Direito de Valença*, [S. l.], v. 21, n. 2, p.

e20232102, 2023. DOI: 10.24859/RID.2023v21n2.1439. Disponível em:
<https://revistas.faa.edu.br/FDV/article/view/1439>. Acesso em: 9 out. 2023.

DUBEUX, C.B. S.; CAMPOS, M. C. **Economia Circular: Os desafios do Brasil. Relatório Final**. CEBRI - CENTRO BRASILEIRO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS. 2020.

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

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/circular-economyimplementation-in-china>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. [S.I.]: Ellen Macarthur Foundation, 2019. 66 p. Disponível em:
<<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/cities-and-circular-economyfor-food>>.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development**. *California Management Review*, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

FARAZEE M.A. Asif, Malvina Roci, Michael Lieder, Amir Rashid, Aleš Mihelič, Simon Kotnik. **A Methodological Approach to Design Products for Multiple Lifecycles in the Context of Circular Manufacturing Systems**. *Journal of Cleaner Production*. Volume 296, 2021, 126534. ISSN 0959-6526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126534>.

JOHANSSON, G. **Success factor for integration of Ecodesign in product development: A review of state of the art**. In: *Environmental Management and Health*, Vol 13 (2002) 98-107.

KIHARA, Wellington Minoru; SANTOS, Aguinaldo dos; ZANDOMENEGHI, Ana Lucia Alexandre de Oliveira; **"Design para o Comportamento Sustentável: estratégias para intervenção comportamental e ideação"**, p. 6536-6552 . In: *Anais do 14º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design*. São Paulo: Blucher, 2022. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ped2022-1866133

KRAUS, S., Breier, M., Lim, W. M. et al. **Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice**. *Rev Manag Sci* 16, 2577–2595 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00588-8>

LEITE, Maria das Dôres Milena de Sousa; Nascimento, Diego Coelho do; Silva, Ana Paula Pinheiro da; Melo, Rayanne Bezerra de; Gouveia, Alania Maria Leal; Cândido, Estelita Lima. **Consumo Irresponsável e Destinação Final Inadequada dos Resíduos: Uma Revisão**. DOI: 10.51859/amplla.mas3200-5. In: *Narrativa Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisas, reflexões e diálogos emergentes - Volume 4 / Organizadores Higor Costa de Brito, Manoel Mariano Neto da Silva*. – Campina Grande/PB: Amplla, 2023.

MANZINI, E.; Vezzoli, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. tradução de Astrid de Carvalho. – 1. Ed. 4 reimp. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

MARTINS, V. W. B.; Anholon, R.; Quelhas, O. L. G.; Leal Filho, W. **Sustainable Practices in Logistics Systems: An Overview of Companies in Brazil**. *Sustainability* 2019, 11, 4140.
<https://doi.org/10.3390/su11154140>

MASIERO, Isadora de Lima; MARQUES, André Canal; "Design e economia circular: Estudo e desenvolvimento de um aplicativo de incentivo à diminuição do uso de embalagens", p. 7606-

7626. In: **Anais do 14º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo: Blucher, 2022. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ped2022-8287481

MELO, A. C. S., Braga, A. E., Leite, C. D. P. et al. **Frameworks for reverse logistics and sustainable design integration under a sustainability perspective: a systematic literature review**. Res Eng Design 32, 225–243 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00163-020-00351-8>

MELO, A. C. S., Nunes, D. R. L., Braga Júnior, A. E., Brandão, R., Nagata, V. M. N., Martins, V. W. B. **Analysis of activities that make up reverse logistics processes: proposition of a conceptual framework**. Brazilian Journal of Operations & Production Management. 2022, vol. 19, n. 2, e20221376. DOI: <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2022.001>

MELO, L. M.; Merino, E. A. D.; Merino, G. S. A. D. (2017). **Uma Revisão Sistemática Sobre Design For X. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, 12(4), 78. <https://doi.org/10.15675/gepros.v12i4.1744>

NAÇÕES UNIDAS (NU), 2015. ONU. **Sustainable Development Goals (SDG)**. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals>. (Acesso em 04 de junho de 2024).

NASCIMENTO, F. A. A.; Pinto Filho, J. L. O. **Os Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.18 n.38; p. 217. 2021. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2021D35.

PAPANÉK, Victor. **Design for the Real World: human ecology and social change**. NewYork, Pantheon Books, 1971.

PEREIRA, Luiz Carlos Fernandes. **O Design para a Economia Circular, repensando a forma como fazemos as coisas**. Brasília: Programa de Pós-Graduação em Design – PPG Design UnB, 2020.

RAYNAUT, Claude; ZANONI, Magda (1993). **La Construction del'interdisciplinarité en Formation intégrée de l'environnement et duDéveloppement**. Paris:Unesco (Document préparé pour la Réunion sur les Modalités de travail de CHAIRES UNESCO DU.DÉVELOPPEMENTDURABLE. Curitiba, 1 - 4 juillát 93 - mimeo).

REBUCCI, Lorena Ariesley. **A Economia Circular e as Barreiras para a sua Implementação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 111 pg. 2022

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. (1998). **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. University of Nevada, Reno.

SAMPAIO, Cláudio P. De [et al.]. **Design Para a Sustentabilidade: Dimensão Ambiental** - Curitiba, PR : Insight, 2018. 183 p. ; 15 x 21 cm. (Design para a sustentabilidade, 1)

SANTOS, Diego Ygor Silva e; DOS SANTOS, José Giovani; FRANÇA, Marconi Luiz; "A cultura do descarte: o uso e descarte do celular em Campina Grande", p. 4690-4704 . In: **Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design (2018)**. São Paulo: Blucher, 2019. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ped2018-5.3_ACO_02

SEHNEM, S.; PEREIRA, S. C. F. **Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições**

Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21529/RECADM.2019002>

SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y. (2013). **A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation.** *Journal of Cleaner Production*, 42(1), 215–227.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>

TRANFIELD, D.; Denyer, D.; Smart, P. (2003), **Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review.** *British Journal of Management*, Vol. 14, No. 3, pp. 207-22.