



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA E RASTREABILIDADE 4.0: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MULTINACIONAL DE MATERIAIS AUTOADESIVOS E RFID

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.II-009>

Gabriel Carandá de Alcântara, Rubya Vieira de Mello Campos, Bruna Maria Gerônimo, Andrea Machado Groff, Marcia de Fátima Morais
UNESPAR, gabrielcaranda23@gmail.com

RESUMO

O presente estudo diagnostica a gestão de resíduos sólidos em uma indústria multinacional de autoadesivos e tecnologia RFID, propondo um plano de transição que integra engenharia e gestão para otimizar a Logística Reversa (LR). A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, configurando-se como um estudo de caso único com observação participante e triangulação de dados via análise documental, normativa e vivência *in loco* no setor de manutenção industrial. Os resultados evidenciam um hiato entre a estratégia global de sustentabilidade e a execução operacional, especialmente na área de manutenção, onde a pressão por disponibilidade de máquinas compromete a segregação de resíduos perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II). Identificou-se o resíduo de *liner* (papel siliconado) como o principal gargalo técnico para a Economia Circular devido à sua composição híbrida. Diante disso, o trabalho propõe quatro ações integradas: a implementação da Rastreabilidade 4.0 utilizando tecnologia RFID para criar identidades digitais para resíduos; o programa *Liner-to-Liner* para recuperação de fibras celulósicas; o coprocessamento de matrizes complexas; e a integração da sustentabilidade aos pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM). Conclui-se que o uso de inovações tecnológicas e a institucionalização de uma cultura de "Agentes Verdes" são fundamentais para elevar o desvio de aterro à meta de 70%, transformando passivos ambientais em ativos estratégicos alinhados à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa; RFID; Manutenção Industrial; Economia Circular; PNRS.

ABSTRACT

This study diagnoses solid waste management in a multinational company in the self-adhesive materials and RFID technology sector, proposing a transition plan that integrates engineering and management to optimize Reverse Logistics (RL). The research adopts a qualitative and descriptive approach, characterized as a single case study with participant observation and data triangulation, including documentary, normative analysis, and *in situ* observation within the industrial maintenance sector. The results reveal a gap between the global sustainability strategy and operational execution, particularly in the maintenance area, where pressure for machine availability compromises the segregation of hazardous (Class I) and non-hazardous (Class II) waste. Liner waste (siliconized paper) was identified as the main technical bottleneck for the Circular Economy due to its hybrid composition. In response, the study proposes four integrated actions: the implementation of Traceability 4.0 using RFID technology to create digital identities for waste; the development of a liner-to-liner program for the recovery of cellulosic fibers; the co-processing of complex waste matrices; and the integration of sustainability practices into the pillars of Total Productive Maintenance (TPM). It is concluded that the use of technological innovations combined with organizational practices, such as the institutionalization of "Green Agents," is essential to increase landfill diversion rates and transform environmental liabilities into strategic assets aligned with the National Solid Waste Policy.

KEYWORDS: Reverse Logistics; RFID; Industrial Maintenance; Circular Economy; National Solid Waste Policy.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



ATENÇÃO: A área que está sombreada (em amarelo) é a que poderá ser livremente editada pelo autor do trabalho. Isto é feito para proteger o cabeçalho e o rodapé de eventuais desformatações. Posteriormente, a Comissão Organizadora retirará este sombreado e transformará o texto em arquivo PDF.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade corporativa transcendeu a condição de diferencial de marketing para consolidar-se como um imperativo estratégico de sobrevivência e competitividade. Segundo Porter e Kramer (2011), a geração de valor compartilhado exige que as empresas reconectem o sucesso do negócio ao progresso social. Nesse sentido, Govindan e Soleimani (2017) argumentam que a gestão de fluxos reversos deve deixar de ser uma atividade periférica para integrar-se ao planejamento estratégico, garantindo resiliência às cadeias de suprimentos globais. No cenário brasileiro, esse movimento é catalisado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que impõe a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

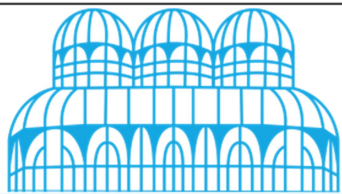
Paralelamente às exigências legais, a norma ABNT NBR ISO 14001:2015 estabelece as diretrizes para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) robusto. Contudo, a eficácia dessas diretrizes é testada diariamente no "chão de fábrica", especialmente em áreas de apoio crítico como a Manutenção Industrial. Chauhan et al. (2021) destacam que a principal barreira para a economia circular no ambiente industrial é a falta de dados precisos sobre os resíduos gerados na fonte. É neste ambiente operacional que a teoria da ecoeficiência encontra seus desafios práticos, desde o descarte de insumos contaminados até a segregação de materiais complexos.

Nesse paradigma, a gestão de resíduos deixa de ser uma atividade de saneamento para integrar-se à lógica regenerativa. Conforme apontam Ghisellini e Ulgiati (2016), a transição sistêmica exige que o conceito de "lixo" seja substituído por nutrientes técnicos capazes de retornar ao ciclo produtivo.

O presente estudo concentra-se em uma indústria multinacional do setor de autoadesivos, onde a complexidade dos materiais autoadesivos e das antenas RFID configura um desafio significativo para o fechamento do ciclo de materiais. O objetivo é propor um plano de transição que utilize a tecnologia RFID para otimizar os fluxos de Logística Reversa e rastreabilidade, transformando passivos ambientais em ativos estratégicos.

OBJETIVOS

Este estudo objetiva diagnosticar a gestão de resíduos sólidos em uma indústria de autoadesivos e RFID, propondo um plano de transição fundamentado na Economia Circular e na Rastreabilidade 4.0. A pesquisa busca analisar a conformidade normativa dos processos frente à ISO 14001:2015 e à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Pretende-se identificar gargalos técnicos na geração de resíduos Classe I e II, com foco na manutenção industrial e no descarte complexo do *liner* siliconado. Adicionalmente, avalia-se o hiato entre a macroestratégia sustentável e a execução operacional no chão de fábrica. Como solução de engenharia, propõe-se o uso da tecnologia RFID para criar uma "identidade digital" dos resíduos, automatizando a logística reversa e garantindo a transparência da cadeia de custódia. Por fim, o trabalho estabelece diretrizes para a simbiose industrial e valorização energética via programas como o *liner-to-liner*, coprocessamento e upcycling, visando transformar passivos ambientais em ativos estratégicos alinhados à meta de Aterro Zero.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada e com objetivo descritivo, sendo conduzida por meio de um estudo de caso único em uma indústria multinacional do setor de materiais autoadesivos e tecnologia RFID.

A escolha do método justifica-se pela necessidade de compreender, de forma aprofundada, os fenômenos operacionais relacionados à gestão de resíduos no ambiente industrial, especialmente em contextos em que há interação entre fatores técnicos, humanos e organizacionais.

A coleta de dados ocorreu ao longo de aproximadamente três meses, por meio de observação participante no setor de Manutenção Industrial, permitindo o acompanhamento direto das rotinas operacionais, dos fluxos de geração de resíduos e das práticas de segregação na fonte. A observação contemplou diferentes turnos de trabalho e distintos cenários operacionais, incluindo atividades de manutenção preventiva e corretiva, possibilitando uma visão abrangente das dinâmicas envolvidas.

Como estratégia de robustez metodológica, adotou-se a técnica de triangulação de dados, combinando três fontes principais: (i) observação participante (Gemba), com registro sistemático das práticas operacionais; (ii) análise documental, incluindo relatórios internos de sustentabilidade e indicadores ESG da organização; e (iii) análise normativa, com base nos requisitos da ABNT NBR ISO 14001:2015 e nos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

A análise dos dados foi conduzida sob uma abordagem qualitativa interpretativa, com categorização dos principais fluxos de resíduos (Classe I, Classe II e resíduos complexos) e identificação de padrões operacionais, recorrências e gargalos no processo de segregação e destinação. A ênfase analítica concentrou-se na relação entre a estratégia corporativa de sustentabilidade e sua execução no nível operacional, particularmente no contexto das atividades de manutenção industrial.

Ressalta-se que os resultados apresentados possuem natureza qualitativa, sendo orientados à compreensão do fenômeno em seu contexto real, não tendo como objetivo a generalização estatística. A validade dos achados está associada à imersão do pesquisador no ambiente analisado e ao uso de múltiplas fontes de evidência, o que contribui para a consistência e confiabilidade das interpretações.

Por fim, com base nos achados empíricos e na literatura especializada, foi elaborado um plano de transição com proposições de engenharia e gestão, visando à integração da logística reversa com tecnologias da Indústria 4.0, com foco na rastreabilidade e valorização de resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados possuem natureza qualitativa e interpretativa, sendo fundamentados na observação participante e na análise do contexto operacional da organização. Dessa forma, a análise concentrou-se na identificação de padrões, recorrências e gargalos sistêmicos relacionados à gestão de resíduos, em coerência com o delineamento metodológico adotado.

Gargalos operacionais na manutenção industrial

O diagnóstico organizacional evidenciou que a empresa possui um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) estruturado e alinhado às diretrizes normativas vigentes. Contudo, identificou-se um desalinhamento entre a macroestratégia corporativa de sustentabilidade e sua execução no nível operacional, especialmente no setor de Manutenção Industrial.

A observação em campo revelou que a manutenção constitui um ponto crítico na geração de resíduos, tanto pela diversidade de materiais envolvidos quanto pela natureza dinâmica e, por vezes, emergencial das atividades. Em condições normais de operação, a segregação de resíduos tende a seguir os padrões estabelecidos; entretanto, em situações de manutenção corretiva sob pressão por disponibilidade de máquinas, verificou-se maior vulnerabilidade a falhas no processo de segregação na fonte.

Nesse contexto, foram identificadas três categorias principais de resíduos:



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Resíduos Classe I (perigosos): associados principalmente a estopas contaminadas, solventes, óleos e graxas, com elevado potencial de impacto ambiental;

Resíduos Classe II (não perigosos): compostos por metais, plásticos e componentes substituídos, com potencial significativo de reciclagem;

Resíduos complexos: com destaque para o *liner* (papel siliconado), cuja composição híbrida dificulta processos convencionais de reaproveitamento.

A complexidade operacional do setor de manutenção exige uma categorização estruturada dos resíduos gerados, considerando não apenas sua classificação normativa, mas também seu comportamento no contexto operacional e seu potencial de valorização. A observação em campo evidenciou que diferentes tipos de resíduos apresentam níveis distintos de criticidade, especialmente no que se refere à suscetibilidade à contaminação cruzada e às possibilidades de reinserção em cadeias produtivas. Nesse sentido, a sistematização apresentada no Quadro 1 permite uma análise integrada entre características técnicas, implicações operacionais e diretrizes de destinação.

Quadro 1 - Classificação técnica e proposta de destinação final para resíduos gerados na manutenção industrial

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Categoria	Tipo de Resíduo	Análise Operacional	Diretriz de Destinação
Classe I (Perigosos)	Estopas contaminadas, solventes, óleos e graxas	Elevada criticidade ambiental e alta dependência da correta segregação na fonte, especialmente em situações de manutenção emergencial	Coprocessamento com valorização energética
Classe II (Não Perigosos)	Metais, plásticos e componentes substituídos	Potencial significativo de reciclagem, porém condicionado à ausência de contaminação cruzada	Logística reversa e reciclagem
Resíduos Complexos	<i>Liner</i> (papel siliconado)	Principal gargalo técnico devido à composição híbrida, exigindo soluções tecnológicas específicas para reaproveitamento	Programa <i>Liner-to-Liner</i> e simbiose industrial

A análise do contexto operacional evidenciou que a área de Manutenção Industrial desempenha papel central na dinâmica de geração de resíduos, tanto pela diversidade de materiais envolvidos quanto pela natureza das atividades executadas. Diferentemente de processos produtivos mais padronizados, as intervenções de manutenção, especialmente em caráter corretivo, são marcadas por variabilidade, urgência e elevada pressão por disponibilidade de equipamentos, o que impacta diretamente a consistência das práticas de segregação na fonte. Esse cenário reforça a necessidade de compreender a gestão de resíduos não apenas sob a ótica normativa, mas também a partir das condições reais de execução no ambiente industrial.

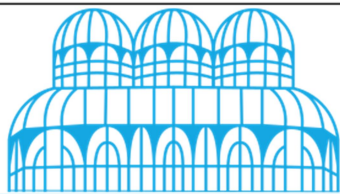
Complexidade técnica e logística do resíduo de *liner*

O *liner* (papel siliconado), subproduto inerente ao processo de autoadesivos, foi identificado como o principal gargalo técnico para a Economia Circular. Devido à sua composição híbrida, a camada de silicone contamina os processos de reciclagem de papel convencional, exigindo tecnologias de despolpamento específicas. Atualmente, a dispersão desses resíduos em cadeias pulverizadas dificulta a rastreabilidade e a recuperação eficiente de fibras celulósicas de alta qualidade, gerando um custo de oportunidade ambiental e financeiro.

Plano de Transição: Propostas de Engenharia e Gestão

Com base na fundamentação teórica de Leite (2017) e Barbieri (2016), o estudo propõe um conjunto de quatro ações integradas:

Rastreabilidade 4.0 (Smart Waste com RFID): Utilizar a tecnologia proprietária da indústria (RFID ECO) para criar uma "identidade digital" para as embalagens de resíduos. Isso permite a leitura automática em centros de triagem,



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

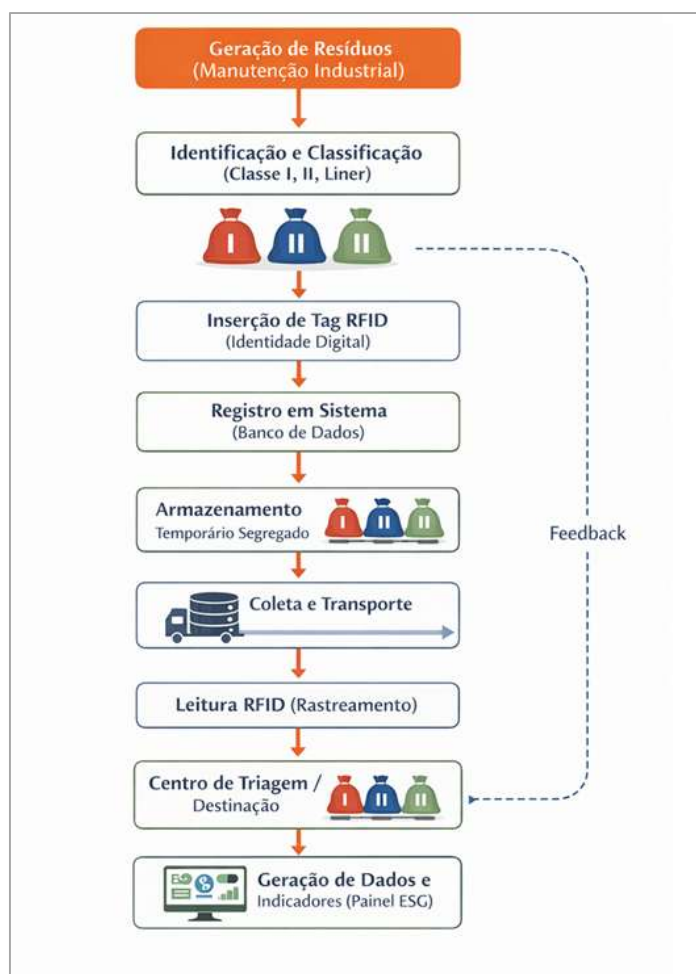


eliminando erros de inventário e gerando dados precisos para Certificados de Reciclagem (CRE), agregando valor ao serviço prestado aos clientes B2B.

A integração da tecnologia proprietária da organização aos processos de economia circular permite a transição para um modelo de *Closed Loop Supply Chain*. A Figura 1 ilustra como a implementação de etiquetas RFID ECO viabiliza a "identidade digital" do resíduo e automatiza sua rastreabilidade:

Figura 1: Fluxograma de Rastreabilidade 4.0 integrada à Logística Reversa via tecnologia RFID.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)



Este fluxo tecnológico elimina a necessidade de contagem manual e reduz drasticamente erros de inventário na logística reversa. Ao oferecer essa transparência, a empresa agrega valor ao serviço prestado aos clientes B2B, garantindo Certificados de Reciclagem (CRE) com precisão auditável.

Programa *liner-to-liner*: Fomentar a Simbiose Industrial através de parcerias com recicladores especializados que separem quimicamente as fibras da camada de silicone. A meta esperada é elevar o índice de desvio de aterro para 70% em um horizonte de 24 meses.

Gestão de Matrizes Complexas via Coprocessamento e Upcycling: Destinação de massas de adesivos poliméricos e aparas de silicone para coprocessamento em fornos de cimento (valorização energética) ou transformação em "madeira plástica" e pallets industriais. Esta ação mitiga riscos de lixiviação e contaminação do solo, contribuindo para a meta de "Aterro Zero".



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Integração TPM e Sustentabilidade: Incorporar a gestão de resíduos aos pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM). Propõe-se que o descarte correto de insumos seja requisito obrigatório para o encerramento sistêmico das manutenções, utilizando Lições de Um Ponto (LUP) e checklists como dispositivos de poka-yoke.

A incorporação da sustentabilidade aos processos de manutenção industrial demanda a integração de práticas ambientais aos sistemas já consolidados de gestão operacional. Nesse contexto, a Manutenção Produtiva Total (TPM) apresenta-se como uma abordagem estruturante capaz de internalizar diretrizes sustentáveis no cotidiano das operações. A correlação entre seus pilares e as ações propostas de logística reversa permite reduzir a variabilidade dos processos, aumentar a confiabilidade das rotinas e fortalecer a cultura organizacional voltada à sustentabilidade, conforme sistematizado no Quadro 2.

Quadro 2 - Integração entre Pilares do TPM e Diretrizes de Sustentabilidade na Gestão de Resíduos
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Pilar do TPM	Diretriz de Sustentabilidade	Objetivo Técnico
Manutenção Autônoma	Checklists de descarte obrigatório para fechamento de OS.	Eliminar a contaminação cruzada na fonte.
Educação e Treinamento	Criação dos Agentes Verdes e uso de LUPs (Lições de Um Ponto).	Institucionalizar a inovação cultural e o pertencimento.
Melhoria Focalizada	Projeto <i>liner-to-liner</i> com tecnologia RFID.	Elevar o índice de desvio de aterro para 70% .

A sistematização apresentada no Quadro 2 evidencia que a integração entre os pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM) e as diretrizes de sustentabilidade permite incorporar a gestão de resíduos ao cotidiano operacional de forma estruturada. Observa-se que práticas tradicionalmente voltadas à eficiência produtiva podem ser reorientadas para atender também a objetivos ambientais, reduzindo a variabilidade dos processos e fortalecendo a confiabilidade das rotinas de segregação e destinação.

Além disso, a articulação entre capacitação, padronização e uso de tecnologias de rastreabilidade contribui para minimizar a dependência de ações reativas, promovendo uma abordagem mais preventiva e sistêmica. Nesse sentido, a integração proposta não apenas viabiliza a melhoria da logística reversa, mas também reforça a sustentabilidade como elemento intrínseco à gestão operacional, e não como uma prática isolada.

CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu compreender, a partir de uma abordagem qualitativa e aplicada, os desafios associados à gestão de resíduos em uma indústria multinacional do setor de materiais autoadesivos e tecnologia RFID. Os resultados evidenciaram que, embora a organização possua um Sistema de Gestão Ambiental estruturado e alinhado às diretrizes normativas, persiste um desalinhamento entre a estratégia corporativa de sustentabilidade e sua execução no nível operacional, especialmente no contexto da manutenção industrial.

A análise demonstrou que a variabilidade das atividades de manutenção, aliada à pressão por disponibilidade de equipamentos, compromete a consistência da segregação de resíduos na fonte, configurando-se como um dos principais fatores limitantes para a efetividade da logística reversa. Nesse cenário, destacam-se os resíduos perigosos e, sobretudo, o resíduo de *liner*, cuja complexidade técnica representa um obstáculo significativo à implementação de práticas de economia circular.

Diante desse contexto, as propostas de engenharia e gestão apresentadas — com ênfase na rastreabilidade 4.0 por meio de tecnologia RFID, no programa *liner-to-liner*, na valorização de resíduos complexos e na integração com os pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM) — configuram-se como alternativas viáveis para a mitigação dos gargalos identificados. Mais do que soluções tecnológicas, tais propostas atuam como mecanismos estruturantes capazes de reduzir a variabilidade operacional, aumentar a rastreabilidade dos fluxos de resíduos e fortalecer a tomada de decisão no ambiente industrial.

Adicionalmente, destaca-se que a efetividade das soluções propostas está diretamente relacionada à institucionalização de práticas sustentáveis no cotidiano operacional, o que demanda não apenas investimentos em tecnologia, mas também



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



o engajamento do capital humano. Nesse sentido, iniciativas voltadas à capacitação e à criação de uma cultura organizacional orientada à sustentabilidade, como programas de “Agentes Verdes”, mostram-se fundamentais para a consolidação dos resultados ao longo do tempo.

Como limitação do estudo, ressalta-se a ausência de mensurações quantitativas detalhadas, o que restringe a avaliação precisa dos ganhos operacionais e ambientais decorrentes das propostas apresentadas. Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras avancem na quantificação de indicadores de desempenho, bem como na validação prática das soluções em diferentes contextos industriais.

Por fim, conclui-se que a integração entre tecnologias da Indústria 4.0 e práticas de economia circular representa uma oportunidade estratégica para a transformação da gestão de resíduos em fonte de valor, contribuindo não apenas para a conformidade ambiental, mas também para a competitividade e sustentabilidade das organizações industriais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR ISO 14001: **Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2015.
2. BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
3. BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
4. CHAUHAN, C. et al. The interplay of circular economy with industry 4.0: A systematic literature review and outcomes of a case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 371–384, 2017.
5. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy**. Isle of Wight, 2013.
6. GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016.
7. GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
8. GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H. A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 371-384, 2017.
9. KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.