

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA REVERSA****EVALUATION OF REVERSE LOGISTICS PERFORMANCE**Gabriela Hammes<sup>1</sup>Eduarda Dutra de Souza<sup>2</sup>Carlos Manuel Taboada Rodriguez<sup>3</sup>**RESUMO**

O processo de mensuração da logística reversa ainda se encontra em fase embrionária no cenário de pesquisas acadêmicas assim como a prática dessa parte da logística em países subdesenvolvidos como o Brasil. O presente artigo mostra uma revisão da literatura com os principais indicadores da logística reversa e um estudo aprofundado da literatura científica apresentando uma análise descritiva do cenário atual. Posteriormente, o artigo apresenta um modelo que pode ser utilizado por qualquer indústria para a avaliação de desempenho do fluxo reverso. O modelo se divide em cinco perspectivas: econômica e financeira; ambiental; social; política e operacional. Cada perspectiva apresenta alguns pontos a serem avaliados e, ao final, é apresentada uma equação para um único indicador da logística reversa, pela qual é possível mensurar o nível de desempenho no qual se encontram as práticas reversas da empresa. O artigo ainda contribui com uma discussão sobre a mensuração da logística reversa e sua importância acadêmica e empresarial.

**Palavras-Chave:** Indicador. Logística inversa. Mensuração.

**ABSTRACT**

The process of measuring reverse logistics is still at an embryonic stage in the academic research scenario, as is the practice of this part of logistics in underdeveloped countries such as Brazil. The present article shows literature review of main indicators of reverse logistics and an in-depth study of the scientific literature presenting a descriptive analysis of the current scenario. Subsequently, the article presents a model that can be used by any industry for the evaluation of reverse flow performance. The model is divided into five perspectives: economic and financial; environmental; social; political and operational. Each perspective presents some points to be evaluated and, at the end, an equation is presented for a single reverse logistics indicator, where it is possible to measure the level of performance to which the company's reverse practices are found. The article also contributes with a discussion about the measurement of reverse logistics and its academic and business importance.

**Keywords:** Indicator. Inverse logistics. Measurement.

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil, mestranda na Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900. gabihammes15@gmail.com

<sup>2</sup> Bacharel em administração empresarial, mestranda na Universidade Federal de Santa Catarina.

<sup>3</sup> Doutor em engenharia de produção, Professor na Universidade Federal de Santa Catarina.

## 1. INTRODUÇÃO

A globalização e a preocupação com as questões ambientais fazem com que as instituições comecem a realizar operações mais verdes, como a Logística Reversa (LR), na busca por um caráter ambientalmente correto nas suas operações (SOUZA; HAMMES; RODRIGUEZ, 2017). A LR é definida por Rogers e Tibben-Lembke (1999, p. 2) como:

O processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado para coleta e tratamento de lixo.

Segundo Barker e Zabinsky (2010), existem três motivos para que as empresas invistam em LR. O primeiro motivo é o atendimento à legislação, presente em diversos países, quanto a remanufatura, reutilização e reciclagem dos materiais. O segundo motivo está na existência, em muitos casos, de um significativo valor econômico nos produtos de pós-consumo. A terceira motivação está na imagem da empresa, pois os consumidores estão buscando por empresas que adotem uma solução “verde” para seus resíduos.

Assim, a percepção da importância da LR está aumentando nos últimos anos devido ao aumento do fluxo de produtos retornados para as indústrias (BUTZER et al., 2017; SHAIK; ABDUL-KADER, 2012). Tonanont et al. (2008) afirmam que, para se obter melhores benefícios desta prática é necessário que a empresa possua uma boa estratégia para a sua LR. Segundo os mesmos autores, essas estratégias necessitam de melhoria contínua, e a medição de desempenho é uma ferramenta que auxilia a propor melhorias na medida em que facilita o entendimento das vantagens e desvantagens da estratégia adotada e possibilita medir a eficiência e a eficácia do sistema.

Portanto, é necessário que se conduzam pesquisas a respeito da avaliação de desempenho da LR, já que esse é um assunto pouco explorado. Bouzon et al. (2016) destacam que a LR ainda está em estado de infância nos países em desenvolvimento como o Brasil, e a deficiente estrutura logística do país é um dos principais desafios para a implantação desta prática. O Brasil vem dando maior suporte para a implantação da LR a partir de 2010 com a aprovação da Lei n. 12.305 /2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta política tem como proposta a destinação correta dos resíduos gerados pelas empresas através da reciclagem e reutilização, e como forma de se adequar a esta lei as empresas estão implantando a LR.

Devido ao valor da LR, é necessário que esta seja bem planejada e executada, para trazer benefícios para a empresa, mas, apesar da sua importância, raramente a literatura discute sobre o seu desempenho. Butzer et al. (2017) afirmam que não é possível administrar eficientemente as cadeias de fornecimento inversas sem avaliar seu desempenho. Segundo Shaik e Abdul-Kader (2011), até a publicação do seu trabalho, poucas medidas foram desenvolvidas para avaliar o desempenho da LR.

O objetivo deste artigo é propor um modelo para avaliar o desempenho da logística reversa dentro do cenário brasileiro para que as empresas consigam planejar e executar essa atividade da melhor maneira possível e atender a legislação da PNRS. O artigo é dividido em cinco tópicos: introdução, metodologia, revisão de literatura, modelo de avaliação da LR e conclusões.

## 2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é uma busca exploratória sobre o assunto de LR e Avaliação de Desempenho. Iniciou-se com uma busca bibliográfica nas bases de dados à procura de trabalhos publicados em revistas de alto impacto. Utilizou-se dois eixos na língua inglesa, por conter maior número de retornos nesta língua. O primeiro eixo aborda a logística reversa (“*reverse logistic\**”) e o segundo, a avaliação de desempenho (“*performance evaluation*” OR “*performance assessment*” OR “*Performance measurements*” OR “*evaluation of Logistics Performance*” OR “*performance evaluation*”). As palavras-chave foram testadas em uma busca preliminar realizada no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), onde foi possível identificar as bases de dados com maior número de resultados para a busca, que são: *Scopus*, *Science Citation Index Expanded (Web of Science)*, *ProQuest*, *OneFile (GALE)* e *Science Direct*, sendo que nas duas últimas não se encontrou nenhum resultado. A pesquisa não teve delimitação temporal e foi realizada em novembro de 2017. A busca resultou em um total de 157 artigos que foram selecionados a partir da leitura dinâmica dos mesmos, totalizando 39 artigos que tratam sobre a avaliação de desempenho na LR.

A partir destes 39 artigos selecionados, foi possível elencar as principais áreas que influenciam a LR as quais possibilitaram a elaboração de um modelo teórico genérico para avaliar o desempenho da LR, além de proporcionar a discussão sobre o assunto. Os indicadores apresentados no modelo são provenientes de pesquisas teóricas e práticas sobre este assunto.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Nos últimos anos, a busca pela mensuração do desempenho logístico na cadeia de suprimentos tornou-se alvo para os pesquisadores (SINGH; ACHARYA, 2014). Shaik e Abdulkader (2011) apontam os motivos que levaram as empresas a investir em um sistema de medição de desempenho logístico, tais como: acompanhar o desenvolvimento de atividades de logística ao longo do tempo; obter resultados competitivos; identificação de ineficiências e redução de custos; e melhoria de processos.

Segundo Neely, Gregory e Platts (2005), a medição de desempenho “é o processo de quantificação de ação, onde a medição é o processo de quantificação e a ação é que leva ao desempenho”. Entretanto existem alguns fatores que influenciam nessa construção de indicadores para medição do desempenho, como os *Stakeholders* que, por sua vez, representam as partes interessadas da organização e sua presença impacta na aplicabilidade da LR ao encorajar o tomador de decisão na realização dos objetivos que proporcionam valor a todos: investidores, clientes, funcionários, fornecedores, intermediários, governos e reguladores (SHAIK; ABDUL-KADER, 2011).

Os *Stakeholders* estão presentes em indicadores de desempenho como a imagem verde corporativa, satisfação do cliente/sociedade/fornecedor/colaborador, envolvimento com cliente, fornecedor comprometido, compras, reciclagem, entre outros. Esses indicadores estão presentes no Quadro 1, no qual se buscou na literatura as principais áreas de influência da LR e que necessitam ser mensuradas para conseguir enxergar seu o desempenho na sua totalidade (TABELA 1).

Tabela 1. Áreas da LR a partir da literatura

Indicador	Autores
Imagem Verde Corporativa	Jun (2009); Shaik e Abdul-Kader (2014); Sirisawat e Kiatcharoenpol (2016); Sangwan (2017).
Flexibilidade	Büyüközkan; Çifçi (2012), Momeni et al. (2014), Sirisawat; Kiatcharoenpol (2016).
Qualidade	Büyüközkan e Çifçi (2012); Nagalingam, Kuik e Amer (2013); Sirisawat e Kiatcharoenpol (2016).
Responsividade	Sirisawat e Kiatcharoenpol (2016).

Expansão da LR/ Inovação	Xin (2010); Shaik e Abdul-Kader (2011, 2013, 2014); Sirisawat e Kiatcharoenpol (2016).
Valor	Yellepeddi (2006); Jun (2009); Geethan, Jose e Chandar (2011); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Sirisawat e Kiatcharoenpol (2016); Sangwan (2017).
Custo	Yellepeddi (2006); Fengrong e Fet (2008); Jun (2009); Xin (2010); Geethan; Jose e Chandar (2011); Shaik e Abdul-Kader (2011, 2013, 2014); Büyüközkane Çifçi (2012); Olugu e Wong (2012); Nagalingam, Kuik e Amer (2013); Momeni et al. (2014); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Turcu (2017); Sangwan (2017).
Penalidades legislativa	Jun (2009).
Responsabilidade	Jun (2009).
Efetividade	Geethan, Jose e Chandar (2011).
Meio ambiente	Xin (2010); Geethan, Jose e Chandar (2011); Shaik e Abdul-Kader (2011, 2013, 2014); Sangwan (2017).
Transporte	Yellepeddi (2006); Fengrong e Fet (2008); Geethan, Jose e Chandar (2011); Büyüközkane e Çifçi (2012); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014); Sangwan (2017); Turcu (2017).
Reciclagem (custo, quantidade de material)	Xin (2010); Olugu e Wong (2011, 2012); Nagalingam, Kuik e Amer (2013); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014); Turcu (2017).
Envolvimento do cliente	Olugu e Wong (2011, 2012).
Fornecedor	Olugu e Wong (2011, 2012); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Momeni et al. (2014).
Gerencia comprometida	Olugu e Wong (2011, 2012).
Retorno do investimento	Yellepeddi (2006); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014); Turcu (2017).
Vendas	Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014); Momeni et al. (2014).
Uso de energia	Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014); Sangwan (2017).
Otimização do uso de matérias primas	Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2014).
Embalagem	Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Turcu (2017).
Uso da água	Agrawal, Singh e Murtaza (2016).

---

Comunidade	Fengrong e Fet (2008); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Shaik e Abdul-Kader (2011); Sangwan (2017).
Satisfação dos Stakeholders	Fengrong e Fet (2008); Jun (2009); Xin (2010); Momeni et al. (2014); Shaik e Abdul-Kader (2011, 2013, 2014); Agrawal, Singh e Murtaza (2016); Turcu (2017); Sangwan (2017).
Capacidade de network	Shaik e Abdul-Kader (2014).
Competência dos funcionários	Shaik e Abdul-Kader (2014); Turcu (2017).
Tecnologia e processos tecnológicos	Fengrong e Fet (2008); Xin (2010); Shaik e Abdul-Kader (2014); Momeni et al. (2014); Sangwan (2017).
Ciclo de vida	Shaik e Abdul-Kader (2014).
Segurança	Shaik e Abdul-Kader (2014).
Processos internos e externos	Shaik e Abdul-Kader (2011, 2013); Nagalingam, Kuik e Amer (2013); Turcu (2017).
Geração de lixo	Sangwan (2017).
Características do material	Olugu e Wong (2012); Nagalingam, Kuik e Amer (2013).
Armazenagem	Yellepeddi (2006).

---

As áreas apresentadas no Quadro 1 demonstram diversas atividades que impactam na LR e devem ser mensuradas. A partir dessas informações encontradas na literatura, foi possível elaborar um modelo de avaliação de desempenho que é apresentado na seção seguinte.

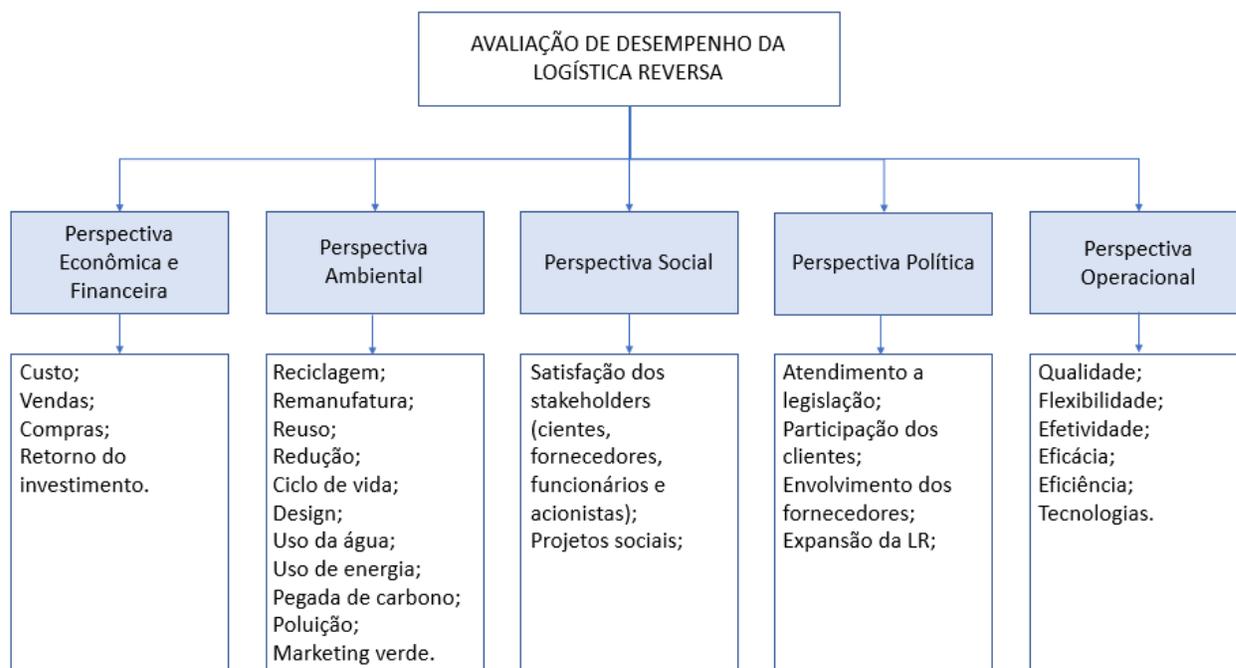
#### 4. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LR

O presente artigo propõe um modelo de medição de desempenho da LR, genérico, para auxiliar na avaliação do funcionamento desta prática na maioria das empresas. O modelo foi desenvolvido como base as áreas influenciadoras do Quadro 1. A literatura, combinada com o conhecimento prévio dos autores, possibilitou a elaboração de indicadores para cada uma das atividades.

O modelo abrange o lado da logística reversa de pós-venda e de pós-consumo e pode ser observado na Figura 1. Os produtos provenientes de pós-consumo são bens já consumidos, como produtos que ainda possuam condições de utilização, produtos descartados por terem exaurido sua

vida útil e resíduos industriais, fluindo por canais reversos de reuso, remanufatura ou reciclagem até a destinação final. A LR de pós-venda é formada por bens não usados ou pouco usados que, por algum motivo, retornaram para algum dos elos da cadeia de distribuição direta devido a erros no processamento dos pedidos, garantia dada aos clientes, defeitos ou falhas de funcionamento, avarias no transporte, por razões comerciais, entre outros (LEITE, 2009).

Figura 1. Avaliação de Desempenho da LR



O modelo de avaliação de desempenho apresentado na Figura 1 avalia a LR através de cinco perspectivas: econômica e financeira; ambiental; social; política e operacional. Para fins de mensuração, o Tabela 2 apresenta indicadores para cada uma destas perspectivas. Os indicadores são transformados em porcentagens para facilitar na medição do desempenho. É aconselhado a cada empresa adaptá-los de acordo com sua realidade. Por exemplo, a reciclagem, reuso e remanufatura dos produtos no fim da sua vida útil, conhecido como 3R, que apresentam diferenciações de empresa para empresa.

Tabela2 – Proposta de indicadores

	Atividade	Indicador	Descrição
Perspectiva Econômico/Financeiro	Custo	$(\text{Lucro da LR} / \text{Gasto com LR}) * 100\%$	Aborda o conceito de custo/ lucratividade, isto é, o retorno financeiro da LR.
	Vendas	$(\text{N}^\circ \text{ de vendas de material proveniente dos 3R} / \text{N}^\circ \text{ de vendas totais}) * 100\%$	Medir a viabilidade para comercializar os produtos de 3R.
	Compras	$(\text{N}^\circ \text{ de insumo proveniente dos 3R} / \text{N}^\circ \text{ total de insumo}) * 100\%$	Quanto de material é economizado com aplicação dos 3R.
	Retorno do investimento	$[(\text{Lucro com vendas de resíduos} + \text{economia na compra de materiais que são reutilizados}) / \text{Capital investido em LR}] * 100\%$	Mostra se o investimento na LR influencia no lucro da empresa.
Perspectiva Ambiental	Reciclagem, Remanufatura e Reuso (3R)	$(\text{Quantidade de materiais 3R} / \text{Quantidade de material utilizado}) * 100\%$	Porcentagem de materiais reutilizados, remanufaturados e/ou reciclados usados durante a produção.
	Reciclagem, Remanufatura e Reuso (3R)	$(\text{Quantidade de material retornado} / \text{Quantidade de material produzido}) * 100\%$	Porcentagem de materiais que retornam para os processos de 3R. A empresa pode aplicar tanto na embalagem quanto no produto principal.
	Ciclo de vida	$(\text{Quantidade de material proveniente de 3R} / \text{Quantidade de material total}) * 100\%$  $(\text{Quantidade de material produzido que poderá ser utilizado por um dos 3R} / \text{Quantidade de material produzido}) * 100\%$	Os dois tipos de indicadores possibilitam medir se a empresa se preocupa com o ciclo de vida tanto na utilização quanto na fabricação dos materiais.
	Design	$(\text{Quantidade de projetos verdes} / \text{quantidade de projetos}) * 100\%$	Porcentagem dos projetos da empresa que aplicam o eco-design
	Uso da água	$(\text{Quantidade de água planejada pensando em redução} / \text{quantidade de água consumida}) * 100\%$	Estratégia de redução do uso desnecessário da água.
	Uso de energia	$(\text{Quantidade de energia consumida por fonte renováveis} / \text{Quantidade de energia consumida}) * 100\%$	Porcentagem do uso de energias renováveis pela organização.

	Pegada de carbono	(Total de emissão de carbono / Total de emissão carbono considerado adequado para empresa) * 100%	Essa porcentagem incentiva a empresa a sempre reduzir a emissão de carbono até chegar no nível considerado adequado.
	Poluição	(Quantidade de água que foi tratada / Quantidade de água utilizada) * 100%	Cada empresa possui um tipo de poluição própria. O indicador pode ser modificado para ser usado na poluição do ar e terra.
	Marketing verde	(Quantidade de clientes provenientes das propagandas ambientais / Quantidade de clientes provenientes das propagandas em geral) * 100%	Porcentagem de clientes que valorizam as medidas a favor do meio ambiente.
Perspectiva Social	Satisfação dos stakeholders	Média de satisfação dos fornecedores, clientes, acionistas e funcionários (nota 0 a 10) * 100%	Porcentagem da visão dos principais stakeholders da empresa. Coleta em pesquisa de clima e pesquisa de pós-venda.
	Projetos sociais	(Total de projetos sociais realizados/ Total de projetos sociais considerado adequado para empresa) * 100%	Possibilita comparar com a meta estipulada pela empresa e/ou setor.
Perspectiva Política	Atendimento a legislação	(Nº de leis atendidas/ Nº de leis do setor) * 100%	Porcentagem de adesão da legislação.
	Participação dos clientes	(Nº de clientes que auxiliam no processo da LR/ Nº de clientes) * 100%	Porcentagem de clientes que facilitam o processo da LR.
	Participação dos fornecedores	(Nº de fornecedores que auxiliam no processo da LR/ Nº de fornecedores) * 100%	Porcentagem de fornecedores que facilitam o processo da LR.
	Expansão da LR	(Nº de práticas da LR implementadas atualmente/ Nº de práticas da LR implementas no período passado) * 100%	Permitir acompanhar a expansão da LR em relação ao período passado.
Perspectiva Operacional	Qualidade	(Materiais consumidos / materiais planejados) * 100%	Porcentagem de aproveitamento de materiais: 100%: todos os materiais são aproveitados. Maior que 100%: Houve erro no cálculo de quantidade de materiais ou desperdício (necessita averiguação)

			Menor que 100%: Existe desperdício de materiais pois o consumo foi maior que o planejado.
	Efetividade	(Quantidade de produtos que retornaram/ quantidade de produtos que a empresa consegue retornar) * 100%	Demonstra se a LR da empresa é efetiva ou se possui gargalos.
	Eficácia	(Nº de erros na LR/ Nº de tarefas da LR) 100%	Porcentagem de erros no processo.
	Eficiência	(Executado das operações LR/ Planejado para as operações da LR) * 100%	Porcentagem de atividades feitas de formas correta de acordo com a estratégia da empresa.
	Tecnologia	(Nº de processos que utilizam tecnologia / Nº de processos totais) * 100%	Possibilita a percepção atual da empresa na esfera tecnológica.

Após aplicação dos indicadores na organização, pode-se medir a avaliação de desempenho proposta pelo modelo com a Equação 1. As empresas devem determinar um indicador único para cada uma das perspectivas. Isso pode ser feito a partir de uma média ponderada dos indicadores utilizados. Estes indicadores, unidos, serão utilizados para o cálculo de desempenho da LR apresentado na Equação 1, que possibilita um indicador único para mensurar se a LR da organização se encontra em nível crítico (abaixo de 20%), nível ruim (entre 21% e 50%), nível regular (51% a 69%), nível bom (70% a 85%), nível muito bom (86% a 95%) e nível excelente (95% a 100%).

$$\text{Avaliação de desempenho reverso} = \frac{(PEF+PA+PS+PP+PO)}{5} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Percebe-se que a medição de desempenho é um processo complexo e fornece informações que auxiliam a gestão dos processos. Na área da LR, como demonstrado no presente estudo, encontra-se dificuldades na implementação desta prática devido a abrangência de diversas áreas da empresa e stakeholders. O modelo proposto auxilia na solução das barreiras encontradas na literatura para a implementação da LR. De acordo com Abdulrahman, Gunasekaran e Subramanian (2014), existem barreiras referentes à gestão, ao financeiro e à infraestrutura da implementação da LR, além das questões legais (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE; 1999), consciência pública, apoio à

cadeia de suprimentos, os parceiros (LAU; WANG, 2009), clientes e fabricantes (CHAN; CHAN; JAIN; 2012) e a falta de métricas de desempenho para a LR (RAVI; SHANKAR, 2005).

A perspectiva econômica e financeira é a área do modelo responsável pelo cuidado com a lucratividade da operação. Isto é, concentra-se em alcançar o sucesso financeiro ao mesmo tempo em que fornece valor aos investidores e acionistas (SHAIK; ADBUL-KADER, 2011). Devido a isso, preocupa-se com o custo da operação, vendas dos produtos, compras de produtos facilitadores e o retorno do investimento. O custo é um componente que está diretamente ligado à lucratividade, pois é nele que sabemos o quanto lucraremos na operação e se a realização dos processos de LR são viáveis economicamente. Além disso, a parte financeira é destaque como uma das barreiras da aplicação da LR, que apresenta um problema no que diz respeito aos materiais reciclados que não possuem o preço para competir com aqueles materiais considerados virgens (CHAN; CHAN; JAIN; 2012). Isso demonstra que, ao mensurar o custo, é possível viabilizar o processo de LR.

Na perspectiva ambiental, destaca-se a busca para mensurar o impacto ambiental causado pela operação e tentar minimizar esse dano causado ao meio ambiente. A preocupação ambiental é pautada no desmatamento, na perda de biodiversidade, no crescimento da população, na pobreza, na escassez de água potável e nas mudanças climáticas (SCHALTEGGER; CSUTORA, 2012). Isto é, essas preocupações influenciam diretamente nas atividades logísticas por meio do esgotamento dos recursos naturais, as mudanças climáticas e a busca por redução dos gases do efeito estufa (GARCÍA-ALVARADO et al., 2017). O modelo proposto ataca essas preocupações como uma forma de mensurar os impactos causados pela empresa e incentivar a mesma a reduzi-los.

Além disso, o modelo ataca algumas barreiras que dificultam o processo de implementação e sustentação da LR nas empresas. Segundo Ravi e Shankar (2005), a dificuldade é fazer com que as empresas não desenvolvam mais produtos utilizando matéria-prima virgem e comecem a pensar na manipulação dos produtos retornados e recuperados, pois há uma falta de valorização da LR. Desta forma, o modelo tem foco na mensuração do design verde dos produtos como forma de pensar nesse processo proveniente dos 3R'S, além da porcentagem de utilização deste material, pois o design está intimamente ligado com o ciclo de vida do produto (ZAILANI; ELTAYED; HSU; TAN; 2012).

A perspectiva social tem base no impacto causado na sociedade na qual a empresa se insere e busca compreender se o cliente, fornecedor, funcionário e o acionista estão satisfeitos com a política da empresa. Essa satisfação incentiva a continuidade da LR, já que a falta de apoio desses

stakeholders é uma das principais barreiras encontradas por Ravi e Shankar (2005). As perspectivas políticas e operacionais do modelo são áreas de apoio para mensurar a qualidade da LR dentro da empresa e a legislação vigente, o que possibilita uma maior compreensão do cenário em atual e uma maior geração de lucro e mídia para o marketing verde. Essas perspectivas também abordam a questão das soluções tecnológicas, que também são uma barreira para a implementação da LR no que diz respeito ao encerramento do ciclo de vida do produto (SOUZA; HAMMES; RODRIGUEZ, 2017).

## 5. CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou um panorama da literatura a respeito dos indicadores da LR. Percebeu-se a importância das atividades reversas para as empresas, que cada vez mais buscam por soluções para os seus resíduos, de modo a atender a legislação e as exigências de seus clientes. Para que este sistema de LR seja eficiente e eficaz é necessário que seja bem planejado, bem executado e controlado ao longo do tempo através de um sistema de medição de desempenho que consiga abranger todas as atividades envolvidas nas práticas reversas.

Após listar os indicadores presentes na literatura, propõe-se um modelo para a medição de desempenho da LR de forma genérica, que pode ser adotado por qualquer indústria. O modelo avalia a LR a partir de cinco perspectivas: econômica e financeira; ambiental; social; política e operacional. Aconselha-se formas de medir cada uma destas perspectivas e ao final uma equação é proposta para medir o desempenho da LR a partir de um único indicador.

O modelo apresentado é conceitual e genérico, elaborado a partir da literatura e experiências empíricas. Ao mensurar a LR como todo, isto é, todas as perspectivas e práticas que a influenciam, se possibilita um crescimento e expansão deste tipo de operação para toda a cadeia. A mensuração é necessária para o desenvolvimento de qualquer atividade pois auxilia a gerência na tomada de decisões e na criação de estratégia e metas para suas atividades.

Como oportunidade para pesquisas futuras destaca-se a validação do modelo teórico em empresas de diferentes setores e estágios de maturidade da LR. A avaliação de desempenho é uma forma de incentivar as empresas a crescerem e atingirem sua maior eficiência. Esse modelo se mostra de fácil entendimento e simples manuseio, o que deixa mais prático a sua utilização para todos os tamanhos de empresas e para qualquer setor. Percebe-se uma lacuna de pesquisa na área

de LR com foco em avaliação de desempenho em países em subdesenvolvidos e a junção da LR com a logística tradicional.

## REFERÊNCIAS

ABDULRAHMAN, M. D.; GUNASEKARAN, A.; SUBRAMANIAN, N. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p.460-471, jan. 2014.

AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. Triple bottom line performance evaluation of reverse logistics. **Competitiveness Review**, v. 26, n. 3, p.289-310, 16 maio 2016.

BARKER, T. J.; ZABINSKY, Z. B. A solid reverse supply Chain is critical in an era of scarce resources. **Industrial Engineer**, v. 42, n.4, p.38-44, 2010.

BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T.; CAMPOS, L.M.S. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 108, p.182-197, mar. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 22 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3.8.2010.

BUTZER, S.; SCHÖTZ, S.; PETROSCHKE, M.; STEINHILPER, R. Development of a Performance Measurement System for International Reverse Supply Chains. **Procedia Cirp**, v. 61, p.251-256, 2017.

BÜYÜKÖZKAN, G.; ÇIFÇI, G. Evaluation of the green supply chain management practices: a fuzzy ANP approach. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 6, p.405-418, jun. 2012.

CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K.; JAIN, V. A framework of reverse logistics for the automobile industry. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p.1318-1331, mar. 2012.

FENGRONG, Z.; FET, A. M. Main Factor TOPSIS Analysis in Decision-making on the Efficiency of Third-party Reverse Logistics Enterprise. In: CONFERENCE ON REGIONAL ECONOMY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 492, 2008, China. **Proceedings of 2008 Conference on Regional Economy and Sustainable Development**, 2008, p.492-8496.

GARCÍA-ALVARADO, M.; PAQUET, M.; CHAABANE, A.; AMODEO, L. Inventory management under joint product recovery and cap-and-trade constraints. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 1499-1517, 2017.

GEETHAN, K. V.; JOSE, D. S.; CHANDAR, C. Methodology for performance evaluation of reverse supply chain. **International Journal of Engineering and Technology**, India, v. 3, n. 3, p.213-223, jun. 2011.

JUN, W. A Fuzzy Evaluation Model of the Performance Evaluation for the Reverse Logistics Management. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION ENGINEERING, 724., 2009. **Anais 2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering**, 2009, p.724-727.

LAU, K. H.; WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 14, n. 6, p.447-465, 25 set. 2009.  
LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MOMENI, E.; TAVANA, M.; MIRZAGOLTABAR, H.; MIRHEDAYATIAN, S. M. A new fuzzy network slacks-based DEA model for evaluating performance of supply chains with reverse logistics. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 27, n. 2, p.793-804, 2014.  
NAGALINGAM, S. V.; KUIK, S. S.; AMER, Y. Performance measurement of product returns with recovery for sustainable manufacturing. **Robotics and Computer-integrated Manufacturing**, v. 29, n. 6, p.473-483, dez. 2013.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p.1228-1263, dez. 2005.

OLUGU, E. U.; WONG, K. Y. An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p.375-384, jan. 2012.

OLUGU, E. U.; WONG, K. Y. Fuzzy logic evaluation of reverse logistics performance in the automotive industry. **Scientific Research and Essays**, v. 6, n. 7, p. 1639-1649, 2011.

RAVI, V.; SHANKAR, R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 8, p.1011-1029, out. 2005.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**, RLEC Press, Pittsburgh, PA, 1999.

SANGWAN, K. S. Key Activities, Decision Variables and Performance Indicators of Reverse Logistics. **Procedia Cirp**, v. 61, p.257-262, 2017.

SCHALTEGGER, S.; CSUTORA, M. Carbon accounting for sustainability and management. Status quo and challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 36, p. 1-16, 2012.

SHAIK, M.; ABDUL-KADER, W. A Comprehensive Performance Measurement Framework for Reverse Logistics Enterprise. In: INSTITUTE OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERS (IIE), 2011. **Proceedings of IIE Annual Conference**, 2011.

SHAIK, M. N.; ABDUL- KADER, W. Performance measurement of reverse logistics enterprise: a comprehensive and integrated approach. **Measuring Business Excellence**, v. 16, n. 2, p.23-34, 25 maio 2012.

SHAIK, M. N.; ABDUL-KADER, W. Transportation in reverse logistics enterprise: a comprehensive performance measurement methodology. **Production Planning & Control**, v. 24, n. 6, p.495-510, jun. 2013.

SHAIK, M. N.; ABDUL-KADER, W. Comprehensive performance measurement and causal-effect decision making model for reverse logistics enterprise. **Computers & Industrial Engineering**, v. 68, p.87-103, fev. 2014.

SINGH, R. K.; ACHARYA, P. Performance evaluation of supply chain management systems: a critical review of literature. **International Journal of Procurement Management**, v. 7, n. 2, p. 201-218, 2014.

SIRISAWAT, P.; KIATCHAROENPOL, T. Correlation of barriers to reverse logistics performance using structural equation modeling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT (IEEM), 144., 2016. **Anais 2016 IEEE**, 2016, p.144-148.

SOUZA, E. D.; HAMMES, G.; RODRIGUEZ, C. M. T. Barreiras na implementação da Logística Reversa nas empresas catarinenses. In: CONGRESSO DE LOGÍSTICA DO IFSP, 2017, Suzano. **Anais 3º Congresso de Logística do IFSP 3**, Suzano, out. 2017.

TONANONT, A.; YIMSIRI, S.; JITPITAKLERT, W.; ROGERS, K.J. Performance Evaluation in Reverse Logistics with Data Envelopment Analysis. In: INSTITUTE OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERS (IISE), 764., 2008. **Proceedings of Institute of Industrial and Systems Engineers**, 2008, p.764-769.

TURCU, V. A. Analyzing the Opportunity, Knowledge and Development of Performance Indicators Specific to the Reverse Logistics Process from the Perspective of the Quality-Risk Management. **Calitatea**, Bucharest, v. 18, n. 159, p.62-64, ago. 2017.

XIN, G. Study on the Building of Performance Evaluation Index System for the Third Party Reverse Logistics Enterprise under Circular Economy. In: IIE ANNUAL CONFERENCE. PROCEEDINGS. INSTITUTE OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERS (IISE), 927., 2010, China. **Proceedings of The Fourth International Conference on Operations and Supply Chain Management**, China, 2010, v. 4, p.927-930.

YELLEPEDDI, S. S. **A methodology for evaluating the performance of reverse supply chains in consumer electronics industry**. 310 f. Tese (Doutorado) apresentada a University of Texas at Arlington, Texas, 2006.