

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Passaporte Digital de Produtos como estratégia de mudança para uma Economia  
Circular Inteligente**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aluno: Luiz Felipe Ferreira Graciano – N° USP: 12685309

Professor Orientador: Aldo Roberto Ometto

**São Carlos**  
**Dezembro de 2025**

## Sumário

1.	RESUMO .....	4
1.1.	Palavras-chave.....	4
2.	INTRODUÇÃO .....	4
3.	OBJETIVOS .....	7
4.	METODOLOGIA .....	8
4.1.	METODOLOGIA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
4.1.1.	Definição do problema e objetivos da revisão .....	8
4.1.2.	Regulamentações existentes .....	8
4.1.3.	Seleção das bases de dados.....	9
4.1.4.	Definição de palavras-chave .....	9
4.1.5.	Coleta e análise dos dados.....	9
4.2.	Survey .....	10
4.2.1.	Estrutura do questionário.....	10
4.2.2.	Coleta de dados .....	12
4.3.	Roteiro de Gestão da Mudança .....	14
4.3.1.	Diagnóstico da Mudança .....	15
4.3.2.	Análise da Maturidade Organizacional e Régua de Maturidade.....	16
4.3.3.	Definição de OKRs .....	16
4.3.4.	Plano de Comunicação e Engajamento .....	17
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5.1.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
5.1.1.	Estado da Arte do DPP .....	18
5.1.2.	Impactos da Implementação .....	21
5.1.3.	Fatores de Sucesso e Insucesso na Implementação .....	23
5.2.	PERCEPÇÃO DO PÚBLICO GERAL A RESPEITO DO DPP.....	25
5.2.1.	Importância do acesso fácil à informação .....	25
5.2.2.	Confiança e intenção de compra diante do DPP .....	26
5.2.3.	Comportamentos sustentáveis e atitudes pró-circulares .....	26
5.2.4.	Gráficos dos resultados da pesquisa .....	27
5.2.5.	Conclusões e Implicações .....	36
5.2.6.	Análise qualitativa das respostas abertas .....	36
5.2.7.	Limitação da Pesquisa.....	38
5.3.	ROTEIRO DE GESTÃO DA MUDANÇA.....	39
5.3.1.	Diagnóstico da Mudança .....	40

5.3.1.1.	Tipo de organização .....	41
5.3.1.2.	Natureza da mudança .....	41
5.3.1.3.	Impacto da mudança .....	41
5.3.1.4.	Direção da mudança.....	42
5.3.1.5.	Velocidade da mudança .....	42
5.3.2.	Análise de Maturidade Organizacional.....	42
5.3.2.1.	Estrutura da Régua de Maturidade .....	43
5.3.2.2.	Níveis mínimos recomendados para implementação do DPP.....	44
5.3.2.3.	Exemplo hipotético de aplicação – Setor de Eletrônicos .....	46
5.3.3.	Definição de OKRs .....	47
5.3.3.1.	Exemplos de OKRs aplicáveis ao DPP .....	48
5.3.4.	Plano de Comunicação e Engajamento .....	49
5.3.4.1.	Comunicação Interna.....	49
5.3.4.2.	Comunicação externa .....	49
5.3.4.3.	Mapeamento de stakeholders.....	50
5.3.4.4.	Estratégias de engajamento .....	50
5.3.5.	Implementação da Tecnologia .....	51
5.3.6.	Estabilização, Acompanhamento e Melhorias.....	51
5.3.7.	Limitações do roteiro e papel estratégico.....	52
5.3.8.	Oportunidade de implementação simplificada.....	52
6.	CONCLUSÃO .....	53
7.	REFERÊNCIAS.....	55

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da  
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

G729p      Graciano, Luiz Felipe Ferreira  
                Passaporte Digital de Produtos como Estratégia de  
                mudança para uma Economia Circular Inteligente / Luiz  
                Felipe Ferreira Graciano; orientador Aldo Roberto  
                Ometto. São Carlos, 2025.

Monografia (Graduação em Engenharia de  
Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo, 2025.

1. Passaporte Digital de Produtos. 2. Economia  
Circular. 3. Gestão da Mudança. 4. Sustentabilidade. 5.  
Consumo Sustentável. I. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

<b>Candidato:</b> Luiz Felipe Ferreira Graciano
<b>Título do TCC:</b> Passaporte Digital de Produtos como estratégia de mudança para uma economia circular inteligente
<b>Data de defesa:</b> 09/12/2025

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Associado Aldo Roberto Ometto (orientador)	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Pesquisador Túlio Queijo Lima	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professora Doutora Sânia da Costa Fernandes	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Associado Aldo Roberto Ometto**

## **1. RESUMO**

A crescente adoção de práticas voltadas à Economia Circular tem ampliado o interesse por instrumentos capazes de sistematizar informações sobre sustentabilidade e ciclo de vida dos produtos. Nesse contexto, o Passaporte Digital de Produtos (Digital Product Passport – DPP) destaca-se como uma iniciativa promissora ao integrar dados sobre materiais, origem, uso e descarte dos produtos. Entretanto, sua implementação exige transformações organizacionais que vão além de soluções tecnológicas.

Este trabalho investiga o DPP a partir de uma revisão de literatura e de uma pesquisa exploratória com consumidores brasileiros, com o objetivo de analisar desafios, percepções e implicações para sua adoção. Junto disso, é proposto um roteiro de gestão da mudança para apoiar organizações na implementação do DPP, uma vez que o sucesso deste está diretamente relacionado à capacidade dessas organizações em integrar aos seus processos aspectos tecnológicos, culturais e comunicacionais.

### **1.1. Palavras-chave**

Passaporte Digital de Produtos; Economia Circular; Gestão da Mudança; Sustentabilidade; Consumo Sustentável.

## 2. INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas, catástrofes naturais e outras consequências ambientais da exploração humana no planeta têm sido cada vez mais comuns nos últimos anos. Diante desse cenário, colaborando para um desenvolvimento mais sustentável, a Economia Circular surge como uma alternativa ao modelo linear de extração, produção e descarte, valorizando a redução de desperdícios bem como outros métodos que reduzem o impacto ambiental durante o ciclo de vida do produto (HARTLEY *et al.*, 2023). A Economia Circular (EC) tem ganhado força e se desenvolvido cada vez mais nos últimos anos, com seus princípios sendo mais implementados, estudados e incentivados em todo o mundo, principalmente na Europa.

De acordo com a European Commission (2020), a Economia Circular é um modelo de produção e consumo que envolve a partilha, aluguel, reutilização, reparação, renovação e reciclagem de materiais e produtos existentes pelo maior tempo possível, estendendo assim o ciclo de vida dos produtos. Para impulsionar essa transição, diversos planos e regulamentos foram adotados na UE, como o Plano de Ação para a Economia Circular de 2015, revisado em 2020, que estabelece medidas que buscam desenvolver esse modelo econômico. Junto do plano de ação, a Regulamentação de Ecodesign para Produtos Sustentáveis (ESPR) introduz exigências para que os produtos comercializados na UE atendam a critérios como durabilidade, reparabilidade e eficiência energética, contribuindo para a transição para a EC.

No Brasil, a implementação da Economia Circular, apesar de estar em um nível de amadurecimento inferior ao encontrado na Europa, está em pleno desenvolvimento, com forte colaboração das universidades. Dessa forma é possível observar relevantes pesquisas e implementações, além de políticas públicas para alavancar o novo modelo.

Para impulsionar a transição para a EC, o governo brasileiro lançou a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), instituída pelo Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (2024),

“Além de criar um ambiente normativo e institucional para a economia circular, a ENEC prevê o fomento à inovação, à cultura, à educação e à geração de competências para reduzir, reutilizar e promover o redesenho circular da produção; incentivar a redução da utilização de recursos e a geração de resíduos, preservando o valor dos materiais”.

Diante desse cenário, surge uma ferramenta que pretende contribuir para a transição para a economia circular, agregando informações sobre a composição, origem, impacto ambiental e

potencial de circularidade de um produto ao longo de seu ciclo de vida: o Passaporte Digital de Produtos (DPP “*Digital Product Passport*”). Regulamentado pela União Europeia por meio da Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), o DPP busca facilitar a transição para modelos de produção mais sustentáveis, tornando informações acessíveis online para consumidores, empresas e reguladores (BOEHME et al., 2022).

A implementação do DPP não se limita a uma mudança tecnológica, mas representa uma transformação cultural e estrutural dentro das empresas. O sucesso desse processo depende de uma abordagem integrada entre inovação, regulamentação, planejamento estratégico e gestão da mudança bem conduzida, permitindo que a Economia Circular avance de maneira eficaz e sustentável e, consequentemente, atinja resultados finais satisfatórios.

Apesar do crescente interesse acadêmico e institucional em torno do Passaporte Digital de Produtos, a literatura existente ainda apresenta lacunas relevantes. Observa-se que grande parte dos estudos se concentra nos aspectos conceituais, técnicos e regulatórios do DPP, com ênfase predominante no contexto europeu, enquanto análises empíricas sobre sua aceitação e percepção por parte dos consumidores permanecem limitadas, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Junto disso, são escassas as pesquisas que abordam de forma integrada os desafios organizacionais e culturais associados à sua implementação, particularmente sob a perspectiva da gestão da mudança. Dessa forma, há uma necessidade de estudos que articulem a análise teórica do DPP com evidências empíricas e orientações práticas, contribuindo para sua adoção efetiva como instrumento de promoção da Economia Circular.

Assim, o presente estudo faz uma revisão de literatura, levantando o estado da arte, fatores críticos de sucesso, vantagens e desafios do DPP. Para fundamentar parte importante do que foi encontrado na revisão da literatura e complementá-la, foi conduzida uma pesquisa exploratória com usuários finais, com o objetivo de avaliar a percepção e o valor atribuído ao DPP pelos consumidores, bem como identificar como o acesso a informações de sustentabilidade e circularidade pode influenciar comportamentos de compra, reutilização e descarte.

Além disso, foi desenvolvido um roteiro de gestão para apoiar a implementação nas organizações. O roteiro disponibilizará um passo a passo que irá facilitar a transição para essa nova tecnologia, principalmente em termos de gestão da mudança,

garantindo a adesão dos stakeholders, a capacitação dos colaboradores e a integração do DPP aos processos internos e externos das empresas.

### **3. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar de forma abrangente o papel do Passaporte Digital de Produtos (DPP) na transição para a Economia Circular, explorando suas contribuições para a transparência, rastreabilidade e sustentabilidade, bem como seus impactos organizacionais, culturais e econômicos. Busca-se compreender em que medida o DPP pode apoiar modelos de produção e consumo mais sustentáveis, quais barreiras dificultam sua adoção e como organizações podem estruturar processos de mudança capazes de viabilizar sua implementação de forma eficaz.

Especificamente, este estudo pretende: (i) realizar uma revisão da literatura sobre o DPP, identificando o estado da arte, os principais projetos em desenvolvimento, oportunidades, limitações e fatores críticos de sucesso para sua adoção; (ii) avaliar a percepção e o valor atribuído ao DPP pelos consumidores por meio de uma pesquisa exploratória, buscando identificar como a disponibilidade de informações sobre impacto ambiental e circularidade influencia hábitos de compra, reutilização e destinação pós-consumo; (iii) identificar barreiras organizacionais, culturais e tecnológicas para a implementação do DPP, relacionando-as a modelos consolidados de gestão da mudança e evidenciando como estes desafios podem comprometer ou retardar a adoção da ferramenta; e (iv) desenvolver um roteiro de gestão da mudança aplicável a organizações que buscam implementar o DPP, estruturando etapas, práticas e recomendações que facilitem o diagnóstico, planejamento, engajamento de stakeholders, capacitação de equipes e monitoramento de resultados, visando garantir uma transição bem-sucedida e sustentável.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. METODOLOGIA DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Durante o presente estudo, foi conduzida uma metodologia de revisão bibliográfica que garantisse a confiabilidade e relevância das informações. Nessa revisão bibliográfica buscouse entender o estado da arte do Passaporte Digital de Produtos, sua relevância, relação com a Economia Circular, normas, desafios, fatores de sucesso na implementação e também estudos sobre Gestão da Mudança para que fosse possível construir um roteiro com embasamento teórico a respeito do DPP e também da Gestão da Mudança.

#### **4.1.1. Definição do problema e objetivos da revisão**

A primeira etapa foi a definição dos objetivos e questões centrais que a revisão deveria abordar.

- Quais as aplicações do Passaporte Digital de Produtos?
- Como o DPP contribui para a transição para a Economia Circular?
- Quais são os desafios e fatores críticos para sua implementação?
- Como o DPP pode trazer vantagens para organização?
- Quais são os principais casos de uso e experiências na adoção do DPP?
- Quais os principais desafios em termos de gestão da mudança para o DPP e também para a implementação de tecnologias de modo geral?
- Quais os principais desafios de implementação de uma nova tecnologia?

#### **4.1.2. Regulamentações existentes**

Foram analisadas as regulamentações internacionais e nacionais relevantes para o DPP, incluindo:

- Regulamento Europeu de Ecodesign para Produtos Sustentáveis
- Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Brasil
- Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC),
- Diretivas da União Europeia sobre Economia Circular e Sustentabilidade com destaque para (Circular Economy Action Plan – CEAP, 2020) e Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)

- Regulamentação de DPPs na cadeia de valor de baterias (UE, 2027)

Essas regulamentações foram fundamentais para compreender o contexto normativo da adoção dos DPPs. Além disso, foram consultadas as normas ISO 14040 e ISO 14044, que tratam da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), e a ISO 59004 que é uma norma a respeito da Economia Circular, que permitiram maior embasamento de como a sustentabilidade é aplicada nas organizações nos dias atuais.

#### **4.1.3. Seleção das bases de dados**

As bases de dados foram escolhidas de forma a garantir a confiabilidade dos artigos e fosse possível aplicar filtros para personalizar a pesquisa.

- Web of Science (WoS)*
- Scopus*
- Google Scholar*

#### **4.1.4. Definição de palavras-chave**

A busca por artigos relevantes foi feita com a utilização de palavras-chave que abordassem todas as questões centrais anteriormente definidas.

- "*Digital Product Passport*" AND "*Circular Economy*"
- "*Digital Product Passport*" AND "*Industry 4.0*"
- "*Product Data Classification*" AND "*Digital Product Passport*"
- "*Challenges*" AND "*Digital Product Passport*"
- "*Sustainable Supply Chain*" AND "*Digital Product Passport*"
- "*Adoption Factors*" AND "*Digital Product Passport*"
- "*Change Management*" AND "*Digital Product Passport*"

#### **4.1.5. Coleta e análise dos dados**

Os artigos selecionados foram organizados e analisados . Cada artigo foi avaliado de acordo com:

- Objetivos e contribuição principal do estudo.
- Metodologia empregada.

- Principais resultados e conclusões.
- Relevância para os objetivos desta pesquisa.

## 4.2. Survey

Além da revisão de literatura, o presente estudo incorporou uma pesquisa do tipo *survey* com o objetivo de avaliar a percepção dos consumidores finais em relação ao Passaporte Digital de Produtos (DPP) e identificar os fatores que influenciam a aceitação, valorização e intenção de uso dessa tecnologia no contexto do consumo sustentável.

O *survey* foi desenvolvido com caráter exploratório e descritivo, buscando compreender a percepção pública sobre o DPP, bem como analisar a importância atribuída às informações de sustentabilidade, origem, circularidade e descarte correto de produtos. A metodologia adotada visou captar tanto dados sociodemográficos quanto atitudes e comportamentos relacionados ao consumo e descarte consciente.

### 4.2.1. Estrutura do questionário

O questionário foi estruturado a fim de identificar 3 objetivos principais:

1. Perfil do respondente (identificar a faixa etária, Nível de escolaridade e localidade do respondente)
2. **Percepção e Valor do DPP** (Foi utilizado para medir o grau de importância atribuído às informações de sustentabilidade (composição, reparabilidade, descarte) e avalia a disposição do consumidor em pagar mais ou preferir produtos com DPP)
3. **Comportamento de Utilização, Reciclagem e Descarte** (investiga práticas relacionadas à reutilização, conserto e descarte correto, e avalia o impacto potencial do DPP nessas atitudes)
4. (descritos abaixo, contendo perguntas fechadas e escalas de Likert de 1 a 5 (1 = Discordo totalmente, 5 = Concordo totalmente):

Num primeiro momento para explicar a pesquisa e o que é um DPP:

Imagen 1 – Captura de tela da parte introdutória da pesquisa.

**Um Passaporte Digital de Produto (DPP)** é um registro digital ligado a um produto, o qual poderá facilmente ser acessado pelo consumidor final, a partir de um QRcode na etiqueta do produto, por exemplo (como na imagem acima). No Passaporte Digital haverá **informações sobre a origem, materiais, processo de fabricação, uso, manutenção, reutilização, impacto ambiental, reciclagem e descarte possível desse produto**. Sem título

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, buscou-se mapear o perfil do respondente com perguntas como:

- Qual sua idade?
- Qual cidade você reside?
- Qual seu nível de escolaridade?

Após o momento introdutório, partiu-se para a estruturação das demais perguntas, que foram respondidas com base na escala de Likert de 1 a 5 (1 = Discordo totalmente, 5 = Concordo totalmente) e também

1. Em que grau você concorda com as seguintes afirmações sobre informações de sustentabilidade de produtos em geral?
  - a. É importante para mim saber de que materiais o produto foi feito.
  - b. É importante para mim saber se o produto pode ser reparado ou reutilizado
  - c. É importante para mim saber como descartar ou reciclar corretamente o produto no fim-de-vida.
  - d. Eu confio mais em marcas/produtos que fornecem informações detalhadas sobre impacto ambiental, manutenção e descarte.
2. Agora, imagine que um produto que você está para comprar tenha um DPP que forneça, por exemplo: origem dos materiais, facilidades de manutenção, instruções de reciclagem/descarte. Em que grau você concorda com as seguintes afirmações?
  - a. Se o produto tiver esse tipo de DPP, isso aumentaria minha probabilidade de comprá-lo
  - b. Eu estaria disposto(a) a pagar um pouco mais por um produto que tenha esse DPP

- c. Quantos % a mais você estaria disposto a pagar por um produto que tem um Passaporte digital de produtos?
  - d. Ter esse DPP me faria acreditar que o produto é mais sustentável
  - e. Quais tipos de informações você consideraria mais úteis em um Passaporte Digital de Produtos? (Marque até 4)
3. Nos últimos 12 meses, com que frequência você fez pelo menos uma das seguintes ações? (Escala: 1 = Nunca, 2 = Raramente, 3 = Às vezes, 4 = Frequentemente, 5 = Sempre)
- a. Reutilizei ou dei nova função a um produto que poderia ter sido descartado.
  - b. Levei um produto velho ou quebrado para consertar em vez de descartar.
  - c. Descartei ou levei para reciclagem um produto de forma correta, em local adequado, em vez de jogar no lixo comum.
4. Imagine que você compre um produto com DPP que destaca claramente que o produto pode ser reciclado ou reutilizado ao fim de sua vida, e informa local de descarte ou recolha. Em que grau você concorda com as afirmações
- a. Eu com certeza reutilizaria ou daria nova função ao produto ao fim de sua vida.
  - b. Eu com certeza levaria o produto para reciclagem ou descarte correto conforme instruções fornecidas
  - c. Se isso implicasse um pouco de esforço (por exemplo, levar a um local específico), ainda faria, por acreditar que vale a pena.
  - d. Se isso aumentasse o preço de compra, talvez eu pensasse duas vezes.

Por fim, destinou-se um espaço para que os respondentes pudessem deixar sua percepção sobre o DPP:

5. Você deixaria algum comentário/observação sobre Passaportes Digitais de Produtos, transparência ou como isso mudaria seu comportamento de compra ou descarte?

#### **4.2.2. Coleta de dados**

A amostragem foi não probabilística por conveniência, adequada ao caráter exploratório do estudo. A pesquisa foi aplicada de forma online, utilizando um formulário eletrônico distribuído por meio de redes sociais e contatos pessoais, no mês de outubro de 2025. O público-alvo foram consumidores brasileiros maiores de 18 anos, com diferentes níveis de escolaridade, renda e familiaridade com temas de sustentabilidade e economia circular.

Ao todo, foram obtidas 167 respostas válidas. Para avaliar a representatividade e a precisão estatística dessa amostra, foi calculada a margem de erro (MOE) considerando a população brasileira como referência (aproximadamente 212,6 milhões de habitantes, segundo o IBGE, 2024). O cálculo foi realizado utilizando a fórmula clássica para proporções em amostras aleatórias, expressa por: (TRIOLA, M. F. Introdução à Estatística.)

$$SE = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \text{ e } MOE = z \times SE$$

onde SE representa o erro-padrão, p é a proporção estimada de respostas positivas (adotou-se o valor conservador  $p = 0,5$ , que maximiza a variabilidade e, portanto, o erro), n é o tamanho da amostra ( $n = 178$ ) e z é o valor crítico da distribuição normal correspondente ao nível de confiança desejado (1,96 para 95%, 1,645 para 90% e 2,576 para 99%).

Substituindo-se os valores, obtém-se:

$$SE = \sqrt{\frac{0,25}{178}} = 0,0375$$

Assim, para um nível de confiança de 95%, a margem de erro é:

$$MOE = 1,96 \times 0,0375 = 0,0735 \text{ ou } \pm 7,4\%$$

Da mesma forma, para 90% de confiança, o valor é  $\pm 6,4\%$ , e para 99%,  $\pm 10,0\%$ . Esses resultados indicam que a amostra de 167 respondentes apresenta um nível de precisão adequado para estudos exploratórios e descritivos, permitindo identificar tendências e diferenças perceptíveis entre grupos sem pretensão de generalização inferencial rigorosa.

A correção por população finita (FPC) não foi aplicada, pois o tamanho da população brasileira é significativamente superior ao tamanho da amostra, tornando o fator de correção praticamente igual a 1. Assim, a influência desse ajuste seria estatisticamente irrelevante.

O número de 178 respondentes situa-se dentro do intervalo de 100 a 200 participantes, considerado apropriado para pesquisas exploratórias de percepção, segundo Hair *et al.* (2018) e Malhotra (2019). Além disso, buscou-se evitar o efeito “bola de neve” (*snowball sampling*), que tende a gerar homogeneidade de respostas e viés de rede. Para isso, a coleta foi realizada por meio de divulgação ampla em diferentes canais digitais, com convite aberto e controle de múltiplas origens de acesso, favorecendo maior heterogeneidade e dispersão da amostra, conforme boas práticas de amostragem recomendadas por Atkinson e Flint (2001) e Handcock e Gile (2011).

Dessa forma, o tamanho amostral obtido e os procedimentos de coleta empregados garantem que os resultados do *survey* apresentem consistência e confiabilidade compatíveis com o propósito exploratório da pesquisa, fornecendo uma visão representativa da percepção dos consumidores brasileiros em relação ao Passaporte Digital de Produtos.

Os dados coletados foram consolidados em planilhas eletrônicas e analisados de forma quantitativa e descritiva, com cálculo de frequências, médias e percentuais para cada variável. As respostas abertas foram submetidas à análise qualitativa de conteúdo, agrupando-se as percepções mais recorrentes sobre o valor, desafios e potencial do DPP.

Os resultados do *survey* têm como propósito complementar a revisão bibliográfica, oferecendo uma perspectiva empírica sobre a aceitação e valorização do DPP pelo consumidor final. Essa abordagem contribui para compreender o papel da percepção do usuário na difusão dessa tecnologia e para orientar estratégias de implementação mais alinhadas ao comportamento e às expectativas do consumidor.

#### **4.3. Roteiro de Gestão da Mudança**

A implementação de transformações organizacionais complexas demanda mais do que ajustes técnicos ou tecnológicos, exigindo um planejamento estruturado capaz de alinhar pessoas, processos e estratégias. A literatura de gestão da mudança destaca que a ausência de um plano formal aumenta significativamente o risco de insucesso das iniciativas de transformação, sobretudo aquelas que envolvem mudanças profundas nos fluxos de informação, na cultura organizacional e nos modelos de negócio (Kotter, 1996; Burnes, 2017). Nesse

contexto, a gestão da mudança assume papel central ao viabilizar a transição de forma coordenada, reduzindo resistências e assegurando a incorporação sustentável das novas práticas.

Dessa maneira, o roteiro proposto foi estruturado em **etapas sequenciais e interdependentes**, refletindo abordagens da literatura de gestão da mudança. A lógica adotada parte da compreensão aprofundada do contexto organizacional, avança para a avaliação do nível de preparo da organização, desdobra os objetivos estratégicos em metas mensuráveis, passa pela importância e maneiras de comunicação apropriada e, por fim, estrutura mecanismos de comunicação e engajamento capazes de sustentar a mudança ao longo do tempo. Essa organização metodológica busca reduzir riscos, aumentar o alinhamento interno e ampliar a probabilidade de sucesso da implementação do DPP.

#### **4.3.1. Diagnóstico da Mudança**

O diagnóstico constitui a etapa inicial do roteiro de gestão da mudança, sendo fundamental para compreender o contexto organizacional no qual a transformação será implementada. O diagnóstico permite identificar a natureza da mudança, seu impacto sobre a organização, os principais stakeholders envolvidos e o grau de prontidão organizacional para absorver a transformação proposta (Lewin, 1951; Armenakis, Harris & Mossholder, 1993). Sem essa compreensão prévia, processos de mudança tendem a ser conduzidos de forma genérica, desconsiderando especificidades que influenciam diretamente sua efetividade.

Modelos clássicos reforçam a centralidade dessa etapa. No modelo de Lewin (1951), a fase de “descongelamento” pressupõe a compreensão das forças que impulsionam ou restringem a mudança. De modo complementar, Kotter (1996) destaca que a criação de um senso de urgência depende do reconhecimento claro dos desafios e oportunidades associados à transformação. No contexto do DPP, o diagnóstico orienta a avaliação do tipo de organização, da direção da mudança (top-down ou bottom-up), da velocidade esperada de implementação e da postura estratégica frente às exigências regulatórias, fornecendo a base analítica para a definição das etapas subsequentes do roteiro.

#### **4.3.2. Análise da Maturidade Organizacional e Régua de Maturidade**

A análise da maturidade organizacional configura-se como um desdobramento operacional do diagnóstico da mudança, permitindo avaliar o grau de preparo da organização em dimensões críticas para a implementação do DPP. Modelos de maturidade são amplamente utilizados para mapear capacidades organizacionais, identificar lacunas estruturais e orientar decisões estratégicas em processos de transformação complexos (Paulk et al., 1993; Becker, Knackstedt & Pöppelbuß, 2009).

No caso do DPP, a maturidade organizacional não se restringe à infraestrutura tecnológica, abrangendo também a qualidade e disponibilidade dos dados, a existência de indicadores de sustentabilidade e o alinhamento cultural com os princípios da Economia Circular. Estudos indicam que a ausência de maturidade mínima nessas dimensões compromete a interoperabilidade dos sistemas, a confiabilidade das informações e a adesão dos stakeholders, limitando os benefícios esperados da ferramenta (Stratmann et al., 2023; Neligan et al., 2023).

A régua de maturidade proposta neste estudo estrutura-se em níveis progressivos, variando da ausência de práticas estruturadas à plena integração digital e circular, avaliando pilares relacionados a dados e tecnologia, indicadores de sustentabilidade e cultura organizacional. Conforme apontado por Pöppelbuß e Röglinger (2011), esse tipo de abordagem facilita a comunicação interna, promove alinhamento entre áreas funcionais e permite o monitoramento da evolução organizacional ao longo do tempo, atuando como instrumento de governança da mudança.

#### **4.3.3. Definição de OKRs**

A definição de objetivos claros e mensuráveis é reconhecida como um fator crítico para o sucesso de processos de mudança organizacional. Kotter (1996) argumenta que transformações frequentemente falham devido à dificuldade de traduzir a visão estratégica em ações concretas. Nesse sentido, os OKRs (Objectives and Key Results) apresentam-se como uma ferramenta adequada para o desdobramento estratégico da mudança, ao converter objetivos organizacionais em resultados-chave mensuráveis, transparentes e acompanháveis (Doerr, 2018).

A literatura destaca que os OKRs promovem foco, alinhamento organizacional e disciplina de execução, características especialmente relevantes em iniciativas complexas e interfuncionais, como a implementação do DPP (Hao & Yu-Ling, 2018). Além disso, a mensuração contínua de resultados contribui para aumentar o engajamento dos colaboradores, ao tornar visível o progresso da mudança e reforçar a responsabilização compartilhada (Butler, Zimmermann & Bird, 2023). Dessa forma, a incorporação dos OKRs no roteiro de gestão da mudança justifica-se como um mecanismo de governança capaz de monitorar a evolução da implementação e orientar ajustes estratégicos ao longo do processo.

#### **4.3.4. Plano de Comunicação e Engajamento**

A comunicação é amplamente reconhecida como um dos pilares centrais da gestão da mudança. Segundo Armenakis, Harris e Mossholder (1993), a prontidão organizacional para a mudança está diretamente associada à clareza das mensagens transmitidas, à credibilidade das fontes e à percepção de benefícios por parte dos stakeholders. A ausência de um plano estruturado de comunicação tende a gerar incertezas e resistências, comprometendo a aceitação da mudança.

Kotter (1996) reforça que a comunicação da visão da mudança deve ser contínua, consistente e adaptada aos diferentes públicos organizacionais. No caso do DPP, essa necessidade é ampliada pelo impacto simultâneo sobre colaboradores, fornecedores, consumidores e reguladores, cada qual com expectativas e níveis de conhecimento distintos (Chaudhuri et al., 2024). Assim, o roteiro proposto incorpora um plano estruturado de comunicação e engajamento, fundamentado no mapeamento de stakeholders, na segmentação das mensagens e na definição de ações específicas de comunicação interna e externa.

O engajamento dos stakeholders vai além da transmissão de informações, envolvendo participação ativa, capacitação e construção de sentido em torno da mudança. Estudos indicam que iniciativas que promovem diálogo e aprendizado contínuo apresentam maior sustentabilidade ao longo do tempo (Burnes, 2017; Voulgaridis et al., 2024). Dessa forma, o plano de comunicação e engajamento constitui elemento essencial para reduzir resistências, fortalecer a cultura organizacional e viabilizar a adoção efetiva do DPP.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **5.1.1. Estado da Arte do DPP**

O Passaporte Digital de Produtos (*Digital Product Passport – DPP*) é uma ferramenta emergente que busca transformar a forma como produtos são concebidos, utilizados e descartados, apoiando diretamente a transição para a Economia Circular. Ele consiste em uma identidade digital única que reúne informações confiáveis sobre a composição, origem dos materiais, emissões, reparabilidade, durabilidade e formas de destinação sustentável, promovendo transparência e rastreabilidade ao longo de toda a cadeia de valor (JANSEN et al., 2022; VOULGARIDIS et al., 2024). Seu desenvolvimento está fortemente associado ao contexto europeu, principalmente ao *European Green Deal* e à Ecodesign for *Sustainable Products Regulation* (ESPR), que definem a obrigatoriedade de adoção em setores estratégicos, como baterias já a partir de 2026, além de eletrônicos, plásticos e têxteis, até 2030 (EUROPEAN COMMISSION, 2023).

O artigo de Voulgaridis *et al.* (2024) discute o papel dos *Digital Product Passports* (DPPs) como facilitadores da economia circular, a partir de uma perspectiva tecnológica. De acordo com esse estudo, o DPP tem por objetivo fornecer dados precisos sobre componentes, emissões, substâncias químicas, reparabilidade e descarte sustentável, promovendo transparência e rastreabilidade nas cadeias de suprimentos. Esses dados são compartilhados entre fabricantes, consumidores, recicladores e governos, auxiliando na mitigação de problemas ambientais globais (VOULGARIDIS *et al.*, 2024).

Os autores apresentam um modelo baseado em tecnologia para a implementação dos DPPs, analisando como diferentes ferramentas digitais, como blockchain, Internet das Coisas (IoT) e inteligência artificial, podem contribuir para sua eficácia. O estudo examina aplicações práticas do DPP em setores como construção civil, baterias, têxteis e eletrônicos, destacando seu impacto na rastreabilidade de materiais e no incentivo à circularidade (VOULGARIDIS et al., 2024).

Entre os benefícios do DPP, destacam-se a facilitação da reutilização e reciclagem de materiais, bem como a capacitação de consumidores para tomar decisões mais informadas e sustentáveis, colaborando para a expansão da EC. No entanto, sua implementação ainda

enfrenta desafios, como a necessidade de padronização de dados, integração de sistemas e altos custos iniciais (VOULGARIDIS et al., 2024).

É ressaltado que a colaboração entre designers de produtos, fabricantes, fornecedores de matéria prima, consumidores, operadores de recuperação de valor e todos os stakeholders envolvidos na cadeia de suprimentos do produto para sucesso da implementação. O estudo conclui que, apesar dos desafios, os DPPs têm potencial para tornar as cadeias de suprimentos mais transparentes e sustentáveis. Para maximizar esse impacto, é fundamental superar barreiras tecnológicas e econômicas, promover sua adoção em larga escala e incentivar pesquisas interdisciplinares sobre o tema (VOULGARIDIS et al., 2024).

O estudo realizado por Jansen et al. (2022) analisa a aplicação dos Passaportes Digitais em 76 casos distintos, com o objetivo de avaliar diferentes abordagens, demonstrar sua aplicabilidade e evidenciar como podem contribuir para a economia circular.

A Alemanha se destaca como o país com mais iniciativas identificadas, representando aproximadamente 30% dos casos analisados. Além disso, percebe-se que a maioria das aplicações é liderada pelo setor privado. O setor da construção civil apresenta a maior aplicação de DPPs, abrangendo mais de 42% dos casos estudados. Observa-se também que as tecnologias adotadas variam de acordo com o setor, os objetivos e as necessidades das organizações. Além disso, os grupos-alvo das iniciativas são bastante diversificados, incluindo consumidores finais, stakeholders, autoridades governamentais e a própria organização responsável pelo produto (JANSEN et al., 2022).

Dessa forma, a maioria das empresas desenvolve suas estratégias de DPPs alinhadas a seus próprios interesses, seja para obter vantagens competitivas ou se antecipar a regulamentações futuras. Ainda não há uma estratégia padronizada para o uso dos DPPs com foco exclusivo na sustentabilidade e na economia circular (JANSEN et al., 2022).

Essa questão é aprofundada por Stratmann et al. (2023), que discutem como a classificação e o compartilhamento de dados ainda carecem de padrões globais, comprometendo a adoção ampla do DPP. Os autores destacam que, apesar dos obstáculos, os benefícios para as organizações vão além da promoção da circularidade, abrangendo também a redução de desperdícios, a melhoria no mapeamento da cadeia de suprimentos e a agregação de valor ao produto final. Além disso, os autores trazem diversos benefícios para as organizações além da promoção da Economia Circular como, redução de desperdícios, maior mapeamento da cadeia de suprimentos e maior valor agregado no produto final.

Adisorn, Tholen e Götz (2021) durante o artigo “Towards a Digital Product Passport Fit for Contributing to a Circular Economy” destacam a fase inicial da tecnologia e que a falta de estudos ainda é um limitador para difusão da mesma. É analisado durante o estudo que desafios como classificação e padronização dos dados são muitas vezes limitadores da tecnologia, e que o papel dos stakeholders é fundamental para a implementação.

O estudo de Zhang e Seuring (2024) chamado de “Digital product passport for sustainable and circular supply chain management: a structured review of use cases” analisa 82 casos de uso do DPP. O artigo traz diversas vantagens que o DPP pode gerar para a organização, confirmando as vantagens da adoção analisadas anteriormente, tornando-se um elemento fundamental para a gestão sustentável das cadeias produtivas. No entanto, o estudo enfatiza também os diversos desafios encontrados na implementação, incluindo altos custos de implementação, resistência organizacional e a necessidade de incentivos financeiros e regulações que incentivem as empresas a aderirem a esse modelo.

Embora o conceito esteja mais consolidado na Europa, o Brasil tem dado passos importantes nesse campo. A criação da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), em 2024, estabelece diretrizes para a integração de dados e o fomento à inovação tecnológica, criando um ambiente institucional que poderá facilitar a futura adoção do DPP no país. Além disso, universidades e centros de pesquisa têm assumido papel relevante no desenvolvimento de metodologias de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e na realização de projetos-piloto que poderão servir de referência para a consolidação nacional .

Nos dias atuais, internacionalmente destacam-se projetos estruturantes como:

- Catena-X: iniciativa que conecta empresas do setor automotivo europeu por meio de uma infraestrutura digital colaborativa. O objetivo é garantir interoperabilidade e transparência na cadeia de suprimentos, permitindo rastreamento de peças e materiais em todo o ciclo de vida. O DPP é utilizado para promover a circularidade, possibilitando desde o design sustentável até a destinação final (Jansen et al., 2022).

- CIRPASS (Collaborative Initiative for a Standardised Digital Product Passport): consórcio financiado pela União Europeia com mais de 100 parceiros. Seu propósito é desenvolver uma arquitetura de referência e padrões comuns para implementação do DPP, começando pelos setores de eletrônicos, baterias e têxteis. A iniciativa busca definir requisitos técnicos e de governança para assegurar interoperabilidade e aceitação em larga escala (Wuppertal Institute, 2022).

- Product Circularity Data Sheet (PCDS): proposta desenvolvida em Luxemburgo, que busca padronizar dados de circularidade em formato aberto, criando uma linguagem comum para compartilhamento de informações ambientais entre fabricantes, recicladores e consumidores (Voulgaridis et al., 2024).
- Global Battery Passport (GBB): coordenado pela Global Battery Alliance, tem como foco o setor de baterias para veículos elétricos e industriais. O GBB consolida dados sobre origem de materiais críticos, desempenho e impactos ambientais, sendo considerado um dos primeiros exemplos concretos de DPP com abrangência global (Jansen et al., 2022).

Embora já existam múltiplas iniciativas, o cenário ainda é fragmentado. Segundo Jansen et al. (2022), mais de 70 projetos diferentes de DPP já estavam em andamento na Europa, variando em foco (setorial, tecnológico ou regulatório) e grau de maturidade. O consenso é que o DPP será um instrumento essencial para a rastreabilidade de materiais, a transparência de cadeias globais e a implementação da economia circular.

### **5.1.2. Impactos da Implementação**

A implementação do DPP traz uma série de impactos positivos e desafios, tanto no nível organizacional quanto sistêmico:

#### **Vantagens e benefícios:**

- Melhoria da transparência e rastreabilidade nas cadeias de suprimentos, reduzindo assimetrias de informação entre fabricantes, consumidores e recicladores. Assim, a falta de informação que costuma gerar dificuldades na logística reversa é mitigada quando o DPP atua como um elo de confiança da informação (Chaudhuri et al., 2024).
- Apoio à tomada de decisão sustentável, pois, com indicadores claros de sustentabilidade possibilita que as organizações ampliem suas estratégias de reuso, reciclagem e remanufatura (Honig et al., 2019; Jensen et al., 2023).
- Fortalecimento da confiança do consumidor, ao fornecer informações claras sobre origem de materiais, impacto ambiental e condições de produção, incentiva escolhas de consumo mais responsáveis (Santharm & Ramanathan, 2022).
- Atuação como ferramenta regulatória, garantindo conformidade com normas como REACH e RoHS na União Europeia (European Union, 2022). Dessa maneira, a implementação da tecnologia, não só está na vanguarda para regulamentações específicas, mas também abrange

outras regulamentações ambientais, possibilitando que a organização se alinhe com os objetivos sustentáveis nacionais e internacionais.

- Estímulo a novos modelos de negócio circulares, como *leasing* de produtos, serviços de reparo e reuso, além da valorização de resíduos como recurso reduzindo desperdícios em processos e aumentando a eficiência na separação de materiais. Isso gera impactos econômicos diretos (menor custo de matéria-prima e descarte). (Voulgaridis et al., 2024).
- Ganho de mercado e público. Empresas que implementam DPP se diferenciam em um mercado cada vez mais competitivo, atraindo consumidores conscientes e investidores que utilizam critérios ESG. Assim, a implementação gera posicionamento da marca como referência em sustentabilidade, evidenciando o DPP como diferencial estratégico.

Dessa maneira, o Passaporte Digital de Produtos é uma ferramenta que traz diversas vantagens ao modelo de negócios, fazendo com que a organização que o implemente se adiente em relação a regulamentações e exigências futuras, tenha mais clareza e rastreabilidade de toda a cadeia de suplementos e, principalmente, se alinhe mais com suas metas de sustentabilidade e circularidade, atraindo o crescente público com preocupação socioambiental e se destacando no mercado.

### **Dificuldades e desafios:**

- Alto esforço de implementação, incluindo coleta massiva de dados ao longo do ciclo de vida do produto exigindo coordenação entre múltiplos atores. (Chaudhuri et al., 2024).
- Sistemas legados de TI muitas vezes não conseguem dialogar com plataformas digitais modernas, criando barreiras de integração. A interoperabilidade insuficiente entre sistemas é destacada como um dos obstáculos mais recorrentes à efetividade do DPP (CHAUDHURI et al., 2024).
- Questões críticas de segurança e governança de dados, especialmente em cadeias globais que envolvem múltiplos atores, já que as empresas podem resistir a compartilhar dados devido ao receio de exposição dos segredos industriais. (SANDHU et al., 2024).
- Sem padrões comuns sobre quais dados incluir e como registrá-los, o DPP perde valor de escala e comparabilidade. A literatura destaca que diferentes setores utilizam formatos distintos de registro, o que limita a ampla adoção (STRATMANN et al., 2023).
- Pequenas e médias empresas (PMEs) enfrentam maiores dificuldades financeiras e operacionais para adotar o DPP, devido ao custo de instalar sistemas, coletar e verificar dados. Esse desafio é foi observado em análises de implementações em setores como o têxtil e de eletrônicos, mas

que provavelmente será observado com a implementação e adoção mais ampla em diferentes setores.(JANSEN et al., 2022; CARVALHO; SILVA; ABREU, 2025).

Assim, embora os benefícios sejam claros, o sucesso do DPP depende da superação de barreiras tecnológicas, regulatórias e culturais.

### **5.1.3. Fatores de Sucesso e Insucesso na Implementação**

Estudos recentes destacam fatores críticos de sucesso (FCS) e fatores de insucesso (FI) na adoção do DPP:

#### **Fatores de sucesso:**

- Definição de padrões comuns e interoperáveis, que permitam integração entre diferentes setores e países (Jansen et al., 2022).
- A colaboração entre empresas, governos, consumidores e academia é determinante para legitimar e escalar o DPP. Vouglaridis et al. (2024) destacam que o sucesso depende da participação de todos os stakeholders na definição dos dados e indicadores. Isso evita que o DPP se torne apenas uma exigência regulatória e o transforma em instrumento de inovação coletiva.
- Tecnologias como IoT, blockchain e inteligência artificial fornecem a base para a coleta, validação e análise de grandes volumes de dados. Blockchain, por exemplo, oferece imutabilidade e auditabilidade, garantindo confiança na informação. O uso de big data e machine learning viabiliza análises de ciclo de vida em escala. A literatura aponta que iniciativas que investiram em arquiteturas digitais integradas conseguiram maior rastreabilidade e confiabilidade (VOULGARIDIS et al., 2024).
- Clareza regulatória e incentivos governamentais para acelerar a adoção em setores estratégicos (Chaudhuri et al., 2024).
- Valorização por parte do consumidor final, já que o com um público mais preocupado ambientalmente, irão valorizar mais a implementação do DPP, incentivando-a e se tornando fator importante na hora da decisão de compra. A preocupação da empresa com as vendas será refletida na adoção da ferramenta.
- Alinhamento com políticas sustentáveis e os princípios da economia circular.
- Planejamento e boas práticas de Gestão da mudança devidamente aplicados, assim como qualquer transformação organizacional como Kotter (1996) deixa explícito.

### **Fatores de insucesso:**

- Fragmentação de iniciativas, com múltiplos projetos não padronizados competindo entre si.
- Custos elevados de implementação, que podem inviabilizar a adoção por pequenas e médias empresas.
- Falta de confiança na governança dos dados, especialmente em ambientes competitivos.
- Baixa maturidade tecnológica em setores menos digitalizados dificultando a coleta e integração de dados ao longo do ciclo de vida (Jansen *et al.*, 2022).
- Carência de Indicadores de sustentabilidade e Avaliação de Ciclo de Vida para o produto junto com a falta de consciência e preocupação da organização com o pós consumo.
- Resistência cultural e ausência da percepção de valor pelos *stakeholders*

Em síntese, a literatura indica pontos de atenção para implementação do DPP, para que ele seja implementado com sucesso e consiga levar a organização diversos dos benefícios citados na seção anterior.

## **5.2. PERCEPÇÃO DO PÚBLICO GERAL A RESPEITO DO DPP**

Com o objetivo de compreender **como o público consumidor percebe o conceito** de Passaporte Digital de Produtos (DPP) e identificar o potencial de influência dessa ferramenta sobre os **comportamentos de compra, reutilização, reciclagem e descarte**, foi conduzida uma pesquisa exploratória junto a usuários finais. A aplicação buscou avaliar o valor atribuído à transparência de informações de sustentabilidade e circularidade, bem como a disposição dos consumidores em modificar hábitos de consumo diante da presença de um DPP.

Essa etapa empírica complementa a revisão de literatura, permitindo observar, sob uma perspectiva prática, como os consumidores se posicionam diante de iniciativas de rastreabilidade e transparência ambiental — aspectos amplamente defendidos por normas como a ISO 14001 (Gestão Ambiental) e os princípios da Economia Circular.

O público-alvo abrangeu **178 respondentes**, com idade média de **26 anos**, predominando estudantes e jovens profissionais da região Sudeste do Brasil. A amostragem é **não probabilística por conveniência**, adequada ao caráter exploratório do estudo.

As variáveis analisadas se dividiram em três grupos principais:

- **Importância atribuída às informações do produto** (origem, materiais, reparabilidade, descarte);
- **Influência do DPP sobre confiança, intenção de compra e disposição a pagar;**
- **Comportamentos de consumo e descarte associados à sustentabilidade.**

Os resultados para cada pergunta da pesquisa podem ser visualizados no anexo Resultados da Pesquisa. A seguir é apresentada a análise dos Resultados Obtidos.

### **5.2.1. Importância do acesso fácil à informação**

Os resultados mostram um alto grau de valorização das informações relacionadas à sustentabilidade e ciclo de vida dos produtos. A média das respostas indica que os consumidores consideram “**saber de que materiais o produto foi feito**” (3,90), “**se o produto pode ser reparado ou reutilizado**” (3,93) e “**como descartar ou reciclar corretamente**” (3,98) como fatores **muito importantes**.

Esses achados estão em consonância com estudos como os de Rosa *et al.* (2022) e Silva e Almeida (2021), que apontam que o consumidor contemporâneo busca **informações claras e rastreáveis** sobre origem e impacto ambiental, associando-as à credibilidade da marca.

### **5.2.2. Confiança e intenção de compra diante do DPP**

A questão “**Eu confio mais em marcas que fornecem informações detalhadas sobre impacto ambiental, manutenção e descarte**” apresentou média de 4,17, reforçando que a **transparência informacional é um fator de confiança** na relação de consumo.

De forma coerente, “**Ter esse DPP me faria acreditar que o produto é mais sustentável**” foi a afirmação com maior média entre todas (4,16), demonstrando que o DPP é percebido como **selo de sustentabilidade e credibilidade**.

Em relação ao comportamento de compra, “**Se o produto tiver esse tipo de DPP, isso aumentaria minha probabilidade de comprá-lo**” obteve média de 3,87, indicando predisposição positiva, embora a **disposição a pagar mais** por esse diferencial tenha média inferior (2,98).

Um aspecto a ser chamado a atenção é a percepção de custo: a média 3,54 para “**Se isso aumentasse o preço de compra, talvez eu pensasse duas vezes**” confirma a **elasticidade do comportamento sustentável ao preço**. Assim, mesmo consumidores conscientes ainda relativizam o impacto ambiental diante de custos adicionais.

Esse resultado sugere que o consumidor **valoriza a transparência, mas é sensível ao preço**, o que reforça a importância de estratégias de comunicação e valor agregado (Hennigs *et al.*, 2021). Junto disso, boa parte dos consumidores não estariam dispostos a pagar mais por um produto com o DPP, e mais de 70% não pagariam mais de 20%, mostrando a importância de que o DPP não acarrete alta elevação do custo final do produto

### **5.2.3. Comportamentos sustentáveis e atitudes pró-circulares**

Os respondentes demonstram **tendência a atitudes sustentáveis se um produto tivesse o DPP implementado**, ainda que nem sempre de forma consistente. As afirmações “**Eu com certeza reutilizaria ou daria nova função ao produto**” (4,05) e “**Eu com certeza levaria o produto para reciclagem conforme instruções fornecidas**” (4,13) alcançaram médias

elevadas, mostrando **predisposição para práticas de circularidade**, especialmente quando há orientação adequada.

Esses casos mostram o impacto positivo do DPP para circularidade, principalmente quando comparado as atitudes atuais dos participantes, como **reutilizar produtos** (3,16) ou **levar itens para conserto** (3,08), obtiveram médias mais baixas, revelando um **gap que pode ser atingido com a implementação do DPP**. Já que os consumidores muitas vezes não dão a destinação correta ao produto ou o reparam por falta de conhecimento a respeito da importância e de como fazer.

Apesar disso, pode existir uma discrepância conhecida na literatura sobre comportamento ambiental (Peattie, 2010; White et al., 2019), que aponta **barreiras práticas e cognitivas** para transformar atitudes sustentáveis em comportamentos concretos.

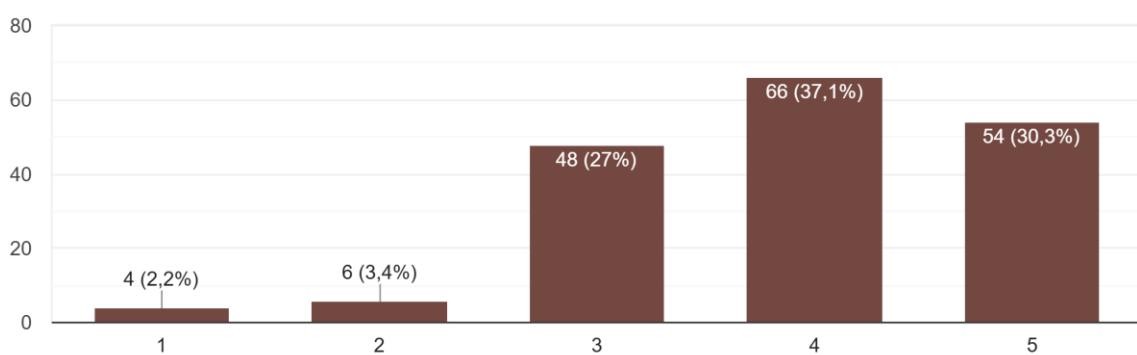
Além disso, a média **3,67** para a questão “*Mesmo que exija esforço, eu faria por acreditar que vale a pena*” indica **disposição moderada** à responsabilidade ambiental, mas **condicionada à conveniência e facilidade de acesso a meios adequados de descarte**.

#### 5.2.4. Gráficos dos resultados da pesquisa

Imagen 2 – Resultado da pergunta 1.1.

É importante para mim saber de que materiais o produto foi feito.

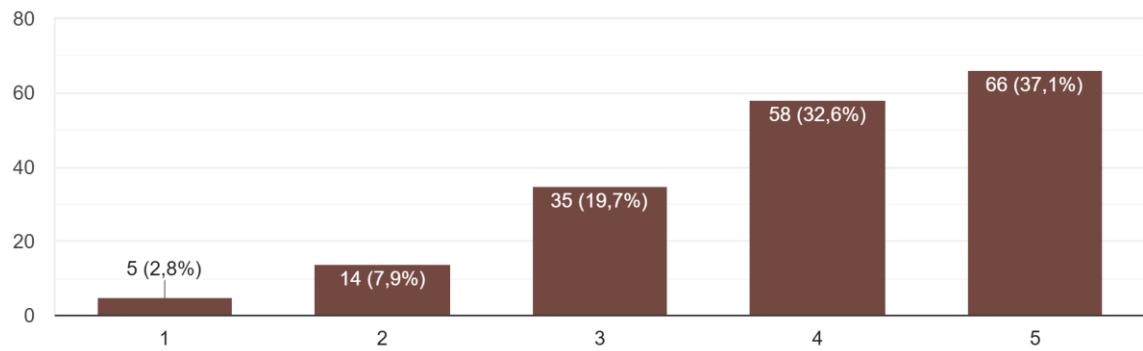
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 3 – Resultado da pergunta 1.2.

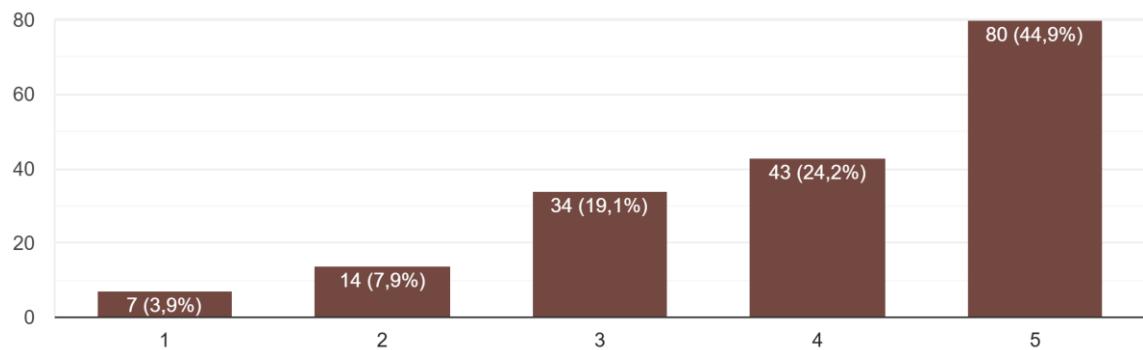
É importante para mim saber se o produto pode ser reparado ou reutilizado  
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 4 – Resultado da pergunta 1.3.

É importante para mim saber como descartar ou reciclar corretamente o produto no fim-de-vida.  
178 respostas

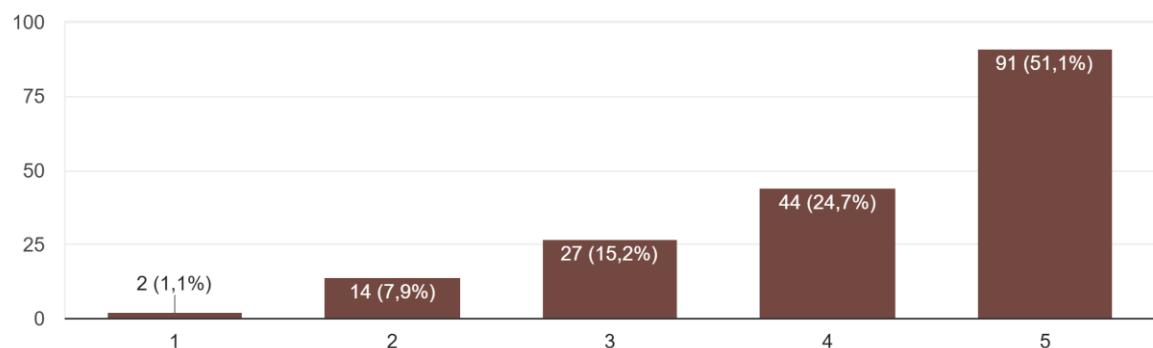


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 5 – Resultado da pergunta 1.4.

Eu confio mais em marcas/produtos que fornecem informações detalhadas sobre impacto ambiental, manutenção e descarte.

178 respostas

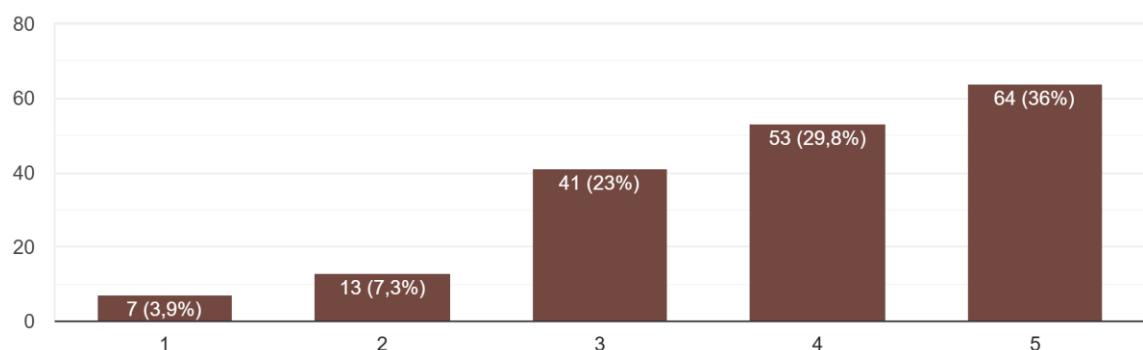


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 6 – Resultado da pergunta 2.1.

Se o produto tiver esse tipo de DPP, isso aumentaria minha probabilidade de comprá-lo

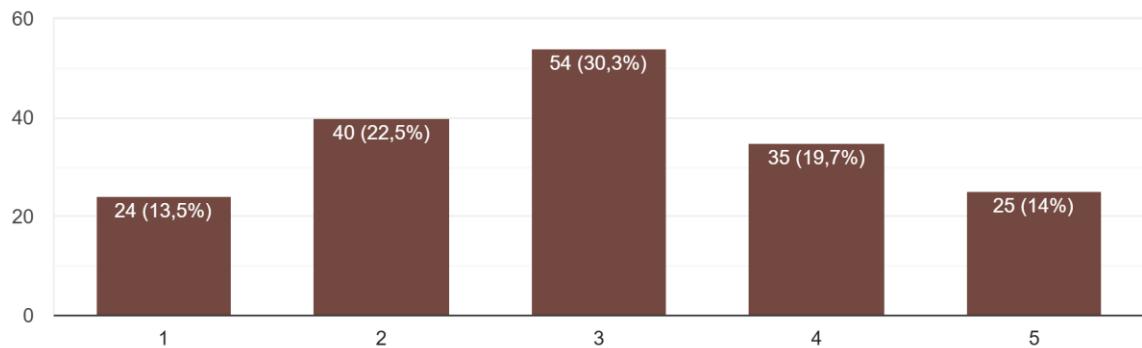
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 7 – Resultado da pergunta 2.2.

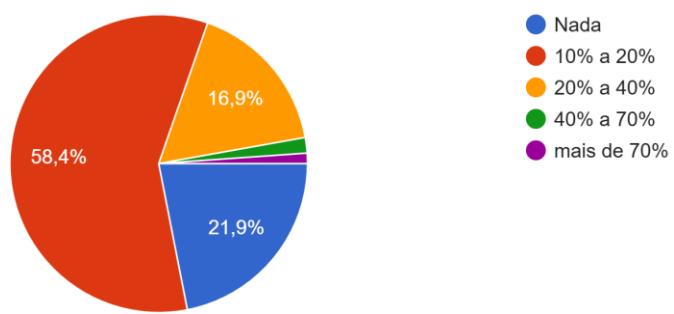
Eu estaria disposto(a) a pagar um pouco mais por um produto que tenha esse DPP  
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 8 – Resultado da pergunta 2.3.

Quantos % a mais você estaria disposto a pagar por um produto que tem um Passaporte digital de produtos?  
178 respostas

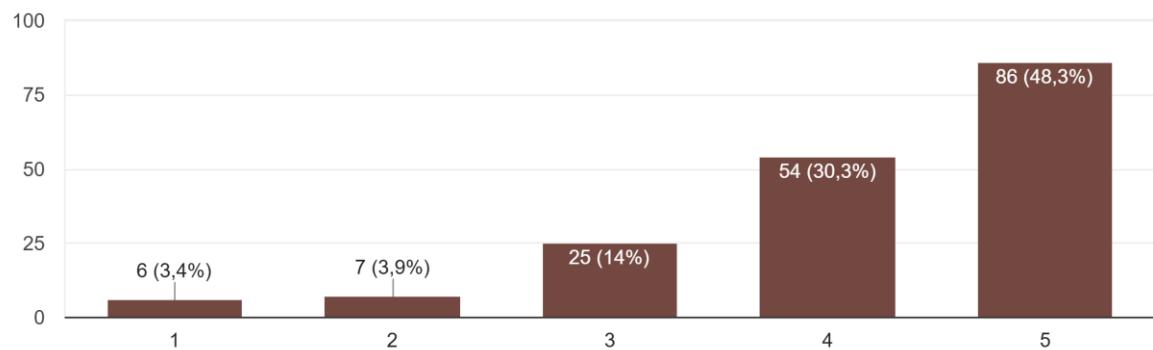


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 9– Resultado da pergunta 2.4.

Ter esse DPP me faria acreditar que o produto é mais sustentável

178 respostas



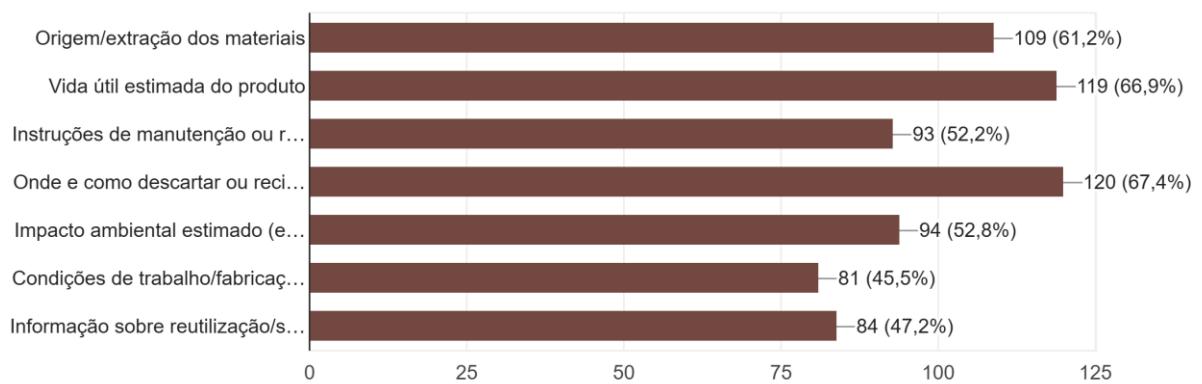
Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 10 – Resultado da pergunta 2.5.

Quais tipos de informações você consideraria mais úteis em um Passaporte Digital de Produtos?

(Marque até 4)

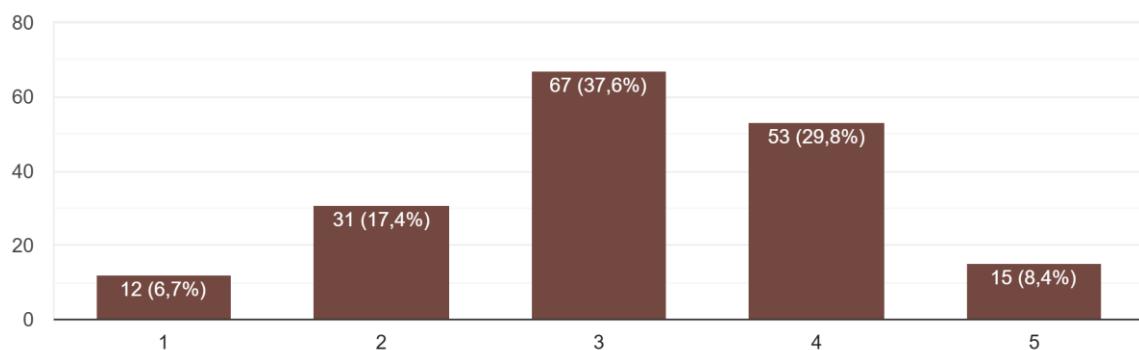
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 11 – Resultado da pergunta 3.1.

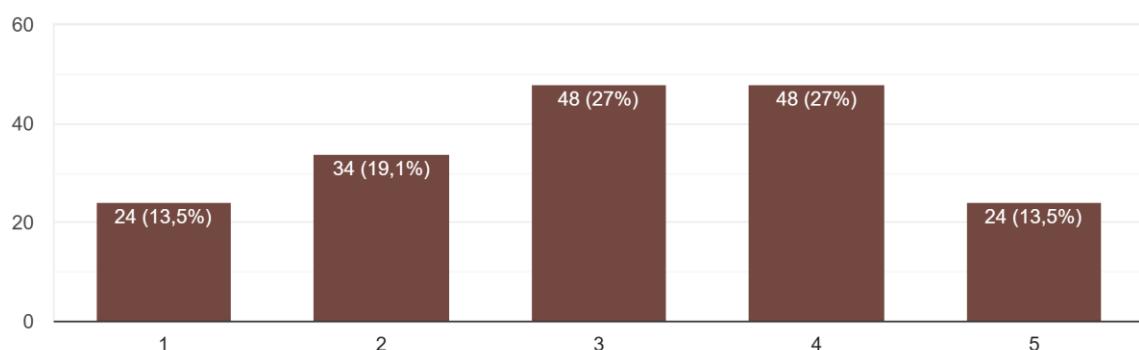
Reutilizei ou dei nova função a um produto que poderia ter sido descartado.  
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 12 – Resultado da pergunta 3.2.

Levei um produto velho ou quebrado para consertar em vez de descartar.  
178 respostas



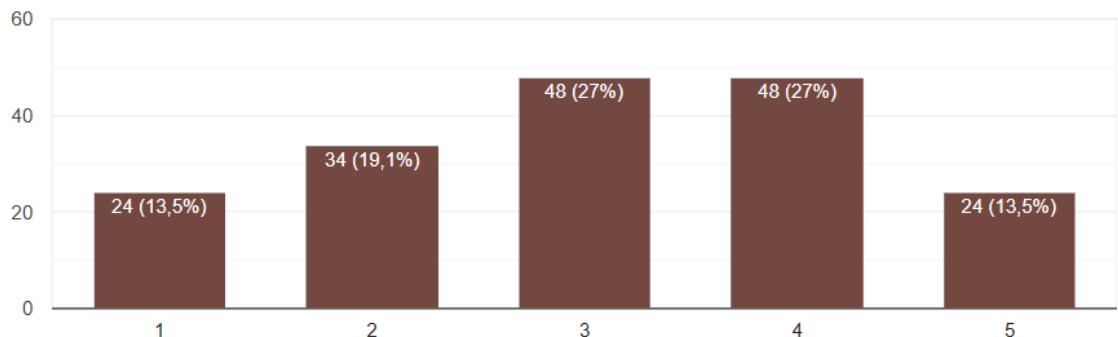
Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 13 – Resultado da pergunta 3.3.

Levei um produto velho ou quebrado para consertar em vez de descartar.

 Copiar gráfico

178 respostas

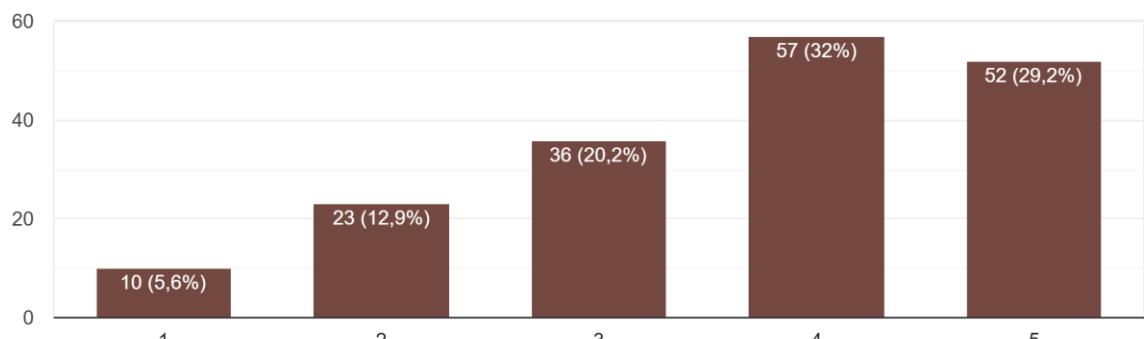


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 14 – Resultado da pergunta 3.4.

Descartei ou levei para reciclagem um produto de forma correta, em local adequado, em vez de jogar no lixo comum.

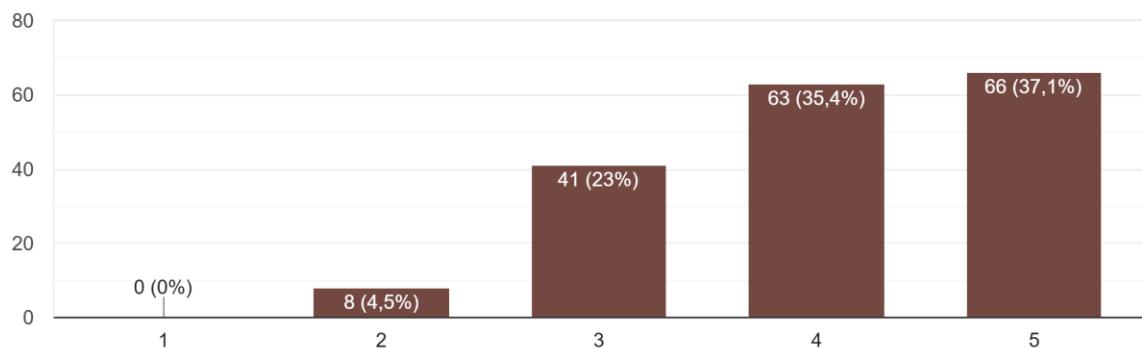
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 15 – Resultado da pergunta 4.1.

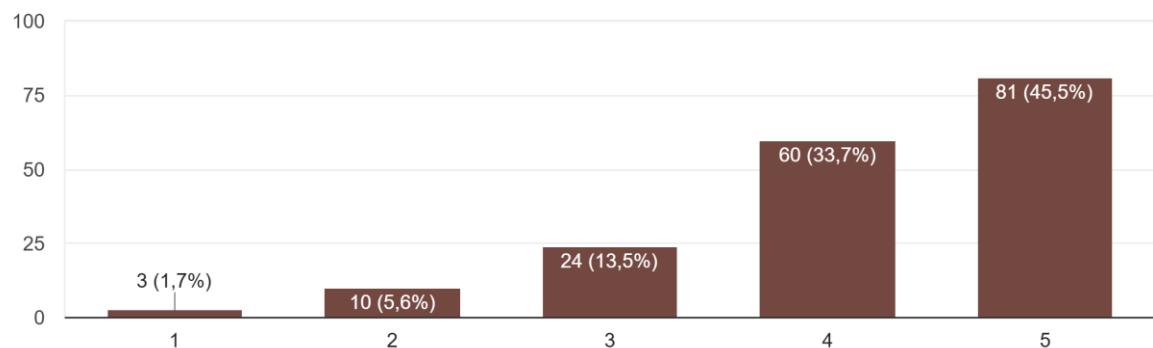
Eu com certeza reutilizaria ou daria nova função ao produto ao fim de sua vida.  
178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 16 – Resultado da pergunta 4.2.

Eu com certeza levaria o produto para reciclagem ou descarte correto conforme instruções fornecidas  
178 respostas

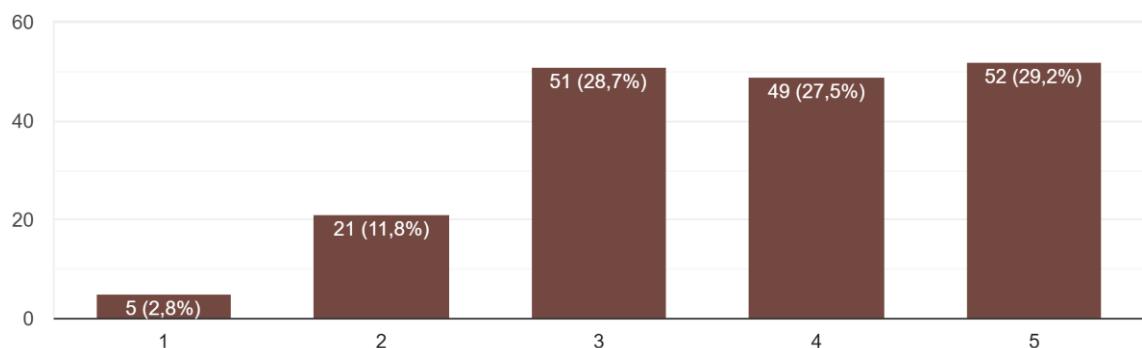


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 17 – Resultado da pergunta 4.3.

Se isso implicasse um pouco de esforço (por exemplo, levar a um local específico), ainda faria, por acreditar que vale a pena.

178 respostas

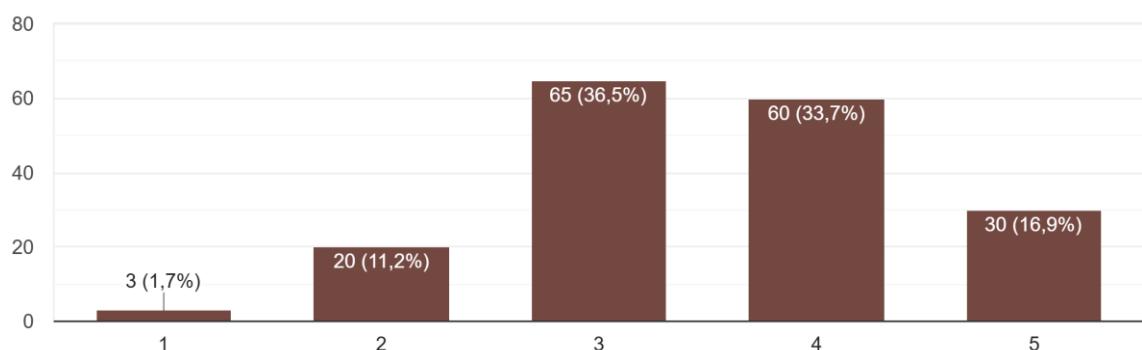


Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagen 18 – Resultado da pergunta 4.4.

Se isso aumentasse o preço de compra, talvez eu pensasse duas vezes.

178 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

### **5.2.5. Conclusões e Implicações**

De forma geral, a pesquisa revela que:

- O público **atribui alta importância à transparência sobre materiais, reparabilidade e descarte**;
- O DPP é percebido como **fator de credibilidade e sustentabilidade**;
- Há **intenção positiva de compra e comportamento circular**, ainda que limitada por preço e conveniência;
- Existe **potencial significativo de aceitação do DPP**, especialmente entre públicos jovens e com maior escolaridade.

Esses achados reforçam que o **sucesso do DPP depende da clareza das informações fornecidas e da integração com estratégias de educação ambiental e engajamento do consumidor**.

Assim, a ferramenta se mostra não apenas um instrumento de rastreabilidade, mas também **um vetor de transformação de comportamento e cultura de consumo sustentável**.

Os resultados obtidos convergem com a literatura internacional sobre **transparência de cadeias de suprimentos, rastreabilidade digital e comportamento pró-sustentável**. Estudos recentes (Klumpp, 2023; Zeng et al., 2022) demonstram que ferramentas digitais como o DPP **reforçam a confiança e reduzem a assimetria de informação entre empresas e consumidores**, sendo essenciais para implementar princípios de **Economia Circular e Avaliação de Ciclo de Vida (ISO 14044)**.

Além disso, a alta percepção de valor do DPP como indicador de sustentabilidade mostra alinhamento com os **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis)**, ressaltando o papel do consumidor informado como agente ativo da transição circular.

### **5.2.6. Análise qualitativa das respostas abertas**

A pesquisa incluiu uma questão aberta com o objetivo de compreender a percepção dos consumidores em relação ao Passaporte Digital de Produtos (DPP), permitindo que expressassem livremente comentários, observações e opiniões sobre o tema. Essa abordagem qualitativa revelou insights importantes sobre valores, expectativas, resistências e sugestões relacionadas à transparência das informações e aos possíveis impactos do DPP sobre o comportamento de compra e descarte de produtos.

As respostas indicam que os consumidores percebem o DPP como um mecanismo capaz de aumentar a **transparência e a confiança** nas relações de consumo. Os participantes destacaram o interesse em conhecer a origem dos materiais, os processos produtivos e o impacto ambiental dos produtos, ressaltando a necessidade de informações verificáveis e mensuráveis. Um dos respondentes mencionou que não confiaria em indicadores genéricos como “produção limpa” sem números concretos que comprovassem tais alegações, evidenciando o ceticismo em relação a discursos de sustentabilidade pouco fundamentados e a demanda por métricas objetivas.

Além do caráter informativo, o DPP foi reconhecido como uma **ferramenta educativa**, com potencial para sensibilizar os consumidores sobre o ciclo de vida dos produtos e incentivá-los a adotar práticas de consumo mais responsáveis. Comentários sugeriram que a ferramenta poderia inclusive fornecer orientações sobre **formas de reaproveitamento antes do descarte**, como a transformação de resíduos em novos objetos ou artesanato, indicando que o DPP pode atuar como catalisador de **práticas de economia circular** e de mudança cultural em relação ao consumo e ao desperdício.

Ao mesmo tempo, os respondentes destacaram que a **usabilidade e a facilidade de acesso às informações** são determinantes para a adoção do DPP. Foi apontado que quanto menor o esforço necessário para consultar os dados — por meio de QR Codes ou integração com plataformas digitais de compra — maior a probabilidade de uso efetivo. A necessidade de adaptar o DPP ao **contexto digital e às compras online** também foi enfatizada, refletindo a relevância de alinhar a ferramenta aos hábitos contemporâneos de consumo.

Contudo, a efetividade do DPP não depende apenas da tecnologia, mas também de fatores estruturais. Alguns participantes apontaram que a **falta de infraestrutura para coleta e reciclagem** limita o impacto da ferramenta, ressaltando que muitos municípios ainda não possuem sistemas de coleta seletiva adequados. Dessa forma, o DPP é percebido como uma iniciativa relevante, mas **insuficiente isoladamente**, exigindo a combinação com políticas públicas e infraestrutura de circularidade para gerar mudanças concretas no comportamento ambiental dos consumidores.

Além das barreiras práticas, surgiram percepções de **ceticismo em relação à implementação corporativa** do DPP, com comentários sugerindo que algumas marcas poderiam adotar a ferramenta apenas para **cumprir formalidades ou realizar marketing ambiental sem impacto real**, evidenciando a necessidade de mecanismos de fiscalização e padronização institucional para assegurar a confiabilidade das informações. Outro ponto

levantado refere-se às **condições econômicas**, uma vez que, apesar da valorização da sustentabilidade, parte dos consumidores prioriza o preço sobre os aspectos ambientais, indicando que o DPP deve agregar valor sem representar custo adicional significativo para garantir ampla aceitação.

Por fim, alguns respondentes destacaram a relevância do DPP em termos de **regulamentação e direitos do consumidor**, mencionando experiências internacionais em que passaportes digitais foram implementados como exigência normativa, o que reforça a ideia de que tais informações devem ser de **acesso livre e gratuito**, fortalecendo a responsabilidade social e ambiental das empresas.

Em síntese, as respostas abertas indicam que o DPP é percebido como uma **inovação significativa**, capaz de promover transparência, educação ambiental e conscientização sobre descarte e reaproveitamento de produtos. Sua efetividade, contudo, depende de uma combinação de fatores: facilidade de acesso, confiabilidade das informações, infraestrutura de reciclagem adequada, mecanismos regulatórios e comunicação eficaz com os consumidores.

#### **5.2.7. Limitação da Pesquisa**

Apesar de trazer grande valor de análise, este estudo apresenta **limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados**. Algumas das limitações podem ser observadas devido à metodologia de pesquisa adotada, da natureza da amostragem, do perfil dos participantes.

A pesquisa conduzida via formulário online do google, e divulgada em redes sociais, apesar do cuidado em divulgar o formulário em diferentes canais e públicos, é possível que o grupo de respondentes concentre pessoas com maior interesse em temas ligados à **sustentabilidade, inovação e consumo consciente**, o que pode ter influenciado algumas respostas.

Outro ponto a destacar é o **tamanho da amostra (167 respondentes)**. Embora esse número seja suficiente para o tipo de análise descritiva proposta e apresente uma **margem de erro estimada em cerca de ±7,6% para um nível de confiança de 95%** os resultados devem ser entendidos como **tendências gerais**, e não como conclusões absolutas.

Também é importante considerar que o **DPP pode ser percebido de maneiras diferentes conforme o tipo de produto ou setor**. Um consumidor pode atribuir maior valor ao DPP em um **eletrodoméstico**, por conta da rastreabilidade de componentes e possibilidade de reparo, enquanto outro pode se interessar mais por informações de **origem e impacto ambiental** em produtos como **alimentos, cosméticos ou roupas**. Como o presente estudo tratou o DPP de

forma mais **conceitual e abrangente**, sem focar em uma categoria específica, os resultados refletem uma percepção **geral** sobre a ferramenta — o que é adequado ao caráter exploratório, mas limita análises comparativas entre segmentos de mercado.

Diante disso, **pesquisas futuras podem ampliar o alcance e a precisão dos resultados** ao trabalhar com **amostras maiores, segmentadas por faixa etária, renda ou região**, e também ao **focar em um produto ou setor específico**. Estudos dessa natureza poderiam aprofundar a compreensão sobre **como diferentes públicos percebem o DPP** e em quais contextos ele gera **maior valor percebido ou influência sobre o comportamento de compra e descarte**.

Por fim, vale observar que o DPP ainda está em **fase inicial de desenvolvimento e regulamentação**, especialmente no contexto brasileiro. Assim, parte das respostas obtidas se baseia em **percepções, expectativas e interpretações conceituais**, e não em experiências diretas de uso. Isso reforça o caráter exploratório deste trabalho e a necessidade de continuidade de estudos empíricos à medida que a tecnologia avance.

### **5.3. ROTEIRO DE GESTÃO DA MUDANÇA**

A gestão da mudança é um elemento central para assegurar que transformações organizacionais sejam implementadas de forma eficaz e sustentável. Conforme destacado por Kotter (1996), processos de mudança não dependem exclusivamente de ajustes técnicos ou estruturais, mas sobretudo da capacidade de mobilizar pessoas, alinhar expectativas e promover engajamento ao longo da organização. Nesse sentido, o fator humano assume papel crítico, uma vez que a mudança tende a gerar resistência por romper rotinas consolidadas, exigir o desenvolvimento de novas competências e alterar práticas estabelecidas (Lewin, 1951).

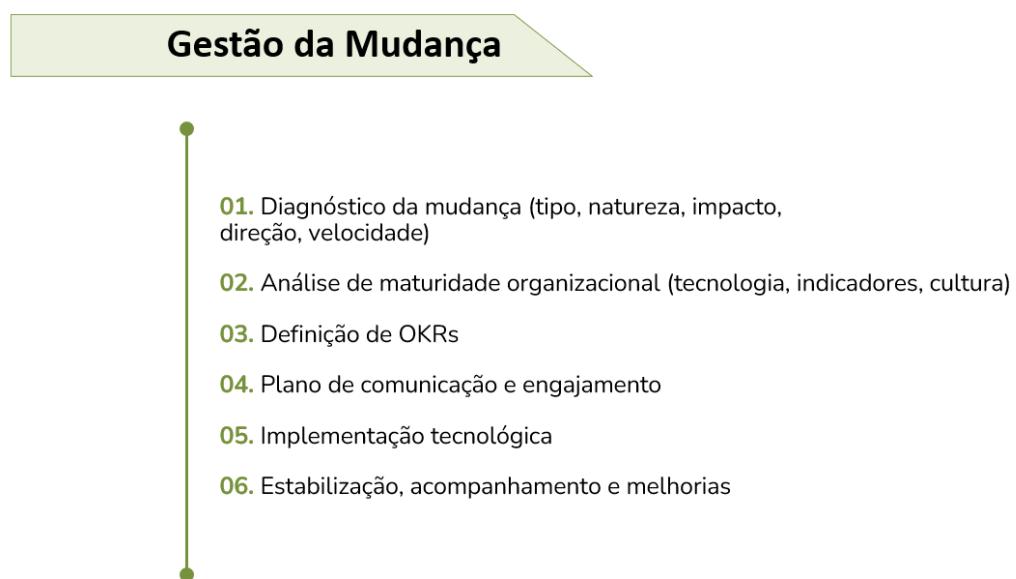
No contexto da transição para modelos produtivos mais sustentáveis, tecnologias emergentes como o Digital Product Passport (DPP) ampliam a complexidade dos processos de mudança organizacional. Além de exigir estrutura prévia, a implementação do DPP envolve não apenas a adoção de novas infraestruturas digitais, mas também a reorganização de fluxos de informação, a integração da cadeia de valor e a redefinição da relação entre empresas, consumidores e reguladores. Dessa forma, torna-se fundamental estruturar processos consistentes dediagnóstico, comunicação, engajamento e governança, capazes de reduzir resistências internas, alinhar a inovação às estratégias corporativas e potencializar os benefícios associados à sustentabilidade e à competitividade organizacional (Chaudhuri et al., 2024).

Assim, este trabalho propõe um roteiro estruturado de gestão da mudança para apoiar a

implementação do Digital Product Passport (DPP) nas organizações. O roteiro é composto por etapas sequenciais e interdependentes, iniciando-se pelo diagnóstico da mudança, no qual são analisadas as características organizacionais, a natureza, o impacto, a direção e a velocidade da transformação. Em seguida, é realizada a análise de maturidade organizacional, com o objetivo de avaliar o nível de preparo da empresa em termos tecnológicos, culturais e de indicadores de sustentabilidade.

A partir desse diagnóstico, procede-se à definição de OKRs (Objectives and Key Results), que permitem traduzir objetivos estratégicos em metas mensuráveis e acompanhar a evolução da implementação. O roteiro contempla ainda a elaboração de um plano de comunicação e engajamento, voltado ao alinhamento de stakeholders internos e externos, seguido pela etapa de implementação tecnológica do DPP. Por fim, são abordadas as fases de estabilização, acompanhamento e melhoria contínua, bem como as limitações do roteiro e seu papel estratégico no apoio à gestão da mudança organizacional.

Imagen 19 – Estrutura do Roteiro de Gestão da Mudança



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3.1. Diagnóstico da Mudança

A etapa de diagnóstico é fundamental em um processo de gestão da mudança, pois permite identificar a natureza, intensidade e direção da transformação organizacional

decorrente da implementação de uma nova tecnologia. No caso do Digital Product Passport (DPP), compreender essas dimensões é essencial para orientar estratégias de adoção, alocação de recursos e garantir uma transição suave e bem sucedida.

### **5.3.1.1. Tipo de organização**

O impacto do DPP difere de acordo com o porte e a configuração institucional:

- **Microempresas e startups:** tendem a enfrentar limitações de recursos, mas podem explorar o DPP como diferencial competitivo, ao ingressar no mercado já em conformidade com exigências de circularidade (Jansen *et al.*, 2022).
- **Empresas familiares:** Normalmente apresentam mais resistência cultural a mudanças sustentáveis e tecnológicas, dificuldades com dados de confiança são comuns para esse tipo de organização
- **Grandes empresas e multinacionais:** possuem infraestrutura tecnológica e maior pressão regulatória, o que as coloca em posição de liderança na implementação (Neligan *et al.*, 2023). Além de ser comum maior estruturação dos dados e interoperabilidade dos mesmos.

### **5.3.1.2. Natureza da mudança**

Avaliando de acordo com a natureza da mudança, irá depender muito da situação atual da empresa, especialmente em termos de estruturação dos dados e indicadores de sustentabilidades bem estabelecidos, junto com a existência ou não de pressão regulatória.

Predominantemente a implementação do DPP se caracteriza como **revolucionária e transformacional**, pois rompe com o modelo linear tradicional e exige novas formas de integração e transparência ao longo da cadeia de valor (Stratmann *et al.*, 2023). Em empresas com maior maturidade digital e em sustentabilidade, a mudança pode assumir caráter **evolucionário**, funcionando como extensão de práticas já existentes (Jansen *et al.*, 2022).

### **5.3.1.3. Impacto da mudança**

Trata-se de uma mudança de caráter **transformacional**, pois impacta tanto a dimensão interna (produção, logística reversa, compliance) quanto externa (relacionamento com consumidores, fornecedores e recicladores) (Voulgaridis *et al.*, 2024). Em setores ainda em fase

inicial de regulação, o impacto pode assumir caráter **incremental**, com avanços graduais em transparência e rastreabilidade.

#### 5.3.1.4. Direção da mudança

A implementação tende a ocorrer de forma **top-down** (**tendo origem na grande gestão e imposta de forma hierárquica**), impulsionada por regulamentações da União Europeia, como a *Ecodesign for Sustainable Products Regulation* e a *Battery Regulation* (Adisorn, Tholen & Götz, 2021).

A postura organizacional pode assumir dois enfoques:

- **Proativo:** adoção antecipada para obtenção de vantagem competitiva e reputacional (Zhang & Seuring, 2024).
- **Reativo:** implementação apenas quando exigida, o que pode gerar custos mais elevados e prazos de adequação mais curtos (Neligan *et al.*, 2023).

Dessa maneira, esperar uma exigência regulatória aumenta o risco de insucesso e também existe o risco de não conformidade a tempo, sendo recomendado, assim, a implementação da tecnologia o mais rápido possível, contribuindo para um diferencial competitivo.

#### 5.3.1.5. Velocidade da mudança

A velocidade da transição varia conforme o setor:

Enquanto os segmentos já regulamentados, como baterias e eletrônicos, a mudança deve ocorrer de forma **rápida**, com obrigatoriedade a partir de 2026. Em outros setores, a implementação será de **longo prazo**, acompanhando a evolução normativa e tecnológica (Jansen *et al.*, 2022).

É importante que o DPP seja visto como uma oportunidade estratégica de inovação e competitividade, devendo ser priorizado, principalmente em empresas alinhadas com os princípios da Economia Circular (Chaudhuri *et al.*, 2024; Adisorn *et al.*, 2021).

### 5.3.2. Análise de Maturidade Organizacional

A implementação bem-sucedida do Digital Product Passport (DPP) depende não apenas da decisão estratégica de adotá-lo, mas também do grau de **preparo organizacional** para absorver seus requisitos técnicos e operacionais. Nesse sentido, a utilização de uma **régua de maturidade** permite avaliar de forma sistemática a capacidade das empresas em diferentes

dimensões críticas, como infraestrutura tecnológica, processos internos, integração de sistemas, indicadores de sustentabilidade e práticas de economia circular. Essa análise auxilia a identificar se a organização está pronta para a adoção ou se necessita de **ajustes estruturais prévios**.

Segundo Stratmann et al. (2023), a disponibilidade e a qualidade de dados ao longo do ciclo de vida do produto são determinantes para viabilizar a economia circular mediada pelo DPP. Do mesmo modo, Neligan et al. (2023) destacam que o grau de digitalização e de integração de processos varia amplamente entre empresas, sendo que muitas ainda não atingiram a maturidade mínima para implementação (IW Report).

### 5.3.2.1. Estrutura da Régua de Maturidade

A régua é composta por **três pilares** avaliados em **cinco níveis de maturidade**, variando desde a ausência de práticas estruturadas (nível 1) até a plena integração digital e circular (nível 5). A Tabela 1 apresenta a régua ilustrativa desenvolvida:

Tabela 1 – Régua de Maturidade Organizacional para Implementação do DPP

Régua de Maturidade para implementação do Passaporte Digital de Produtos					
Pilar	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Tecnologia	Infraestrutura obsoleta, sem digitalização	Sistemas isolados e pouco automatizados	Digitalização básica, sem integração	Automação avançada, interoperabilidade parcial	Infraestrutura digital integrada, totalmente interoperável
Indicadores de Sustentabilidade	Sem métricas ambientais definidas	Coleta manual de alguns dados	Indicadores básicos implementados	Monitoramento automatizado com auditorias regulares	Sustentabilidade totalmente integrada à estratégia de negócios
Cultura	Baixa ou nenhuma conscientização sobre Economia Circular	Entendimento básico sobre sustentabilidade	Compreensão plena da Economia Circular; práticas começam a ser aplicadas	Apoio de consumidores, colaboradores e parceiros; relevância moderada para decisões	Engajamento amplo de todos os stakeholders; cultura de sustentabilidade integrada à estratégia

*Fonte: elaborada pelo autor*

### **5.3.2.2. Níveis mínimos recomendados para implementação do DPP**

A adoção do **Passaporte Digital de Produtos (DPP)** requer que a organização alcance determinados patamares mínimos de maturidade em pilares estratégicos, de forma a viabilizar a coleta, gestão e interoperabilidade das informações. Com base na régua de maturidade proposta, identificam-se os seguintes níveis mínimos necessários:

#### **Tecnologia – Nível 3 (Digitalização básica, sem integração):**

O DPP pressupõe a existência de dados digitais sobre o ciclo de vida do produto. Estruturas tecnológicas em níveis iniciais, caracterizadas por infraestrutura obsoleta ou sistemas isolados, inviabilizam a coleta e a disponibilização de informações de forma padronizada. A partir do nível 3, com a digitalização básica consolidada, cria-se a base mínima necessária para posterior integração e interoperabilidade dos sistemas organizacionais (Becker et al., 2009; Stratmann et al., 2023).

#### **Indicadores de Sustentabilidade – Nível 3 (Indicadores básicos implementados):**

A regulamentação europeia e demais iniciativas relacionadas ao DPP exigem a disponibilização de informações ambientais, tais como composição material, reciclagem, emissões e durabilidade. Nos níveis iniciais, a ausência de métricas ou a coleta manual de dados não garante consistência ou confiabilidade. O nível 3, ao estabelecer indicadores básicos de sustentabilidade, oferece a robustez mínima para alimentar o passaporte digital com informações relevantes e auditáveis.

#### **Cultura – Nível 2 (Entendimento básico sobre sustentabilidade):**

O componente cultural desempenha papel essencial na aceitação e engajamento com o DPP, mas não requer maturidade avançada para sua implementação inicial. O nível 2, em que os stakeholders apresentam entendimento básico sobre sustentabilidade, já possibilita mobilizar equipes internas e estabelecer alinhamento mínimo para a transição. Esse patamar constitui o limiar a partir do qual a organização pode iniciar a implementação, ao mesmo tempo em que evolui gradualmente para níveis mais elevados de engajamento e integração estratégica.

Foi possível observar durante a pesquisa com os consumidores realizada no presente trabalho, que mesmo um público com entendimento básico sobre sustentabilidade já consegue ver alto valor na iniciativa.

Em síntese, a implementação do DPP demanda como requisito mínimo: **nível 3 em tecnologia e indicadores de sustentabilidade, e nível 2 em cultura**. Essa configuração garante

as condições técnicas e informacionais necessárias, ao passo que estabelece uma base cultural suficiente para dar início ao processo de transformação organizacional.

A definição dos níveis mínimos de maturidade adotados neste estudo baseia-se na identificação do limiar a partir do qual a implementação do DPP se torna operacionalmente viável, e não no estágio de maturidade considerado ideal ou ótimo. Em modelos de maturidade organizacional, os níveis intermediários representam o ponto em que processos, dados e práticas deixam de ser predominantemente informais ou reativos e passam a apresentar estrutura mínima, padronização e recorrência, permitindo a adoção de sistemas que dependem de dados confiáveis e rastreáveis. Níveis inferiores tendem a inviabilizar a operacionalização do DPP por limitações técnicas e informacionais, enquanto níveis superiores refletem condições de excelência que ampliam os benefícios do passaporte, mas não constituem pré-requisitos para sua implementação inicial.

No caso do pilar tecnológico e dos indicadores de sustentabilidade, o nível 3 foi definido como mínimo por representar o estágio em que a organização já dispõe de dados digitalizados e métricas ambientais formalizadas, condição necessária para garantir consistência, comparabilidade e atualização das informações exigidas pelo DPP. Para o pilar cultural, o nível 2 foi adotado por refletir o entendimento básico sobre sustentabilidade suficiente para viabilizar aceitação e mobilização inicial dos stakeholders, considerando que o aprofundamento do engajamento cultural tende a ocorrer ao longo do próprio processo de implementação. Dessa forma, os níveis mínimos propostos equilibram viabilidade técnica, realismo organizacional e progressividade da transformação, evitando tanto a adoção prematura quanto a exigência de maturidade excessiva como barreira à implementação do DPP.



Fonte: Elaborada pelo autor

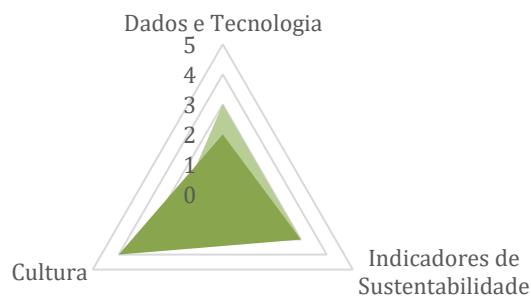
Esses níveis mínimos de maturidade não indicam que uma organização que não os atinja será incapaz de implementar o DPP, mas sim, será um indicador de pontos fortes(a serem explorados) e fracos(pontos de atenção) para aquela organização.

### 5.3.2.3. Exemplo hipotético de aplicação – Setor de Eletrônicos

Uma empresa hipotética foi avaliada segundo a régua de maturidade:

- **Tecnologia:** Nível 2, **Indicadores de Sustentabilidade:** Nível 3; **Cultura** 4

Maturidade de comparada com Maturidade Mínima



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma empresa do agronegócio fez a análise para implementação do DPP, onde percebeu que sua cultura Circular era promotora de uma implementação de sucesso, isso indica, que o apoio dos Stakeholders será conquistado mais facilmente, e já existem indicadores básicos de sustentabilidade para o produto, não impondo limitantes graves nesse pilar também.

Apesar de uma cultura forte e indicadores básicos existentes, essa empresa ainda não possui tecnologia mínima, assim, uma alternativa seria o investimento na estruturação de dados e tecnologia. Outra opção é a implementação de um DPP simplificado, o qual exigiria menos tecnologia e estruturação de dados da cadeia de suprimentos porém não permitirá colher todos os benefícios do Passaporte Digital de Produtos. Nessa situação, é necessária a consciência das limitações que a implementação com déficit em algum pilar pode gerar, e também as vantagens de nível alto em outro pilar.

A análise de maturidade organizacional funciona como uma ferramenta de diagnóstico estratégico, permitindo identificar **lacunas estruturais** e orientar investimentos necessários. A

literatura indica que empresas que investirem em digitalização integrada, indicadores de sustentabilidade e rastreabilidade digital, além de promoverem a cultura sustentável estarão mais bem posicionadas para aproveitar os benefícios do DPP, transformando uma exigência regulatória em **vantagem competitiva sustentável** (Stratmann *et al.*, 2023; Neligan *et al.*, 2023).

### 5.3.3. Definição de OKRs

De acordo com Stratmann et al. (2023), a medição de resultados relacionados à interoperabilidade dos dados e à integração da cadeia de valor é determinante para que o DPP alcance seu propósito circular. Além disso, Zhang & Seuring (2024) destacam que a definição de métricas de sustentabilidade associadas ao passaporte digital contribui para alinhar expectativas entre reguladores, empresas e consumidores.

Os OKRs (Objectives and Key Results) constituem um modelo de gestão estratégica que traduz objetivos em resultados-chave mensuráveis e rastreáveis. Seu uso torna-se especialmente estratégico em iniciativas complexas como a implementação do Digital Product Passport (DPP), uma vez que o DPP exige integração tecnológica, interoperabilidade de dados, engajamento interfuncional e cumprimento de exigências regulamentares emergentes, como as previstas no Ecodesign for Sustainable Products Regulation da União Europeia.

A literatura acadêmica destaca que os OKRs promovem foco, alinhamento organizacional e disciplina contínua, fatores essenciais para garantir progresso incremental em iniciativas complexas e de longo prazo. Hao e Yu-Ling (2018) apontam que OKRs facilitam a visibilidade entre equipes e impulsionam esforços coordenados rumo a metas comuns, promovendo uma cultura de responsabilidade compartilhada e medição de desempenho.

No contexto do DPP, que nas suas fases iniciais depende da coleta de dados completos (como composição de materiais, pegada ambiental e rastreabilidade), da construção de sistemas interoperáveis (ERP, PLM, APIs) e da conformidade regulatória, OKRs oferecem uma estrutura robusta para direcionar entregas incrementais, mensuração contínua e accountability entre áreas como TI, ESG, supply chain e operações.

Um estudo recente de Butler, Zimmermann e Bird (2023) investigou o uso de OKRs em equipes de desenvolvimento de software – um cenário semelhante aos desafios técnicos do DPP – concluiu que o sucesso vem da construção de uma “pipeline de dados”, aumento da transparência, melhoria na comunicação e implementação estruturada dos OKRs

Essa revisão da literatura demonstra que, no DPP, OKRs não serão apenas metas organizacionais, mas sim **pilares de governança de execução**, possibilitando a mensuração de interoperabilidade, completude de dados, conformidade regulatória, desempenho técnico e engajamento interno.

### **5.3.3.1. Exemplos de OKRs aplicáveis ao DPP**

A seguir, são propostos exemplos de objetivos e resultados-chave que podem ser utilizados como referência:

#### **Objetivo 1: Garantir adoção do DPP pelos usuários finais da organização.**

- Alcançar **10% de acessos ao DPP por parte de consumidores** no primeiro ano.
- Disponibilizar informações completas do ciclo de vida de **100% dos produtos em catálogo** até o segundo ano.

#### **Objetivo 2: Melhorar a rastreabilidade da cadeia de valor.**

- Aumentar em **30% a rastreabilidade digital da cadeia de suprimentos** no período de um ano.
- Integrar **70% dos fornecedores estratégicos** ao sistema de rastreabilidade até o final do segundo ano.

#### **Objetivo 3: Reforçar a sustentabilidade organizacional.**

- Obter a concordância de **70% dos especialistas ambientais da organização** de que o DPP representa avanço significativo em sustentabilidade.
- Reduzir em **15% o desperdício de materiais** em dois anos, com base nos dados fornecidos pelo passaporte digital.

Esses objetivos de exemplo servem como um direcionamento para possíveis OKRs, mas para cada cenário, em cada organização e em seu devido contexto deve ser pensado em Objetivos específicos e que estão de acordo com os objetivos estratégicos da organização em si. Além disso, é importante que esses OKRs sejam testados na prática e avaliados se factíveis e se, no geral, são bons indicadores de sucesso na implementação do DPP.

Dessa maneira, a definição dos objetivos-chave garante um acompanhamento contínuo da implementação e a identificação de pontos de melhoria, fortalecendo a integração entre metas corporativas e exigências regulatórias.

#### **5.3.4. Plano de Comunicação e Engajamento**

A implementação do *Digital Product Passport* (DPP) requer mais do que adequações tecnológicas e operacionais: é necessário assegurar o alinhamento dos diferentes stakeholders internos e externos que serão afetados pela mudança. A literatura evidencia que a falta de clareza na comunicação e a ausência de engajamento entre os atores da cadeia de valor constituem barreiras relevantes para o sucesso do DPP (Chaudhuri *et al.*, 2024; Jansen *et al.*, 2022).

Portanto, um plano estruturado de comunicação e engajamento é essencial para promover entendimento sobre os benefícios, reduzir resistências e incentivar a colaboração. Segundo Neligan *et al.* (2023), a aceitação do DPP está diretamente ligada à forma como as empresas conseguem articular narrativas de transparência e sustentabilidade, tanto para seus colaboradores quanto para parceiros e consumidores.

##### **5.3.4.1. Comunicação Interna**

A comunicação interna é fundamental para preparar colaboradores e gestores para a adoção do DPP. Entre as ações propostas:

- **Campanhas de conscientização** destacando os objetivos estratégicos e os benefícios da implementação.
- **Workshops setoriais** voltados a áreas críticas (TI, logística, sustentabilidade), com foco no papel de cada uma no fornecimento e gestão dos dados.

Programas de capacitação e treinamentos práticos, visando o desenvolvimento de competências digitais e a redução de resistências culturais (Voulgaridis *et al.*, 2024).

##### **5.3.4.2. Comunicação externa**

A comunicação externa tem como objetivo reforçar a imagem da empresa junto ao mercado e aumentar a confiança dos stakeholders externos. Ações recomendadas incluem:

- **Relatórios de sustentabilidade e transparência**, com indicadores vinculados ao DPP.

- **Campanhas educativas direcionadas a consumidores**, demonstrando como o DPP facilita escolhas mais sustentáveis e combate o *greenwashing*.

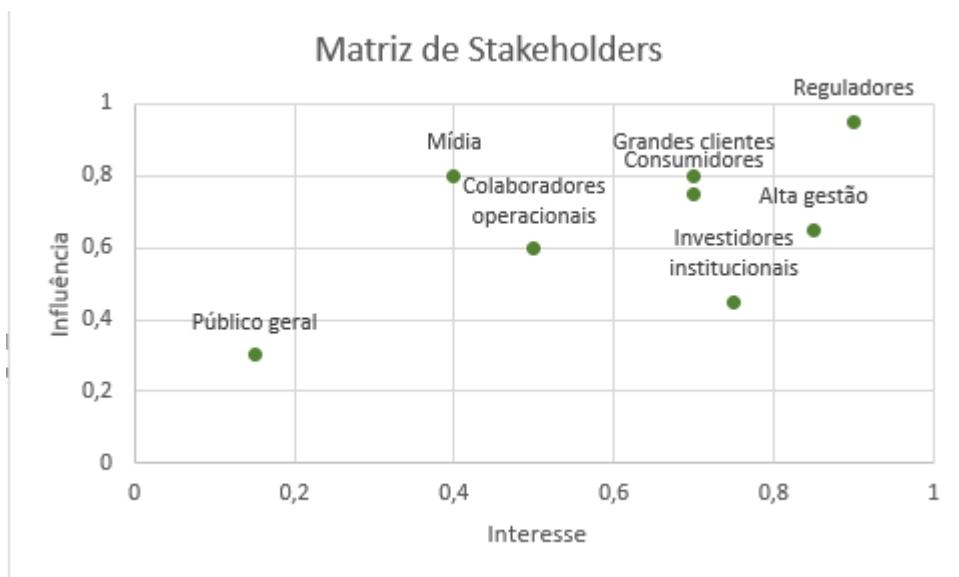
- **Diálogo ativo com reguladores e entidades setoriais**, assegurando que a empresa esteja posicionada como referência no atendimento às exigências legais (Adisorn *et al.*, 2021).

#### 5.3.4.3. Mapeamento de stakeholders

Para que a comunicação seja eficaz e o engajamento aconteça, é importante mapear os stakeholders de acordo com influência, interesse e nível de engajamento desejado.

Dessa maneira, foi construída uma matriz que avalia a influência e o interesse dos diferentes Stakeholders na implementação do DPP para uma empresa hipotética com produtos sustentáveis, apesar de hipotética a matriz demonstra bem a realidade de boa parte das empresas brasileiras em situações semelhantes, mas é fundamental que a organização que esteja trabalhando com a implementação do DPP faça sua própria matriz, com a possibilidade, que essa seja utilizada como referência. A influência e interesse dos stakeholders irá variar de acordo com setor, cultura, modelo de negócios, público alvo etc.

Imagen 1 – Matriz mapeamento de Stakeholders Interesse x Influência



Fonte: elaborado pelo autor

Esse mapeamento permite que a organização priorize esforços de comunicação, concentrando recursos nos atores mais críticos para a viabilidade do DPP.

#### 5.3.4.4. Estratégias de engajamento

Além do mapeamento, é necessário definir estratégias específicas para cada grupo:

- **Colaboradores:** treinamentos contínuos e reconhecimento do engajamento.
- **Fornecedores:** acordos de interoperabilidade de dados e integração em sistemas digitais.
- **Consumidores:** criação de valor agregado, destacando transparência e sustentabilidade.
- **Reguladores:** alinhamento constante com diretrizes e demonstração de conformidade.

### **5.3.5. Implementação da Tecnologia**

A fase de implementação do Digital Product Passport (DPP) corresponde ao momento em que a organização transforma diretrizes regulatórias e estratégicas em práticas operacionais concretas. Essa etapa exige um equilíbrio entre requisitos técnicos, premissas organizacionais e processos de integração, de modo a assegurar que a ferramenta seja adotada de forma eficaz.

De acordo com o projeto europeu CIRPASS, uma das principais iniciativas voltadas à criação de estruturas comuns para o DPP, a implementação requer a definição de arquiteturas digitais interoperáveis e formatos padronizados de dados que possam ser utilizados em diferentes setores e países (CIRPASS, 2024 ).

### **5.3.6. Estabilização, Acompanhamento e Melhorias**

A fase de estabilização corresponde ao momento em que a implementação do Digital Product Passport (DPP) já foi concluída em nível operacional e passa a demandar acompanhamento contínuo para assegurar seu funcionamento eficiente e alinhado aos objetivos estratégicos da organização. Como apontam Chaudhuri et al. (2024), a gestão da mudança não termina com a implementação, sendo necessário instituir mecanismos permanentes de monitoramento e adaptação.

Essa etapa é essencial para consolidar a tecnologia dentro da cultura organizacional, evitando retrocessos e assegurando que o DPP se mantenha como um recurso vivo e atualizado, em sintonia com os avanços regulatórios, tecnológicos e de mercado.

Para tal, é fundamental que a organização implemente novos OKRs com a implementação bem sucedida do DPP, e acompanha as novas tecnologias envolvidas na ferramenta e as implemente.

### **5.3.7. Limitações do roteiro e papel estratégico**

É importante reconhecer que o roteiro aqui desenvolvido não substitui o **embasamento técnico especializado** necessário para a implementação do DPP. Questões como segurança da informação, arquitetura de dados e adequação regulatória demandam suporte de profissionais e consultorias específicas.

Dessa maneira, mostra-se a importância de mais projetos de pesquisa que investiguem os requisitos técnicos para a implementação da ferramenta, aliado de uma padronização e consolidação da tecnologia, o que irá facilitar ainda mais o sucesso e promover a Economia Circular no Brasil e no exterior.

Entretanto, o roteiro possui grande valor ao contribuir para a **eficiência do processo de mudança**, uma vez que organiza de maneira estruturada as etapas de diagnóstico, planejamento, implementação e acompanhamento. Além disso, atua como um **guia de orientação**, facilitando a busca por fontes mais detalhadas e confiáveis relacionadas a aspectos técnicos e setoriais. Por fim, o roteiro também desempenha um papel relevante no **apoio à gestão estratégica da mudança**, ao permitir que líderes deleguem etapas específicas para especialistas, garantindo maior clareza na definição de responsabilidades.

### **5.3.8. Oportunidade de implementação simplificada**

Para empresas de pequeno porte, que ainda não possuem dados rastreáveis e indicadores de sustentabilidade bem estabelecidos, é possível a implementação de modelos semelhantes para reportar a sustentabilidade do produto para seu consumidor final.

Dessa maneira, recomenda-se realizar uma ACV como especificado na norma ISO 14040, o que irá permitir o reporte do impacto ambiental do produto para o consumidor final, além disso, é fundamental que contenha informações sobre reparo, reuso e destinação correta, para o DPP seja uma ferramenta que promova a EC.

Ademais, é necessário garantir que todas as informações presentes no Passaporte Digital de Produtos sejam confiáveis e seguras.

## **6. CONCLUSÃO**

A revisão bibliográfica deste estudo reforça as conclusões da literatura internacional, demonstrando que o Passaporte Digital de Produtos, é uma ferramenta estratégica na transição para uma economia Circular Inteligente, aumentando a transparência, rastreabilidade e criando cadeias de valores mais sustentáveis, além de apoiar decisões mais sustentáveis e gerar valor agregado aos consumidores e às organizações. Apesar de estar em pleno desenvolvimento, foram encontrados diversos projetos que são referência para novos estudos e implementações.

Em alinhamento com a revisão bibliográfica, a pesquisa exploratória feita para o público geral do DPP, confirma o apoio do Passaporte Digital de Produtos em uma transição para a Economia Circular, mostrando que a intenção do público em reciclagem, reuso e destinação correta aumenta com o DPP. Parte da pesquisa evidencia a vantagem competitiva para produtos com o DPP, mas a resistência por pagar a mais por boa parte da população mostra que o retorno sobre o investimento da implementação talvez não seja tão atrativo financeiramente para as organizações, mostrando, assim, a importância de regulamentações para garantir o sucesso do Passaporte Digital de Produtos e, consequentemente a Economia Circular

A revisão bibliográfica realizada destacou que a implementação do DPP vai além de desafios tecnológicos e burocráticos, mas exige também ultrapassar barreiras como falta de apoio dos stakeholders, falta de maturidade em sustentabilidade, circularidade e da cultura organizacional, se alinhando com modelos consagrados na literatura, como o modelo de Kotter (1996) e ADKAR (Hiatt, 2006). Nesse contexto, o roteiro de gestão da mudança proposto se apresenta como uma contribuição prática relevante, ao estruturar etapas que irão auxiliar no diagnóstico, planejamento, implementação e acompanhamento das organizações no processo de adaptação.

Assim, este trabalho contribui para o avanço do debate acadêmico e empresarial sobre o DPP, oferecendo não apenas uma síntese das iniciativas, desafios atuais e perspectiva da população sobre o tema, mas também um guia prático de gestão da mudança aplicável a diferentes contextos organizacionais. Para continuidade, sugere-se que pesquisas futuras explorem lacunas ainda presentes na literatura, como: a realização de estudos de caso em empresas brasileiras; pesquisas de campo com maior volume de respostas e maior detalhamento por setor e tipo de produto; e a aplicação empírica do roteiro de gestão da mudança proposto, com posterior avaliação e aperfeiçoamento. Além disso, recomenda-se aprofundar aspectos técnicos do DPP, tais como segurança de dados, interoperabilidade de sistemas e métricas de

sustentabilidade, bem como questões relacionadas ao alinhamento cultural, capacitação de colaboradores e suporte regulatório. Dessa maneira, a adoção do DPP, aliada a uma gestão da mudança bem estruturada, tem potencial para transformar exigências regulatórias em vantagem competitiva, podendo ser utilizado como pilar estratégico para empresas que buscam protagonismo na economia circular e produtos com o ciclo de vida mais sustentável.

## 7. REFERÊNCIAS

ADISORN, T.; THOLEN, L.; GÖTZ, T. Towards a Digital Product Passport Fit for Contributing to a Circular Economy. *Energies*, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 14040:2009 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 14044:2009 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 59020:2024 – Economia circular – Medição e avaliação do desempenho de circularidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2024.

BERGER, K.; BAUMGARTNER, R. J.; WEINZERL, M.; BACHLER, J.; SCHÖGGL, J.-P. Factors of digital product passport adoption to enable circular information flows along the battery value chain. 2021.

BRESSANELLI, G.; PERONA, M.; SACCANI, N. Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 23, p. 7395–7422, 2019.

BOSCH. Digital Product Passport for Sustainable Manufacturing. 2023. Disponível em: <https://www.bosch.com/sustainability/digital-product-passport/>. Acesso em: 08 dez. 2025.

CATENA-X. Catena-X Operating Model Whitepaper. 2022.

CHOLIFAH, M.; SOELING, P. D. Objectives and Key Results (OKRs) and their role in enhancing employee performance: a systematic literature review. *Journal of Management, Universitas Indonesia*, 2025.

CIRCULAR ECONOMY INITIATIVE DEUTSCHLAND. Circular Economy Roadmap for Germany. Kadner, S.; Kobus, J.; Hansen, E.; Akinci, S.; Elsner, P.; Hagelüken, C.; Jaeger-Erben, M.; Kick, M., 2021.

DELOITTE. Relatório (2025) sobre impactos do uso de OKRs em desempenho e engajamento — estudo interno, 2025.

DOERR, J. Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs. Penguin Publishing Group, 2018.

ECODESIGN: Passaporte Digital de Produtos e a Economia Circular. Portal PDP, junho 2024. Disponível em: <https://pddp.pt/ecodesign-passaporte-digital-de-produtos-e-a-economia-circular/>. Acesso em: 04 set. 2025.

EL SADDIK, A. Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies. *IEEE MultiMedia*, v. 25, n. 2, p. 87–92, 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. 2013.

EUROPEAN COMMISSION. Ecodesign for Sustainable Products Regulation. 2023. Disponível em: [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation\\_en](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en). Acesso em: 4 dez. 2025.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GAO, R.; WANG, L.; HELU, M.; TETI, R. Big data analytics for smart factories of the future. *CIRP Annals*, v. 69, n. 2, p. 668–692, 2020.

GHOREISHI, M.; HAPONEN, A. Key enablers for deploying artificial intelligence for circular economy embracing sustainable product design: three case studies. In: *Proceedings – 13th International Engineering Research Conference*, 2020.

HARVARD BUSINESS REVIEW. The Power of OKRs, 2020.

HARTLEY, Judith; STOCKHAUSEN, Maximilian. *Aktuelle Trends und Herausforderungen der Verteilungspolitik*. IW-Report Nr. 49. Instituto da Economia Alemã (IW), 2024. Disponível em: [Institut der deutschen Wirtschaft \(IW\)](https://www.iw-research.de/de/wirtschaftswissenschaften/aktuelle-trends-und-herausforderungen-der-verteilungspolitik). Acesso em: 15 set. 2025.

HATZIVASILIS, G. et al. The CE-IoT framework for green ICT organizations: the interplay of CE-IoT as an enabler for green innovation and e-waste management in ICT. In: *Proceedings - 15th Annual International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems*, 2019.

HEDBERG, A.; SIPKA, S. Toward a circular economy: The role of digitalization. *One Earth*, v. 4, n. 6, p. 783–785, 2021.

HOLLY, F. et al. Challenges on the way to a circular economy from the perspective of the Austrian manufacturing industry. *Frontiers in Sustainability*, v. 4, 2023. Disponível em: <https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1063/5.0133608>. Acesso em: 13 nov. 2024.

JENSEN, S. F. et al. Digital product passports for a circular economy: Data needs for product life cycle decision-making. *Sustainable Production and Consumption*, v. 37, p. 242–255, 2023.

- KARG, H.; NEUBAUER, A.; EISENMENGER, N.; BICHLER, M.; STOLLBERG, M. Current approaches to the digital product passport for a circular economy: An overview of projects and initiatives. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 189, p. 106866, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106866>. Acesso em: [03 dez. 2024].
- KOTTER, J. P. *Leading Change*. Harvard Business Review Press, 1996.
- McKINSEY & COMPANY. *The State of Performance Management: How OKRs Deliver Sustainable Growth*, 2021.
- MENDES, J.A.J. et al. Dimensions of digital transformation in the context of modern agriculture. *Sustainable Production and Consumption*, v. 34, p. 613–637, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.027>. Acesso em: 26 out. 2024.
- MIFTAHUL, J.; HARI, S. Study of the students' curiosity relationship, interest and motivation in chemistry learning: A systematic literature review. *AIP Conference Proceedings*, v. 2622, 2024.
- MONOSTORI, L. et al. Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, v. 65, n. 2, p. 621–641, 2016.
- NARAYAN, R.; TIDSTRÖM, A. Tokenizing coopetition in a blockchain for a transition to circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 263, 2020.
- NIVEN, P. R.; LAMORTE, B. Introduction to OKRs. In: *Strategic Management Tools* (cap. 1). Wiley, 2016.
- ORTH, R.; KOHL, H.; GALEITZKE, M. Sustainable Corporate Development: A Resource-Oriented Approach. In: MATOS, F.; VAIRINHOS, V.; SALAVISA, I.; EDVINSSON, L.; MASSARO, M. (Org.). *Knowledge, People and Digital Transformation*. Springer, p. 183–206, 2020.
- ROCHA, L. L. et al. Product Development Based on Circular Economy Premises Using Polymeric Residues from a Manufacturing Process of Pencils. In: *Proceedings - Interdisciplinary Conference on Innovation, Design, Entrepreneurship, And Sustainable Systems*, v. 1, p. 172–179, 2023.
- RUNE, TODNEM. Organizational change management: A critical review. *Journal of Change Management*.
- SENADO FEDERAL BRASILEIRO. Lei n.º 12.305, de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/bra97590.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2025.

SIEMENS. Digital Product Passport: The Next Step in Industrial Sustainability. 2023. Disponível em: <https://www.siemens.com/digital-product-passport/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

STOCK, T. et al. Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 118, p. 254–267, 2018.

STRATMANN, L.; HOEBORN, G.; PAHL, C.; SCHUH, G. Digital Product Passport - Enabler of the Circular Economy. 2021.

UNIÃO EUROPEIA. Conselho da União Europeia. Council adopts new regulation on batteries and waste batteries. 2023. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/10/council-adopts-new-regulation-on-batteries-and-waste-batteries/>. Acesso em: 6 dez. 2024.

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705>. Acesso em: 13 nov. 2024.

XU, L. D.; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, p. 2941–2962, 2018.

ZHANG, A.; SEURING, S. Digital product passport for sustainable and circular supply chain management: a structured review of use cases. 2021.

TRIOLA, Mario F.. Introdução à Estatística. Rio de Janeiro: LTC, 2024. Ebook. ISBN 9788521638780. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521638780>.