



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia  
de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

## **Modelo de Maturidade para Adoção da Economia Circular em Cadeias de Suprimentos Brasileiras: Uma Proposta de Framework e Análise de Oportunidades**

**Davi Nunes de Carvalho**

Universidade de São Paulo  
(davi2carvalho@usp.br)

**Humberto Felipe da Silva**

Universidade de São Paulo  
(humberto.felipe@usp.br)

### **Resumo**

A transição de um modelo econômico linear para um circular é um dos maiores desafios estratégicos do século XXI. As empresas, no entanto, precisam de ferramentas de diagnóstico para mapear sua posição atual e traçar um roteiro claro de evolução. Este artigo propõe um Modelo de Maturidade para a Economia Circular (MMEC) focado em cadeias de suprimentos, buscando preencher essa lacuna. O modelo foi construído conceitualmente, sintetizando a literatura de EC e modelos de maturidade em um *framework* prático. Ele estrutura a jornada em cinco níveis de maturidade (Linear a Sistêmico) e quatro dimensões de análise (Estratégia e Cultura, Design, Cadeia de Suprimentos e Modelo de Negócio). A análise deste *framework* identifica as práticas-chave, tecnologias habilitadoras e os gatilhos para a evolução em cada estágio. O MMEC pode, assim, auxiliar as organizações a identificar sua posição atual e a traçar um roteiro claro para transformar desafios de sustentabilidade em oportunidades de inovação.

**Palavras-chave:** Economia Circular, Modelo de Maturidade, Sustentabilidade, Cadeia de Suprimentos, Engenharia de Produção.



## Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

### Abstract

The transition from a linear to a circular economic model is one of the greatest strategic challenges of the 21st century. Companies, however, need diagnostic tools to map their current position and chart a clear roadmap for evolution. This paper proposes a Circular Economy Maturity Model (CEMM) focused on supply chains, seeking to fill this gap. The model was built conceptually, synthesizing the literature on CE and maturity models into a practical framework. It structures the journey into five maturity levels (Linear to Systemic) and four analysis dimensions (Strategy & Culture, Design, Supply Chain, and Business Model). The analysis of this framework identifies the key practices, enabling technologies, and triggers for evolution at each stage. The CEMM can thus help organizations identify their current position and draw a clear roadmap to transform sustainability challenges into innovation opportunities.

**Keywords:** Circular Economy, Maturity Model, Sustainability, Supply Chain, Production Engineering.

### Resumen

La transición de un modelo económico lineal a uno circular es uno de los mayores desafíos estratégicos del siglo XXI. Las empresas, sin embargo, necesitan herramientas de diagnóstico para mapear su posición actual y trazar una hoja de ruta clara para su evolución. Este artículo propone un Modelo de Madurez para la Economía Circular (MMEC) centrado en las cadenas de suministro, buscando llenar este vacío. El modelo se construyó conceptualmente, sintetizando la literatura sobre EC y modelos de madurez en un marco práctico. Estructura la jornada en cinco niveles de madurez (Lineal a Sistémico) y cuatro dimensiones de análisis (Estrategia y Cultura, Diseño, Cadena de Suministro y Modelo de Negocio). El análisis de este marco identifica las prácticas clave, las tecnologías habilitadoras y los impulsores para la evolución en cada etapa. El MMEC puede, así, ayudar a las organizaciones a identificar su posición actual y a trazar



## Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

una hoja de ruta clara para transformar los desafíos de sostenibilidad en oportunidades de innovación.

**Palabras clave:** Economía Circular, Modelo de Madurez, Sostenibilidad, Cadena de Suministro, Ingeniería de Producción.

### 1. INTRODUÇÃO

A transição de um modelo econômico linear para um circular é um dos maiores desafios estratégicos do século XXI. O modelo vigente, consagrado pela lógica do "extrair, produzir e descartar" (Miranda et al., 2025; Rossi et al., 2021), já esgotou seus limites, tanto ambientais quanto econômicos. Fatores como a volatilidade no preço de insumos e a maior conscientização dos consumidores estão forçando as empresas a repensar fundamentalmente suas operações. É neste cenário que a Economia Circular (EC) surge como um paradigma alternativo focado em resiliência (Rossi et al., 2021), sendo vista como uma prática ambiental aliada com potencial para fomentar a performance organizacional e o desenvolvimento sustentável (Severo & Guimarães, 2022).

Implementar essa mudança, no entanto, é uma jornada complexa. Trata-se de uma transformação sistêmica (Rossi et al., 2021; Isoton et al., 2023) que permeia toda a cadeia de suprimentos, exigindo desde a reconcepção de produtos e processos até a reconfiguração completa dos modelos de negócio. Apesar de sua importância ser reconhecida, muitas organizações ainda patinam para diagnosticar o estágio atual e definir um roteiro claro de evolução (Isoton et al., 2023; Maccari, 2023).

No Brasil, especificamente, a incorporação empresarial parece ainda limitada a práticas pontuais (Miranda et al., 2025). Estudos recentes apontam níveis incipientes de maturidade em setores específicos (Maccari, 2023; Isoton et al., 2023), enquanto outras pesquisas investigam as interfaces da EC com práticas de gestão como GHRM, GSCM e Produção Enxuta (Moraes, 2023). Embora a literatura internacional ofereça modelos



de maturidade genéricos, falta a adaptação e validação dessas ferramentas para a realidade complexa e diversa das cadeias de suprimentos brasileiras.

É justamente para preencher essa lacuna de adaptação que este artigo propõe um Modelo de Maturidade para a Economia Circular (MMEC), focado na aplicação prática em cadeias de suprimentos brasileiras. A proposta deste *framework* (Severo & Guimarães, 2022) busca oferecer um meio para as organizações se auto avaliarem, identificarem suas forças e fraquezas e, a partir daí, visualizarem um caminho claro para avançar na jornada de circularidade, considerando também as interfaces com outras práticas gerenciais relevantes (Moraes, 2023). Ao analisar as etapas de evolução, o trabalho procura, por fim, desvendar as principais oportunidades de inovação e os desafios inerentes ao processo (Miranda et al., 2025), conectando os níveis de maturidade a novos modelos de negócio.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Princípios da Economia Circular

A Economia Circular (EC) surge como um paradigma estratégico (Miranda et al., 2025) em contraposição direta aos limites do modelo econômico linear. O modelo tradicional, fundamentado na lógica de "extrair, produzir e descartar", tem sido a base da economia industrial, porém acarreta custos ambientais e econômicos crescentes, como a exaustão de recursos e a geração massiva de resíduos (Rossi et al., 2021; Severo & Guimarães, 2022). A EC propõe uma alternativa sistêmica, um modelo econômico intencionalmente restaurador e regenerativo (Miranda et al., 2025; Rossi et al., 2021).

O conceito central da EC é desvincular o crescimento econômico do consumo de recursos finitos e da geração de externalidades negativas. Diferentemente da economia linear, que culmina no "fim de vida" do produto, a circularidade visa manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor pelo maior tempo possível (Miranda et al., 2025). Essa abordagem ultrapassa a simples reciclagem, que



## Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

frequentemente implica perda de qualidade (*downcycling*), priorizando estratégias que preservam mais valor, como o reuso, o reparo, a reforma e a remanufatura. O objetivo final é redesenhar sistemas de produção e consumo, eliminando o próprio conceito de resíduo (Rossi et al., 2021; Isoton et al., 2023).

Para operacionalizar essa visão, Rossi et al. (2021) explicam que a EC se baseia na distinção entre dois ciclos principais de materiais: os biológicos e os técnicos. Os nutrientes biológicos (ex: fibras naturais, alimentos) são projetados para retornar com segurança à biosfera ao final de seu uso, decompondo-se e regenerando o capital natural. Já os nutrientes técnicos (ex: metais, plásticos, componentes eletrônicos) são projetados para circular indefinidamente no sistema industrial, mantendo sua integridade e valor através de processos como manutenção, redistribuição, recondicionamento e, como último recurso, reciclagem de alta qualidade. A implementação eficaz desses ciclos requer inovações profundas em *design* (*design* regenerativo), o desenvolvimento de novos modelos de negócio (como produto-como-serviço) e a criação de ecossistemas colaborativos, alinhados aos princípios da ecologia industrial (Rossi et al., 2021).

### 2.2 A Cadeia de Suprimentos e a Logística Reversa na Economia Circular

A cadeia de suprimentos contemporânea enfrenta o desafio de integrar três objetivos fundamentais: interesses econômicos, demandas sociais e preocupações ambientais (Almeida et al., 2024). A fusão desses objetivos gera a "Cadeia de Suprimentos Sustentável" (SSC), definida como a operação que integra essas preocupações nos processos da cadeia, visando a sustentabilidade (Almeida et al., 2024). No entanto, o modelo tradicional de economia linear—baseado na extração e descarte (Almeida et al., 2024)—impede que a SSC atinja seu potencial, tratando o meio ambiente como fonte infinita de recursos e reservatório de resíduos (Almeida et al., 2024).

A Economia Circular (EC) surge como o principal método para operacionalizar os conceitos de desenvolvimento sustentável dentro da cadeia de suprimentos (Almeida et al., 2024). A EC rejeita a abordagem linear unidirecional (extração ao descarte) e propõe um ciclo fechado de recirculação de materiais e energia (Almeida et al., 2024). O



## Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

objetivo é que a cadeia de suprimentos adquira maior sustentabilidade ao incorporar no seu escopo a gestão de recirculação, protegendo o ambiente de novas extrações e do descarte ao final da vida útil dos produtos (Almeida et al., 2024). Esta transição do modelo linear para o circular exige que os participantes da cadeia garantam a origem e destinação dos ciclos de vida de produtos de forma independente do meio ambiente (Almeida et al., 2024).

Para que a cadeia de suprimentos opere em um ciclo fechado, a Logística Reversa (LR) torna-se um componente central (Santos et al., 2024). A integração da EC e da LR na cadeia de suprimentos é fundamental para promover simultaneamente o meio ambiente e o crescimento econômico (Santos et al., 2024). Enquanto a logística tradicional foca no fluxo do ponto de origem ao ponto de consumo, a LR é o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente de matérias-primas, produtos acabados e informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar valor ou promover o descarte adequado (Santos et al., 2024).

Portanto, a LR é considerada uma estratégia eficaz para os negócios e para o desenvolvimento sustentável (Santos et al., 2024). As motivações para sua implementação visando a EC são diversas, destacando-se as ambientais e as financeiras (Santos et al., 2024). Fatores como a legislação, benefícios econômicos na recuperação de valor, e a busca por vantagem competitiva impulsionam as organizações a adotar a LR (Santos et al., 2024). Assim, a LR gerencia o retorno do produto e as atividades de recuperação, como reparo, reforma, reciclagem e remanufatura (Santos et al., 2024), sendo o elo prático que viabiliza a transição da cadeia de suprimentos linear para uma Cadeia de Suprimentos Sustentável e efetivamente circular.

### 3. MÉTODO

O presente estudo adota como método o Desenvolvimento de Modelo Conceitual. Este método consiste na síntese e estruturação do conhecimento existente, proveniente da

literatura acadêmica e de práticas consolidadas, para criar um novo artefato teórico, neste caso, um modelo de maturidade, com aplicabilidade prática. A construção de *frameworks* e modelos a partir da revisão e integração da literatura é uma prática reconhecida para organizar o conhecimento e propor ferramentas de análise em campos emergentes ou complexos (Severo & Guimarães, 2022; Isoton et al., 2023; Moraes, 2023). O objetivo aqui é oferecer um *framework* que auxilie as organizações brasileiras a diagnosticar e planejar sua transição para a Economia Circular em suas cadeias de suprimentos.

O desenvolvimento do Modelo de Maturidade para a Economia Circular (MMEC) seguiu um processo estruturado em cinco etapas principais, conforme visualizado no Fluxograma 1:

*Fluxograma 1 – Etapas de Desenvolvimento do MMEC*



1. **Revisão Sistemática da Literatura:** Realizou-se uma revisão aprofundada da literatura recente sobre os princípios fundamentais da Economia Circular (Rossi et al., 2021), os desafios e oportunidades específicos de sua implementação em cadeias de suprimentos no contexto brasileiro (Miranda et al., 2025), e a estrutura e aplicação de Modelos de Maturidade (MM) existentes, tanto genéricos para EC quanto aplicados a setores ou contextos específicos, incluindo o Brasil (Moraes, 2023; Maccari, 2023; Isoton et al., 2023; Bertassini et al., 2022; Uhrenholt et al., 2022; Fatimah et al., 2020). O foco desta etapa foi identificar as dimensões organizacionais críticas, os estágios de

desenvolvimento comuns e as práticas-chave que caracterizam a progressão da linearidade para a circularidade.

2. Definição das Dimensões de Análise do MMEC: Com base na síntese da literatura (Etapa 1), foram identificadas e selecionadas as dimensões consideradas essenciais para avaliar a maturidade da EC no âmbito das cadeias de suprimentos. As dimensões "Estratégia e Cultura", "*Design* de Produto e Processo", "Cadeia de Suprimentos" e "Modelo de Negócio" foram escolhidas por sua recorrência e relevância nos estudos analisados (Moraes, 2023; Miranda et al., 2025; Isoton et al., 2023; Uhrenholt et al., 2022), representando áreas críticas onde a transformação circular precisa ocorrer.
3. Definição dos Níveis de Maturidade do MMEC: Inspirado nas trajetórias evolutivas descritas em modelos de maturidade de diversas áreas e nas fases de adoção da EC observadas na literatura (Moraes, 2023; Maccari, 2023; Isoton et al., 2023; Uhrenholt et al., 2022), foram definidos cinco níveis progressivos: "Linear" (ausência de práticas), "Reativo" (ações pontuais, geralmente por compliance), "Proativo" (iniciativas focadas em ecoeficiência e otimização), "Estratégico" (integração da EC ao *core business*) e "Sistêmico" (atuação em ecossistemas circulares). Estes níveis buscam representar um caminho lógico e gradual de aprofundamento da circularidade.
4. Elaboração do *Framework* MMEC: As dimensões (Etapa 2) e os níveis (Etapa 3) foram integrados em uma estrutura matricial (apresentada na Seção 4.1, Quadro 1). Para cada célula resultante (intersecção nível-dimensão), foram descritas as características, práticas organizacionais e capacidades esperadas. Essa descrição foi inteiramente baseada nos achados da Revisão Sistemática da Literatura (Etapa 1), buscando consolidar o conhecimento existente sobre o que define cada estágio de maturidade em cada área crítica da organização.
5. Análise Conceitual de Oportunidades e Gatilhos: Utilizando a mesma base de conhecimento da Revisão Sistemática (Etapa 1), realizou-se uma análise conceitual (apresentada na Seção 4.2) para identificar os principais gatilhos (fatores que impulsionam a mudança), tecnologias habilitadoras e indicadores-

chave de desempenho (*KPIs*) associados à transição entre os diferentes níveis de maturidade definidos (Etapa 3). Esta análise buscou contextualizar a progressão no *framework*, conectando a evolução teórica com elementos práticos da gestão e inovação, considerando as particularidades discutidas para o cenário brasileiro (Miranda et al., 2025; Rossi et al., 2021).

Este método detalhado visa assegurar que o MMEC proposto seja um *framework* conceitual robusto, explicitamente fundamentado na literatura acadêmica recente e relevante, e que responda às necessidades de uma ferramenta de diagnóstico e planejamento para a transição circular em cadeias de suprimentos no Brasil.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta seção apresenta o Modelo de Maturidade para a Economia Circular (MMEC) como principal resultado deste trabalho (Seção 4.1) e discute a jornada de evolução através de seus níveis (Seção 4.2), destacando os gatilhos, habilitadores e oportunidades identificados na análise conceitual baseada na literatura fornecida.

##### **4.1 Apresentação do Modelo de Maturidade para Economia Circular (MMEC)**

Conforme explicitado na seção MÉTODO, o MMEC (Quadro 1) foi construído mediante a síntese da literatura. A definição de suas dimensões de análise (Estratégia e Cultura, Design, Cadeia de Suprimentos e Modelo de Negócio) não foi instantânea, mas sim o resultado da identificação de áreas críticas que a literatura aponta como essenciais e interdependentes para a transição circular.

A escolha das dimensões foi fundamentada da seguinte forma:

1. **Estratégia e Cultura:** A literatura aponta que a adoção da EC em nível empresarial raramente se cruza com o "lado humano das organizações" (Serrar et al., 2021). Para que a transformação seja efetiva, é crucial alinhar os objetivos da EC com a cultura organizacional e a gestão de pessoas, papel do *Green Human Resource Management* (GHRM) (Serrar et al., 2021; Moraes, 2023).

2. Design de Produto e Processo: Esta dimensão é central, pois a EC propõe uma alternativa sistêmica que exige o redesenho de produtos e processos para eliminar o próprio conceito de resíduo (Rossi et al., 2021). Práticas de *ecodesign* são fundamentais para viabilizar ciclos de reuso, reparo e remanufatura (Isoton et al., 2023).
3. Cadeia de Suprimentos: Esta dimensão representa o elo prático que viabiliza a EC. A transição do modelo linear para o circular ocorre operacionalmente através da implementação da Cadeia de Suprimentos Sustentável (Almeida et al., 2024) e da Logística Reversa (LR) como componente central para a recuperação de valor (Santos et al., 2024; Miranda et al., 2025).
4. Modelo de Negócio: Finalmente, a EC não é apenas uma otimização de processos, mas uma transformação estratégica que demanda a reconfiguração de como a empresa gera valor. Isso exige novos modelos de negócio, como o "Produto-como-Serviço" (*PaaS*), que integram a EC ao *core business* e à vantagem competitiva (Moraes, 2023; Rossi et al., 2021).

Os cinco níveis de maturidade – "Linear", "Reativo", "Proativo", "Estratégico" e "Sistêmico" – buscam refletir uma progressão lógica de desenvolvimento, desde a ausência de práticas até a integração total, inspirada nos estágios observados ou discutidos na literatura sobre adoção de EC e gestão ambiental (Maccari, 2023; Moraes, 2023; Isoton et al., 2023).

O framework (Quadro 1) consolida essas definições, detalhando as características esperadas em cada estágio com base nos conceitos revisados.

*Quadro 1 – O Modelo de Maturidade para Economia Circular (MMEC)*

| Nível / Dimensão | 1. Estratégia e Cultura | 2. Design de Produto e Processo | 3. Cadeia de Suprimentos | 4. Modelo de Negócio |
|------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|
|------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|

|                             |                                                                                       |                                                                                                |                                                                                                   |                                                                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nível 1: Linear</b>      | Sustentabilidade vista como custo ou obrigação de compliance.                         | Foco exclusivo em custo, funcionalidade e estética. Conceito de "fim de vida".                 | Foco total na logística direta e menor custo. Logística reversa inexistente ou pontual.           | 100% transacional, focado na venda de unidades.                                             |
| <b>Nível 2: Reativo</b>     | Circularidade vista como eficiência operacional. Metas para redução de resíduos.      | Ações de ecodesign reativas (ecoeficiência). Foco em reciclabilidade.                          | Primeiras iniciativas de logística reversa para reciclagem. Medição de resíduos.                  | Venda de subprodutos ou resíduos como receita marginal.                                     |
| <b>Nível 3: Proativo</b>    | Circularidade integrada na estratégia de P&D. Orçamentos para inovação circular.      | Design para múltiplos ciclos de vida (modularidade, reparabilidade). Uso de ACV.               | Logística reversa para recuperação de valor (reparo, remanufatura). Colaboração com fornecedores. | Oferta de serviços de reparo e venda de peças como negócio estruturado.                     |
| <b>Nível 4: Estratégico</b> | Circularidade como pilar da vantagem competitiva. KPIs circulares para a alta gestão. | Design orientado pelo modelo de negócio circular (ex: durabilidade extrema para <i>PaaS</i> ). | Cadeia de suprimentos como ciclo fechado (closed loop). Parcerias estratégicas para take-back.    | Modelo principal migra para "Produto como Serviço" ( <i>PaaS</i> ), com receita recorrente. |
| <b>Nível 5: Sistêmico</b>   | Visão de gerar impacto regenerativo no ecossistema. Liderança de coalizões setoriais. | Design para integração em outros sistemas. Uso de componentes open source.                     | Participação ou liderança em plataformas de simbiose industrial. Colaboração com concorrentes.    | Modelo de negócio baseado em criação de valor compartilhado no ecossistema.                 |

### 4.2 O Mapa da Evolução: Análise de Oportunidades e Gatilhos para a Transição

A progressão entre os níveis do MMEC representa uma jornada estratégica, cujos elementos foram analisados com base nos desafios, oportunidades e práticas descritos

na literatura de referência (Miranda et al., 2025; Rossi et al., 2021; Severo & Guimarães, 2022; Moraes, 2023; Isoton et al., 2023; Maccari, 2023).

A transição Nível 1 → 2 (Reativo) é tipicamente motivada por pressões de custo e regulatórias, como as políticas de resíduos sólidos (Miranda et al., 2025). As práticas habilitadoras limitam-se à gestão básica de resíduos e ações isoladas de ecoeficiência, muitas vezes sem conexão estratégica (Maccari, 2023; Isoton et al., 2023). Os KPIs são operacionais, focados em conformidade e redução de descarte (Miranda et al., 2025; Moraes, 2023).

Avançar para o Nível 3 (Proativo) requer uma mudança de mentalidade, impulsionada pela busca por eficiência de recursos (Rossi et al., 2021). Habilitadores incluem a adoção de princípios de ecodesign e produção mais limpa (Isoton et al., 2023). É neste estágio que a Logística Reversa (LR) passa a ser vista como uma estratégia eficaz, motivada por benefícios financeiros e ambientais na recuperação de valor (Santos et al., 2024). A transição também depende de habilitadores humanos, como o "treinamento ambiental" para engajar os colaboradores, alinhando a gestão de recursos humanos com os objetivos da gestão ambiental (Serrar et al., 2021; Moraes, 2023). Os KPIs começam a focar em otimização de processos e produtos (Severo & Guimarães, 2022; Moraes, 2023).

O salto para o Nível 4 (Estratégico) marca a integração da circularidade ao modelo de negócio central. Os gatilhos aqui são frequentemente a busca por vantagem competitiva, resiliência da cadeia e novas fontes de receita (Severo & Guimarães, 2022; Moraes, 2023). Habilitadores cruciais incluem o desenvolvimento de modelos de negócio circulares (ex: produto-como-serviço, remanufatura em escala) e a implementação de logística reversa robusta. Para gerenciar a maior complexidade deste modelo, as tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) tornam-se essenciais, com o uso de *IoT* e *Big Data* para rastreabilidade de ativos e coordenação em tempo real (Almeida et al., 2024; Miranda et al., 2025; Rossi et al., 2021). Os KPIs tornam-se estratégicos e financeiros, como percentual da receita advinda de ofertas circulares.



Finalmente, a transição para o Nível 5 (Sistêmico) representa o mais alto grau de maturidade, onde a empresa transcende suas fronteiras e atua como articuladora em um ecossistema circular. O gatilho é a visão de gerar impacto regenerativo e liderar a transformação setorial (Rossi et al., 2021). Os habilitadores envolvem a participação ativa em redes de simbiose industrial e a colaboração com concorrentes. Aqui, a Gestão do Conhecimento (*KM*) é fundamental, exigindo um funcionamento sistêmico e o compartilhamento de dados entre organizações (Almeida et al., 2024). Utilizam-se plataformas digitais para orquestrar fluxos de materiais entre diferentes atores (Rossi et al., 2021; Miranda et al., 2025). Os KPIs passam a medir o impacto no ecossistema, como a redução no consumo de matéria-prima virgem no setor.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo central propor um Modelo de Maturidade para a Economia Circular (MMEC), focado especificamente em cadeias de suprimentos brasileiras e construído a partir da síntese da literatura. A principal contribuição é a estruturação de um *framework* conceitual que busca adaptar os princípios da EC à realidade nacional, oferecendo um roteiro preliminar para a transição e apresentando-a como um vetor relevante para a inovação e performance organizacional (Severo & Guimarães, 2022; Moraes, 2023).

As implicações práticas potenciais do MMEC residem na sua possível utilização futura por gestores como ferramenta para autoavaliação, identificação de lacunas e priorização de ações para avançar na jornada circular, considerando o contexto brasileiro. Do ponto de vista teórico, a proposta situa-se na oferta de um caminho evolutivo contextualizado, que poderá servir como base para futuras pesquisas empíricas que investiguem a dinâmica da adoção da EC em cadeias de suprimentos no Brasil.

A principal limitação deste estudo é sua natureza estritamente conceitual. O MMEC proposto representa um conjunto de hipóteses sobre a progressão da maturidade que requer, agora, validação empírica rigorosa. A aplicação do modelo em empresas



brasileiras, por meio de estudos de caso ou surveys, é o passo subsequente essencial para testar, refinar e confirmar (ou refutar) a estrutura e as práticas descritas (Moraes, 2023; Isoton et al., 2023; Maccari, 2023).

Para pesquisas futuras, sugere-se priorizar a validação empírica do MMEC no contexto brasileiro. Adicionalmente, investigações sobre a adaptação do modelo para setores específicos, a análise das barreiras e facilitadores em cada transição de nível (Miranda et al., 2025), e a correlação quantitativa entre a maturidade e a performance organizacional constituem caminhos promissores para aprofundar o entendimento da transição circular no Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS

SANTOS, Mario Roberto dos; BRITO, José Luiz Romero de; SHIBAO, Fabio Ytoshi. **LOGÍSTICA REVERSA E ECONOMIA CIRCULAR: PRINCIPAIS MOTIVADORES**. RACEF - Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace, Ribeirão Preto, v. 15, n. 2, p. 78-98, 2024.

ALMEIDA, Ilton Marchi de; TELES, Glaucia Machado Gervasio; TAVARES, Thiago de Barros Gonsalez; MUNIZ JUNIOR, Jorge. **Cadeia de Suprimentos Sustentável, Economia Circular, Indústria 4.0 e Gestão do Conhecimento: uma Visão Integrada de Funcionamento**. Exacta, v. 22, n. 1, p. 144-173, jan./mar. 2024.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

BAKKER, C.; WANG, F.; HUISMAN, J.; DEN HOLLANDER, M. **Products that go round: exploring product life extension through design**. Journal of Cleaner Production, v. 69, p. 10-16, 2014.

MIRANDA, Rodrigo Oliveira; MELLO, Deborah Itana Magalhaes Correia; FALANGOLA, Renata de Farias; SANTOS, Emerson Soares. **ECONOMIA**



## Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

**CIRCULAR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA EMPRESAS BRASILEIRAS.** Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 16, n. 4, p. e709, 2025.

ROSSI, Fernando Luis; LIMA, Igor; SILVEIRA, Luciana; BARBOSA, Robson; SOUZA, Roseane. **ECONOMIA CIRCULAR: CONCEITOS E PERSPECTIVAS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA.** Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 79–94, 2021

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation.** 1. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.** Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2013.

PAULK, M. C. et al. **Capability Maturity Model for Software, Version 1.1.** Pittsburgh: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, 1993.

ISOTON, Renan; GIACOMELLO, Cíntia Paese; FACHINELLI, Ana Cristina. **Análise da maturidade de práticas de economia circular em confecções.** Dobras, n. 38, p. 249-277, maio/ago. 2023.

MACCARI, Naila Roberta. **Aplicação de modelo de níveis de maturidade de economia circular: avaliação dos portos brasileiros e peruano.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Naval) - Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2023.

MORAES, Tiago Estrela da Cunha. **Interfaces entre a maturidade da Economia Circular em empresas estabelecidas no Brasil: o papel do Green Human Resource Management, Green Supply Chain Management, produção enxuta e o efeito moderador da gestão do conhecimento.** 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2023.



Anais do **Simpósio Acadêmico de Engenharia  
de Produção (SAEPRO)** da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

SERRAR, Guilherme Domont Moraes; FREITAS, Wesley Ricardo de Souza; SILVA, Larissa Ferreira; LOPES, Weslei Maique Oliveira; MELLO, Morelle Maykon Monteiro; NADAE, Jeniffer. **A RELAÇÃO ENTRE GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT (GHRM) E ECONOMIA CIRCULAR AUXILIANDO A GESTÃO AMBIENTAL: EVIDÊNCIAS NA AMÉRICA LATINA**. RACEF Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 75-94, 2021.