



# VII Workshop

Sustentabilidade e Pós-Graduação: Perspectivas e Desafios



## TRABALHOS APRESENTADOS



Auditório do Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia (CCGT)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Campus Sorocaba  
Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), Km 110 - Sorocaba - SP - BR



23/24  
outubro  
2023

inscreva-se



Apoio

Pós-Graduação

Master of Business Engineering 4.0-5

+ Black Belt em Lean Six Sigma  
<https://www.mbe4s.ufscar.br/>

# RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CABELO SINTÉTICO DE POLIPROPILENO NA MOLDAGEM DE PLACAS E AVALIAÇÃO MECÂNICA POR FLEXÃO

Maria Natalia Castanho<sup>1\*</sup>, Sara P. dos Santos<sup>1</sup>, Vitória E. Castro Campos<sup>1</sup>, Jane M. F. de Paiva<sup>1</sup>

\*mncastanho@estudante.ufscar.br

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba*

## Introdução

A indústria de plásticos tem fabricado cabelos sintéticos a partir de polímeros como polipropileno (PP), poliamida (PA), entre outros, visando atender crescentes demandas de setores da denominada indústria da beleza. Porém, alguns destes setores ainda seguem modelos de produção e uso lineares, sem considerar a possibilidade de economia circular, envolvendo o aproveitamento de resíduos e reciclagem. Assim, este trabalho estudou oportunidades para reciclagem de resíduos de cabelo sintético de PP utilizados em tranças.

## Materiais e Métodos

Cabelo sintético de polipropileno utilizados em tranças.

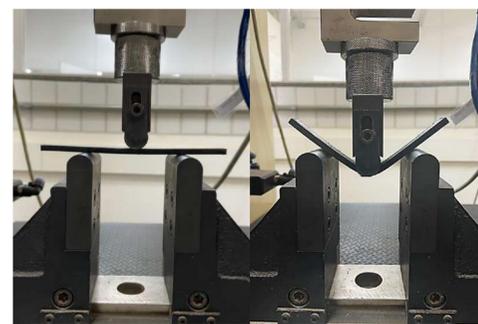


Compressão à quente  
Prensa Hidráulica  
190°C  
20 min

Placa Moldada

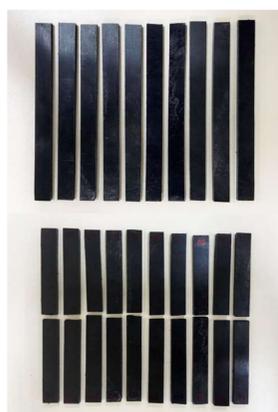


Ensaio de Flexão  
EMIC DL10000  
Norma ASTM 790



## Resultados

Fios antes de serem trançados, sem pomada.



Resistência Média à Flexão  
43,85 MPa ±1,96

Fios trançados utilizando pomada capilar.



Resistência Média à Flexão  
47,02 MPa ±5,70

## Conclusão

O resultado de resistência à flexão obtido é similar ao do PP virgem (VALLEJOS, 2023), indicando que esses resíduos de fios de cabelos sintéticos podem ser reciclados e utilizados em novas aplicações sem perda de propriedade mecânica em flexão do material.

## Referência

VALLEJOS, M. E. et al. *Polymers*, v. 15, n. 2, p. 371, 2023.

## Agradecimentos





# Simulação e otimização de cadeias de suprimento reversas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE): Uma revisão sistemática da literatura

Abner F. S. da Silva

Virginia A. S. Moris

João Eduardo A. R. da Silva

Juliana V. Mendes

## Introdução

A logística reversa (LR) pode ser definida como o movimento de produtos ou materiais na direção contrária ao fluxo regular, com o propósito de gerar ou recriar valor, ou ainda prover um descarte correto dos itens. Com o passar dos anos, esse conceito foi se redefinindo ou ainda recebendo adições, principalmente por conta de a logística reversa ter deixado de ser apenas um conceito operacional e técnico, para ser tratado como uma perspectiva de negócio. Neste ensejo, a LR é uma ferramenta muito importante para a diminuição dos impactos ambientais causados por diversos tipos de resíduos, como os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Por conter substâncias que podem ser tóxicas ao meio-ambiente, os REEE precisam de uma LR que os encaminhe para um tratamento adequado, o que está previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Porém, por ter operações de transporte, a LR pode trazer emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e altos custos de operações. Por isso, é necessário planeja-la para que ela seja o mais eficiente e eficaz possível. Algumas ferramentas quantitativas podem ser utilizadas para este objetivo, dentre elas a Pesquisa Operacional (PO), que traz a simulação e a otimização. O objetivo deste trabalho, portanto, é realizar uma revisão sistemática da literatura para entender como estão atualmente as pesquisas relacionadas ao uso de otimização e simulação para o *design* de cadeias de suprimento reversas de REEE.

## Metodologia

A revisão sistemática da literatura buscar mostrar como está o estado da arte relacionado ao tema em questão. Para isso, foram realizadas buscas na base de dados *Scopus*. Três buscas foram realizadas, resultando em 98 artigos encontrados no total, os quais foram filtrados, restando 40 artigos para uma análise completa. A figura 1 mostra as palavras-chave utilizadas nas buscas.

## Resultados e discussões

Em termos de simulação, foram encontrados apenas 4 artigos que a utilizavam, englobando os três tipos de simulação: *Agent Based Simulation* (ABS), *System Dynamics* (SD) e *Discrete-event Simulation* (DES). 2 desses 4 artigos utilizaram uma abordagem híbrida, com os três tipos, enquanto 1 utilizou DES e o outro SD.

Já os artigos de otimização, que estão em maior número, tratam de cadeias reversas e de cadeias de circuito fechado.

Em geral, grande parte dos estudos utilizou modelagem *Mixed Integer Linear Problem* (MILP), com aproximadamente 48% desses artigos tratando as incertezas presentes nos problemas abordados.

A figura 2 mostra os tipos de modelo encontrados, enquanto a figura 3 mostra como as incertezas foram tratadas.

## Conclusões

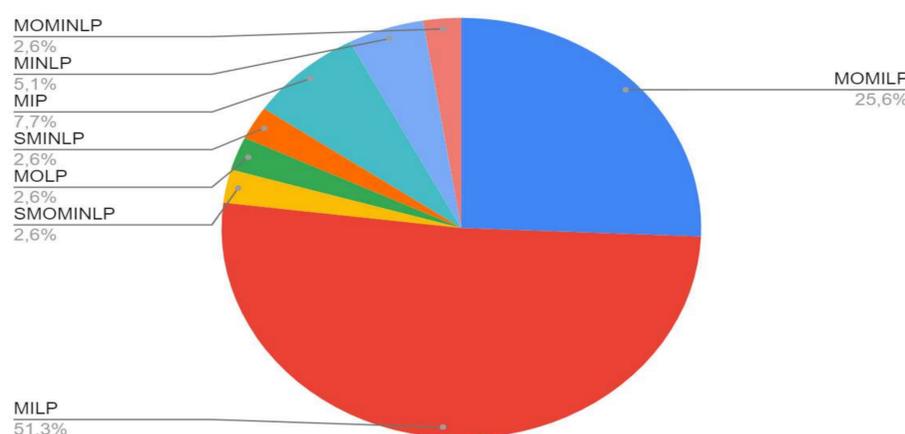
Com este estudo, é possível entender como estão as pesquisas relacionadas ao uso de simulação e otimização para o *design* de cadeias de suprimento reversas de REEE. A otimização aparece com muito mais frequência que a simulação. Porém, o uso combinado das duas tem um grande potencial de trazer análises interessantes e completas, principalmente se as incertezas forem tratadas.

Figura 1: Palavras-chave das buscas

Palavras-chave (Busca 1)	Palavras-chave (Busca 2)	Palavras-chave (Busca 3)
<i>reverse logistics, weee, environmental performance e simulation</i> (4 artigos)	<i>weee, recycling network, discrete event simulation</i> (1 artigo)	<i>reverse logistics, linear programming, mixed integer programming e network design</i> (93 artigos)

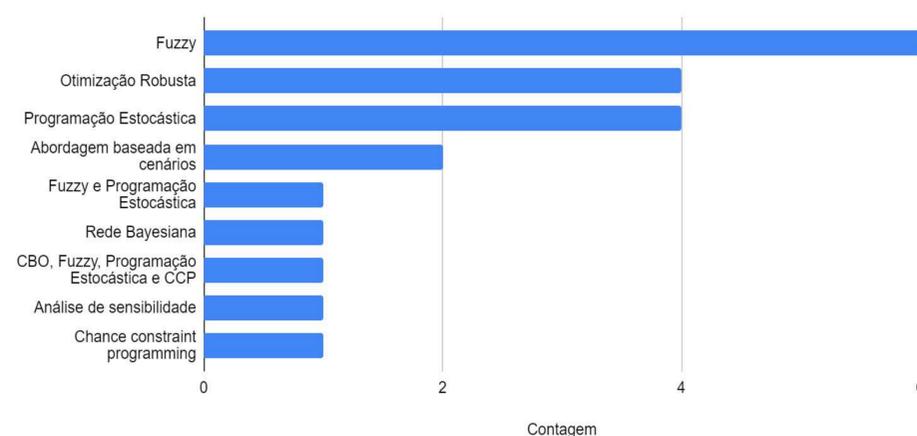
Fonte: Autores (2023)

Figura 2: Modelagem Modelos



Fonte: Autores (2023)

Figura 3: Incertezas Como o estudo lidou com a incerteza?



Fonte: Autores (2023)

## Tecnologias da Indústria 4.0 na reciclagem e remanufatura de resíduos de PET

**Autor:** Lilian Bonadia dos Santos Banhos - lilianbonadia@gmail.com

**Orientador(a):** Prof<sup>a</sup>. Dra. Jane Maria Faulstich de Paiva - jane@ufscar.br

### Introdução

O mundo passou por mudanças trazidas pelas máquinas a vapor, pelas linhas de montagens e uso da energia elétrica, pela invenção dos computadores e automação nas indústrias e atualmente vivencia a quarta revolução industrial que traz algumas características como auto-organização, novos sistemas de distribuição, novos sistemas de desenvolvimento, necessidades de adaptações humanas e responsabilidade corporativa como consequência da aplicação de diversas tecnologias condizentes com esta Indústria 4.0, sendo atualmente aplicadas em diversas áreas.

### Perguntas

- Quais as tecnologias existentes condizentes com a indústria 4.0 são aplicadas à aproveitamento dos resíduos de PET?
- Quais as implicações que estas tecnologias trouxeram ou podem trazer?

### Objetivo

Relacionar a I4.0 com a indústria de reciclagem de material PET e identificar quais tecnologias da I4.0 são aplicadas em algum processo que contribua para a recuperação destes resíduos

### Metodologia

Revisão Sistemática da Literatura que segue as etapas de [1] planejamento e criação de protocolo; [2] condução com a identificação e a seleção dos estudos; e [3] comunicação e disseminação da revisão com a análise descritiva de campo e a análise temática.

### Resultados

Conforme as palavras-chave com maior quantidade de ocorrências identificou-se 3 grupos principais: Indústria 4.0 e as tecnologias; economia circular e seus conceitos; e resíduos e sua gestão. Os autores destes artigos estudados são provenientes de vários países, cada um é vinculado a uma universidade. Quanto maior a quantidade de publicações indica o incentivo e tendência do local. Considerando todos os lugares, está aumentando a quantidade de publicações, porém reduziu em 2020, possivelmente por conta do Covid19.

Palavras-chave mais citadas	Quant.
Indústria 4.0	11
Economia circular	7
Gestão de resíduos	5
Desafios; Design; Gerenciamento; Sustentabilidade	4
Coleta, Digitalização, Internet, Manufatura aditiva, Resíduos e Sistema	3

País	Quant.	Ano	Quant.
Áustria e China	3	2022	
Grécia, Hong Kong, Malásia e Reino Unido	2	2021	4
Arabia Saudita, Austrália, Brasil, Colômbia, Hungria, Iraque, Itália, Lituânia, Mexico, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia e Singapura	1	2019	
		2020	3
		2017	1

Tecnologias da I 4.0	Quant.
Internet das coisas (IoT) e Digitalização	5
Manufatura Aditiva	4
Blockchain	2
Internet dos serviços (IoS), Machine learning, Big Data, Sistemas Cyber-Físicos	1

### Considerações finais

As tecnologias de IoT e a digitalização foram aplicáveis na aquisição de dados para coleta e logística dos resíduos PET e identificação de onde e como estão os resíduos, comportamento do consumo, quantidade de resíduos. Também colaborou para desenvolvimento de aplicativo para Smartphones para negociar resíduos, para a análise de fluxo dos materiais plásticos e auxiliou na redução de desperdícios de material PET tanto por pessoas, quanto em empresas.

A impressão 3D é um exemplo de avanço da manufatura aditiva. Se o PET reciclado for usado para a fabricação de filamentos que alimentam as impressoras 3D, esta tecnologia contribui para a economia circular do material.

A tecnologia Blockchain permitiu de maneira segura, operações sem intervenção humana e de maneira descentralizada. Em uma pesquisa foi usada para substituir os separadores humanos de resíduos no formato de um braço robótico com vários sensores de alta tecnologia. E em outra foi aplicada em um compactador inteligente de garrafas PET.

O Sistema Cyber-físico que torna possível simular a coleta de resíduos dentro de um centro urbano. A combinação de mais de uma tecnologia aumenta a aplicabilidade. Machine learning junto com Big Data permitem uma solução automatizada baseada em inteligência artificial para separação dos resíduos médicos, incluindo PET, com decisões baseadas em dados para reciclagem destes materiais.

Conceitos de busca: "Industr\* 4\*" (Tópico) and Recycl\* (Tópico) or Remanufacturing (Tópico) and "polyethylene terephthalate" OR PET (Tópico) na base Web of Science

Resultou em **195** artigos

Destes, **162** artigos são artigos de revisão e acesso antecipado

Ao excluir os artigos com mais de dois anos sem citação restaram **159**

Destes, **17** contêm elementos da Indústria 4.0 e recuperação do material PET

E **15** podem responder às perguntas propostas

## LCA – Motor Elétrico Automotivo

**Autor: João Fernando Mendes Amparo - joaofm.amparo@gmail.com**  
**Orientador(a): Prof. Dr. Diogo Aparecido Lopes Silva – diogo.apls@ufscar.br**

### Introdução:

O aquecimento global é uma realidade que está afetando fortemente o clima no planeta e a redução da emissão de gases de efeito estufa se tornou primordial. Neste contexto, a transição energética das fontes de energia a base de combustíveis fósseis para fontes de energia mais sustentáveis se tornou fundamental.

No setor automotivo há uma grande tendência no uso de sistemas de propulsão eletrificados, mas ainda há muitas divergências quanto aos impactos ambientais da adoção maciça desta tecnologia em comparação aos motores de combustão interna.

Dentro deste contexto a análise do ciclo de vida completo do veículo é a abordagem mais correta para avaliar qual a melhor tecnologia para redução das emissões de CO<sub>2</sub> no setor automotivo, levando em conta todo o ciclo de vida do produto (obtenção de processamento de matérias primas, fabricação, obtenção da fonte de energia, uso e manutenção, descarte ou reciclagem).

### Métodos:

Nesta pesquisa focamos somente na análise do ciclo de vida de um tipo específico de motor elétrico (de rotor com magneto permanente) para determinar o impacto no aquecimento global com base em dados fornecidos nos artigos de referência a seguir

[1] Nordelof, A. ; Gunditz, E; Tillman, A. M; Thiringer, T; Alatalo, M; “A scalable life cycle inventory of electrical automotive traction machine - Part I: design and composition”, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-017-1308-9>

[2] Nordelof, A. ; Tillman, A. M; “A scalable life cycle inventory of electrical automotive traction machine - Part II: manufacturing processes”, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-017-1309-8>

Estes artigos fornecem acesso a uma tabela dinâmica que permite dimensionar todos os fluxos de matérias primas e energia nos processos de fabricação com base no banco de dados **Ecoinvent** para cada valor de potência do motor para compor o LCI (Life Cycle Inventory).

A configuração de motor escolhida para análise pode ser vista na figura 1 (potência de 100kW com carcaça e tampas incluídas).

O escopo da análise foi “Cradle to Gate” e as fronteiras de controle com os fluxos de entrada e saída (materiais e energia) podem ser vistas na figura 2.

Para análise e cálculos foi utilizado o software **Global LCA versão 2.0** e o banco de dados **Ecoinvent versão 3.7** (gratuito).

A unidade funcional definida foi a massa de um motor produzido no final do processo (em kg).

### Resultados:

Os principais impactos no processo de produção dos motores elétricos de magneto permanente (PMSM) para o aquecimento global e emissão de CO<sub>2</sub> equivalente foram originados pelo processo de produção de Alumínio, do uso intenso de eletricidade oriunda de usinas termelétricas (comuns na Europa), do uso de gás natural para o processo de aquecimento da resina que recobre os fios de cobre dos enrolamentos do estator e do uso de propileno glicol neste mesmo processo (vide resultados dos cálculos feitos pelo autor usando o software Global LCA 2.0 nas figuras 3, 4, 5 e 6).

### Configuração do Motor Elétrico Escolhida

Specified maximum power (kW)	Calculated maximum torque (Nm)	Housing body (Included/Not included)	Endbells (Both/One/Without)	Shaft (Included/Not included)	Bearings (Both/One/Without)	Mass (kg)
100	239	Included	Endbells on both sides	Included	Bearings on both sides	44,9

Fig. 1 Exploded sketch of the selected PMSM design

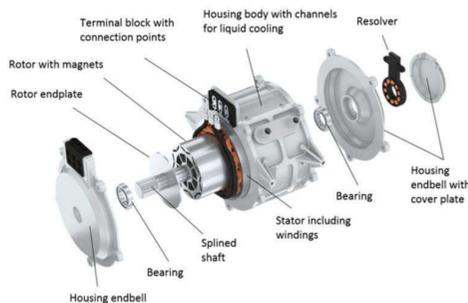


Figura 1 – Configuração de motor escolhida – referência [1]

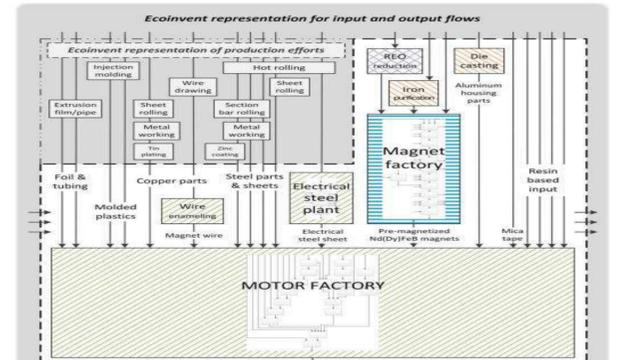


Figura 2 – Representação dos fluxos de entrada e saída – referência [2]

### Top 5 contributions to impact category results - overview

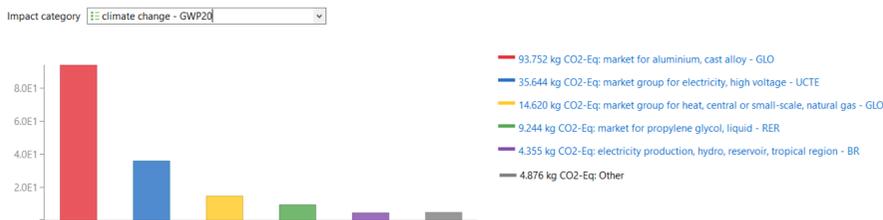


Figura 3 – Principais contribuições para o aquecimento global (GWP20) – Autor

### Top 5 contributions to flow results - overview

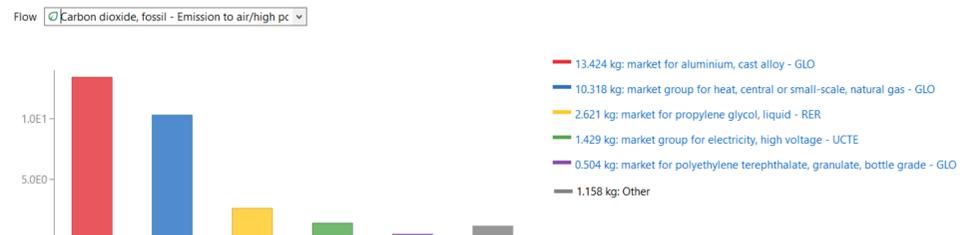


Figura 4 – Principais contribuições para as emissões de CO<sub>2</sub> – Autor

### PMSM Electric Motor Production

Flow: Emission to water/runspecified  
Impact category: climate change - GWP20  
Critério de Corte: Fluxos com representatividade mássica acima de 1%

Contribution	Process	Required amount	Result
100.00%	PMSM Electric Motor Production - BR	44.9000 kg	162.4904 kg CO <sub>2</sub> -Eq
57.30%	market for aluminium, cast alloy - GLO	16.3000 kg	93.7517 kg CO <sub>2</sub> -Eq
20.62%	electricity, production mix, PK/kWh - PK	326.3200 MWh	33.5019 kg CO <sub>2</sub> -Eq
18.37%	market group for electricity, high voltage - UCTE	224.9723 MWh	29.8543 kg CO <sub>2</sub> -Eq
02.24%	electricity production, hydro, reservoir, tropical region - BR	101.5472 MWh	3.6476 kg CO <sub>2</sub> -Eq
09.00%	market group for heat, central or small-scale, natural gas - GLO	164.0000 MWh	14.6202 kg CO <sub>2</sub> -Eq
05.69%	market for propylene glycol, liquid - RER	2.1000 kg	9.2442 kg CO <sub>2</sub> -Eq
04.10%	electricity, low voltage, production PK, at grid/kWh - PK	55.8000 MWh	6.6547 kg CO <sub>2</sub> -Eq
04.04%	electricity, medium voltage, production PK, at grid/kWh - PK	62.0104 MWh	6.5987 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.05%	distribution network construction, electricity, low voltage - CH	0.0456 kg	0.0872 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	sulfur hexafluoride production, liquid - RER	6.8692 kg	6.8692 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.51%	polyester resin production, unsaturated - RER	0.2220 kg	1.4742 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.71%	market for polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade - GLO	0.2880 kg	1.1522 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.66%	algid paint production, white, solvent-based, product in 60% solution state - RER	0.1800 kg	1.0687 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.20%	petroleum refinery operation, liquefied petroleum gas - Europe without Switzerland	0.4700 kg	0.2388 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.10%	phenolic resin production - RER	0.0390 kg	0.1515 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.09%	nickel, 99.5%, at plant - Scenario: Today - GLO	0.0130 kg	0.1454 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.09%	market for sulfuric acid - GLO	0.1420 kg	0.1448 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.07%	silicone product production - RER	0.0220 kg	0.1201 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.03%	market for quicklime, milled, packed - RER	0.0490 kg	0.0519 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.02%	Copper wire, consumption mix, at plant, technology mix, cross section 1 mm - EU-15	4.9000 kg	0.0248 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.01%	nylon 6 granulate (PA 6), production mix, at plant - RER	0.0260 kg	0.0149 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.01%	very fine milled silica sand (d50 < 20 micrometers, at plant, Production, median diamet.	0.1340 kg	0.0144 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.01%	continuous filament glass fibre (direct rovings), at plant - RER	0.0070 kg	0.0088 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	market for tap water - CA-QC	28.2000 kg	0.0035 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	naptha, consumption mix, at refinery, from crude oil - EU-15	0.6380 kg	0.0030 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	sodium hydroxide, production mix for PVC production, at plant, 100% NaOH - RER	0.0100 kg	1.0317E-11 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	Dummy hydrogren	0.8000 kg	0.0000 kg CO <sub>2</sub> -Eq
00.00%	Ferrous metals	0.9400 kg	0.0000 kg CO <sub>2</sub> -Eq

Figura 5 – Árvore de contribuição para o aquecimento global (GWP20) – Autor

### PMSM Electric Motor Production

Impact analysis: ReCiPe Midpoint (D)  
Sub-group by: Flows, Processes, Don't show: 1

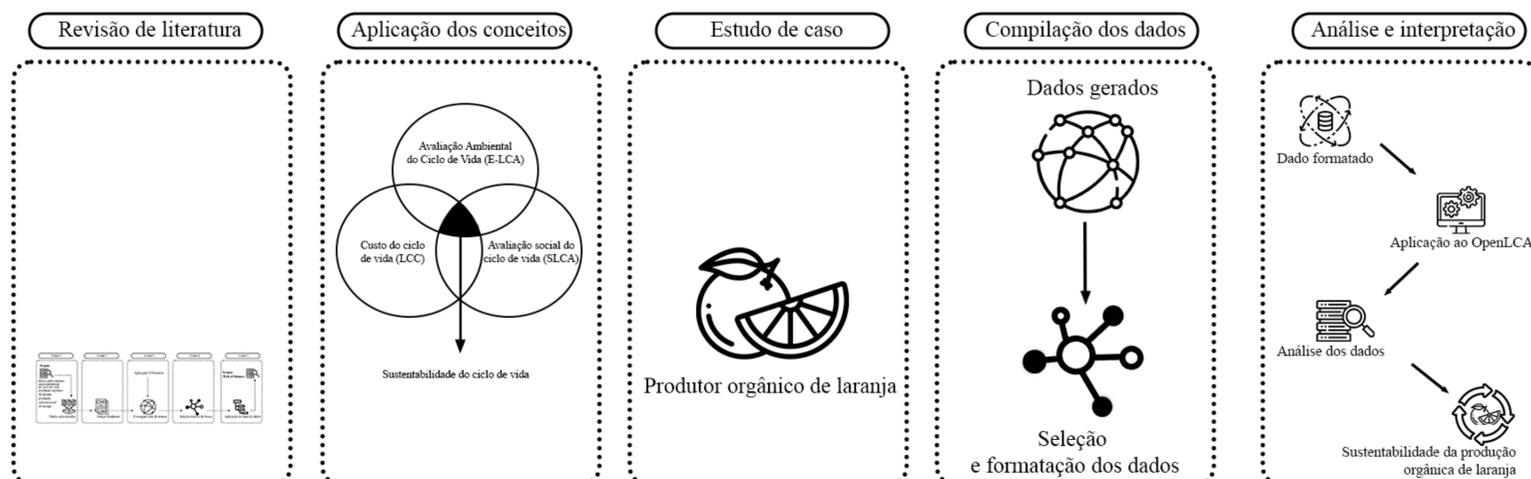
Name	Category	Inventory result	Characterization factor	Impact assessment result
climate change - GWP20	ReCiPe Midpoint (D)			162.4904 kg CO <sub>2</sub> -Eq
market for aluminium, cast alloy - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	93.7517 kg CO <sub>2</sub> -Eq		93.7517 kg CO <sub>2</sub> -Eq
market group for electricity, high voltage - UCTE	Others/Ecoinvent cut-off S copy	33.5443 kg CO <sub>2</sub> -Eq		33.5443 kg CO <sub>2</sub> -Eq
market group for heat, central or small-scale, natural gas - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	14.6202 kg CO <sub>2</sub> -Eq		14.6202 kg CO <sub>2</sub> -Eq
market for propylene glycol, liquid - RER	Others/Ecoinvent cut-off S copy	9.2442 kg CO <sub>2</sub> -Eq		9.2442 kg CO <sub>2</sub> -Eq
electricity production, hydro, reservoir, tropical region - BR	Others/Ecoinvent cut-off S copy	4.3556 kg CO <sub>2</sub> -Eq		4.3556 kg CO <sub>2</sub> -Eq
loss depletion - FDP	Others/Ecoinvent cut-off S copy	23.8478 kg oil-Eq		23.8478 kg oil-Eq
market for aluminium, cast alloy - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	7.8581 kg oil-Eq		7.8581 kg oil-Eq
market group for electricity, high voltage - UCTE	Others/Ecoinvent cut-off S copy	6.0795 kg oil-Eq		6.0795 kg oil-Eq
market group for heat, central or small-scale, natural gas - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	4.8290 kg oil-Eq		4.8290 kg oil-Eq
market for propylene glycol, liquid - RER	Others/Ecoinvent cut-off S copy	3.0237 kg oil-Eq		3.0237 kg oil-Eq
petroleum refinery operation, liquefied petroleum gas - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	0.6289 kg oil-Eq		0.6289 kg oil-Eq
market for polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade - GLO	Others/Ecoinvent cut-off S copy	0.4579 kg oil-Eq		0.4579 kg oil-Eq
polyester resin production, unsaturated - RER	Others/Ecoinvent cut-off S copy	0.4480 kg oil-Eq		0.4480 kg oil-Eq
freshwater eutrophication - FEP100	ReCiPe Midpoint (D)	0.4465 kg 14-CO <sub>2</sub> -Eq		0.0255 m2
human toxicity - HTP100	ReCiPe Midpoint (D)	6.3648 kg 14-CO <sub>2</sub> -Eq		0.0795 kg P-Eq
ionizing radiation - IRP1	ReCiPe Midpoint (D)	16.9172 kg U235-Eq		0.1413 kg Fe-Eq
marine eutrophication - MEP100	ReCiPe Midpoint (D)	0.2879 kg 14-CO <sub>2</sub> -Eq		0.0031 kg N-Eq
marine eutrophication - MEP	ReCiPe Midpoint (D)	0.1413 kg N-Eq		0.1413 kg N-Eq
metal depletion - MDP	ReCiPe Midpoint (D)	5.3947 kg Fe-Eq		5.3947 kg Fe-Eq
natural acid transformation - NAT20	ReCiPe Midpoint (D)	0.0931 kg SO <sub>2</sub> -Eq		0.0931 kg SO <sub>2</sub> -Eq
ozone depletion - ODP100	ReCiPe Midpoint (D)	1.2906 kg 5-kg CFC-11 Eq		0.4113 kg NMVOC
particulate matter formation - PMF0	ReCiPe Midpoint (D)	0.3040 kg PM10-Eq		0.0931 kg SO <sub>2</sub> -Eq
photochemical oxidant formation - POFP	ReCiPe Midpoint (D)	0.4113 kg NMVOC		0.4113 kg NMVOC
terrestrial acidification - TAF20	ReCiPe Midpoint (D)	0.0931 kg SO <sub>2</sub> -Eq		0.0931 kg SO <sub>2</sub> -Eq
terrestrial acidification - TAF100	ReCiPe Midpoint (D)	0.0150 kg 14-CO <sub>2</sub> -Eq		0.0150 kg 14-CO <sub>2</sub> -Eq
urban land occupation - ULOP	ReCiPe Midpoint (D)	1.2081 m2		1.2081 m2
water depletion - WDP	ReCiPe Midpoint (D)	-0.0931 m3		-0.0931 m3

Figura 6 – Análise de impacto ambiental para o aquecimento global (GWP20) – Autor

## Sustentabilidade do ciclo de vida aplicada a produção orgânica da laranja

Matheus Soares de Vasconcellos – [mvasconcellos@estudante.ufscar.br](mailto:mvasconcellos@estudante.ufscar.br)

Yovana María Barrera Saavedra - [yovana.saavedra@ufscar.br](mailto:yovana.saavedra@ufscar.br)



### Introdução

O aumento expressivo da população global tem levado a um crescimento substancial na demanda por alimentos, intensificando a necessidade de elevar os níveis de produção e distribuição alimentar (LIMA *et al.*, 2022). O consumo de alimentos reflete uma interseção de fatores sociais, econômicos e ambientais que impactam a vida humana em diferentes níveis (ROMEIRO *et al.*, 2020; CAETANO *et al.*, 2023). No centro dessa dinâmica, encontra-se a laranja, uma importante fonte de nutrientes (HELLER; KEOLEIAN; WILLETT, 2013; MENDOZA-VELÁZQUEZ *et al.*, 2022) e um pilar da agricultura em diversas regiões do mundo (CABOT *et al.*, 2022), em especial no Brasil, o maior produtor de laranja do planeta responsável por 22,38% da produção global (COLTRO *et al.*, 2009; FAO, 2021; FAO, 2021b; PEREIRA *et al.*, 2022). A produção nacional é estimada em 16 milhões de toneladas, com área colhida de 578 mil hectares (EMBRAPA, 2023). O Estado de São Paulo representa 77% da produção, com valores superiores a 12 milhões de toneladas e área de cultivo estimada em 369 mil hectares (FUNDECITRUS *et al.*, 2023). Ramificada em 12 áreas de produção ao longo de todo o território do Estado, dentre elas Itapetininga, na qual, o município de Buri está vinculado. Esse último tem o valor adicionado da agropecuária ao produto interno bruto em 40,6%, com a laranja sendo o principal produto produzido, representando 31,9% (SEADE, 2022).

A produção orgânica de alimentos aumentou exponencialmente nos anos recentes, refletindo no número de estabelecimentos agropecuários certificados para esse tipo de produção, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) houve aumento superior a 1.000%, passando de 5.106 para 68.716 estabelecimentos agropecuários com esse tipo de produção entre 2006 e 2017. Para compreender como as práticas da agricultura orgânica podem contribuir com a sustentabilidade da sua produção a abordagem do ciclo de vida tem sido amplamente aplicada (MUTHU, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Em especial, a avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida, concebida como uma metodologia integrativa e holística que pode atender a diferentes questões (MORIIZUMI; MATSUI; HONDO, 2010; CURRAN, 2012; ZORTEA; MACIEL; PASSUELLO, 2018; ZIRA *et al.*, 2023).

A literatura existente, apesar de vasta, ainda apresenta lacunas significativas que impedem um entendimento holístico, pois nenhum dos estudos realiza a avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida para a produção orgânica ou convencional da laranja. Portanto, a aplicação da avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida se faz imperativa. Ao integrar as diferentes abordagens do ciclo de vida — avaliação ambiental do ciclo de vida (GUINÉE, 2002; CURRAN, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2021), avaliação social do ciclo de vida (DE LUCA *et al.*, 2015; TRAVERSO *et al.*, 2021) e custo do ciclo de vida (CIROTH *et al.*, 2008; REDDY; KURIAN; ARDAKANI, 2015) — podemos construir um entendimento mais completo e robusto dos desafios e oportunidades que o universo da produção de laranja oferece

### Objetivos

A presente pesquisa tem por objetivo geral realizar uma avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida comparativa da produção orgânica e convencional da laranja em um município da Região Administrativa de Itapeva.

Já como objetivos específicos podem ser citados no tocante a:

- I. Revisar a bibliografia sobre avaliação do ciclo de vida da sustentabilidade (ambiental, econômico e social) na produção de laranja;
- II. Disponibilizar os dados do inventário do ciclo de vida da produção orgânica da laranja para o SICV Brasil;
- III. Analisar os impactos ambientais, sociais e econômicos dos dois sistemas de produção;
- IV. Vincular e analisar os impactos da sustentabilidade do ciclo de vida dos dois sistemas aos objetivos de desenvolvimento sustentável; e,
- V. Integrar os dados ambientais, econômicos e sociais da abordagem do ciclo de vida pelo aprendizado de máquina para evidenciar qual sistema de produção da laranja contribui mais para a sustentabilidade.

### Design metodológico

A presente pesquisa se classifica como quali-quantitativa (MARCONI; LAKATOS, 2003; DENZIN; LINCOLN, 2007; GIL, 2017). Configurada pela realização de um estudo de caso com um produtor rural orgânico de laranja, proporcionando uma visão detalhada dos aspectos econômicos, sociais e ambientais do ciclo de vida (CAUCHICK MIGUEL *et al.*, 2012). Com vistas a obter dados fidedignos sobre um produtor citrícola da laranja para descrever e explorar as características específicas da produção orgânica, fornecendo uma representação clara e detalhada dos fenômenos observados (GIL, 2017).

Será realizada revisão de literatura, que permite a aprimoração de ideias e a descoberta de possibilidades (HART, 1999). A revisão bibliográfica sistemática será prescrita pela busca extensiva e estruturada nas bases de indexadores de artigos *Scopus* e *Web of Science* (PAGE *et al.*, 2021; PRANCKUTÉ, 2021), compilando a literatura relevante sobre sustentabilidade do ciclo de vida, produção orgânica e convencional da laranja, objetivos de desenvolvimento sustentável e garantindo uma cobertura abrangente do estado da arte. Os estudos oriundos da revisão de literatura serão processados pelo protocolo PRISMA (PAGE *et al.*, 2021) e investigados pelo método de análise de conteúdo, esta técnica permite uma interpretação sistemática do material, identificando padrões, temas e categorias que emergem dos dados (BARDIN, 2011) através do *software* Iramuteq (SALVIATI, 2017) incrementado pela aplicação da lógica Fuzzy para reconhecimento de padrões, no sentido de evidenciar as informações mais relevantes dos estudos resultantes (SCHNEIDER; WAGEMANN, 2012).

Tanto a avaliação ambiental do ciclo de vida, quanto a econômica e social segue as mesmas premissas (MUTHU, 2021) pautadas na norma 14040 da *International Organization for Standardization* (ISO) que versa sobre avaliação do ciclo de vida (ABNT, 2014). Constituída por quatro fases principais, aplicadas em sua integralidade nesse projeto: (I) determinação do objetivo e escopo, que estabelece os contornos do sistema e a unidade funcional; (II) criação do inventário do ciclo de vida (ICV), que cataloga as entradas e saídas, incluindo fluxos de materiais e energia, associados ao ciclo de vida; (III) a etapa de avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV), que visa mensurar e categorizar os respectivos impactos ambientais; e, (IV) interpretação dos achados, momento em que se conduzem análises, propõem-se recomendações e se consolidam as conclusões do estudo (CURRAN, 2012; GUINÉE, 2002)

### Resultados esperados

A possibilidade de identificar impactos ambientais, custos econômicos e aspectos sociais mais relevantes da produção orgânica da laranja com certo nível de confiabilidade e precisão, objetivando munir com dados os tomadores de decisão e criadores de políticas públicas voltadas para o setor citrícola da laranja com foco em sustentabilidade, será o principal resultado desta pesquisa.

Os produtores e partes interessadas, o poder público, a academia e a sociedade em geral se beneficiarão da avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida em seus esforços para contribuir com uma produção citrícola da laranja mais sustentável. Isso implica minimizar os impactos ambientais e a conservação dos recursos naturais, além de contribuir para o bem-estar social. A abordagem da sustentabilidade do ciclo de vida contribui para determinar a sustentabilidade da produção ora analisada, fornecendo informações robustas aos formuladores de políticas públicas. Uma vez que a abordagem ainda está em fase de desenvolvimento, haja vista a complexidade de integração dos dados, são necessárias mais pesquisas nesse campo. A integração do pensamento sistêmico com a avaliação da sustentabilidade ajudará na compreensão da produção agrícola como um todo, na interação entre vários subsistemas e na identificação de incertezas e complexidades dinâmicas. Ao sugerir e aplicar a integração com os ODS e a vinculação com o aprendizado de máquina, será possível produzir conhecimentos especializados em relação ao uso eficiente dos recursos naturais e, em seguida, possibilitar uma compreensão mais profunda do sistema de produção orgânica da laranja para alcançar uma economia verde com padrões de consumo e produção sustentáveis.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

CABOT, M. I.; LADO, J.; CLEMENTE, G.; SANJUÁN, N. Towards harmonised and regionalised life cycle assessment of fruits: A review on citrus fruit. *Sustainable Production and Consumption*, v. 33, p. 567–585, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.07.024>

COLTRO, L.; MOURAD, A. L.; KLETECKE, R. M.; MENDONÇA, T. A.; GERMER, S. P. M. Assessing the environmental profile of orange production in Brazil. [s. l.], 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0097-1>.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. et al. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2. ed. [S. l. s. n.]. E-book. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=J01oDwAAQBAJ>

CIROTH, A.; HUPPES, G.; KLÖPFER, W.; RÜDENAUER, I.; STEEN, B.; SWARR, T. Environmental Life Cycle Costing. 1. ed. Pensacol: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 2008.

CURRAN, M. A. Life Cycle Assessment Handbook: a guide for environmentally sustainable products. Cincinnati: Scrivener Publishing, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118528372>

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

EMBRAPA, E. B. de P. A. Produção Brasileira de Laranja. Brasília: [s. n.], 2023. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/laranja/b1\\_laranja.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021/The Lancet. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4477en>.

FUNDECITRUS; MARKESTRAT; (FEA-RP), U. de S. P.-F. de E. A. e C. de R. P. VETERINÁRIAS, U.-F. de C. A. e. Sumário Executivo: estimativa da safra de laranja 2021/22Fundecitrus. Araraquara: [s. n.], 2023. Disponível em: [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/2021\\_05\\_27\\_Sumário\\_Executivo\\_da\\_Estimativa\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja\\_2021-2022.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2021_05_27_Sumário_Executivo_da_Estimativa_da_Safra_de_Laranja_2021-2022.pdf).

GUINÉE, J. B. Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. 7. ed. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002. v. 7.

HART, C. Doing a Literature Review: releasing the Social Science Research Imagination. 1. ed. London: SAGE Publications, 1999. v. 1.

HELLER, M. C.; KEOLEIAN, G. A.; WILLETT, W. C. Toward a Life Cycle-Based, Diet-level Framework for Food Environmental Impact and Nutritional Quality Assessment: A Critical Review. *Environmental Science & Technology*, v. 47, n. 22, p. 12632–12647, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es4025113>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mulher Trabalho: papéis sociais em questão. Retratos: a Revista do IBGE, Rio de Janeiro, v. 17, p. 1–28, 2019. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_media/ibge/arquivos/b06abac34a360666981b4b8662177672.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_media/ibge/arquivos/b06abac34a360666981b4b8662177672.pdf)

LIMA, D. M.; MARSOLA, K. B.; OLIVEIRA, A. L. de; BELIK, W. Estratégias para reduzir o desperdício de frutas e hortaliças: a busca por sistemas atacadistas sustentáveis. *Horticultura Brasileira*, v. 40, n. 3, p. 334–341, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20220313>

DE LUCA, A. I.; IOFRIDA, N.; STRANO, A.; FALCONE, G.; GULISANO, G. Social life cycle assessment and participatory approaches: A methodological proposal applied to citrus farming in Southern Italy. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 11, n. 3, p. 383–396, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ieam.1611>

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MUTHU, S. S. Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). Singapore: Springer Singapore, 2021. (Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes). E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-16-4562-401-1>

OLIVEIRA, J. A.; SILVA, D. A. L.; PUGLIERI, F. N.; SAAVEDRA, Y. M. B. Life Cycle Engineering and Management of Products. 1. ed. Cham: Springer International Publishing, 2021. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78044-9>

MORIIZUMI, Y.; MATSUI, N.; HONDO, H. Simplified life cycle sustainability assessment of mangrove management: A case of plantation on wastelands in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 16–17, p. 1629–1638, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.017>

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

PEREIRA, B. S.; DE FREITAS, C.; VIEIRA, R. M.; BRIENZO, M. Brazilian banana, guava, and orange fruit and waste production as a potential biorefinery feedstock. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 24, n. 6, p. 2126–2140, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01495-6>

PRANCKUTÉ, R. Web of science (Wos) and scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, v. 9, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/publications9010012>

SALVIATI, M. E. Manual do Aplicativo Iramuteq. 1. ed. Planaltina: [s. n.]. Disponível em: [https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2021/12/Methodological-Sheets\\_2021\\_final.pdf](https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2021/12/Methodological-Sheets_2021_final.pdf).

REDDY, V. R.; KURIAN, M.; ARDAKANI, R. Life-cycle Cost Approach for Management of Environmental Resources. Cham: Springer International Publishing, 2015. (SpringerBriefs in Environmental Science). E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06287-7>

SEADE, F. S. E. de A. de D. Seade Municípios. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/economia/>. Acesso em: 23 set. 2023.

SCHNEIDER, C. Q.; WAGEMANN, C. Set-Theoretic Methods for the Social Sciences. New York: Cambridge University Press, 2012.

ZORTEA, R. B.; MACIEL, V. G.; PASSUELLO, A. Sustainability assessment of soybean production in Southern Brazil: A life cycle approach. *Sustainable Production and Consumption*, v. 13, n. May, p. 102–112, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.002>

ZIRA, S.; RÖÖS, E.; RYDHMER, L.; HOFFMANN, R. Sustainability assessment of economic, environmental and social impacts, feed-fodder competition and economic robustness of dairy and beef farming systems in South Western Europe. *Sustainable Production and Consumption*, v. 36, p. 439–448, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.01.022>

# Análise da utilização de ferramentas da Inteligência Artificial aplicadas em estudos de Avaliação do Ciclo de Vida

Autor: João Victor Encide Salla – vesjoao@estudante.ufscar.br  
Orientador: Profº Dr. Diogo Aparecido Lopes Silva – diogo.apls@ufscar.br  
Co-orientador: Profº Dr. Tiago Agostinho de Almeida – talmeida@ufscar.br

## INTRODUÇÃO

A preocupação com a ecologia e o destino futuro de nosso planeta têm exercido influência transformadora sobre os padrões de consumo de mais de 75% dos entrevistados nos últimos anos, sendo possível destacar a valorização da consciência ambiental e a procura por produtos sustentáveis (REDAÇÃO HYPENESS, 2022).

Nesse sentido, surge a importância de técnicas e aplicações que possibilitem alinhar a preocupação com as questões ambientais com a grande velocidade de transformação do mundo atual.

Assim, surge a possibilidade de integrar a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que mensura potenciais impactos ambientais, às ferramentas de Inteligência Artificial (IA), visto que são capazes de propor soluções rápidas à sistemas e decisões complexas.

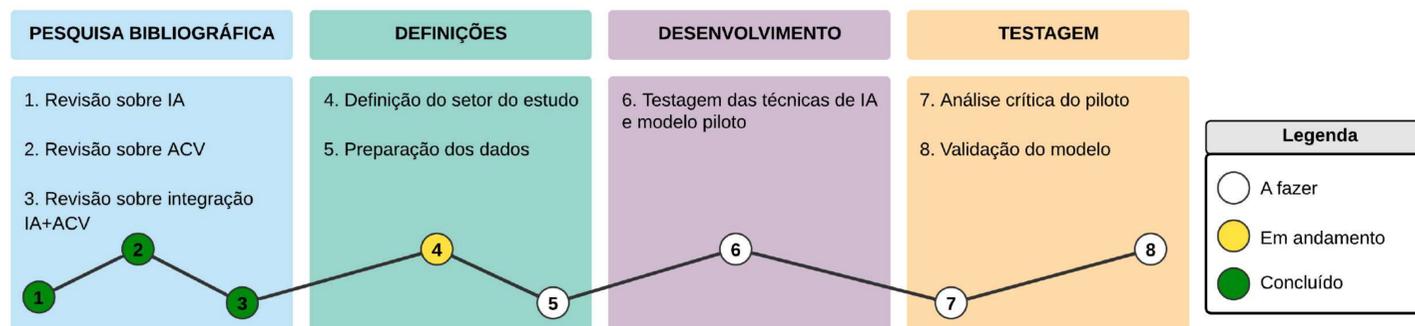
Desse modo, o objetivo do presente recorte foi avaliar e explicitar as possibilidades de integração IA + ACV presentes na literatura recorrente.

## METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado foi o da revisão sistemática da literatura, utilizando as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* através do portal de periódicos da CAPES.

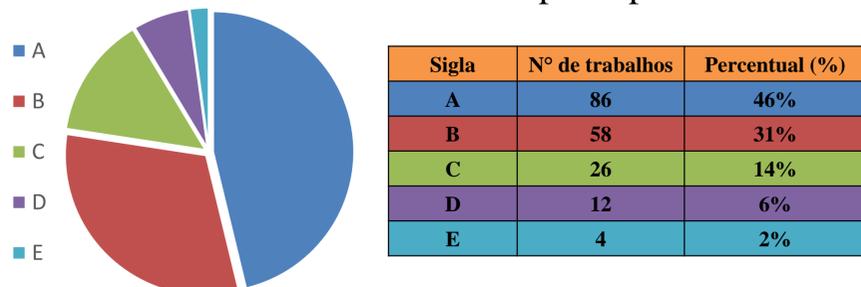
Para a condução da pesquisa (etapa em azul), foi utilizado o protocolo PRISMA a fim de eliminar o viés, bem como ferramentas de suporte à revisão, tais como *VOSViewer*, *Rayyan* e *Iramuteq*.

A figura abaixo apresenta a disposição dos fluxos de atividades pretendidos para alcançar o objetivo do Projeto de mestrado e destaca a etapa retratada (elementos concluídos) no presente recorte.



## RESULTADOS

Os resultados apresentam as possibilidades de integração existentes entre IA + ACV, bem como a respectiva quantidade de estudos em cada finalidade e as principais técnicas de IA usadas em cada fim.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As análises descritivas permitiram observar diferentes possibilidades de integração entre IA+ACV;
- Cabe ao usuário identificar a ferramenta de IA mais adequada ao objetivo pretendido.

## PRÓXIMOS PASSOS

- Definição do setor a ser estudado;
- Preparação dos dados e consolidação;
- Etapas de desenvolvimento e validação.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro, processo nº 2022/15134-1.

## IMPLEMENTAÇÃO DO CEP PARA ESTUDO DE MELHORIA NOS ÍNDICES DE PEÇAS NÃO CONFORME EM PROCESSO DE RETÍFICA.

Kelen Cristiane Cardoso<sup>1,3</sup>, Jonathan Gazzola<sup>2</sup>, Roberto Luiz Escobar<sup>3</sup>, Amanda Hessel Corrêa<sup>4</sup>, Daniele Tavares Silva<sup>4</sup>, Ian Hakim Elias<sup>4</sup>, Lucas de Souza Nogueira<sup>4</sup>, Vitor Mucci Rodrigues<sup>4</sup>.

1. Centro de Ciências da Natureza, UFSCAR-Campus Lagoa do Sino

2. Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, CCA/UFSCar-Campus Araras

3. Athon Ensino Superior – Sorocaba

4. Engenharia de Produção – Athon Ensino Superior - Sorocaba

### INTRODUÇÃO.

As empresas precisam identificar se seus produtos estão dentro da conformidade, as potencialidades do processo de fabricação e as necessidades dos clientes, realizando a análise de forma rápida e eficiente.

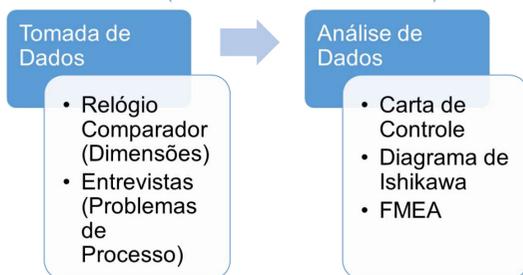
Esse trabalho de pesquisa apresenta o estudo de detecção de não conformidade de eixos retificados que apresentam variação de medidas fora do limite de tolerância estabelecido entre cliente e engenharia.

### MÉTODOS

O que analisar?



Como analisar?



### RESULTADOS

#### Carta de Controle

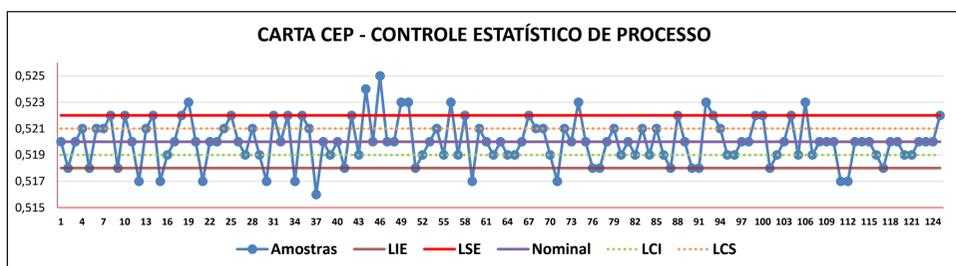
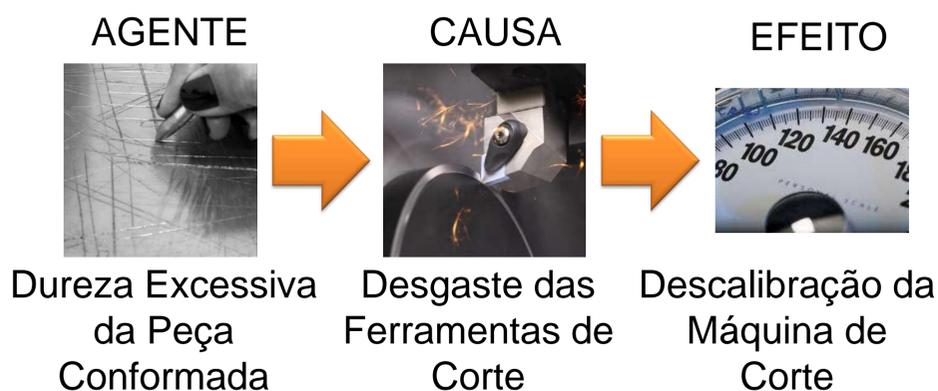


Figura 01. CEP de diagnóstico do processo inicial



17,2% de Peças não Conformes

#### Diagrama de ISHIKAWA



### FMEA – Instruções de Trabalho

Operação	Denominação	Máquina		
Retífica de Diâmetro externo	Anel externo	Cel. de retifica externa		
Elaboração	Revisão	Data de elaboração	Data de revisão	
N°	Responsabilidade	Característica	Instrumento	Amostragem
0	1	Controle de Setup	Visual	LF
1	1	Diâmetro externo	Relógio comparador	2 peças - LF - AM 10'
2	1	Paralelismo	Relógio comparador	2 peças - LF - AM 10'
3	1	Perpendicularidade	Relógio comparador	2 peças - LF - AM 10'
4	2	Circularidade	Circularímetro eletrônico	2 Peças - LF
5	2	Rugosidade	Rugosímetro	2 peças - LF
6	2	Ondulação	Surtronic	2 peças - LF
Legenda		Responsabilidade		
AM -	Acompanhamento	1-	Produção	
LF -	Liberação de produção / Troca de ferramental	2-	Qualidade	

Figura 2. Tabela de Instruções de Trabalho

### Carta de Controle

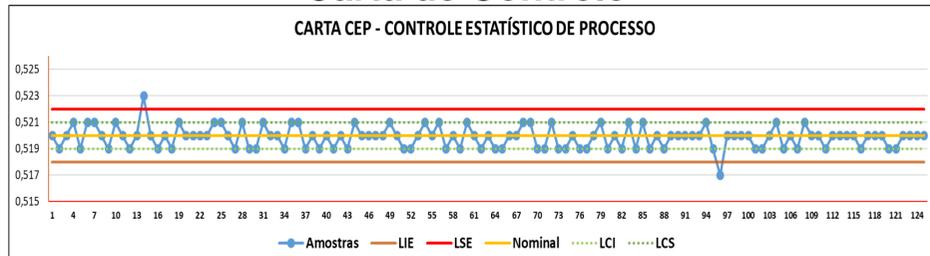


Figura 3. CEP de diagnóstico do pós instrução



1,6 % de Peças não Conformes

### CONCLUSÕES

- Cartas de Controle → Análise de Tolerância
- Diag. de ISHIKAWA → Solução da causa raiz
- Redução de 90,7% no índice de peças em não conformidade

### BIBLIOGRAFIA

VIEIRA, A. F. Estudo Analítico Sobre a Aplicação das Ferramentas 5S e 5 PORQUÊS: UMA REVISÃO LITERÁRIA. 2019. 11 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.  
MONTGOMERY, D. C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.

# GAMIFICAÇÃO DE TABULEIRO PARA EDUCAÇÃO NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL – ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA

**Autor:** Sandro Gabriel Libretti Prestes - [sandro.prestes@estudante.ufscar.br](mailto:sandro.prestes@estudante.ufscar.br)

**Orientador:** Prof. Dr. Diogo Aparecido Lopes Silva - [diogo.apls@ufscar.br](mailto:diogo.apls@ufscar.br)

**Coorientadora:** Profa. Dra. Juliana Veiga Mendes - [juveiga@ufscar.br](mailto:juveiga@ufscar.br)

## INTRODUÇÃO

Estrategicamente, adotar os elementos de Manufatura Sustentável torna-se essencial em grandes, médias, pequenas corporações e nas áreas da Educação. Portanto, enquanto a Manufatura Sustentável foca principalmente na melhoria do chão de fábrica, a Produção Sustentável abarca uma visão mais holística sobre a indústria e seus efeitos em toda a cadeia de valor, em termos de desempenho em sustentabilidade. A gamificação, de maneira geral possibilita o aprendizado da Educação, como estratégia, de melhoraria do processo de ensino-aprendizagem e seus resultados, confirmando que a gamificação influencia o desenvolvimento individual das pessoas e pode impactar positivamente nos resultados das organizações.

## OBJETIVO

Revisar a literatura atual sobre jogos de tabuleiros gamificados, com foco na PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL, de modo a identificar as principais características para a criação e desenvolvimento de um jogo de tabuleiro destinado a EDUCAÇÃO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL e aplicado as áreas corporativas e acadêmicas.

## METODOLOGIA

Pesquisa de abordagem qualitativa, densa e enxuta nas bases de dados Scopus e Web of Science, seguindo da utilização de softwares de apoio Excel® e Mendeley® para a estruturação da base de dados dos artigos e fichamentos, VOSviewer®, Rayyan (<https://rayyan.ai>) e Iramuteq, para as análises de conteúdos e agrupamento das publicações. Para a condução da revisão sistemática, foi estruturada de acordo com o fluxograma PRISMA de PAGE et al, 2018 e adaptado de PAHLEVAN SHARIF (2019).

## RESULTADOS

Através da análise do cruzamento da matriz SWOT, geraram contramedidas que possibilitarão as oportunidades de desenvolvimento de um jogo de tabuleiro gamificado para a Educação da Produção Sustentável.

TABELA 1 - Matriz SWOT sobre as características de jogos de tabuleiro

STRENGTHS (FORÇAS)	OPPORTUNITIES (OPORTUNIDADES)
<p>O jogo promove as habilidades e interações de:</p> <p>1. Jogabilidade variada, cooperação, competição, interação, integração de resultados, exploração e promoção de tomadas decisórias em ambiente seguro (PARREIRAS et al., 2023; RECH et al., 2019; LANGENDAHL et al., 2017)</p> <p>2. Aproximação de grupos, aprendizado social, desenvolvimento de pensamento crítico e aprendizado (STOTT et al., 2013)</p>	<p>O jogo agrega aos participantes:</p> <p>1. Processos de narrativas e melhorias no envolvimento coletivo, na motivação, no fortalecimento das políticas educacionais promovendo reflexão crítica. (PARREIRAS et al., 2023) (LANGENDAHL, et al., 2017)</p> <p>2. Refinamento das propostas pedagógicas e aprendizados construtivistas com uma ferramenta de baixo custo. (STOTT et al., 2013)</p>
WEAKNESSES (FRAQUEZAS)	THREATS (AMEAÇAS)
<p>O jogo contribui ao fracasso quando:</p> <p>1. Falta de cooperativismo, interatividade, falta dos regimentos e ausência de engajamento e envolvimento. (LANGENDAHL, et al., 2017)</p> <p>2. Falta de estimulação mental, sensorial e social. (LANGENDAHL, et al., 2017)</p>	<p>O jogo não caminha ao sucesso quando, ameaçado pela falta das seguintes características:</p> <p>1. Mecanização do jogo não estimula a motivação para a jogabilidade. (RECH, et al., 2019)</p> <p>2. Avaliação formativa do aprendizado sem uma ambientação descontraída e divertida. (RECH, et al., 2019)</p> <p>3. Não gerador de valor por meio do aprendizado cognitivo e tático. (PARREIRAS et al., 2023; RECH, et al., 2019 e CORREIA et al., 2017)</p>

Fonte: Autores (2023)

### ESTRATÉGIA OFENSIVA: FORÇAS X OPORTUNIDADES

DESENVOLVER, INVESTIR, FOMENTAR e UTILIZAR, jogos de tabuleiro visando a promoção da EPS para os cursos de Engenharia, estimulando a relação 'ganha-ganha', com foco no aprendizado por meio de interações e envolvimento social, estimulado pelo pensamento crítico do aluno frente a um problema de sustentabilidade relevante na atualidade.

### ESTRATÉGIA DE CONFRONTO: FORÇAS X AMEAÇAS

- ESTABELECEER, ESTIMULAR e REALIZAR a interação de ações saudáveis (estímulos) para MITIGAR e REDUZIR as ameaças de cunho social, sensorial e mental, envolvidas entre os participantes do jogo.

### ESTRATÉGIA DE REFORÇO: FRAQUEZAS X OPORTUNIDADES

- CRIAR e IMPLEMENTAR de forma estratégica, sistêmica, de baixo custo e com a perspectiva de resposta rápida, a utilização de jogos de tabuleiros de forma lúdica, com o objetivo de ATENUAR as problemáticas de sustentabilidade mais atuais.

### ESTRATÉGIA DE DEFESA: FRAQUEZAS X AMEAÇAS

- FORTALECER ações compensatórias para a utilização dos jogos de tabuleiros, de modo a APROXIMAR os meios acadêmicos e industriais para acesso as ferramentas gamificados para aprendizados mútuos.

## CONCLUSÕES

Como contribuição principal, a proposta desse artigo identificou as principais características para a criação e aplicação de jogos de tabuleiros, voltados a EPS, tais como o incentivo a comportamentos mais sustentáveis para esse fim por meio dos elementos do jogo aqui apresentados e atitudes tais como, satisfação, engajamento e motivação contribuem para a conscientização e proximidade das pessoas com o mundo real, contribuindo com a formação do pensamento crítico e capacitando habilidades sociais e emocionais.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, LAURENCE. Análise de conteúdo. Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. Tradução de: L'Analyse de Contenu

BATALHA, M. O., & RACHID, A. (2008). Estratégia e organizações. In M. O. Batalha & A. Rachid, Confederação Nacional de Indústria – CNI. (2016a). Desafios para indústria 4.0 no Brasil. Chengula, Z., Rubio Morato, MA, Thurner, T., Wiedensohler, Y., & Martin, L. (2018). State of Industry 4.0 em seis empresas francesas. Na Conferência Internacional IEEE sobre Engenharia, Tecnologia e Inovação (ICE/ ITMC) (pp. 1-8). Piscataway: IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ICE.2018.8436256>. 56-58. <http://dx.doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079>. Introdução à engenharia de produção. Rio de Janeiro: Elsevier.

BRYCESON, K. P. The development of VAG - A 3D virtual agribusiness environment and strategy game. Electronic Commerce Research, v. 9, n. 1-2, p. 27-47, 2009. CABEDO, L. et al. University social responsibility towards engineering undergraduates: The effect of methodology on a service-learning experience. Sustainability (Switzerland), v. 10, n. 6, 2018.

CABOT, A. G. et al. Measuring the effects on learning performance and engagement with a gamified social platform in an MSc program. n. February 2019. CHAN, C. et al. Environmental Education Game-based e-learning for urban tourism education through an online scenario game. International Research in Geographical and Environmental Education, v. 0, n. 0, p. 1-18, 2019.

CORREIA, S. C., & BOZUTTI, D.F. Challenges and Difficulties to Teaching Engineering to Generation Z: case research. Propósitos y Representaciones, 5(2), 127 -183, 2017

FARDO, M. L. Gamificação com foco em narrativa e relações com o saber de: uma experiência no ensino superior, 2022

FIRMINO, A. S. et al. Towards Industry 4.0: a SWOT-based analysis for companies located in the Sorocaba Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil) TT - Rumo à Indústria 4.0: uma análise SWOT para empresas situadas na Região Metropolitana de Sorocaba (SP, Brasil). Gestão & Produção, v. 27, n. 3, p. 1-21, 2020. XXX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Transformação Digital e Gestão De Operações: Desafios e Tendências Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2023 15

JUSTI, G. et al. Life cycle assessment teaching innovation: experiences from a Brazilian higher education institution. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 24, n. 2, p. 449-461, 2023.

HARRISSON, JP (2010). Planejamento estratégico e análise SWOT. Em JP Harrison, Fundamentos do planejamento estratégico em saúde. Chicago: Health Administration Press.

HASHIM, M. et al. Unlocking the Sustainable Production Indicators: A Novel TESCO based Fuzzy AHP Approach. Cogent Business and Management, v. 8, n. 1, 2021. SOUZA, J. D. S., & de Souza-lady, L. D. P. Análise da Sustentabilidade nas Políticas e Projetos dos Cursos Superiores em um Instituto Federal de Ensino.

KALSOOM, Q.; QURESHI, N.; KHANAM, A. Perceptions of the Research Scholars Regarding Education for Sustainable Development (ESD) in Pakistan. World Sustainability Series, p. 165-179, 2018.

KALLEVIG, K. A. Cornerstone: A Collection of Scholarly Cornerstone: A Collection of Scholarly and Creative Works for Minnesota and Creative Works for Minnesota Perceptions of Failure in Education: Changing the Fear of Failure Perceptions of Failure in Education: Changing. 2015. LANGENDAHL, P. A., COOK, M., & MARK-HEBERT, C. Exploring Gamification in Management Education for Sustainable Develop 2017.

LEAL FILHO, W. et al. Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG). International Journal of Sustainable Development and World Ecology, v. 25, n. 2, p. 131-142, 2018.

LANGENDAHL, P. A., COOK, M., & MARK-HEBERT, C. Exploring Gamification in Management Education for Sustainable Develop 2017.

LOPES SILVA, D. A.; DA SILVAB, E. J.; OMETTOC, A. R. Green manufacturing: An analysis of scientific publications and trends for the future. Produção, v. 26, n. 3, p. 642-655, 2016. MAZARAKIS, A.; BRÄUER, P. Gamification is Working, but Which One Exactly? Results from an Experiment with Four Game Design Elements. International Journal of Human-Computer Interaction, v. 0, n. 0, p. 1-16, 2022.

MERRITT, E.; HALE, A.; ARCHAMBAULT, L. Changes in pre-service teachers' values, sense of agency, motivation and consumption practices: A case study of an education for sustainability course. Sustainability (Switzerland), v. 11, n. 1, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Inovar ambiental: Saiba o que é o conceito de produção sustentável e quais seus benefícios, c2020. Página inicial. Disponível em: < <https://inovambiental.com.br/2020/05/04/producao-sustentavel-beneficios>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

OLIVEIRA, M. A.; SAUAI, A. C. A. Impressão Docente Para Aprendizagem Vivencial: Um Estudo Dos Benefícios Dos Jogos De Empresas. Administração: Ensino e Pesquisa, v. 12, n. 3, p. 355, 2011. XXX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Transformação Digital e Gestão De Operações: Desafios e Tendências Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2023 16 OLSEN S. I. et al. "Sustainability and LCA in engineering education – a course curriculum", Procedia CIRP, Vol. 69, pp. 627-632, 2018 PAGE, M. K. et al. Updating the PRISMA reporting guideline for systematic reviews and meta-analyses : study protocol. p. 1-21, 2018.

PAHLEVAN-SHARIF, S.; MURA, P.; WIJESINGHE, S. N. R. A systematic review of systematic reviews in tourism. Journal of Hospitality and Tourism Management, v. 39, n. March, p. 158-165, 2019.

PARREIRAS, M. et al. Um jogo de tabuleiro colaborativo para motivar alunos de educação ambiental. p. 51-59, 2023. RECH, A.; STEGER, C.; PISTAUER, M. Gamifying connected services patterns. ACM International Conference Proceeding Series, n. i, 2019.

RECH, A.; STEGER, C.; PISTAUER, M. Gamifying connected services patterns. ACM International Conference Proceeding Series, n. i, 2019.

RINCON-FLORES, E. G. et al. Gamit! Icing on the Cake for Mathematics Gamification. Sustainability (Switzerland), v. 15, n. 3, p. 1-13, 2023. RODRIGUES, J. O impacto da gamificação na educação corporativa em empresas brasileiras. 2019. SEGONI, S. A role-playing game to complement teaching activities in an 'environmental impact assessment' teaching course. Environmental Research Communications, v. 4, n. 5, 2022.

STOTT, A.; NEUSTAEDTER, C. Analysis of Gamification in Education. Carmster.Com, p. 1-8, 2013.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. British Journal of Management, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TSAL, J. C. et al. Using a board game to teach about sustainable development. Sustainability (Switzerland), v. 13, n. 9, p. 1-19, 2021.

# Revisão Sistemática da Literatura no método QFD voltado para o agro brasileiro.

**Autor:** Felipe Carmacini- [felipecarnacini@estudante.ufscar.br](mailto:felipecarnacini@estudante.ufscar.br)

**Orientador(a):** Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

**Coorientador:** Prof. Dr. Jonathan Gazzola

Resumo: O método QFD (Quality Function Deployment) auxilia no desenvolvimento e melhoria de produtos e serviços. Apoiar decisões gerenciais, transformando as necessidades do cliente em requisitos técnicos, gerando produtos de qualidade para sua satisfação. Com a combinação das suas matrizes, é gerada a “Casa de Qualidade”. A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) segundo Thome, Scavarda e Scavarda (2016) é um método bem conhecido para pesquisas acadêmicas por suas revisões rigorosas. Formulando oito passos consegue-se de uma forma clara e direta a RSL, são eles: Planejando e Formulando o Problema, Procurando na Literatura, Coleta de Dados, Avaliação de Qualidade, Análise de Dados e Síntese, Interpretação, apresentando resultados e atualizando a revisão. Por conta disso, forma uma lacuna para que a atual pesquisa busque complementar o tema. Foram utilizadas as bases de dados Scopus, Scielo e Web Of Science. Foram encontrados em números de artigos respectivamente: 98, 689 (sem rural e com rural 4), 63. Os objetivos da revisão foram: investigar o uso do QFD no Brasil, realizar um estudo sobre a aplicabilidade na área agrícola do QFD no Brasil, desenvolver um RSL e qual o impacto do seu uso no campo. Com os critérios de exclusão chega-se a 45 artigos para leitura e interpretação. Foi possível pela RSL entender que o tema QFD no agro brasileiro ainda é bem superficial, havendo poucos trabalhos publicados sobre. Visto isso, há uma lacuna que pode ser abordada em próximos artigos.

## ALOCAÇÃO DE RECURSOS LOGÍSTICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE FRETES EM ÁREAS NÃO URBANAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Autor: Paola Viviana Campos Tinoco- [vctpaola@estudante.ufscar.br](mailto:vctpaola@estudante.ufscar.br)

Orientador: Prof. Dr. Jose Geraldo Vidal Viera- [jose-vidal@ufscar.br](mailto:jose-vidal@ufscar.br)

01

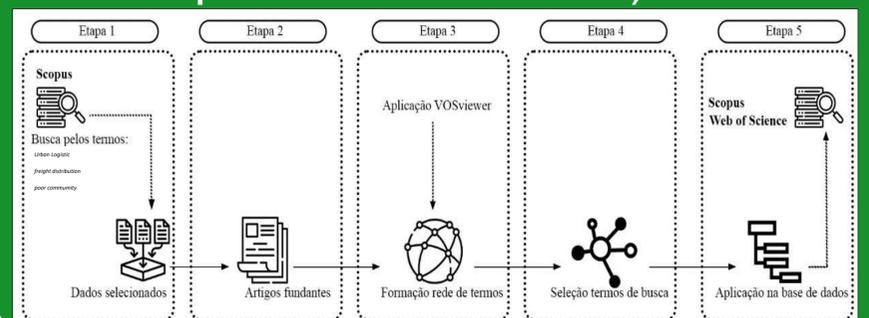
### INTRODUÇÃO

Quais são os desafios e as soluções para a alocação de recursos logístico na de fretes em áreas não urbanas?

02

### DESIGN METODOLÓGICO

A pesquisa tem enfoque qualitativo e utilizou se o protocolo PRISMA)



Fonte: Adaptado de Maghsoudi et al. (2023).

03

**-Desafios:** A distribuição na última milha em áreas urbanas enfrenta pressões geográficas, econômicas e sociais.

**-Soluções propostas:** A literatura traz modelos inovadores de entrega da última milha: bicicletas de carga, pontos de coleta, crowd-sourcing, drones, entrega no porta-malas do carro, veículos autônomos e Crowdsourced logistica

### RESULTADOS

04

### CONCLUSÃO

Superar desafios logísticos urbanos exige pesquisa, inovação e soluções sustentáveis.

# Plano de gestão e destinação final de pneus agrícolas: estudo aplicado à fazenda da UFSCar – Lagoa do Sino

Autor: Felipe Carmacini- [felipecarnacini@estudante.ufscar.br](mailto:felipecarnacini@estudante.ufscar.br)

Prof. Dr. João E.A.R. da Silva

Profa. Dra. Virgínia A.S.Moris

Orientador(a): Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

Coorientador: Prof. Dr. Jonathan Gazzola

Resumo: Este trabalho propõe um sistema de gestão de pneus agrícolas até a disposição final dos itens inteiros e suas partes, voltado a propriedades rurais de pequeno porte. A pesquisa foca na gestão dos pneus agrícolas da Fazenda Lagoa do Sino, campus da Universidade Federal de São Carlos no município de Buri/SP, bem como os procedimentos de destinação dos pneus inservíveis. Justifica-se a relevância do trabalho pela exigência de destinação final adequada dos pneus, expressa na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei 12.305/2010, quanto à necessidade de se estabelecer procedimentos adequados relacionados à logística reversa. Propõe-se um sistema de gestão com suporte de planilhas eletrônicas, que possa auxiliar os gestores em relação ao uso e à destinação dos pneus agrícolas, diminuindo os impactos ambientais. A pesquisa foi desenvolvida a partir de entrevistas com a equipe gestora da fazenda. Foram levantadas oportunidades para o uso dos pneus agrícolas inservíveis que vão desde a compostagem até a formação de muros de arrimo. Essas ações têm baixo investimento inicial, são adequadas em relação ao meio ambiente e constituem uma alternativa interessante de extensão de uso dos pneus em comparação ao descarte dos itens inservíveis, afetado por sua dimensão física e pela distância em relação aos pontos de descarte.



# INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 COM O LEAN MANUFACTURING

Autor: Tailise Mascarenhas Martins- [tailise.mascarenhas@estudante.ufscar.br](mailto:tailise.mascarenhas@estudante.ufscar.br)

Orientador(a): Prof. Dr. Ricardo Coser Mergulhão

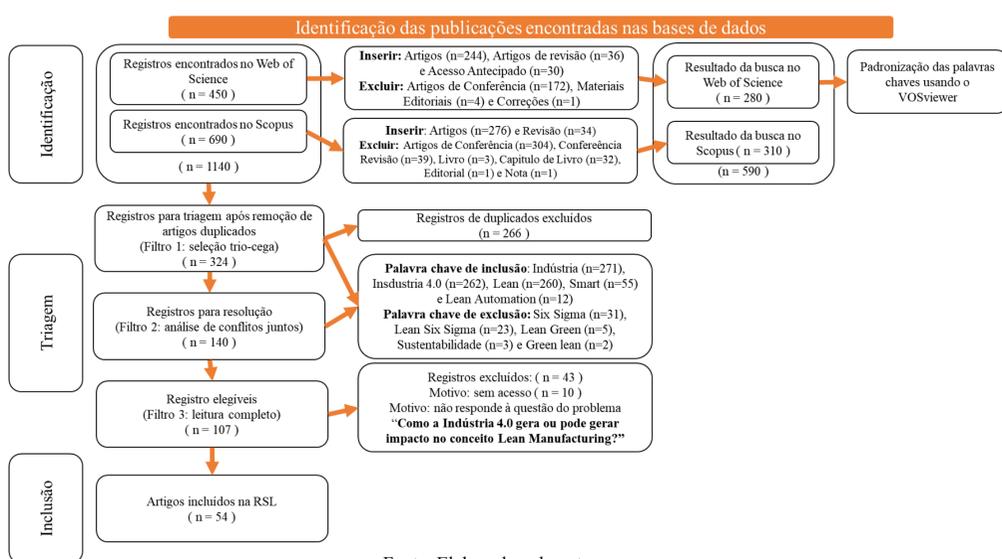
## Introdução

O Lean Manufacturing (LM) é uma metodologia para melhorar a produtividade, eliminando processos ineficientes, este não considerou as tecnologias modernas ao ser desenvolvido, sendo assim, a Indústria 4.0 (I4.0) surgiu para integrar tecnologias como inteligência artificial, IoT e realidade virtual, entre outras. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma revisão sistemática da literatura sobre a relação da Indústria 4.0 com o Lean Manufacturing e caracterizar as tecnologias da I4.0, as ferramentas do Lean e os benefícios/melhorias da união de ambos. Assim tem-se a questão pergunta como, **Como está a literatura que relaciona Indústria 4.0 com o Lean Manufacturing?**

## Metodologia

### Revisão Sistemática da Literatura

1) Formulação da questão de pesquisa; (2) Planejamento da RSL que define o protocolo da pesquisa; (3) Execução da RSL que utiliza o fluxograma PRISMA para conduzir à extração dos dados nas bases Scopus e Web of Science, análise de dados com o aplicativo web Rayyan e, (4) Resultados



## Resultados

- Aumento no decorrer dos anos
- Aumento do interesse mundial
- Aumento das pesquisas no Brasil o que demonstra a necessidade de melhoria em relação a temática no país
- Quantidade equilibrada entre estudos de revisão e estudos de caso ou survey

RESULTADOS  
Categorias encontradas na leitura

Cada artigo analisado traz uma forma de relacionar a I4.0 com o LM, assim, categorizou-se as tecnologias utilizadas com mais frequência, as ferramentas do Lean e as melhorias/benefícios geradas pela união de ambos.

Tabela-Relação das tecnologias abordadas em cada artigo estudado

Tecnologia	Sistema Ciberfísico	Internet das Coisas	Big Data	Nuvem	Realidade Virtual	Robótica	Impressão 3D	Simulação	Integração Vertical/Horizontal	Comunicação Máquina a Máquina	Radiofrequência	Sensores	Sistema de Restreamento	Fabricação Inteligente	Segurança Cibernética	Inteligência Artificial	Genômica Digital	Manufatura aditiva
Artigo (SAWHNEY et al., 2021)	X	X	X	X	X				X		X	X						
Porcentagem de artigos que incluem a tecnologia	57%	83%	61%	78%	48%	56%	41%	52%	22%	30%	48%	35%	9%	20%	11%	24%	15%	28%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela-Relação das ferramentas abordadas em cada artigo estudado

Ferramentas do Lean	Fluxo de Valor (VSM)	5S	Kanbans	Exibição de Satus (Andon)	Melhoria Contínua/Kaizen	Poka Yoke	Fabricação Celular	Manutenção Produtiva Total, TPM	Jidoka	PDCA	TQM	Heijunka	Just in Time	SMED	OEE
Artigos (SAWHNEY et al., 2021)	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X
Percentual de Ferramentas utilizadas nos artigos	78%	43%	50%	30%	69%	41%	11%	48%	35%	9%	17%	33%	50%	31%	13%

Fonte: Elaborado pelo autor

## BENEFICIOS

Qualidade 57%, Redução de Tempo 54%, Flexibilidade 52%  
Redução dos defeitos 52%, Custo 44%, Eficiência 39%  
Redução do estoque 37%, Desempenho Operacional 35%

## Considerações Finais

- LM como base para I4.0 -> Interação entre os conceitos e um complemento da I4.0 ao LM.
- Pontos de desafios -> Alto investimento com tecnologia, aumento da complexidade e com isto, maior probabilidade de falha nos sistemas de manufatura, entre outros.
- Limitações -> Mais pesquisas devem ser realizadas para sugerir novas aplicações para as tecnologias da I4.0 para apoiar os princípios Lean. E seria relevante testar, até que ponto as tecnologias da Indústria 4.0 melhoram os princípios LM e, em última instância, a produtividade das empresas manufatureiras.
- Interações entre o gerenciamento Lean e a Indústria 4.0 -> Base para pesquisas futuras com relação à implementação das tecnologias da I4.0 nas indústrias, a fim de se obter a futura fábrica inteligente

## Refêrencias

- DOMBROWSKI, U.; RICHTER, T.; KRENKEL, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A use case analysis. *Procedia Manufacturing*, 11, 288–1295.
- Mueller, J. M., Autor, \*, & Birkel, H. S. (2020). Contribuições da Indústria 4.0 para a gestão enxuta dentro do modelo de referência de operações da cadeia de suprimentos. In *internacional J. Gestão Integrada de Suprimentos* (Vol. 1). [www.onlinedoctranslator.com](http://www.onlinedoctranslator.com)
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Filho, M. G., Samson, D., & Kumar, M. (2021). Bundles of Lean Automation practices and principles and their impact on operational performance. *International Journal of Production Economics*, 235. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108106>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review* \*. 14, 207–222.

# A methodology to explore the interaction between industry 4.0 technologies and lean warehousing: Order Picking Results

Autor: Denio Nogueira Jr. - [denio.nogueirajr@gmail.com](mailto:denio.nogueirajr@gmail.com)

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Azevedo Ramos da Silva - [jesilva@ufscar.br](mailto:jesilva@ufscar.br)

## Introduction

- Pandemic has increased the importance of supply chains (MHI, DELOITTE, 2022).

### KEY FINDINGS



- Preliminary researches suggest that digital technology can promote lean methods (CIFONE et al., 2021).
- Companies are motivated to seek improvements in warehouse activities due to several reasons (FRAZELLE, 2016; RENKO; FICKO, 2010).

## Objective

- A methodology to assist lean warehouse managers.
- Aligning their plans of smart warehouse automation investments with their lean warehousing goals.

### Methodology



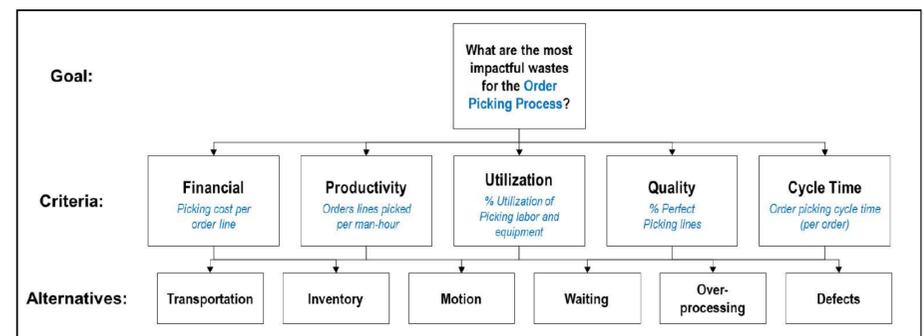
- › Analytic Hierarchy Process (AHP).
- › Focus group discussion.
- › Smart warehouse technologies options.

## Methodology

	<b>Step 1</b> <i>Define the most relevant warehouse wastes by business process</i>	<b>Step 2</b> <i>Recommend the best warehouse tech to overcome main wastes</i>
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warehouse processes.</li> <li>Warehouse KPIs by warehouse process.</li> <li>Warehouse wastes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Most relevant wastes by warehouse process.</li> <li>Menu of warehouse automation technologies.</li> </ul>
<b>Process</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Present the methodology to the focus group.</li> <li>Analytic Hierarchy Process (AHP).</li> <li>One SME by warehouse process.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Present the menu of warehouse automation technologies to the focus group members.</li> <li>Debate over the options and choose the best-fit technology to overcome main wastes.</li> </ul>
<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Most relevant wastes by business process.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recommended technology, by warehouse process, to overcome uncovered wastes.</li> </ul>

## Results

- The AHP framework:



Source: The author

- The most prominent wastes in the Order Picking process:



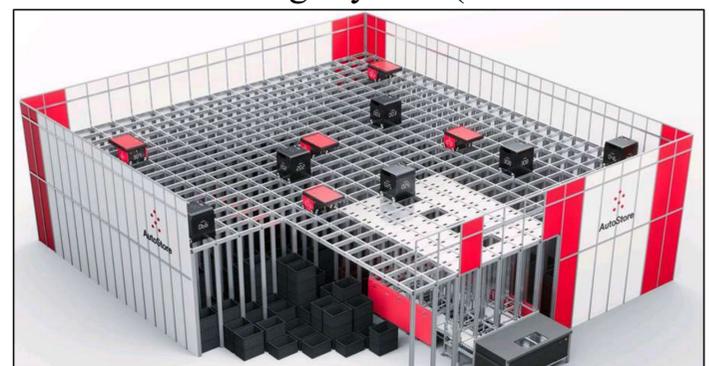
Source: ("123ahp", 2018)



Source: ("123ahp", 2018)

- The chosen order picking technology:

A robotic cube storage system (Vendor: AutoStore)



Kardex (accessed on 07-Sep-2023)

## Conclusions

- The AHP methodology was quite effective to find the most important wastes (Step 1).
- There is room for improvements in Step 2.
- Although the chosen technology is very appropriate to mitigate wastes, the investment size aspect was never taken into consideration.
- For the Focus Group discussion phase, to enrich the discussions, a Quick Win approach may be incorporated into the conversation with the SMEs.:  
One quick-win solution, and  
One definitive solution.