



PROPOSTA DE INDICADOR DE DESEMPENHO DE EMBALAGENS UTILIZADAS NA  
LOGÍSTICA DE PEÇAS USANDO UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DE GRUPO:  
UM ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS

Marcelo Miguel da Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2024

PROPOSTA DE INDICADOR DE DESEMPENHO DE EMBALAGENS UTILIZADAS NA  
LOGÍSTICA DE PEÇAS USANDO UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DE GRUPO:  
UM ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS

Marcelo Miguel da Cruz

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Aprovada por: Prof. Lino Guimarães Marujo

Prof.<sup>a</sup> Ana Carolina Maia Angelo

Prof. Pedro Senna Vieira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO DE 2024

Cruz, Marcelo Miguel da

Proposta de indicador de desempenho de embalagens utilizadas na logística de peças usando uma abordagem multicritério de grupo: um estudo de caso em uma montadora de veículos / Marcelo Miguel da Cruz. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2024.

XVI, 144 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Lino Guimarães Marujo.

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2024.

Referências Bibliográficas: p. 85-97.

1. Desenvolvimento de embalagens. 2. AHP-GDM. 3. Indústria automotiva. 4. Indicadores. 5. Tomada de decisão.  
I. Marujo, Lino Guimarães. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção.  
III. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, em especial a minha mãe (*in memoriam*), que sempre foram exemplos de valores e de vida. Pois sem as lições ensinadas por vocês no passado, este sonho não seria possível no presente.

Obrigado por tudo.

[...] Deus é maior!  
Maior é Deus, e quem tá com  
Ele.  
Nunca está só.  
O que seria do mundo sem Ele?  
[...].

*Diogo Nogueira*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por conceder-nos saúde, fé e perseverança para alcançar nossos objetivos.

A UFRJ, especialmente ao PEP/COPPE, pela oportunidade concedida para realização do curso.

Ao Prof. D.Sc. Lino pela orientação, feedbacks prestados, organização, paciência e todo saber transferido ao longo desses meses.

Aos demais professores do programa, funcionários da COPPE e colegas de turma.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a nunca desistir dos meus objetivos.

Aos familiares Marlene, Edson, Patrícia, sem vocês nada disso teria sido construído ou conquistado – “Obrigado por tudo!”.

Ao amigo Helisson e seus pais, Seu Teófilo e Dona Dinalva (in memoriam) que nos momentos que mais precisei, me emprestaram seu carro sem mesmo querer saber o motivo, para que fosse possível cursar as aulas presenciais na COPPE.

Ao amigo Dayan pelo incentivo nas diversas tentativas, espero que este trabalho o motive também a concluir o seu curso.

Ao amigo Tiago Floriano, grande tutor, que me conduziu ainda nos primeiros passos rumo ao conhecimento sobre desenvolvimento de embalagens industriais – “Muito Obrigado!”.

Aos amigos Graziela, Tairrone e Tiago que foram companheiros de jornada ainda nos primórdios, lá em meados de 2012-2015, quando ainda insistia em realizar um curso em outra instituição, mesmo com horários restritos devido ao expediente de trabalho à época – hoje posso vos dizer que: “A teimosia venceu!”.

Ao Seu Henrique e Dona Célia, que literalmente, me acompanharam desde o início da minha caminhada como estudante ainda nas séries iniciais.

Ao Prof. Rodrigo Caiado e ao colega Renan Santos pelo suporte ao longo da construção de um dos trabalhos que acabou motivando a elaboração deste estudo.

Aos colegas de trabalho, em especial, aos gestores (Fátima e Diego), que sempre me apoiaram durante toda essa longa jornada.

Meu profundo apreço a todos vocês.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PROPOSTA DE INDICADOR DE DESEMPENHO DE EMBALAGENS UTILIZADAS NA LOGÍSTICA DE PEÇAS USANDO UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DE GRUPO:  
UM ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS

Marcelo Miguel da Cruz

Fevereiro/2024

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Programa: Engenharia de Produção

Os especialistas em gestão e desenvolvimento de embalagens possuem papéis chaves para o aumento da eficácia das empresas em que atuam. Neste sentido, o presente trabalho se propõe a construir um indicador de desempenho de embalagens utilizadas na logística de peças do setor automotivo, tomando-se como base os principais critérios utilizados para a tomada de decisão dos especialistas do Departamento de Engenharia de Embalagens de uma montadora de veículos localizada na Região Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. A coleta de dados utilizada, deu-se pela aplicação de um questionário (*survey*), elaborado a partir de uma técnica de grupo (*brainstorming*) aplicada ao grupo de especialistas atuantes nesta montadora. Em complemento, este questionário foi enviado à especialistas externos à organização objeto de estudo, de modo a obter uma visão mais ampliada. Nele, os especialistas julgaram (par a par) o grau de importância dos critérios. Em seguida, as respostas obtidas foram agregadas em uma planilha eletrônica, seguindo os passos do método AHP-GDM (*Analytic Hierarchy Process – Group Decision Making*) sob a forma AIP, via aplicação da média geométrica ponderada sobre os valores. Como resultados, além da seleção dos critérios mais relevantes, foi possível atribuí-los pesos, de modo a construir tal indicador. Dentre os principais achados deste estudo, estão as contribuições teóricas acerca do tema e as contribuições práticas acerca da possibilidade de simplificação das rotinas dos especialistas. Assim, o presente estudo encontra-se à disposição, podendo ser fonte para pesquisas futuras e também ser utilizado por profissionais da área para a construção de novos modelos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

PROPOSAL FOR A PERFORMANCE INDICATOR OF PACKAGING USED IN PARTS  
LOGISTICS USING A GROUP MULTI-CRITERIA APPROACH: A CASE STUDY IN A  
VEHICLE MANUFACTURER

Marcelo Miguel da Cruz

February/2024

Advisor: Lino Guimarães Marujo

Department: Production Engineering

Specialists in packaging management and development play key roles in increasing the effectiveness of the companies in which they work. In this sense, the present work proposes to build a performance indicator for packaging used in the logistics of parts in the automotive sector, taking as a basis the main criteria used for decision-making by specialists from the Packaging Engineering Department of an automaker industry located in the Southern Fluminense Region of the State of Rio de Janeiro. The data collection used was through the application of a questionnaire (survey), drawn up based on a group technique (brainstorming) applied to the group of specialists working at this car manufacturer. In addition, this questionnaire was sent to experts external to the organization under study, in order to obtain a broader view. In it, experts judged (pair by pair) the degree of importance of the criteria. Then, the responses obtained were aggregated into an electronic spreadsheet, following the steps of the AHP-GDM (Analytic Hierarchy Process – Group Decision Making) method in the AIP form, via the application of the weighted geometric mean on the values. As a result, in addition to selecting the most relevant criteria, it was possible to assign weights to them, in order to construct such an indicator. Among the main findings of this study are the theoretical contributions on the topic and the practical contributions on the possibility of simplifying specialists' routines. Therefore, the present study is available and can be a source for future research and can also be used by professionals in the field to build new models.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	Contextualização.....	1
1.2	Problema de pesquisa.....	4
1.3	Objetivos.....	5
1.3.1	Objetivo geral.....	5
1.3.2	Objetivos específicos.....	6
1.4	Justificativas.....	6
1.4.1	Relevância prática.....	8
1.4.2	Relevância teórica.....	9
1.4.3	Relevância para a sociedade.....	9
1.5	Interdisciplinaridade.....	10
1.6	Limitações do estudo.....	12
1.7	Delimitação do estudo.....	13
1.8	Estrutura da dissertação.....	14
<b>2</b>	<b>BIBLIOMETRIA</b> .....	<b>15</b>
2.1	Publicações por ano.....	16
2.2	Publicações por autor.....	16
2.3	Publicações por países de origem das afiliações dos pesquisadores.....	17
2.4	Publicações por revistas e congressos científicos ( <i>journal/conference</i> ).....	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
3.1	Logística de materiais e gerenciamento da cadeia de suprimentos.....	20
3.2	Logística reversa.....	21
3.2.1	Logística reversa na indústria automobilística.....	23
3.3	O uso de embalagens na indústria automobilística.....	23
3.4	Tipos de embalagens utilizadas na indústria automobilística.....	25
3.4.1	Embalagens retornáveis.....	27
3.4.2	Embalagens descartáveis.....	28
3.5	Departamentos de Engenharia de Embalagens nas montadoras.....	29
3.6	Métodos de tomada de decisão aplicados a solução de problemas multicritérios.....	30
3.7	Tomada de decisão em grupo.....	32
3.7.1	AHP-GDM.....	32

<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (METODOLOGIA)</b> .....	<b>35</b>
4.1	Classificação da pesquisa.....	35
4.2	Proposta do modelo.....	36
4.3	Etapas do modelo.....	37
<b>5</b>	<b>MODELAGEM</b> .....	<b>39</b>
5.1	Identificação do problema.....	39
5.2	Contextualização do problema (ambiente de estudo).....	40
5.3	Definição dos envolvidos no processo de tomada de decisão (especialistas-decisores) .....	46
5.4	Identificação dos objetivos (objetivos).....	51
5.5	Técnica de grupo para definição dos critérios ( <i>brainstorming</i> ).....	51
5.6	Definição da estrutura hierárquica de tomada de decisão (árvore de decisão).....	55
5.7	Coleta de dados (obtenção dos dados).....	56
5.7.1	Elaboração do questionário (elaboração do <i>survey</i> ).....	56
5.7.2	Seleção da amostra de respondentes (especialistas-julgadores).....	59
5.7.3	Aplicação do questionário (aplicação do <i>survey</i> ).....	62
5.8	Ranqueamento/priorização dos critérios (julgamentos / aplicação do AHP-GDM).....	62
5.9	<i>Framework</i> (gráfico de radar).....	70
5.10	Indicador proposto (equação do modelo).....	71
5.10.1	Exemplo de aplicação do indicador (painel de visualização do desempenho).....	75
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>PRODUTOS DA DISSERTAÇÃO</b> .....	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>85</b>
<b>10</b>	<b>APÊNDICE A – AMOSTRA DE DOCUMENTOS ANALISADOS (BIBLIOMETRIA)</b> .....	<b>98</b>
<b>11</b>	<b>APÊNDICE B – PERFIL SOCIOGRÁFICO DOS RESPONDENTES</b> .....	<b>106</b>
<b>13</b>	<b>APÊNDICE C – MATRIZES INDIVIDUALIZADAS</b> .....	<b>114</b>
<b>14</b>	<b>APÊNDICE D – ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DAS MATRIZES INDIVIDUALIZADAS</b> .....	<b>123</b>
<b>15</b>	<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO (SURVEY) – PORTUGUÊS</b> .....	<b>124</b>
<b>16</b>	<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO (SURVEY) – INGLÊS</b> .....	<b>135</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Classificação metodológica da pesquisa.....	36
Figura 02 - Fluxograma das etapas do modelo proposto.....	38
Figura 03 - Fluxo de produção de veículos x Fluxo de abastecimento de peças.....	42
Figura 04 - Fluxo logístico de fornecimento de peças .....	43
Figura 05 - Exemplo de embalagens retornáveis utilizadas pela empresa XPTO AUTOMOTIVE .....	44
Figura 06 - Exemplos de embalagens descartáveis utilizadas pela empresa XPTO AUTOMOTIVE .....	44
Figura 07 - Fluxo de circulação das embalagens.....	45
Figura 08 - Estrutura hierárquica (organograma) de equipe de engenharia de embalagens da XPTO AUTOMOTIVE .....	47
Figura 09 - Estrutura hierárquica de tomada de decisão do modelo - "árvore de decisão" .....	55
Figura 10 - Matriz de referência: Escala linear automática <i>Google Forms</i> x Escala fundamental dos valores absolutos de Saaty .....	58
Figura 11 - Exemplo de preenchimento do questionário no formato <i>Google Forms</i> .....	59
Figura 12 - Enquadramento: Universo (especialistas-julgadores) x Amostra (especialistas- decisores).....	61
Figura 13 - Indicadores de desempenho de embalagens .....	73
Figura 14 - Exemplo ilustrativo dos indicadores aplicado a uma peça fictícia (Proposta) .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Painel de especialistas (qualificação da amostra de especialistas-decisores).....	48
Tabela 02 - Critérios citados pelos especialistas-decisores durante a sessão de <i>brainstorming</i> .....	53
Tabela 03 - Lista de autores que citam os critérios selecionados pelos especialistas .....	54
Tabela 04 - Escala fundamental de números absolutos.....	57
Tabela 05 - Tempo de experiência profissional dos respondentes sob a forma interpolada ....	65
Tabela 06 - Pesos atribuídos para as experiências.....	65
Tabela 07 - Pesos atribuídos para os tipos de empresas (origens organizacionais dos respondentes) - Fator multiplicativo I .....	66
Tabela 08 - Pesos atribuídos às respostas dos respondentes conforme função/cargo atual - Fator multiplicativo II.....	67
Tabela 09 - Peso absoluto atribuído aos respondentes (Ponderação x Fatores Multiplicativos I e II).....	67
Tabela 10 - Matriz agregada AIP - Grupo de especialistas-julgadores .....	69
Tabela 11 - Índice randômico.....	69
Tabela 12 - Análise de consistência da matriz agregada AIP .....	70
Tabela 13 - Pesos dos critérios da matriz agregada.....	70
Tabela 14 - Lista de produtos oriundos da dissertação (desenvolvimento ao longo do programa) .....	84
Tabela 15 - Lista de artigos/documentos utilizados na construção da bibliometria.....	98
Tabela 16 - Tempo de experiência profissional dos respondentes (em anos) .....	113
Tabela 17 - Matriz individualizada de julgamentos - R01 .....	114
Tabela 18 - Matriz individualizada de julgamentos - R02 .....	114
Tabela 19 - Matriz individualizada de julgamentos - R03 .....	114
Tabela 20 - Matriz individualizada de julgamentos - R04 .....	114
Tabela 21 - Matriz individualizada de julgamentos - R05 .....	115
Tabela 22 - Matriz individualizada de julgamentos - R06 .....	115
Tabela 23 - Matriz individualizada de julgamentos - R07 .....	115
Tabela 24 - Matriz individualizada de julgamentos - R08 .....	115
Tabela 25 - Matriz individualizada de julgamentos - R09 .....	116
Tabela 26 - Matriz individualizada de julgamentos - R10 .....	116
Tabela 27 - Matriz individualizada de julgamentos - R11 .....	116
Tabela 28 - Matriz individualizada de julgamentos - R12 .....	116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 29 - Matriz individualizada de julgamentos - R13 .....	117
Tabela 30 - Matriz individualizada de julgamentos - R14 .....	117
Tabela 31 - Matriz individualizada de julgamentos - R15 .....	117
Tabela 32 - Matriz individualizada de julgamentos - R16 .....	117
Tabela 33 - Matriz individualizada de julgamentos - R17 .....	118
Tabela 34 - Matriz individualizada de julgamentos - R18 .....	118
Tabela 35 - Matriz individualizada de julgamentos - R19 .....	118
Tabela 36 - Matriz individualizada de julgamentos - R20 .....	118
Tabela 37 - Matriz individualizada de julgamentos - R21 .....	119
Tabela 38 - Matriz individualizada de julgamentos - R22 .....	119
Tabela 39 - Matriz individualizada de julgamentos - R23 .....	119
Tabela 40 - Matriz individualizada de julgamentos - R24 .....	119
Tabela 41 - Matriz individualizada de julgamentos - R25 .....	120
Tabela 42 - Matriz individualizada de julgamentos - R26 .....	120
Tabela 43 - Matriz individualizada de julgamentos - R27 .....	120
Tabela 44 - Matriz individualizada de julgamentos - R28 .....	120
Tabela 45 - Matriz individualizada de julgamentos - R29 .....	121
Tabela 46 - Matriz individualizada de julgamentos - R30 .....	121
Tabela 47 - Matriz individualizada de julgamentos - R31 .....	121
Tabela 48 - Matriz individualizada de julgamentos - R32 .....	121
Tabela 49 - Matriz individualizada de julgamentos - R33 .....	122
Tabela 50 - Matriz individualizada de julgamentos - R34 .....	122
Tabela 51 - Matriz individualizada de julgamentos - R35 .....	122
Tabela 52 - Análise de consistência das matrizes individualizadas .....	123

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Distribuição de publicações por ano .....	16
Gráfico 02 - Distribuição de publicações por autor.....	17
Gráfico 03 - Distribuição das instituições/organizações conforme seus países de origem (afiliações) .....	18
Gráfico 04 - Distribuição de publicações por <i>journal</i> ou congresso científico.....	19
Gráfico 05 - Distribuição dos pesos dos critérios.....	71
Gráfico 06 - Exemplo ilustrativo dos indicadores aplicado a uma peça fictícia (Proposta).....	77
Gráfico 07 - Quantitativo de respondentes distribuídos por período/década de nascimento .	106
Gráfico 08 - Nacionalidade dos respondentes .....	107
Gráfico 09 - Cidade de residência dos respondentes .....	108
Gráfico 10 - Gênero dos respondentes .....	109
Gráfico 11 - Quantitativo de respondentes distribuídos por tipo de empresa .....	110
Gráfico 12 - Quantitativo de respondentes distribuídos por empresa .....	111
Gráfico 13 - Distribuição de respondentes por posto de trabalho .....	112

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 - Média geométrica ponderada .....	68
Equação 02 - Somatório dos pesos atribuído para cada julgamento individual .....	68
Equação 03 - Índice de consistência (CI) .....	69
Equação 04 - <i>Individual Packaging Performance</i> (Ipp).....	71
Equação 05 - <i>Local Packaging Performance</i> (Lpp).....	73
Equação 06 - <i>Regional Packaging Performance</i> (Rpp) .....	73
Equação 07 - <i>Global Packaging Performance</i> (Gpp) .....	73

## LISTA DE ABREVIATURA, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AHP-GDM	<i>Analytic Hierarchy Process – Group Decision Making</i>
AIJ	<i>Agreggating Individual Judgment</i>
AIP	<i>Agreggating Individual Priorities</i>
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
CKD	<i>Completely Knock-Down</i>
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Translating Reality</i>
GDM	<i>Group Decision Making</i>
MAUT	<i>Multiattribute Utility Theory</i>
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MCDM	<i>Multiple Criteria Decision-Making</i>
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SLR	Sistemas de Logística Reversa
TOPSIS	<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UTADIS	<i>Utilitès Additives Discriminantes</i>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo além da contextualização desta dissertação, são apresentados o problema de pesquisa, os seus objetivos, bem como as suas justificativas e relevâncias. Na sequência, são descritas as suas características interdisciplinares, as suas limitações e delimitações, assim como a sua estrutura e as suas contribuições esperadas.

## 1.1 Contextualização

Devido à grande competitividade de mercado, é necessário a qualquer organização atender as entregas a seus clientes priorizando fatores como custo, velocidade e flexibilidade (SANTOS; SANTOS, 2016).

Na indústria automobilística, há uma intensa busca por redução de custos, desperdícios e consequente aumento de produtividade. Portanto, a eliminação de quaisquer desperdícios, os altos investimentos no desenvolvimento de novos produtos, o investimento na qualificação dos funcionários e a busca para o aperfeiçoamento contínuo nos processos de produção, têm sido a razão da sobrevivência de muitas empresas (DE ABREU; PEREIRA, 2004), principalmente em um setor tão agressivo em termos mercadológicos.

O mercado consumidor global automotivo está cada vez mais amadurecido, assim como a concorrência no mercado, o status crescente do consumidor, os regulamentos ambientais sólidos e a utilização de recursos (DA SILVA; MARTINS, 2019). Fazendo com que as empresas fiquem menos restritivas em termos operacionais, quebrando possíveis paradigmas/barreiras ligados à sua realidade, facilitando e promovendo a geração de novas ideias e a implementação de processos e procedimentos disruptivos. Justamente por enxergarem oportunidades de ganhos mercadológicos nestas ações, destacando-se de seus concorrentes.

Outro fator ligado a esta indústria, é a filosofia de Produção Enxuta, idealizada e implementada pela Toyota na década de 1950. Época em que arrasado pela derrota na guerra, com falta de espaço e carente de recursos naturais, o Japão, para poder competir com o mundo, industrializou-se, adotando a norma de completa eliminação de qualquer tipo de perda, modelo esse absorvido por sua farta mão-de-obra (VIANA, 2012). Ou seja,

tratou-se de um modelo que se baseava na utilização de diversas ferramentas e técnicas, com o objetivo central de aumentar a eficiência produtiva de suas fábricas, evitando desperdícios em seus processos internos.

Neste hiato, a indústria automobilística se prepara ano a ano para produzir cada vez mais, tornando-se mais produtiva em termos de volume de produção, justamente em função da demanda crescente por veículos automotores em seus diversos mercados. Como por exemplo, segundo dados da ANFAVEA (2021), o salto de cerca de 21,27% na produção mundial de autoveículos montados (exclusos CKDs), entre os anos de 2011 (79.881 mil unidades) e 2019 (96.869 mil unidades), período pré-pandêmico.

Além do crescimento durante este período, também pode ser observado através dos dados divulgados pela ANFAVEA (2023), uma nova retomada do crescimento, da ordem de 9,49%, entre o ano de oficialização do início da pandemia de COVID-19 e os anos que poderiam ser chamados de pós-pandêmicos – produzindo em 2020 (77.650 mil unidades) e em 2022 (85.017 mil unidades). Ou seja, apesar de ser um setor maduro, em relação ao consumo, ele ainda continua crescendo em termos mundiais, principalmente em países emergentes como: Brasil, México, Indonésia, África do Sul, Turquia e Índia.

Desta mesma forma, este crescimento do consumo também gera um aumento da demanda, em que os setores produtivos passam a ampliar sua produção, utilizando maiores quantidades de matérias-primas e componentes de diferentes tipos e formatos, tornando necessária a fabricação e, conseqüentemente, um maior uso de embalagens (DE SOUZA *et al.*, 2022). No entanto, gerenciar uma frota de embalagens reutilizáveis é mais difícil do que parece (TWEDE; CLARKE, 2005).

Em termos científicos, o campo do desenvolvimento de embalagens na indústria automobilística, apesar de ser uma área de atuação pouco discutida, é, em termos práticos, uma área bastante relevante, principalmente no âmbito das operações industriais que envolvem a montagem de um veículo. Pois conforme Almeida (2016), o processo decisório que se relaciona com a definição de embalagem tem um papel fundamental nos investimentos logísticos, uma vez que quando mal definidos, há uma série de impactos na cadeia de suprimentos, com potenciais de danificar peças, aumentar os fluxos logísticos de abastecimentos, despesas com manutenção, além de investimentos desnecessários.

Portanto, ouvir os clientes é essencial, pois nem sempre é fácil traduzir para os produtos ou serviços os desejos dos consumidores, pois muitas vezes a linguagem utilizada não se adapta diretamente as especificações técnicas (DE ABREU; PEREIRA, 2004). Sendo este um dos maiores desafios dos especialistas em desenvolvimento de embalagens dispostos nos Departamentos de Engenharia de Embalagens nas montadoras, tentar estabelecer o consenso entre as partes envolvidas.

Porém alguns estudos sugerem soluções a este problema, como por exemplo o estudo de De Abreu e Pereira (2004), em que foi utilizado o QFD (Quality Function Deployment) para transpor esta dificuldade. No entanto, outros métodos podem ser propostos como soluções alternativas para o mesmo problema, de desenvolvimento de embalagens para a indústria automotiva.

Segundo Moura e Banzato (2010), o preenchimento de todos os objetivos de um sistema satisfatório de embalagem por um mínimo de custo é uma das funções mais importantes da Engenharia de Embalagem. Já De Almeida *et al.* (2015), reforçam a importância do uso de um procedimento analítico para agregação das preferências dos tomadores de decisão durante o processo de construção de modelos, de forma a estabelecer regras de racionalidade, relacionadas a uma perspectiva normativa. Ou seja, é requerido a definição de um procedimento (protocolo) claro, racional e normatizado (em termos operacionais), para que as decisões individuais sejam agregadas e, por conseguinte, formem a decisão de um grupo. No entanto, segundo Mardani *et al.* (2015), não existe uma metodologia única e bem definida que se possa seguir passo a passo, do início ao fim de um processo de apoio à decisão.

Neste sentido, o presente estudo apresenta a aplicação de uma forma alternativa e viável de se realizar esta agregação de decisões individuais, em prol do estabelecimento de um consenso comum entre as opiniões de especialistas em desenvolvimento de embalagens, ao utilizar o método AHP-GDM (*Analytic Hierarchy Process – Group Decision Making*), que trata-se de um método híbrido de apoio a decisão multicritérios, inserido no contexto dos métodos de apoio a decisão multicritérios tradicionais, ora denominado pelo seguinte acrónimo: *Multiple Criteria Decision-Making* (MCDM). Em que resumidamente, pode-se dizer que o uso do MCDM é uma forma de lidar com problemas complexos, dividindo-os em pedaços menores (MARDANI *et al.*, 2015).

Assim, diante do problema dos especialistas em embalagens, exposto nos parágrafos anteriores, e diante da oportunidade de particionar este mesmo problema em pequenas etapas, via aplicação de um método de apoio a decisão, propondo uma solução ao final. Surge a motivação para a criação do modelo desenvolvido ao longo do presente no estudo. Que por sua vez, visa unir/agregar os diversos pontos de vistas de especialistas da área de Engenharia de Embalagens vinculados a indústria automotiva, bem como a visão de especialistas em ergonomia, *material handling*, gestão de embalagens e de *experts* da área de logística e de desenvolvimento de embalagens, como por exemplo, professores e autores de livros relacionados a área.

## **1.2 Problema de pesquisa**

Diante da necessidade de as empresas (montadoras) estarem sempre buscando a melhoria contínua de seus processos, com o intuito de reduzir os seus custos operacionais, além de seus desvios de produção. Há de se pensar em métodos e/ou soluções práticas e baratas para que viabilizem estas reduções, para alcance de seus objetivos organizacionais.

Como exemplo, está a etapa de desenvolvimento de embalagens para o transporte das autopeças utilizadas na montagem dos veículos, que se trata de uma atividade de tomada de decisão, por parte dos especialistas envolvidos. Em que cada autopeça, por vezes chamado de “*part number*”, recebe a definição de uma embalagem para o seu fluxo de transporte entre fornecedor e montadora.

Tal definição poderia ser simplesmente atribuída à um especialista da área de Engenharia de Embalagens, no entanto, nas montadoras, os gestores, por entenderem que as embalagens transitam por diversas áreas operacionais, acabam exigindo uma análise/avaliação prévia visando a pré-aprovação das características e conseqüentemente do modelo de embalagem que será utilizado para cada autopeça.

Neste momento surge uma das dificuldades encontradas no dia-a-dia dos especialistas em embalagens, pois não é possível “agradar a todas” as áreas. Eis então um dilema de decisão.

Diante disso, torna-se perceptível a necessidade de haver um procedimento que busque o estabelecimento de um consenso. Assim, a partir da identificação desta lacuna, o presente estudo tem como problema de pesquisa o desafio de responder a seguinte questão: é possível avaliar quantitativamente e de maneira consensual, sob a forma de indicador, o desempenho das embalagens utilizadas no transporte/fornecimento de autopeças às montadoras de veículos?

### **1.3 Objetivos**

Considerando que o desenvolvimento de embalagens é uma atividade de grande importância nas montadoras e na tentativa de identificar uma solução para suportar as decisões realizadas pelos especialistas (a luz destes desenvolvimentos) junto aos seus gestores, a seguir são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos referentes a esta pesquisa.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral que orienta esta pesquisa é propor um indicador que possibilite medir o desempenho das embalagens utilizadas na logística de peças de uma montadora de veículos, a luz dos critérios mais importantes (prioritários) segundo os especialistas em engenharia de desenvolvimento de embalagens, considerando a abordagem multicriterial de tomada de decisão em grupo (em equipe), quanto à escolha e à definição de embalagens de transporte de peças.

Com esse modelo pretende-se gerar um indicador que possibilite orientar a gestão e a otimização das definições/desenvolvimentos de embalagens para peças automotivas tanto na montadora objeto de estudo quanto em outras que tenham interesse em utilizá-lo, contribuindo para uma tomada de decisão mais assertiva sob o ponto de vista dos especialistas e de seus gestores, respeitando, principalmente, as restrições definidas pelas equipes de engenharia de desenvolvimento de embalagens presentes nas montadoras de veículos dispostas ao redor do mundo, ou até mesmo servir de base para a construção de novos procedimentos internos à essas organizações.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, estão:

- a) Identificar quais critérios são e/ou podem ser utilizados pelos especialistas para as definições e desenvolvimentos de embalagens;
- b) Priorizar os critérios mais utilizados/relevantes, para a definição de uma embalagem, ranqueando-os quanto a sua importância, segundo as opiniões dos especialistas em desenvolvimento de embalagens (via método AHP);
- c) Obter via aplicação do método AHP-GDM os pesos dos fatores (priorização) e dos critérios elencados na alínea anterior, ranqueando-os quanto a sua importância segundo as opiniões dos especialistas em desenvolvimento de embalagens (via coleta de dados: questionário/*survey*);
- d) Construir um *framework* com base nos critérios identificados e julgados pelos especialistas;
- e) Definir a fórmula de cálculo que rege o indicador proposto e construído ao longo do presente estudo, e que servirá como uma ferramenta que orienta o plano de ação de melhorias dos especialistas tanto nos projetos vigentes quanto em projetos futuros.
- f) Sugerir/Exemplificar uma forma de aplicação do indicador desenvolvido, destacando a sua utilidade e prática de maneira ilustrativa/gráfica.

### 1.4 Justificativas

Em termos gerais, a embalagem exerce um papel fundamental na indústria automobilística. Poucas áreas industriais têm a mesma demanda logística e a capacidade de implantar novos métodos como tal. Esta área acaba sendo precursora para outras atividades produtivas como: logística, *suplly chain management*, operacional, etc.

As embalagens carregam o desafio de proteger, amortecer e bloquear os produtos que transportam, visando evitar a ocorrência de impactos.

De modo geral, as embalagens são escolhidas após o cumprimento de uma diversidade de requerimentos comerciais, técnicos e ambientais, até chegar aos modais de

transporte. Portanto, cada fator é analisado com vistas a obter uma melhor eficácia na movimentação de materiais.

O desenvolvimento de embalagens assume papel bastante estratégico dentro da organização/montadora (principalmente no setor logístico e de operações), pois a equipe responsável por tal papel precisa atuar respeitando a diversos critérios e normas estabelecidas pela empresa (de maneira macro), além de obedecer aos conjuntos de restrições ligadas às demais áreas envolvidas/*stakeholders* (de maneira micro ou pontual). Os requisitos a serem cumpridos, vão desde os referenciais de ergonomia aos critérios de elegibilidade de custos para cada novo projeto.

Um exemplo desta condição pode ser identificada através do seguinte caso: enquanto os gestores de produção optam por embalagens que onerem menos a operação de montagem de veículos em termos de mão-de-obra, os especialistas em embalagens podem optar por embalagens de melhor cubagem visando ganhos de transporte, enquanto que os responsáveis pela área de movimentação interna de materiais optam pelas embalagens mais satisfatórias em termos ergonômicos, não havendo o estabelecimento de um consenso entre as partes.

Após a escolha do melhor tipo de embalagem, que pode ser descartável, retornável ou reutilizável, vem a tarefa de racionalizar a acomodação das peças para diminuir os volumes transportados, o peso total, o risco de quebra de qualidade, etc. As embalagens podem ir tanto para o estoque quanto para a linha de montagem e, quando bem concebidas, reduzem etapas no processo.

No entanto, à época do estudo de Twede e Clarke (2005), até mesmo as empresas que se destacavam em arranjos logísticos de entrada e saída, como os fabricantes de automóveis dos Estados Unidos, não tinham obtido tanto sucesso gerindo as suas próprias frotas de embalagens.

Com isso, diante do exemplo apresentado e da necessidade de atendimento aos requisitos relacionados a cada uma das áreas (clientes) do processo de produção de veículos: a começar do fornecedor de peças, passando pela transportadora e chegando ao operador de produção (responsável por retirar as peças das embalagens para montagem dos veículos), os especialistas em desenvolvimento de embalagens precisam tomar ciência de todas as etapas do processo nas quais as embalagens irão circular durante sua

vida útil.

No entanto, isto requer um grande esforço de tempo e de movimentação de materiais, até que seja tomada uma decisão quanto à escolha da embalagem que será adotada para o transporte de uma determinada peça entre seu fornecedor e a linha de montagem na montadora.

Diante disso, surge a principal justificativa desta pesquisa, que é encontrar uma forma de estabelecer o consenso entre as opiniões e os critérios dos envolvidos no desenvolvimento de embalagens, bem como tornar-se em uma ferramenta opcional a gestão de embalagens nas montadoras. Ou seja, por hoje não haver no mercado ferramentas baratas de uso massificado para auxílio no desenvolvimento e gestão de embalagens na indústria automobilística, surge a possibilidade de elaboração de uma metodologia integradora que seja aderente às diversas áreas dentro de uma montadora.

Assim, espera-se que este estudo possa abrir novas possibilidades para novas pesquisas na área de desenvolvimento e de gestão de embalagens voltadas à indústria automobilística e ao método AHP-GDM com foco na tomada de decisão em grupo.

#### **1.4.1 Relevância prática**

Considerando a relevância prática do tema, verificou-se que na maioria das vezes, as diferentes escolhas de embalagens adotadas pelos especialistas da área acabam não convergindo para a visão de seus gestores e de seus stakeholders. Ou seja, cria-se uma espécie de “litígio” entre seus diferentes pontos de vista, mesmo que ambos atores ambicionem o atingimento de um mesmo alvo, que é a melhoria do empacotamento das peças.

Com isso, na tentativa de “equalizar” o que é considerado importante para as partes envolvidas e respeitando os seus respectivos graus hierárquicos no âmbito institucional, este estudo busca propor um modelo de suporte à tomada de decisão em grupo, ao propor a criação de um indicador de desenvolvimento de embalagens, que agrega de maneira ponderada as opiniões dos envolvidos no desenvolvimento de embalagens atuantes nas diversas montadoras de veículos ao redor do mundo, de modo a simplificar as discussões e a forma de medir o desempenho de uma embalagem frente as demais, comparando-a quantitativamente, por meio de um índice (que traduz em números

os critérios qualitativos envolvidos no desenvolvimento de embalagens) que possibilita o ranqueamento dessas escolhas, através de um procedimento metodológico pré-estabelecido.

#### **1.4.2 Relevância teórica**

Considerando a relevância teórica do tema, este trata-se de um tema ainda pouco abordado na literatura científica, pois, por se tratar de um assunto bastante específico e restrito (nichado) a um grupo de especialistas, segundo Da Cruz *et al.* (2023), poucos títulos foram publicados até o momento.

Com isso, este estudo se propõe a entregar uma solução para o problema de pesquisa, tornando-se uma fonte bibliográfica que de certa forma possa vir a ser explorada por outros pesquisadores e/ou demais interessados pelo tema, contribuindo ainda mais para o enriquecimento de seus conhecimentos sobre o tema. Possibilitando a elaboração de futuras pesquisas científicas como esta, ou para auxílio em seu ambiente profissional.

Adicionalmente, o artigo científico ora intitulado como “Desenvolvimento de embalagens para o acondicionamento e transporte logístico de autopeças: um estudo bibliométrico”, elencado como um dos produtos desta dissertação (vide Tabela 15, localizada no Capítulo 10), vem a corroborar com esta proposta, pois, por se tratar de um levantamento bibliométrico, espera-se que ele permita aos especialistas terem acesso a uma listagem (curadoria) de documentos relacionados ao assunto.

O que de certa forma tende a facilitar a geração de novos artigos, a elaboração de futuras pesquisas científicas como esta, a ampliação dos conhecimentos a respeito do tema ou servindo de apoio para os especialistas em seus respectivos ambientes de trabalho.

#### **1.4.3 Relevância para a sociedade**

No âmbito da relevância do estudo para a sociedade, enxerga-se como possibilidade a melhor utilização de recursos (matérias-primas, mão-de-obra e meio ambiente) e a promoção de ações sustentáveis nas organizações.

Uma vez aplicado os conceitos supracitados, no desenvolvimento de embalagens em montadoras de automóveis, espera-se haver uma maior racionalidade quanto ao uso de recursos, que possibilitaria redução nos seguintes itens: desperdícios de peças, descartes de materiais no meio ambiente, redução de danos relativos à ergonomia dos operadores de logística e de produção, além da possibilidade de redução do custo final da operação (custo por veículo produzido).

Juntos, estes fatores contribuem para o uso consciente de recursos, que por sua vez amenizam os danos e impactos negativos ao meio ambiente e promovem uma melhoria das condições de trabalho dos operadores de linha de produção (ergonomia, produção limpa, redução na geração de resíduos), bem como na promoção da oferta de veículos mais baratos à sociedade de um modo geral.

### **1.5 Interdisciplinaridade**

O desenvolvimento de embalagens para o transporte de autopeças é uma atividade complexa e envolve a intersecção de conhecimentos de diferentes disciplinas para que se alcance uma visão mais holística e global sobre os processos a que as embalagens, ao longo de seu ciclo de vida, estão sujeitas nas plantas das montadoras e de seus fornecedores – considerando: desde a identificação da sua necessidade; a sua conceituação; o seu desenvolvimento; a sua construção; a sua aplicação; o seu uso/utilidade; a sua movimentação/circulação; a sua gestão; além de seu descarte e/ou reutilização.

Ou seja, para a definição de uma embalagem que transportará uma dada autopeça que será utilizada na montagem de um veículo em uma montadora, é requerido, tanto um arcabouço intelectual dos especialistas envolvidos em seu desenvolvimento, no que diz respeito às suas faculdades, quanto um conhecimento tácito e informal, ligado as suas habilidades e experiências obtidas/vividas ao longo de suas trajetórias profissionais.

Apesar da expectativa em relação à máxima de que profissionais mais experientes, erram menos em suas definições, porém, isto não é uma verdade absoluta nesta área, pois pontos de vistas diferentes, inclusive os oriundos de profissionais com menos vivência na área, podem vir a contribuir ainda mais para melhoria da definição de embalagem, ou até mesmo para contrapor uma decisão, estabelecendo um debate ou uma discussão a

respeito.

Partindo deste princípio (de modo geral), as embalagens em questão, utilizadas no fluxo de fornecimento de autopeças, são definidas em conjunto com outras áreas da empresa, além dos Departamentos de Engenharia de Embalagens das montadoras e de seus fornecedores. Ou seja, antes da tomada de decisão acerca da definição final de uma embalagem, geralmente ocorre um debate visando o estabelecimento de um consenso e/ou de um consentimento das partes envolvidas (stakeholders), em que são postos/discutidos os requisitos e os atributos necessários para a garantia do fornecimento das peças.

Portanto, outros departamentos devem preparar as informações básicas necessárias para a mudança da embalagem (MOURA; BANZATO, 2010).

De modo geral, estas partes envolvidas estão relacionadas as seguintes áreas: ergonomia, qualidade, manufatura/produção, engenharia de produto, engenharia de processos, finanças (custos), transportes, logística interna, entre outras. Que por sua vez, são responsáveis por apontarem as informações necessárias para a adequação da embalagem ao processo produtivo e vice-versa.

Essas informações, por sua vez, são analisadas e discutidas pelos membros do departamento de operações, antes de serem submetidas ao departamento de embalagem para a decisão final sobre as mudanças (MOURA; BANZATO, 2010).

O que ressalta a importância de haver um debate interdisciplinar entre elas, para que argumentem para além de seus anseios institucionais (ligados aos setores aos quais estão diretamente envolvidos), os seus aspectos técnicos relacionados a sua área de especialização, contribuindo para o estabelecimento de um consenso de grupo; cabendo aos especialistas em embalagens traduzirem estas entrelinhas sob a forma de um conjunto final (embalagem mais autopeças), que seja mais harmonioso e esteja alinhado com as necessidades inerentes ao processo de produção de veículos em suas montadoras.

Por fim, além dos aspectos técnicos e operacionais já citados, a questão hierárquica também influencia nesta tomada de decisão, uma vez que os processos precisam, estar sob controle, serem geridos de maneira eficaz e integrada e estarem alinhados/comprometidos com os anseios da alta gestão.

Assim, para promover a união destes três aspectos (técnico, operacional e gerencial), entra em foco a carência dos profissionais da área de desenvolvimento de embalagens, acerca da importância de identificarem ou criarem opções de ferramentas que garantam estes alinhamentos de modo consensual.

### **1.6 Limitações do estudo**

O campo do desenvolvimento de embalagens na indústria automobilística, apesar de ser uma área de atuação pouco discutida em termos científicos, é, em termos práticos, uma área bastante relevante, principalmente no âmbito das operações industriais que envolvem a montagem de um veículo, uma vez que as embalagens são responsáveis pelo transporte adequado das peças de montagem desde a linha de produção de seus fornecedores de componentes à borda de linha de montagem da montadora, passando por um ou vários modais de transporte.

Portanto, sabendo-se que a literatura acadêmica ainda é incipiente, mas crescente nos últimos anos, conforme constatado por Da Cruz *et al.* (2023), em seu estudo, onde, após a aplicação de diversos filtros bibliométricos, como: artigos e autores mais citados, revistas e congressos que mais publicam e países de origem das instituições, foi identificada esta lacuna de pesquisa.

Em complemento a consulta feita a este levantamento bibliométrico, foi realizado uma busca nos documentos encontrados, com vistas a identificar os conceitos e as práticas utilizadas nas diversas fases de desenvolvimento de embalagens, acerca dos trabalhos encontrados.

Estes documentos serviram para suportar a construção da equação que rege e/ou calcula o indicador de desempenho de embalagens, levando-se em consideração os critérios pré-estabelecidos como importantes para os especialistas da área.

Desta forma, o modelo de indicador que fora proposto nesta pesquisa, caracteriza-se como um modelo que pode ser utilizado como ponto de partida para a definição de uma forma de medir o desempenho de embalagens em uma empresa montadora de veículos.

No entanto, a versão apresentada neste estudo, pelo menos em termos organizacionais, ainda se trata de um modelo ainda não aplicado (em um caso real), que

carece de análises e validações internas, relativas as opiniões dos especialistas e gestores de uma possível empresa interessada em sua implementação, para então, em seguida, ser adotado, testado e validado por completo.

Apesar do modelo ser generalista, podendo atender à necessidade de diversas montadoras, devido a sua baixa complexidade de implementação (inexistência de cálculos matemáticos complexos e de aquisição de equipamentos específicos), esta característica (generalista) torna-o uma ferramenta capaz de estabelecer comparativos entre os valores obtidos para as peças comumente utilizadas por duas ou mais plantas fabris, sejam elas concorrentes ou não (dentro do mesmo grupo empresarial), promovendo assim os princípios do benchmarking (reciprocidade, analogia, medição e validade) e de melhoria contínua.

Por fim, como ainda se trata de um estudo ainda não aplicado, surge a necessidade de validá-lo de forma prática em uma amostra de peças (e em empresas), fato que justifica a necessidade de desenvolvimento de trabalhos suplementares a este.

### **1.7 Delimitação do estudo**

A presente dissertação delimita-se a estudar a empresa objeto de estudo, no caso uma montadora de veículos, localizada na Região Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, especificamente o seu Departamento de Engenharia de Embalagens. A fim de desenvolver uma metodologia quantitativa de mensuração (indicador) de desempenho das embalagens utilizadas no fornecimento de autopeças às montadoras de veículos interessadas em sua utilização, seguindo os critérios estabelecidos de forma consensual (em grupo).

Portanto, trata-se de um estudo exploratório-experimental, com vistas a propor uma ferramenta alternativa às atividades dos especialistas em Engenharia de Embalagens, no que tange às suas atividades de desenvolvimento e melhorias de embalagens.

Com isso, espera-se que o modelo desenvolvido ao longo deste estudo, seja escalável e aplicável a outras montadoras de veículos e a outros fluxos de fornecimento de materiais presentes nas diversas cadeia de suprimentos de seus fornecedores de peças e até mesmo de outras montadoras. Estabelecendo benchmarking e permitindo aos especialistas, compararem por meio de um parâmetro, o seu projeto de embalagem com as

demais peças de montagem utilizadas em outras áreas dessas empresas.

### **1.8 Estrutura da dissertação**

O presente estudo está dividido em 8 capítulos, a partir desta introdução. O capítulo 2 apresenta os resultados de uma pesquisa bibliométrica desenvolvida pelo autor, em um estudo anterior, acerca do tema abordado na presente pesquisa. O capítulo 3 detalha a revisão da literatura (revisão teórica), destacando os tópicos relacionados ao contexto da pesquisa. O capítulo 4 descreve a metodologia e as etapas realizadas para a construção da pesquisa. O capítulo 5 introduz de maneira sucinta o cenário de aplicação do estudo de caso, além de detalhar o que foi desenvolvido e obtido de maneira parcial em cada uma das etapas de modelagem. Já o capítulo 6, dedica-se a apresentação e discussão dos resultados alcançados. Enquanto que no capítulo 7 são apresentadas as conclusões acerca da pesquisa, bem como as possíveis alternativas de trabalhos futuros, a serem desenvolvidos a partir do presente estudo. Por fim, no capítulo 8 são apresentados os produtos gerados ao longo da construção desta pesquisa (dissertação).

## 2 BIBLIOMETRIA

A bibliometria trata de um conjunto de técnicas cujo objetivo é quantificar o processo de comunicação escrita (QUEVEDO-SILVA *et al.*, 2016).

A análise bibliométrica está se tornando uma metodologia fundamental para a análise de pesquisas e se originou no campo da biblioteconomia e da ciência da informação (MERIGÓ; YANG, 2017).

No entanto, para que tal análise seja possível, é necessário selecionar os documentos que serão utilizados como amostra do estudo. Uma vez que, os métodos bibliométricos utilizam a abordagem quantitativa para descrever, avaliar e monitorar pesquisas já publicadas sobre determinado assunto (ROSADO; DE SOUZA, 2021).

Assim, com o intuito de identificar as lacunas, as pesquisas mais relevantes relacionadas ao tema central desta pesquisa e para construção deste tópico, foi considerado como base os resultados encontrados no estudo de Da Cruz *et al.* (2023), que trata-se de um estudo bibliométrico voltado objetivamente a identificação de trabalhos relacionados ao desenvolvimento de embalagens utilizadas no acondicionamento e transporte de autopeças.

Neste mesmo estudo, de Da Cruz *et al.* (2023), os autores utilizaram a seguinte string de pesquisa: (*package\* OR packaging\* OR pallet\* OR container\**) AND (*transport\* OR logistic\* OR suppl\* OR “SCM” OR “supply chain” OR “supply chain management”*) AND (*automotive\* OR automaker\* OR automob\* OR automanufact\**), que foi aplicada às bases de buscas *Scopus* e *Web of Science* em janeiro de 2023.

Com isso, após adicionados alguns filtros, descritos nos passos realizados, foram encontrados um total de 120 documentos, que por sua vez foram submetidos às análises bibliométricas.

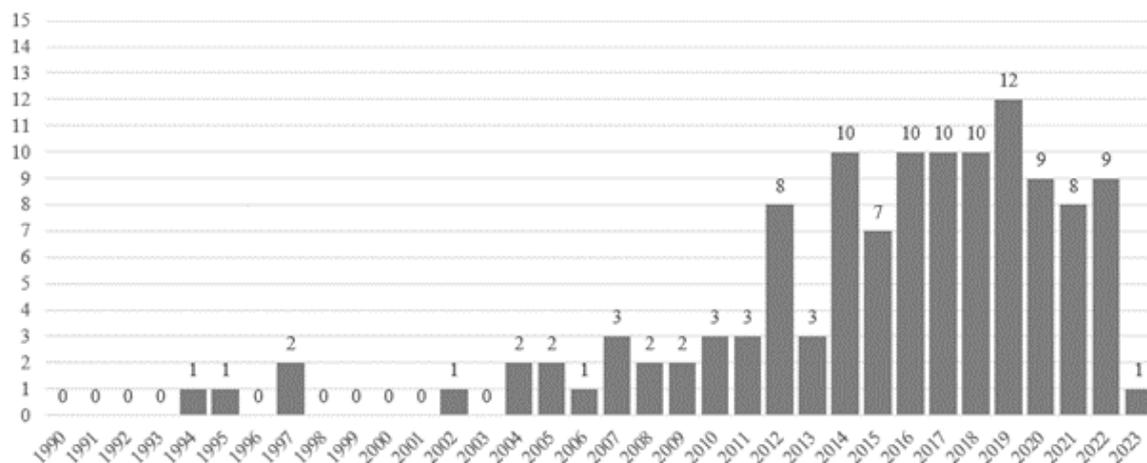
Assim, de modo complementar, a amostra de 120 documentos analisados no estudo bibliométrico de Da Cruz *et al.* (2023), constam sob a forma de lista no Apêndice A desta pesquisa.

## 2.1 Publicações por ano

Dentre as observações realizadas, está a análise sobre a evolução do tema central da pesquisa ao longo dos anos.

Neste sentido, o Gráfico 01, a seguir, aponta um crescimento do tema nos últimos anos, principalmente no período compreendido entre os anos de 2012 a 2022.

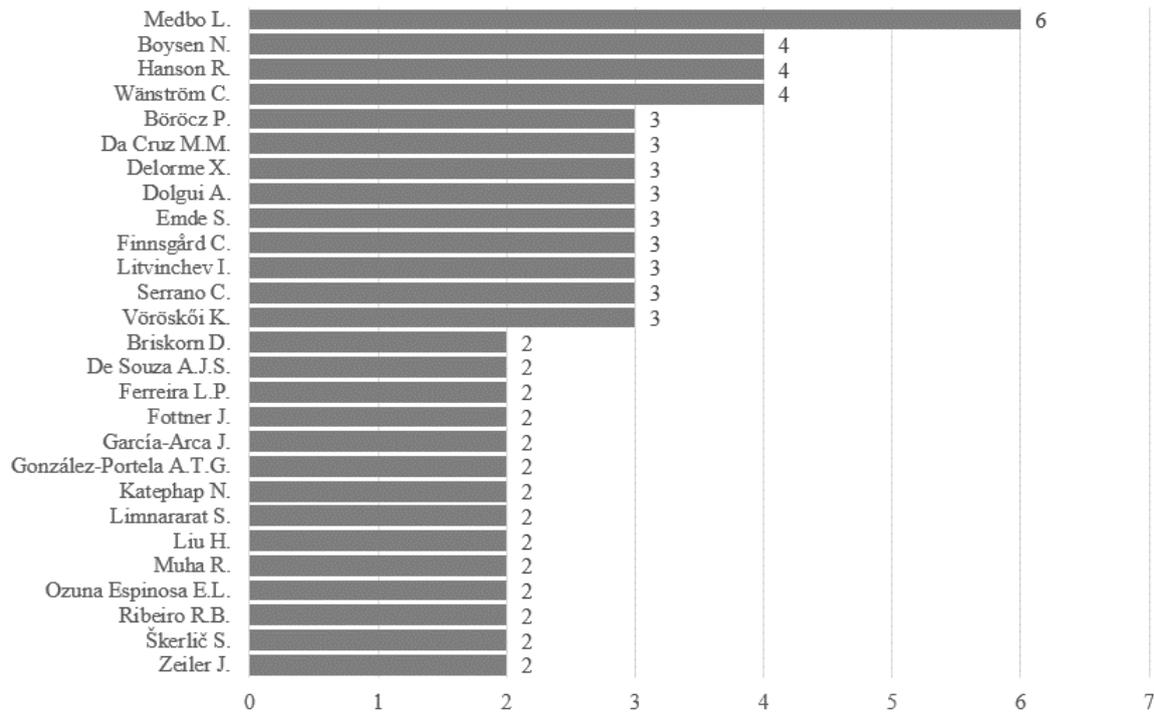
Assim, considerando essa tendência positiva de crescimento do tema ao longo dos últimos anos, este torna-se uma assunto interessante de ser abordado (DA CRUZ *et al.*, 2023).



**Gráfico 01** - Distribuição de publicações por ano  
Fonte: Da Cruz *et al.* (2023)

## 2.2 Publicações por autor

Uma outra observação realizada, no estudo de Da Cruz *et al.* (2023), está a análise quantitativa de documentos publicados por autor, considerando apenas os autores com no mínimo 2 documentos publicados, apresentada no Gráfico 02, a seguir.

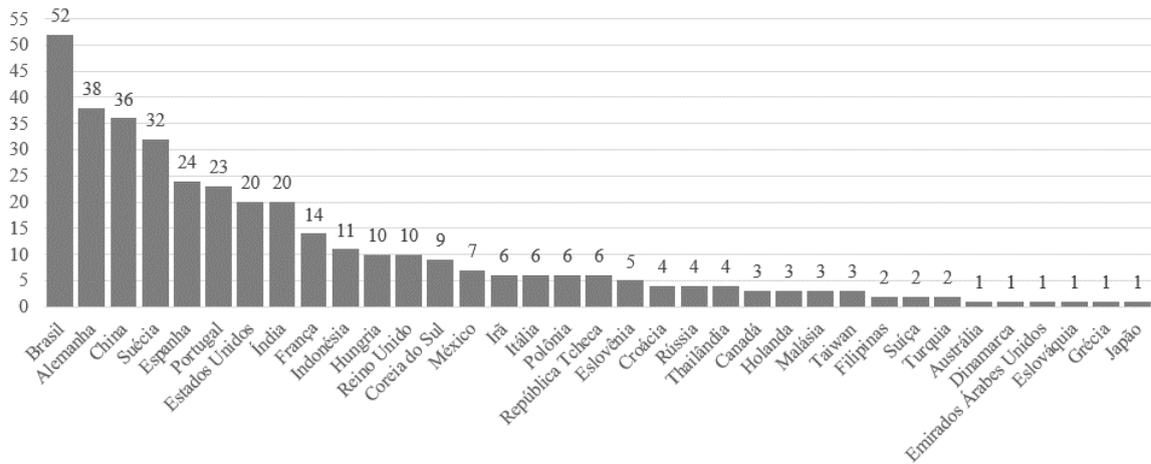


**Gráfico 02** - Distribuição de publicações por autor  
 Fonte: Da Cruz *et al.* (2023)

Esta análise auxilia a identificação dos autores que mais contribuíram com o tema ao longo destes últimos anos.

### 2.3 Publicações por países de origem das afiliações dos pesquisadores

Para além das análises acerca da evolução anual dos documentos publicados e da distribuição por autores, destaca-se a análise acerca da distribuição das instituições/organizações que mais contribuíram para o tema, conforme os seus respectivos países de origem, vide Gráfico 03, a seguir.



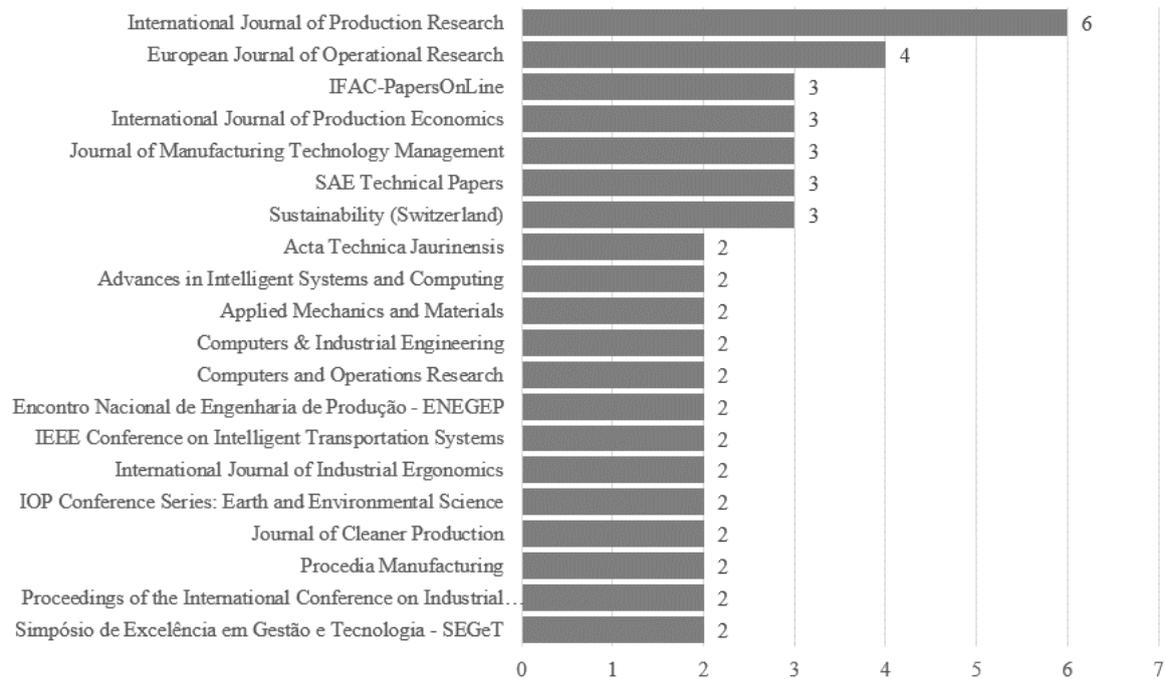
**Gráfico 03** - Distribuição das instituições/organizações conforme seus países de origem (afiliações)  
Fonte: Da Cruz *et al.* (2023)

Apesar da maioria das afiliações apontarem o Brasil como o principal contribuinte para o tema, com um total de 52 instituições/organizações, outros países também estão bem representados em termos quantitativos.

Por conseguinte, conforme destacado por Da Cruz *et al.* (2023), as afiliações estão distribuídas em 35 países diferentes, porém, a dominância europeia é notável, com: Alemanha (em 2º lugar), Suécia (em 4º lugar), Espanha (em 5º lugar), Portugal (em 6º lugar) e França (em 9º lugar).

#### **2.4 Publicações por revistas e congressos científicos (*journal/conference*)**

Com o fito de identificar as revistas e congressos científicos que mais publicaram acerca do tema central, Da Cruz *et al.* (2023) também abordaram esta análise de forma gráfica, levando-se em consideração apenas os *journals* e *conferences* com no mínimo 2 documentos publicados, vide Gráfico 04, a seguir.



**Gráfico 04** - Distribuição de publicações por *journal* ou congresso científico  
 Fonte: Da Cruz *et al.* (2023)

Destarte, os journals intitulados como “*International Journal of Production Research*” e “*European Journal of Operational Research*”, encontram-se em posição de destaque quanto ao número de documentos publicados ao longo do período analisado.

Assim, diante do que fora observado nas diversas análises realizadas por Da Cruz *et al.* (2023), em seu estudo, o tema em questão revelou-se como um assunto relevante, devido a lacuna identificada na literatura pesquisada.

### **3 REVISÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta a revisão teórica referente aos principais tópicos abordados na presente pesquisa.

#### **3.1 Logística de materiais e gerenciamento da cadeia de suprimentos**

Logística é uma operação integrada para cuidar de suprimentos e distribuição de produtos de forma racionalizada, o que significa planejar, coordenar e executar todo o processo, visando à redução de custos e ao aumento da competitividade da empresa (VIANA, 2012).

Ou seja, sua missão é colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível (BALLOU, 2012).

Em face do quadro de mudanças no cenário econômico, a Logística surge como ferramenta fundamental a ser utilizada para produzir vantagens competitivas (VIANA, 2012).

No entanto, para que estes objetivos sejam alcançados, é requerido um grau de especialização dos profissionais atuantes nesta área, os administradores de materiais, seja para que estes possam melhor gerir o fornecimento dos materiais, quanto para que possam propor novas soluções criativas e disruptivas ao processo.

Acerca dos principais desafios dos atuais administradores de materiais, Viana (2012), cita um conflito clássico ocorrido em seu dia-a-dia, onde o setor financeiro quer reduzir o custo da manutenção do estoque por meio da fabricação frequente de pequenos lotes, enquanto a gerência de produção quer reduzir as despesas com a preparação da maquinaria, sem interrompimento das operações, mediante fabricações prolongadas e espaçadas.

Surge então um dilema a ser administrado pelo administrador de materiais, lidar com os interesses pessoais das partes envolvidas e com as premissas e restrições inerentes aos processos que os mesmos administram, adequando os seus procedimentos conforme às escolhas estratégicas das organizações nas quais estão inseridos.

Tomando como inspiração o sistema japonês de administração, que tem como técnica apenas 30% de sua força total, pois 70% são comportamentais, ou seja, leva em consideração a adoção de um sistema de participação dos funcionários na vida e no progresso da empresa (VIANA, 2012), modelos desenvolvidos a partir desta filosofia, mais integrativa em termos organizacionais, podem gerar bons frutos às empresas.

Similarmente a este pensamento, tem-se o conceito de sistema total, que segundo Ballou (2012), representa uma filosofia para gerenciamento da distribuição que considera todos os fatores afetados de alguma forma pelos efeitos da decisão tomada.

Acerca do conceito de sistema total, Ballou (2012) cita, que o enfoque deste sistema é a observação dos problemas de distribuição em termos abrangentes, para descobrimento de relações que, caso estejam negligenciadas, possam levar a decisões subótimas. Complementarmente, o autor, comenta que este enfoque, é particularmente importante na logística, porque a administração logística relaciona-se diretamente com muitas outras áreas funcionais dentro e fora dos limites legais da empresa.

A teoria dos sistema popularizara o conceito de otimização do sistema, visto como um todo, por oposição à subotimização de uma ou algumas de suas partes (MACHLINE, 2011). Assim, compete à Logística de Materiais, seguir as premissas técnicas de fornecimento de materiais, a missão de lidar com conflitos de interesses e o estabelecimento de decisões consensuais entre as partes envolvidas/interessadas.

### **3.2 Logística reversa**

Em termos de definição, conforme Brasil (2010), artigo 3º, inciso XII da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Logística Reversa significa: “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

A Logística Reversa é um conceito em ascensão nas últimas décadas e que não vem sendo assumido de forma compromissada pelas empresas (DA SILVA; MARTINS, 2019). Porém, a sua implementação acaba gerando impactos ambientais positivos sobre o meio ambiente, seja pela elevação do grau de reutilização dos materiais empregados sob a

cadeia de suprimentos, devido a possibilidade de emprego de materiais retornáveis ao fluxo, ou acerca da correta destinação de seus resíduos finais.

A responsabilidade estendida de fabricantes e importadores em relação aos produtos após sua vida útil e embalagens está tornando-se cada vez mais comum em todo o mundo, e o rigor das legislações ambientais tem impulsionado as ações de concretização dos Sistemas de Logística Reversa (SLR) (COUTO; LANGE, 2017).

Em termos de Brasil, a regulamentação dos Sistemas de Logística Reversa, que abrange, inclusive, as embalagens industriais, vem ganhando força nos últimos anos, principalmente, após a sanção da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, criada com vistas a trazer uma visão compartilhada sobre o ciclo de vida dos produtos, atribuindo responsabilidades individualizadas e interligadas entre todos os agentes de um sistema produtivo.

Portanto, até 2010, a gestão dos produtos pós-consumo e embalagens não contava com nenhum instrumento legal, no âmbito nacional, que disciplinasse e uniformizasse as obrigatoriedades e os procedimentos a serem adotados (COUTO; LANGE, 2017). No entanto, após a sanção da Lei – Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Já em termos econômicos, muitas empresas têm reconhecido o impacto econômico oferecido pela logística reversa, onde sua eficácia poderia melhorar os resultados da empresa; remanufatura, reparação e reciclagem têm se mostrado impactante no valor de recuperação da empresa (DA SILVA; MARTINS, 2019). Algo que faz da Logística Reversa ser tratada como uma forma oportuna de satisfazer a necessidade de redução de custos sobre os negócios, aumentando a sua lucratividade, uma vez que, os materiais podem ser reutilizados/reaproveitados não somente em seus próprios ciclos produtivo, como também em outros.

Além desses aspectos, no que tange a sua importância ambiental, a Logística Reversa também contribui para a redução de resíduos a serem gerados ao longo dos ciclos produtivos, promovendo a implementação de práticas sustentáveis nas organizações. Pois a logística reversa e os processos reversos enfatizaram a logística ecológica, o que

significa a adição das questões ambientais em estratégias logísticas, incluindo retorno de produto, reciclagem, descarte, reforma, reparo e remanufatura (DA SILVA; MARTINS, 2019). A Logística Reversa é, portanto, importante como estratégia de negócios sustentáveis e lucrativos (COUTO; LANGE, 2017).

### **3.2.1 Logística reversa na indústria automobilística**

A aplicação de logística reversa na indústria automotiva tem sido cada vez mais importante (DA SILVA; MARTINS, 2019) e estudada – vide estudos de (DA CRUZ; CAIADO; SANTOS, 2022; DA SILVA; MARTINS, 2019; KATEPHAP; LIMNARARAT, 2016; NUNES; ROCHA; SELBITTO, 2014).

Dentre outras situações, uma das aplicações da logística reversa na indústria automobilística parte do uso de embalagens retornáveis.

Para Da Silva e Martins (2019), o desempenho da logística reversa na área da indústria automobilística pode ser identificado em quatro áreas: o retorno do produto na logística reversa; o automóvel na logística reversa; a economia e proteção ambiental nos processos de fabricação; a reciclagem de resíduos em logística reversa.

Com base na atual demanda por desenvolvimentos ambientais nos negócios, destacam-se os estudos sobre logística reversa com foco na atividade de embalagens industriais (KATEPHAP; LIMNARARAT, 2016). Uma vez que, um dos elementos presentes em fluxos de retorno, que é responsável por expressiva geração de resíduos sólidos, são as embalagens industriais (NUNES; ROCHA; SELBITTO, 2014).

Assim, dentre as diversas aplicações da logística reversa neste setor, está a adoção de embalagens mais sustentáveis para o transporte logístico das peças utilizadas nas montagens dos veículos.

### **3.3 O uso de embalagens na indústria automobilística**

Na indústria automotiva a principal função da embalagem é a proteção de produtos e peças otimizada pelos custos totais de logística (PÁLSSON; FINNSGÅRD; WÄNSTRÖM, 2013).

Para Garcia-Arca *et al.* (2021), a embalagem pode e deve ser considerada um dos elementos-chave que promovem o desempenho da cadeia de abastecimento em termos de eficiência e sustentabilidade.

No ramo automobilístico, os lançamentos de novos veículos têm, de uma maneira geral, se atualizado pelo menos uma vez ao ano, ou seja, para os responsáveis em determinar o tipo de embalagem a ser utilizado no fluxo logístico há sempre a necessidade de analisar, definir e implementar novos conceitos de embalagens (ALMEIDA, 2016), abrindo caminho para o desenvolvimento de embalagens menos agressivas em termos ambientais, por exemplo as embalagens retornáveis.

No caso da indústria automobilística, as embalagens são utilizadas e movimentadas frequentemente para promover o trânsito de autopeças entre fornecedores e montadoras. Portanto, as próprias embalagens, quando retornáveis, acabam sendo consideradas um ativo físico utilizado para a movimentação de peças e componentes entre os fornecedores e as linhas de montagens de veículos.

Para Alegre *et al.* (2015), as atividades produtivas, em sua maioria, dependem de modo crítico dos seus ativos, pois, para que estas mesmas atividades sejam eficientes e sustentáveis, é fundamental assegurar que os seus ativos sejam geridos de modo racional e sistêmico nas organizações.

Neste sentido, a indústria automobilística também contribui para a sua implantação dos ideais de sustentabilidade nas organizações, principalmente no tange as embalagens.

A exemplo o estudo de Da Cruz *et al.* (2022), em que é proposto um indicador para monitoramento e gestão de resíduos industriais oriundos de embalagens utilizadas na indústria automotiva, e o estudo de Da Cruz e De Barros (2016), em que é estudado a possibilidade de retorno de pallets de madeira, mesmo que tipicamente classificados como materiais descartáveis a luz da operação logística, gerando ganhos e benefícios financeiros para a organização objeto de estudo.

Exemplos que favorecem, para além da melhoria de processos organizacionais, a implementação de um modo ecologicamente seguro, voltado ao reuso, a reciclagem e ao descarte adequado de resíduos.

Para Garcia-Arca *et al.* (2021) *apud* García-Arca *et al.* (2014), a logística de embalagens sustentáveis poderia ser definida como “o processo de projetar, implementar e controlar os sistemas integrados de embalagem, produto e cadeia de suprimentos, a fim de preparar mercadorias para manuseio, transporte, distribuição, armazenamento, varejo, consumo, recuperação, seguro, eficiente e eficaz, reutilização ou descarte, e informações relacionadas, com o objetivo de maximizar o valor social e para o consumidor, as vendas e o lucro a partir de uma perspectiva sustentável e em uma base de adaptação contínua”.

Portanto, a gestão de embalagens retornáveis é uma questão importante na logística de peças automotivas, especialmente para a indústria automotiva que enfrenta pressão de redução de custos (ZHANG *et al.*, 2015).

Para Finazzi Santos e Porto (2013), ao proceder com a eliminação de resíduos e de desperdícios, permitirá às empresas, reduzirem os seus custos, aumentarem a sua produtividade e eficiência e, por consequência, sua lucratividade – contribuindo, para a estratégia de obtenção de vantagens competitivas lastreadas em custos, que consequentemente, acabaria evitando a adoção de negócios ambientalmente arriscados (redução do risco de passivos ambientais).

No entanto, lamentavelmente, muitas empresas nem sequer possuem mecanismos contábilísticos que sejam “sensíveis” o suficiente para tornar estes custos visíveis ou transparentes em termos de decisões de design de embalagens (GARCIA-ARCA *et al.*, 2021).

### **3.4 Tipos de embalagens utilizadas na indústria automobilística**

Entre as funções que as embalagens podem exercer estão a contenção, a proteção, a comunicação e utilidade (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007). E de modo geral, os sistemas de embalagem industrial são usados em ambientes business-to-business para fornecimento de materiais ou movimentação de produtos industriais (SILVA; PÅLSSON, 2022).

Assim, as embalagens além de conter e proteger o produto devem ser projetadas de forma a facilitar as operações logísticas de movimentação, armazenagem e transporte, de modo a tornar estas mais eficientes (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007). Ou seja, devem ser elaboradas com o intuito de causar o mínimo de impacto negativo ao fluxo

logístico.

Nas operações de movimentações interfábricas o uso de embalagens de movimentação padronizadas e adequadas ao processo, favorece o fluxo rápido destes materiais e conseqüentemente a redução de estoques na cadeia de suprimentos (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007). Deste modo, a fase de concepção e desenvolvimento de embalagens industriais requer uma análise abrangente de todas as implicações do ciclo de vida da embalagem (SILVA; PÁLSSON, 2022).

Portanto, os projetos de embalagem devem considerar como embalar o produto para uma melhor movimentação, para causar menos danos, para melhor utilização da mão-de-obra, equipamentos, espaço físico e para a melhor interação com outras funções do sistema como armazenagem e transporte (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007), além de levar em conta o seu ciclo de vida em termos de utilidade e durabilidade.

As embalagens são amplamente consideradas como tendo um grande impacto no desenvolvimento sustentável (PÁLSSON; HELLSTRÖM, 2023); e economias podem ser conseguidas pelo uso de unidades de movimentação mais compactas que requerem menor número de viagens para o mesmo volume de mercadoria, e pela maior utilização do espaço para estocagem, possibilitada por maiores alturas de empilhamento ou maior densidade de armazenagem (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007), provocando benefícios ligados a redução de resíduos, otimização das áreas dedicadas a estocagem e dos custos de transporte relacionados ao trânsito de materiais entre as empresas.

A relação entre custos de transporte e inventário/armazenamento é complexa (SILVA; PÁLSSON, 2022). Algo que é afetado diretamente pelas embalagens, já que elas determinam as dimensões e a altura de estocagem tanto nos armazéns quanto nos modais de transporte utilizados.

Entre as características daquelas embalagens que são retornáveis, destacamos como importantes o fato de que quando não desmontáveis ocupam o mesmo espaço quando vazias ou cheias, que o seu uso implica em custo de transporte para retorno e que requerem manutenção e conservação constante (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007). No entanto, na indústria automobilística, são utilizadas algumas embalagens retornáveis que são dobráveis, desta forma, estas embalagens acabam reduzindo o impacto do custo logístico de retorno.

### 3.4.1 Embalagens retornáveis

Na logística de peças automotivas, embalagens retornáveis de plástico ou metal (incluindo paletes, contêineres, *racks*) são utilizadas pela maioria das empresas (ZHANG *et al.*, 2015), justamente por possuírem um vida útil mais longa em relação as embalagens descartáveis, além de serem, sob o ponto de vista ambiental, uma alternativa mais sustentável às operações.

Os contêineres reutilizáveis são carregados com produtos e enviados ao destino, depois o contêiner vazio é enviado de volta ao mesmo fornecedor, reabastecido com produtos e esse ciclo é repetido indefinidamente em um circuito fechado (VÖRÖSKÖI; BÖRÖCZ, 2019). Conforme Twede e Clarke (2005), os tamanhos dessas embalagens variam desde contêineres manuseados manualmente até a contêineres intermediários para transporte a granel, com tamanho de paletes de carga. Outro fato pontuado pelos autores, diz respeito a tendência ao uso de embalagens plásticas neste fluxo, justamente pela facilidade inerente ao seu desenvolvimento e por serem considerados recipientes leves e robustos.

Mas o uso de embalagens retornáveis está aumentando, impulsionado por uma série de fatores, incluindo maior padronização de transportadores de carga e mais conceitos de embalagens modulares (DA SILVA; MARTINS, 2019). No entanto, segundo Twede e Clarke (2005), as embalagens retornáveis além de perturbarem o equilíbrio tradicional de alocação de custos, requerem um grande investimento inicial, custos adicionais de transporte, uma infraestrutura para triagem de vazios e sistemas de rastreamento, gestão e controle de qualidade.

Assim, Zhang *et al.* (2015), corroboram deste mesmo pensamento ao afirmarem que as embalagens retornáveis podem ter custos mais elevados de aquisição, transporte e outros custos causados pela limpeza, reparação, armazenamento e gestão, etc. Estes mesmos autores complementam, dizendo que, além disso, a incerteza do fornecimento causada por danos, roubo ou extravio, incorrem em alguns custos adicionais, que por sua vez afetam diretamente o fornecimento de peças.

Como o exemplo levantado por Vöröskői e Böröcz (2019), quando as embalagens circulam em um sistema de ciclo aberto, em que alguns casos, as embalagens reutilizáveis são recolhidas num centro de tratamento de devoluções, onde são limpas, armazenadas e distribuídas para reabastecimento. Gerando custos e algumas dificuldades

de gerenciamento. Em contrapartida, por se tratarem de equipamentos retornáveis, ou seja, que são capazes de realizarem diversas viagens neste fluxo (fornecedor x montadora), de um modo geral, possuem um ciclo de vida maior, contribuindo para a sustentabilidade do sistema.

Para Katephap e Limnararat (2016), a época de seu estudo, o mercado ainda considerava a utilização de embalagens descartáveis, onde grandes e variadas quantidades de resíduos são gerados, mesmo sabendo que as embalagens retornáveis podem reduzir estes impactos, o consumo de recursos, eliminando desperdícios, resultando em ganhos de mercado. Não obstante, as embalagens retornáveis, sofrem deste problema somente ao se tornarem obsoletas ou inservíveis ao fluxo de transporte de peças entre o fornecedor e a montadora. Portanto, não estaria incorreto afirmar que estas embalagens possuem uma espécie de sobrevida.

Apesar de serem tidas como uma alternativa mais sustentável, estas embalagens (retornáveis) quando combinadas com elementos descartáveis, como invólucros plásticos, separadores de papelão, protetores de EVA e divisórias de papel, podem se tornar ambientalmente agressivas, considerando que a indústria automobilística produz um grande volume de veículos anualmente, escalando os possíveis impactos oriundos de suas operações.

Assim, cabem aos especialistas no desenvolvimento de embalagens, optarem por alternativas menos agressivas em termos ambientais, sem deixar de lado as óticas do desempenho operacional (em termos de integridade e da garantia da qualidade das peças transportadas), de tempo (reduzindo a complexidade de desenvolvimento das embalagens) e de custos (ao optar por embalagens mais simples, que são consideradas como itens de prateleira pelos fabricantes/fornecedores de embalagens).

### **3.4.2 Embalagens descartáveis**

Na ausência temporária de embalagens retornáveis, as embalagens descartáveis devem ser consumidas como uma alternativa cara, mas inevitável (NA; SIM; LEE, 2019). Já que o principal problema das embalagens descartáveis são os resíduos gerados após o uso, enquanto os custos relativos de produção são mais baixos (VÖRÖSKÓI; BÖRÖCZ, 2019).

Quanto as embalagens importadas, o fornecimento global de materiais geralmente é enviado usando embalagens de papelão ondulado descartáveis em paletes de madeira para um centro de distribuição onde as mercadorias são reembaladas em embalagens retornáveis (SILVA; PÅLSSON, 2022). No entanto, cria-se uma necessidade significativa de eliminação de resíduos, acrescenta um processo de reembalagem dispendioso e sem valor acrescentado ao sistema de fornecimento de peças e acarreta um risco potencial de contaminação durante o processo de reembalagem (LAI *et al.*, 2008).

Embora a embalagem descartável ainda seja amplamente utilizada, ela resulta em custos e consumo de recursos elevados (SILVA; PÅLSSON, 2022), justamente por ser um tipo de embalagem adequada para um único uso (VÖRÖSKÖI; BÖRÖCZ, 2019). Conforme destacam Twede e Clarke (2005), o uso de contêineres convencionais de papelão ondulado gera um custo de compra para os expedidores, um custo de descarte para os destinatários e afeta o custo de embalagem, manuseio, transporte, armazenamento, estocagem e desembalagem para todos os membros do canal. No entanto, há uma oportunidade de redução desses impactos de custos, sobre as operações que utilizam embalagens descartáveis. Como por exemplo o próprio papelão, que segundo Santos e Santos (2016), este material, tem como uma das mais fortes características, a possibilidade de reciclagem, podendo, inclusive, através de sua venda como resíduo, gerar lucro às empresas que o descartam adequadamente.

Deste modo, o debate sobre os impactos ambientais das embalagens descartáveis e retornáveis é complexo e muitos estudos visam esclarecer este paradoxo (SILVA; PÅLSSON, 2022).

### **3.5 Departamentos de Engenharia de Embalagens nas montadoras**

A complexidade na indústria de embalagem tem crescido a níveis tão elevados, abrangendo cada vez mais setores e atividades diversos, que tornou necessária uma especialização, conhecida como Engenharia de Embalagem (MOURA; BANZATO, 2010). De modo geral, as formações acadêmicas dos especialistas atuantes nesta área estão relacionadas aos cursos oriundos das seguintes cadeiras: engenharias, administração, logística (tecnólogos) e técnicos (mecânica, gestão da produção, administração).

Apesar de contar com profissionais capacitados, as áreas de Engenharia de Embalagens, especificamente no caso das montadoras de veículos, precisam contar com profissionais hábeis tecnicamente e capazes de interpretar todos os processos logísticos e de produção de forma holística, tanto na montadora quanto em seus fornecedores de peças.

Segundo Moura e Banzato (2010), a Engenharia de Embalagem trata-se de uma atividade na qual os princípios científicos e de engenharia são aplicados na resolução de problemas relativos a todas operações em que a embalagem é envolvida, como projetos, fabricação, embalagem, fechamento e preparação para embarque de um produto. Diante disso, os profissionais dos Departamentos de Engenharia de Embalagens atuantes nas empresas automobilísticas precisam estar em constante atualização, afim de estarem antenados às novas tendências e soluções propostas pelo mercado, tanto em termos de novos produtos (novos tipos de embalagens e de materiais empregados) e quanto da definição de novos fluxos de fornecimento de peças (novas estratégias de fornecimento de peças).

Há, portanto, uma grande necessidade de métodos mais seguros de decisões nesse setor, e isso é possível somente através de pesquisa, suficiente profundidade, para dar base às técnicas exigidas, por meio de envolvimento de vários setores da ciência (MOURA; BANZATO, 2010). Pois de acordo com Lai *et al.* (2008), hoje em dia, em muitas empresas, os objetivos ambientais ou de sustentabilidade ainda não estão quantificados na mesma medida que os objetivos operacionais, forçando aos gerentes de operações enfrentarem o desafio de tentar tomar decisões que atendam simultaneamente aos seus custos, qualidade e desempenho.

### **3.6 Métodos de tomada de decisão aplicados a solução de problemas multicritérios**

Nas últimas décadas, o MCDM tem sido uma ferramenta útil para a tomada de decisões acertadas (ALSHAHRANI *et al.*, 2024). Pois o ato de decidir, na maioria das vezes, é automático, e as escolhas são feitas diante de múltiplas alternativas que se apresentam no cotidiano (FAVRETTO; NOTTAR, 2016); e a solução de problemas, por exemplo, começa com a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação de sua eficácia (TRIPP, 2005).

Os métodos MCDM foram projetados para designar uma alternativa preferida, classificar alternativas em um pequeno número de categorias e/ou classificar alternativas em uma ordem de preferência subjetiva (MARDANI *et al.*, 2015); e segundo Alshahrani *et al.* (2024), numerosos investigadores usaram-no para atingir uma variedade de objetivos de tomada de decisão, como por exemplo, classificar e priorizar alternativas, além de avaliar facilitadores e barreiras em diversas áreas, como manufatura, construção, transporte, mineração, hotelaria e turismo, entre outras.

Assim, acerca dos principais métodos MCDM, Junior *et al.* (2022), listam os seguintes: *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), *Utilités Additives Discriminantes* (UTADIS), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Elimination and Choice Translating Reality* (ELECTRE), *Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) e *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Porém, segundo Salgado *et al.* (2011), todos os métodos executam, basicamente, os mesmos passos e utilizam a mesma ferramenta principal: a Matriz de Decisão; e segundo Wallenius *et al.* (2008), a época de seu estudo, o AHP foi identificado como o método de MCDM com maior número de publicações científicas. Fato que o põe em destaque em termos de popularidade e aplicabilidade em diversos estudos.

O AHP criado na década de 1970 por Thomas Saaty é um dos primeiros e mais utilizados MCDM e é aplicado em diversas áreas do conhecimento (JUNIOR; PIRATELLI; PACHECO, 2022), dada a sua característica de incorporar em sua análise critérios quantitativos e qualitativos (JUNIOR; PIRATELLI; PACHECO, 2022; MARDANI *et al.*, 2015). Esta técnica multicritério incorpora os aspectos intangíveis associados ao fator humano através do uso de comparações pareadas (AGUARÓN *et al.*, 2019); e em seu estudo, Mardani *et al.* (2015), identificou que 22,74% dos trabalhos analisados estavam relacionados a aplicação das técnicas e abordagens de MCDM em áreas ligadas a gestão da cadeia de suprimentos, gestão da qualidade, gestão da produção e sistemas de fabricação, remetendo a ideia de que alguns estudiosos anteriores têm utilizado os princípios do MCDM em suas publicações ligadas a estas áreas.

### **3.7 Tomada de decisão em grupo**

O pensamento e a tomada de decisão em grupo são ferramentas adequadas para reduzir possíveis erros na tomada de decisão e melhorar a eficiência das organizações (YAZDANI; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, 2012). Pois, até com “os mesmos” objetivos e circunstâncias, pessoas diferentes podem ter diferentes habilidades, intenções, cronogramas, níveis de apoio, modos de colaboração e assim por diante (TRIPP, 2005).

Para Zhang *et al.* (2019), a tomada de decisão em grupo visa resolver problemas não estruturados de tomada de decisão que requerem a participação de especialistas ou tomadores de decisão. Já para Moura e Banzato (2010), a decisão em grupo pode reduzir também a importância da tomada de decisão para cada homem, e até estabelecer uma proteção ao grupo, apesar da possibilidade de os grupos assumirem uma ideia fragmentada e produzir uma reação em cadeia, envolvendo diferentes pontos de vista, resultando em uma solução de embalagem realmente criativa.

Assim, considerando que um conjunto heterogêneo de interesses, pode afetar tanto os processos quanto os resultados a serem alcançados, surge a necessidade do estabelecimento de certas restrições com vistas a definir um conjunto de regras que reduza os níveis de ruídos gerados entre as diversas sessões/debates que possam vir a surgir em uma das etapas de uma tomada de decisão em grupo, e que geralmente são mediados por algum facilitador ou moderador. Pois a decisão em grupo é difícil, porque o julgamento de valores e a experiência de todos os indivíduos entram em cena (MOURA; BANZATO, 2010).

Portanto, um grupo de tomada de decisão precisa realizar uma discussão ampla e completa das questões antes de chegar a um consenso (ZHANG; KOU; PENG, 2019), já que muitas decisões sobre embalagens envolvem a seleção de alternativas de menor risco ou que estabeleçam o mínimo de arrependimento, uma vez que, mesmo as decisões concretas estão repletas de subjetividade, às custas de métodos de pesquisa, experiências de interpretação e da disposição de aceitar ou rejeitar resultados contrários aos nossos instintos (MOURA; BANZATO, 2010).

#### **3.7.1 AHP-GDM**

O AHP é um método eficaz para a tomada de decisão e que possibilita ao decisor identificar a melhor opção dentro das múltiplas alternativas possíveis, ajudando-o na

determinação das prioridades (FAVRETTO; NOTTAR, 2016). Pois no AHP, os pesos dos critérios e as prioridades das alternativas são obtidos com julgamentos, geralmente, fornecidos por especialistas (SALGADO *et al.*, 2011); além de ser uma técnica versátil e transparente que pode ser utilizada para avaliar diversos critérios ou alternativas (ALSHAHRANI *et al.*, 2024).

Conforme Favretto e Nottar (2016), a metodologia AHP, criada por Thomas Saaty, na década de 1980, visa auxiliar na tomada de decisão e tem como virtudes os seguintes tópicos:

- a) é aplicada a problemas com múltiplos atributos ou critérios hierarquicamente estruturados;
- b) analisa atributos quantitativos e qualitativos, incorporando a experiência e a preferência dos decisores;
- c) ordena a importância dos atributos e das alternativas;
- d) pode ser utilizada em situações complexas que exigem julgamentos subjetivos.

Além disso, o AHP é uma das ferramentas de apoio à decisão mais populares em GDM, envolvendo múltiplos atores, cenários e critérios (LIN *et al.*, 2022), tanto do ponto de vista teórico como prático.

Ao passo da popularidade do método AHP em GDM, surge, para alguns casos específicos de tomada de decisão, principalmente os que buscam o estabelecimento de um consenso entre um determinado grupo de especialistas, a necessidade de um procedimento complementar a ser utilizado como elemento diferencial para a construção de modelos. Já que segundo Mardani *et al.* (2015), os analistas de decisão de múltiplos critérios fornecem uma variedade de procedimentos de agregação; dentre eles o AHP-GDM, que trata-se de um método híbrido, que combina a metodologia AHP aos aspectos de agregação de julgamentos para uma tomada de decisão em grupo (GDM).

Acerca das críticas atribuídas pela academia à sua aplicação, Favretto e Nottar (2016) destacam, que apesar disso, a metodologia representa um diferencial competitivo diante das suas concorrentes, devido ao estímulo à interação entre várias pessoas, de diversas áreas, envolvidas na mesma estratégia, tornando o modelo muito mais sólido e completo. Neste sentido, estudos práticos como os de Salgado *et al.* (2011) e de Da Cruz

*et al.* (2022), que abordam o AHP-GDM em casos reais, vêm a contribuir para o avanço e para a disseminação deste método.

Como um dos problemas encontrados durante o processo MCDM é a escolha do procedimento de agregação para resolução do problema de decisão Mardani *et al.* (2015), a metodologia AHP-GDM tenta solucioná-lo através de uma matriz de consenso, que agrega de forma conjunta os julgamentos dos especialistas envolvidos na tomada de decisão. Pois, em suma, esta nova matriz de consenso tem, por construção, demonstrado um bom comportamento no que diz respeito à consistência, mas pode ser melhorada no que diz respeito à compatibilidade, entendida como a discrepância entre as posições individuais e a posição coletiva que as sintetiza (AGUARÓN *et al.*, 2019). Neste sentido, Yazdani e Tavakkoli-Moghaddam (2012) destacam a utilização de ferramentas como: *brainstorming*, diagrama de espinha de peixe e o método AHP; como ferramentas auxiliares e/ou complementares à redução de possíveis erros na tomada de decisão em grupo, contribuindo para melhoria da eficiência das organizações.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (METODOLOGIA)

Este capítulo visa apresentar os métodos utilizados para a concepção do modelo proposto e empregados ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

### 4.1 Classificação da pesquisa

O presente estudo classifica-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagens quantitativas e qualitativas sobre os dados e critérios de julgamentos. Quanto aos seus objetivos, enquadra-se como: um estudo exploratório, pois busca proporcionar uma maior familiaridade com a problemática exposta (GIL, 2002); e descritivo, por ter como foco a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2002).

Já quanto aos procedimentos, trata-se de um estudo de caso, que conta com a aplicação dos métodos de pesquisa bibliográfica, para embasamento do estudo e definições dos critérios a serem julgados, por meio de um *survey* (questionário) aplicado à especialistas da área em questão, inclusive o autor desta pesquisa (Pesquisa Participante), para a construção de um modelo de indicador de desempenho voltado para o desenvolvimento e gestão de embalagens utilizadas na logística de autopeças, ou seja, propor uma nova sistemática prática e aplicável de avaliação de embalagens aos especialistas da área (Pesquisa-Ação).

Para tanto, a pesquisa-ação requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa, de modo que, em maior ou menor medida, terá características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica (TRIPP, 2005).

Diante disso, a Figura 01, a seguir, ilustra de maneira simplificada a classificação metodológica da presente pesquisa.

NATUREZA	ABORDAGEM	OBJETIVO	PROCEDIMENTOS
Aplicada	Quantitativa	Exploratória	Pesquisa Bibliográfica
	Qualitativa	Descritiva	Estudo de Caso
			Pesquisa-Ação
			Pesquisa Participante
			Survey
			Modelagem

**Figura 01** - Classificação metodológica da pesquisa  
Fonte: Autor

Por fim, esta pesquisa consiste no desenvolvimento de um indicador de desempenho para o desenvolvimento e gestão de embalagens industriais utilizadas no transporte logístico de autopeças, por meio da aplicação de um método multicritério para priorização dos critérios. O estudo será conduzido no Departamento de Engenharia de Embalagens de uma montadora/fabricante de veículos automotivos e visa propor um modelo para prover o ranqueamento/comparativo entre as embalagens definidas para o transporte logístico de autopeças entre os fornecedores e a montadora objeto de estudo, utilizando o método AHP-GDM.

#### 4.2 Proposta do modelo

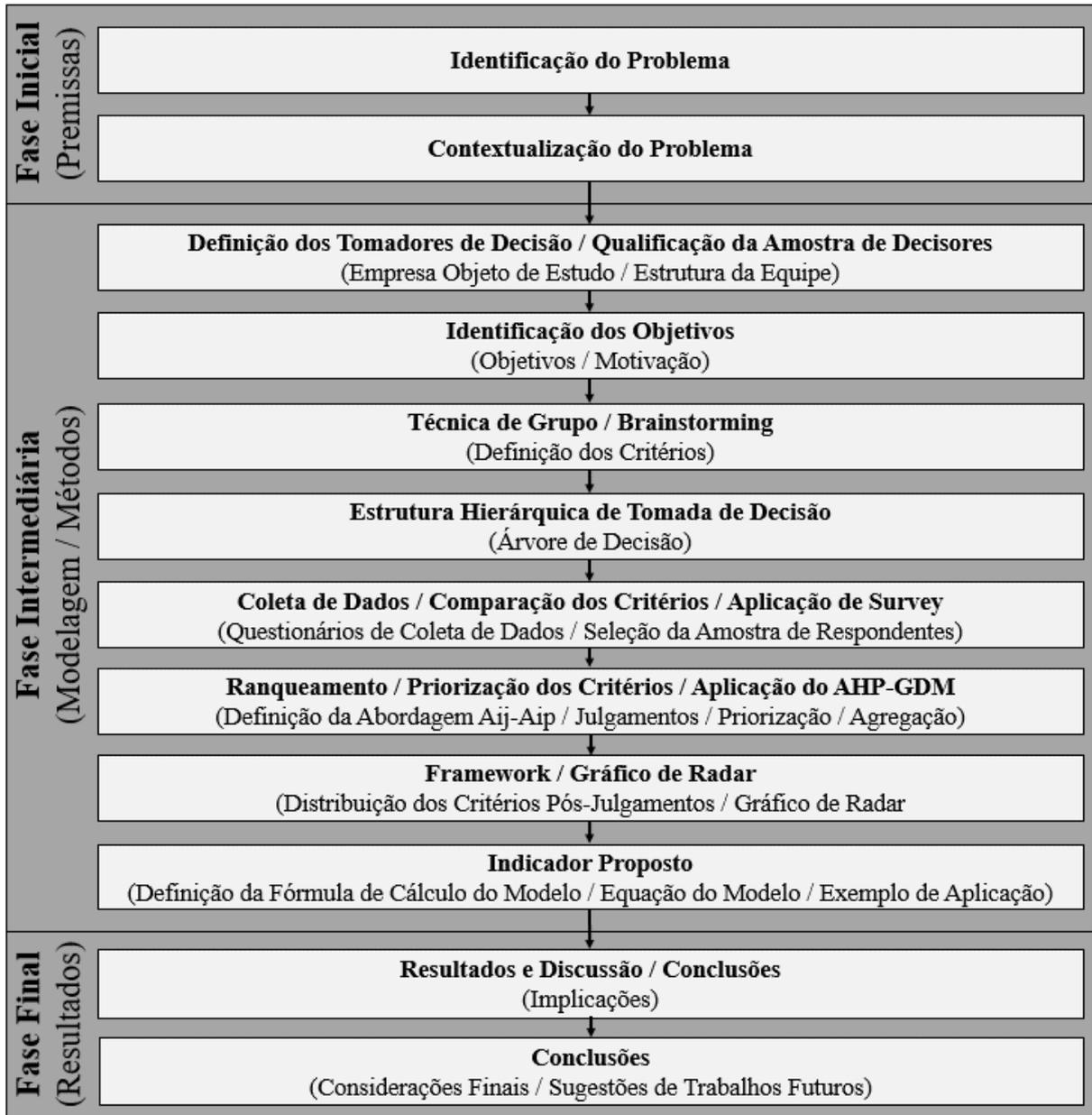
A proposta principal do modelo a ser construído neste estudo, consiste em criar um modelo/ferramenta prático para o ranqueamento, priorização e avaliação do desempenho dos tipos de embalagens a serem definidas para o transporte logístico das peças utilizadas na montagem e fabricação de veículos, considerando os critérios na opinião de especialistas da área.

Tomando-se como base as dificuldades encontradas pelos profissionais da área, no estabelecimento de um consenso entre eles e as áreas correlatas, e a partir de discussões com os especialistas envolvidos no processo decisório dentro de uma empresa montadora/fabricante de veículos, objeto deste estudo (XPTO AUTOMOTIVE). Em que optou-se pela aplicação do método AHP-GDM, de forma a possibilitar a agregação das opiniões de seus pares e de outros especialistas externos, ligados à área em questão.

Este método, por meio de seus passos, fornecerá uma forma alternativa de análise de desempenho das embalagens para cada uma das peças utilizadas na fabricação e montagem de veículos automotivos, atribuindo uma nota, levando em consideração os critérios elencados/identificados. Possibilitando a comparação entre diversos conjuntos peças/embalagens e ranqueados conforme os seus respectivos desempenhos.

### **4.3 Etapas do modelo**

Na oportunidade, o presente estudo tem como ponto de partida e inspiração os passos e procedimentos de construção de um modelo de tomada de decisão realizados no trabalho de Da Cruz *et al.* (2022). Assim, as etapas seguidas neste estudo são apresentadas sequencialmente sob a forma de fluxograma na Figura 02, a seguir.



**Figura 02** – Fluxograma das etapas do modelo proposto  
 Fonte: Autor

## **5 MODELAGEM**

Neste capítulo são descritos os passos estabelecidos pelo método, que por sua vez, foram utilizados para modelar a proposta de um indicador que seja capaz de auxiliar a tomada de decisão dos especialistas da área, tanto na definição de embalagens utilizadas no transporte de autopeças entre fornecedor x montadora, quanto para fornecer uma forma mais clara e assertiva de medição de seu desempenho operacional, em termos de embalagem, para cada uma das peças transportadas, chegando a um indicador comum, que possibilite medir o desempenho de toda a planta fabril neste quesito, ao final deste estudo.

### **5.1 Identificação do problema**

A gestão de embalagens na indústria automobilística pode ser entendida como primordial para o bom andamento de seus processos fabris e para o funcionamento adequado dos fluxos de fornecimento de peças. Fazendo com que as empresas (montadoras) obtenham os resultados desejados em relação aos seus objetivos organizacionais. Onde cada empresa possui a sua própria política de desenvolvimento e gestão de embalagens; e cabendo a elas, conforme seu interesse, definirem os critérios mais importantes/relevantes, adaptando-os a sua realidade.

No entanto, os critérios utilizados podem ser encarados como elementos subjetivos que podem conduzir os decisores (especialistas em embalagens) a uma tomada de decisão enviesada, quando estes levam em consideração apenas os critérios que lhe vêm à mente no momento de definirem um modelo de embalagem para uma determinada peça de montagem.

As embalagens são responsáveis pelo transporte adequado das peças de montagem desde a linha de produção de seus fornecedores de componentes à borda de linha de montagem das montadoras, passando por um ou vários modais de transporte. Fato que justifica a existência de um departamento específico para tal tratativa nas montadoras, no caso o Departamento de Engenharia de Embalagens. Assim, com o intuito de analisar o problema com relação a subjetividade da decisão, o autor da presente pesquisa realizou algumas intervenções (questionamentos/conversas) junto aos membros do Departamento de Engenharia de Embalagens de uma empresa montadora/fabricante de veículos, além de

consulta à profissionais/especialistas externos, porém, ligados ao mesmo segmento de atuação; para que estes pudessem opinar acerca do interesse e da necessidade de construção de um constructo robusto, baseado em suas experiências profissionais, que pudesse considerar/ponderar ao mesmo tempo e de forma objetiva, os critérios mais relevantes, suportando-os no momento de tomada de decisão.

Estes profissionais/membros, do Departamento de Engenharia de Embalagens, são os responsáveis pela definição e o desenvolvimento das embalagens utilizadas no transporte das peças de montagem entre as plantas de seus fornecedores e a planta fabril da montadora. No entanto, conforme ressaltam Moura e Banzato (2010), os membros do Departamento de Operações devem atuar junto ao de embalagem, apoiados numa política sobre uma determinada decisão, onde o Departamento de Engenharia de Embalagens faz recomendações sobre o tipo de embalagem, de materiais disponíveis, dos padrões necessários e das especificações relativas aos materiais a serem adquiridos.

Fazendo com que a decisão final em relação as características, atributos e conseqüente escolha do tipo de embalagem a ser utilizada no fluxo, demande uma série de discussões adicionais tanto entre os especialistas em embalagens e os *stakeholders* (clientes) do processo (de manufatura de veículos) quanto entre os próprios especialistas em embalagens e os seus respectivos gestores (de maneira intrasetorial). Porém, ao serem abordados, estes mesmos profissionais (especialistas) se queixaram da ausência de uma métrica que possibilite argumentar as suas escolhas acerca das embalagens utilizadas no fluxo frente aos demais envolvidos. Fato que tem gerado discussões e conflitos internos tanto entre os próprios especialistas do próprio setor, quanto entre os responsáveis/especialistas de outras áreas impactadas.

Portanto, é neste contexto, de busca por melhores condições de embalamento das peças, aliada a necessidade de criação de um modelo/ferramenta que fosse capaz de mensurar de maneira quantitativa e objetiva os impactos e o desempenho das embalagens em uma empresa do setor, que surge a motivação/necessidade de elaboração deste estudo.

## **5.2 Contextualização do problema (ambiente de estudo)**

O presente estudo desenvolve-se em uma empresa multinacional de grande porte, do ramo de fabricação e montagem de veículos automotores, com 45 plantas fabris,

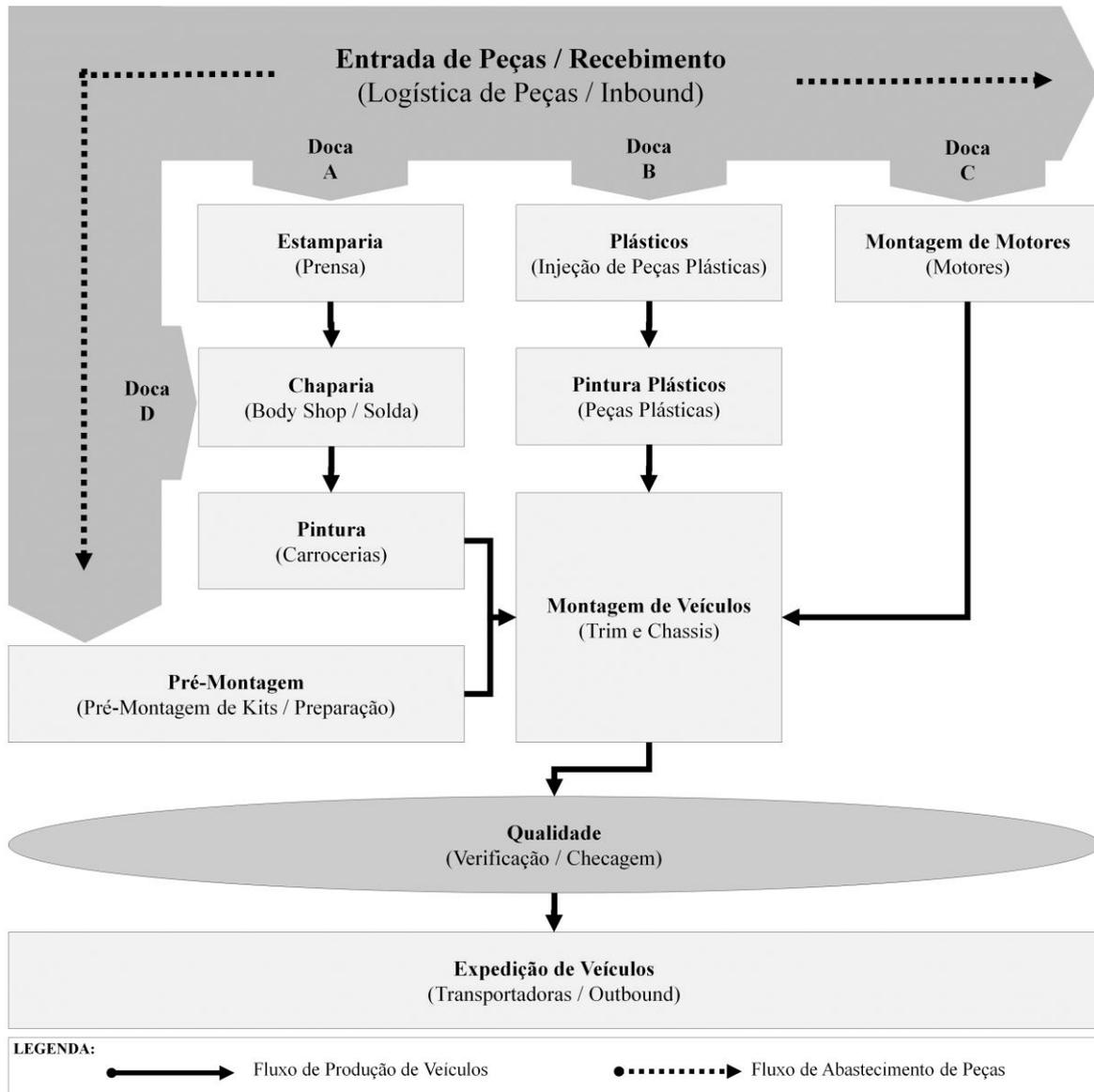
espalhadas em 20 países, distribuídas em seis regiões do globo: Ásia e Oceania; África; Oriente Médio e Índia; China; Europa; América Latina; e América do Norte e Ásia.

A empresa dispõe de uma rede de venda de veículos, que promove a comercialização de seus veículos para um total de 6 mil concessionárias da marca.

Porém, o estudo de caso em questão, aborda a planta fabril (objeto de estudo) que está localizada na cidade de Resende/RJ, na Região Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, que tem a sua produção voltada para a produção de veículos de passeio do tipo: hatch, sedan e SUV's.

Atualmente, esta planta fabril dispõe de uma capacidade de produção de cerca de 200 mil veículos e 200 mil motores por ano. Sendo abastecida por fornecedores de autopeças de origem local (Brasil) e importada (por exemplo, peças oriundas da América do Norte e Central, Europa e Ásia).

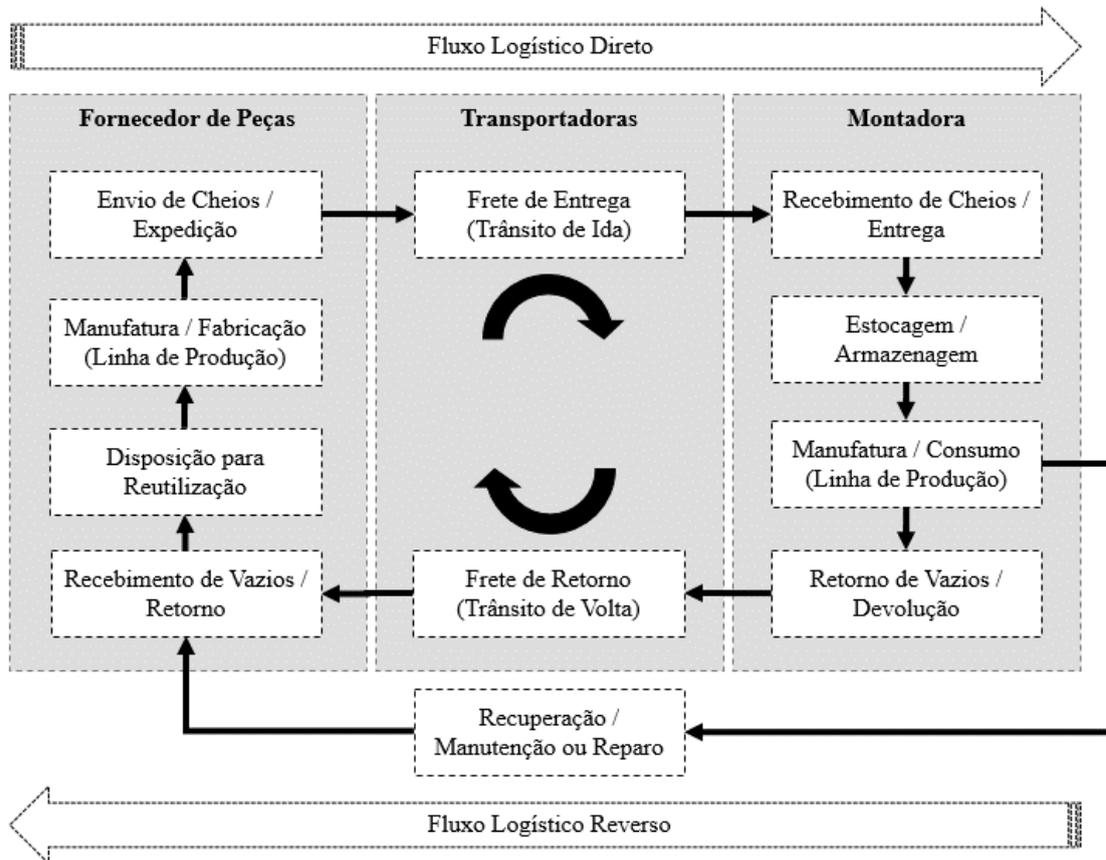
Neste estudo, a planta fabril da empresa objeto de estudo, ora denominada XPTO AUTOMOTIVE, está dividida em macroprocessos de produção de veículos, conforme fluxo ilustrado na Figura 03, a seguir.



**Figura 03** - Fluxo de produção de veículos x Fluxo de abastecimento de peças  
Fonte: Autor

A Figura 03, também demonstra o fluxo de abastecimento de peças realizado para suprir a necessidade dos diversos postos da linha de produção, dispostos em suas respectivas áreas.

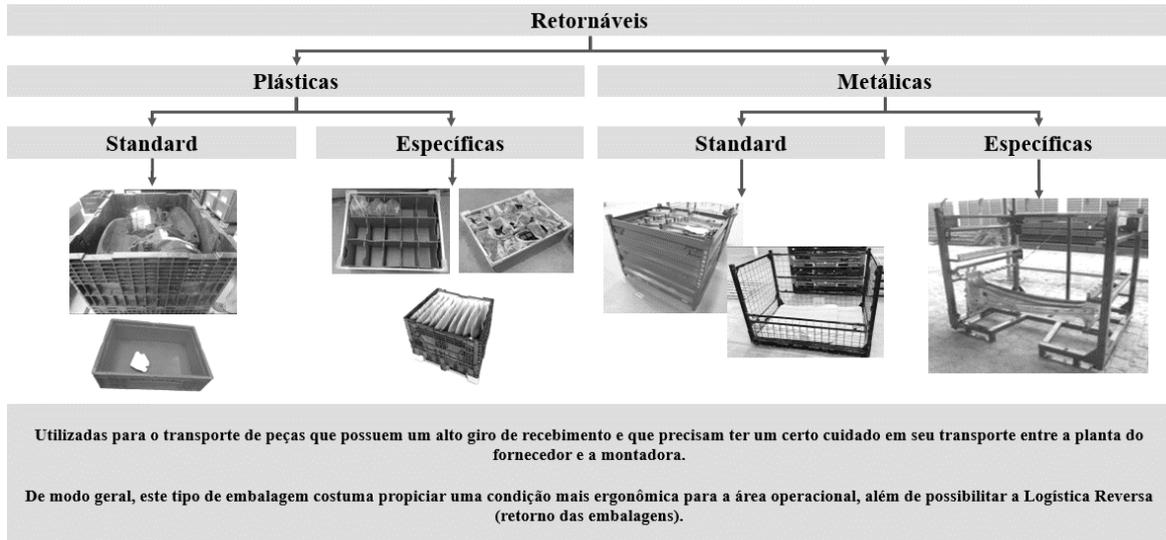
Já no que diz respeito ao fluxo logístico de fornecimento de peças, entre fornecedores de peças e a planta fabril, o mesmo é ilustrado pela Figura 04.



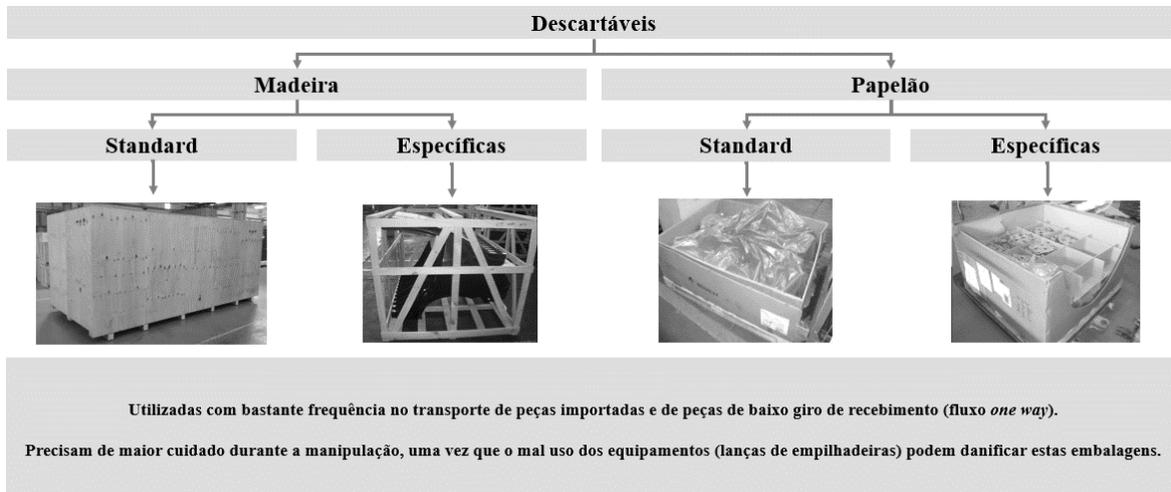
**Figura 04** - Fluxo logístico de fornecimento de peças  
Fonte: Autor

Dessa maneira, além do fluxo logístico de fornecimento de peças, as embalagens, responsáveis pela proteção e transporte das peças, também possuem um fluxo de circulação entre os respectivos fornecedores de peças e a planta fabril da empresa, que geralmente é estabelecido pelo Departamento de Engenharia de Embalagens, em conjunto com as áreas de Transportes (*Inbound*), Manufatura e de Engenharia de Processos.

No caso da XPTO AUTOMOTIVE, a empresa, majoritariamente, faz uso tanto de embalagens retornáveis, quanto de embalagens descartáveis (*one way*) – vide Figura 05 e Figura 06, a seguir. Onde são apresentados alguns exemplos, as classificações (retornáveis x descartáveis) e os tipos (standard x específicas) de embalagens utilizadas.

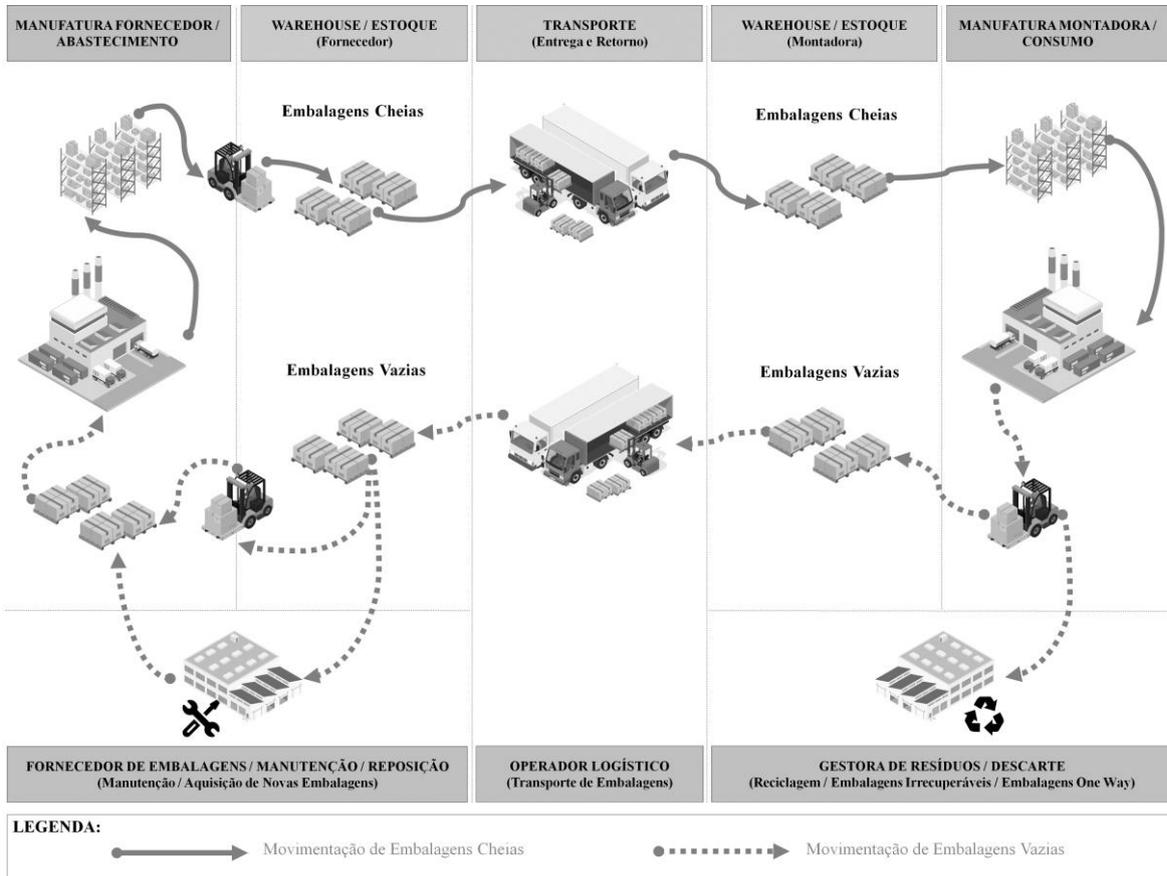


**Figura 05** - Exemplos de embalagens retornáveis utilizadas pela empresa XPTO AUTOMOTIVE  
Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 06** - Exemplos de embalagens descartáveis utilizadas pela empresa XPTO AUTOMOTIVE  
Fonte: Elaborado pelo autor

Porém, considerando que as embalagens descartáveis são segregadas por uma empresa terceirizada (Gestora de Resíduos) contratada para tal função, antes de serem descartadas de modo correto por esta mesma empresa, e que as embalagens retornáveis, logo após o consumo das peças, retornam aos fornecedores de peças para darem continuidade ao ciclo de fornecimento de peças e/ou para passarem por uma manutenção, com o intuito de promover um alongamento de seu ciclo de vida, neste caso, o fluxo de circulação de embalagens pode ser definido pela Figura 07, a seguir.



**Figura 07** - Fluxo de circulação das embalagens

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagens obtidas no sítio Freepik (<https://br.freepik.com>)

Vale ressaltar que a empresa responsável pela gestão de resíduos efetua a cobrança de seus serviços com base na tonelada da carga a ser descartada, conforme os tipos e as características dos materiais; e que no escopo deste serviço, prestado pela empresa gestora de resíduos, está contemplada a emissão de todos os documentos e certificados previstos na legislação, além da emissão e controle de todos os romaneios e manifestos das cargas, mesmo após realizadas as destinações finais dos materiais.

Apesar dos custos inerentes a esta operação de descarte de resíduos, já ter sido estudado por Da Cruz *et al.* (2022), nesta mesma empresa objeto de estudo, alguns gestores e especialistas podem estar desconsiderando a importância deste fato.

Não obstante, visando conter o aumento da geração de resíduos na empresa XPTO AUTOMOTIVE, emerge a importância das atividades e funções dos especialistas em embalagens, uma vez que, as embalagens utilizadas no fluxo de fornecimento de peças

são as principais geradoras de resíduos.

Assim, a presente pesquisa desenvolve-se no ambiente de trabalho dos especialistas em embalagens, ou seja, o Departamento de Engenharia de Embalagens da montadora/fabricante de veículos XPTO AUTOMOTIVE. Este Departamento, está ligado ao setor de SCM (*Supply Chain Management*) da empresa e conta com um total de nove colaboradores, sendo: um diretor, um gerente, um coordenador e seis membros de *staff* (engenheiros e analistas); e estes colaboradores, em especial os membros de *staff*, são responsáveis pelas definições das embalagens a serem utilizadas no transporte de autopeças entre os seus fornecedores e a planta fabril da empresa. A grosso modo, os tipos de embalagens definidas por eles, podem interferir positivamente (reduzindo a geração de resíduos) ou negativamente (aumentando a geração de resíduos), prejudicando a saúde financeira da empresa.

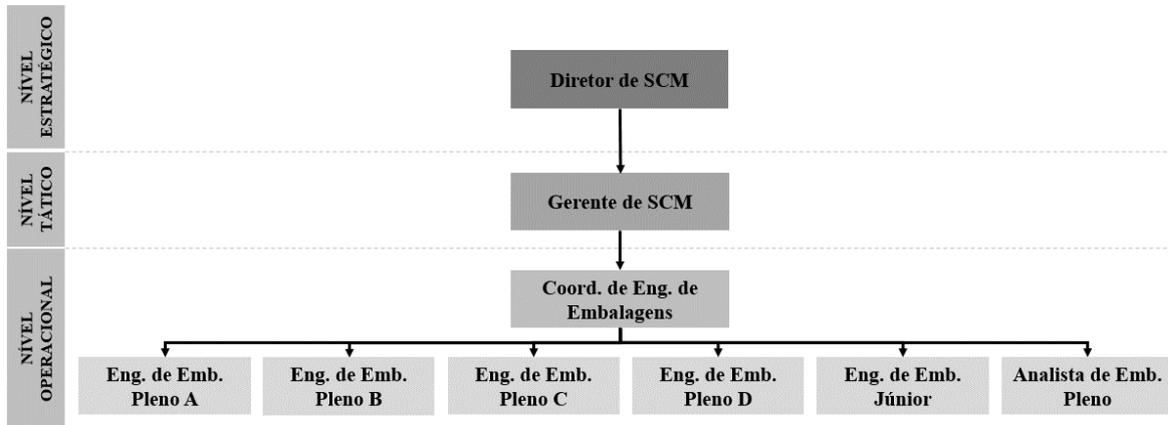
Atualmente, grande parte das montadoras não possuem em seus Departamentos de Engenharia de Embalagens, um modelo/ferramenta que aborde diversos elementos (critérios) sob o crivo de diversos pontos de vistas (julgamentos). Limitando-se apenas, a utilização de alguns indicadores setoriais e/ou específicos, reforçando a necessidade da criação de um indicador de abrangência mais holística. Assim, os especialistas podem estar tomando decisões enviesadas a respeito das definições de embalagens, justamente devido à ausência de fundamentos que possam auxiliá-los a argumentarem as suas escolhas. Gerando, conseqüentemente, decisões desalinhadas com os principais indicadores organizacionais, justamente devido à ausência de um consenso: entre eles, os seus gestores e os respectivos responsáveis por outras áreas.

Diante desta dificuldade encontrada pelos especialistas em desenvolvimentos de embalagens nessas empresas, surge a oportunidade de propor um modelo que agregue diversos pontos de vistas e opiniões relacionadas ao tema, sob a ótica dos próprios especialistas, sejam eles técnicos, analistas, engenheiros ou gestores da área.

### **5.3 Definição dos envolvidos no processo de tomada de decisão (especialistas-decisores)**

A primeira etapa da modelagem foi a definição da amostra de decisores. Para isso, partiu-se da mesma amostra de decisores definida no estudo de Da Cruz *et al.* (2022), que

trata-se de uma equipe da área de engenharia de embalagens, da empresa XPTO AUTOMOTIVE, composta por nove profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento de embalagens, organizados conforme estrutura hierárquica (organograma) detalhada na Figura 08, a seguir.



**Figura 08** – Estrutura hierárquica (organograma) da equipe de engenharia de embalagens da XPTO AUTOMOTIVE

Fonte: Extraído, traduzido e adaptado a partir de Da Cruz *et al.* (2022)

Estes profissionais, estão ligados ao setor de SCM (*Supply Chain Management*) da montadora. No entanto, os mesmos também possuem outras experiências formativas (especializações) e profissionais, com passagens em outras empresas ligadas ao setor industrial, inclusive em outras montadoras, atuando dentro da própria área de engenharia de embalagens nessas empresas, vide Tabela 01, a seguir, que detalham respectivamente: as responsabilidades (atividades) e as experiências técnico-profissionais destes profissionais.

Apenas para diferenciação (terminologia), neste estudo, estes profissionais são denominados como: “especialistas-decisores”.

**Tabela 01** – Painel de especialistas (qualificação da amostra de especialistas-decisores)  
 Fonte: Extraído, traduzido e adaptado a partir de Da Cruz *et al.* (2022)

FUNÇÃO/CARGO	BACKGROUND	RESPONSABILIDADES/ATIVIDADES	TEMPO DE EXPERIÊNCIA NA INDÚSTRIA EM GERAL	TEMPO DE EXPERIÊNCIA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	TEMPO DE EXPERIÊNCIA EM DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS
Diretor de SCM	<p>Profissional com experiência em diversas áreas da indústria automotiva.</p> <p>Possui experiências internacionais dentro do seu setor de atividade (SCM), embora possua apenas poucos anos focado na direção da equipe de engenharia de desenvolvimento de embalagens.</p>	<p>Atua como elo entre a fábrica e as demais plantas da empresa no mundo.</p> <p>Responsável por conduzir reuniões que envolvam mudanças de fluxo e decisões estratégicas para a organização como um todo.</p> <p>Está muito presente nas decisões que envolvem novos projetos de embalagens.</p>	19 anos	19 anos	2 anos
Gerente de SCM	<p>Possui experiência em agendamento de fretes e negociação de contratos de transporte com transportadoras e agentes de carga em nível internacional.</p> <p>Atuou também em estudos relacionados ao comércio exterior (importação/exportação) em diversos tipos de modelos.</p> <p>Possui conhecimentos relacionados a operações aduaneiras e logística portuária.</p>	<p>Responsável pela gestão da equipe de desenvolvimento de embalagens e outras duas equipes relacionadas à logística, uma para agendamento e otimização de transporte (logística inbound) e outra para logística internacional (focada na importação e exportação de materiais).</p>	10 anos	4 anos	3 anos
Coordenador de Engenharia de Embalagens	<p>Profissional com experiência em programação de transportes e na área de agenciamento de cargas internacionais, desembaraço de cargas e</p>	<p>Atua como elo entre a alta direção e a equipe de engenharia de embalagens (<i>staff</i>), controlando as demandas de trabalho e pilotando projetos atuais e</p>	18 anos	18 anos	2 anos

(continua...)

(continuação...)

	alfândega.	futuros relacionados ao desenvolvimento de embalagens.			
Engenheiro de Embalagens Pleno A	Possui <i>expertise</i> no desenvolvimento de embalagens para peças metálicas e carcaças externas de veículos.  Recebeu prêmios internacionais relacionados ao desenvolvimento de embalagens dentro da empresa.	Responsável pelo desenvolvimento de embalagens para transporte de peças metálicas, tanto para fluxo interno quanto externo, além de ser responsável pelo controle de manutenção de todas as embalagens que circulam na planta.	9 anos	9 anos	5 anos
Engenheiro de Embalagens Pleno B	Possui ampla experiência em projetos de fluxos e de logística interna (balanceamento de abastecimento e preparação de borda de linha).	Responsabilidade direta e exclusiva pelo desenvolvimento de embalagens do fluxo internacional (peças importadas), tratando com fornecedores e demais plantas da empresa em todo o mundo.	5 anos	3,5 anos	1,5 anos
Engenheiro de Embalagens Pleno C	Possui experiência anterior no desenvolvimento de embalagens específicas para peças metálicas em sua antiga empresa, e possui muito know-how em gestão de projetos com foco em gestão de custos.	Responsável pelo desenvolvimento de embalagens do fluxo local de fornecedores, com foco em peças de acabamento interno do veículo; também realiza o levantamento e análise interna dos custos relacionados ao desenvolvimento de embalagens (novos projetos ou mudanças de fluxo).	10 anos	10 anos	7 anos
Engenheiro de Embalagens Pleno D	Possui vasta experiência na área de desenvolvimento de embalagens para peças automotivas, sendo o profissional mais experiente do setor quando o assunto é desenvolvimento de embalagens, possui uma visão bastante analítica e ampla de todo o processo de desenvolvimento de novos projetos, e é sempre consultado pelos demais membros da equipe sobre as tomadas de	Responsável pela análise/estudo de novos projetos logísticos, reportando-se diretamente à gerência e à direção do setor.	10 anos	10 anos	6 anos

(continua...)

(continuação...)

	decisões relacionadas ao tema.				
Engenheiro de Embalagens Júnior	Possui experiência em análise de fluxo de transporte, programação e agenciamento de cargas, com experiência recente em desenvolvimento de embalagens.	Responsável pelo desenvolvimento de embalagens relacionadas ao fluxo de peças de montagem final dos veículos e realização dos estudos referentes a custos de frete e melhoria de cubagem das embalagens desenvolvidas pelo restante da equipe.	10 anos	8 anos	8 anos
Analista de Embalagens Pleno	Possui experiência anterior no desenvolvimento de embalagens para peças automotivas e no fluxo de abastecimento de linha de produção em outras montadoras.	Responsável pelo desenvolvimento de embalagens para as peças de montagem dos motores produzidos na planta; também atua como gestor da qualidade da equipe, respondendo a possíveis problemas relacionados a falhas de processos envolvendo embalagens.	16,5 anos	14,5 anos	12,5 anos

#### **5.4 Identificação dos objetivos (objetivos)**

A segunda etapa da modelagem foi a definição dos objetivos a serem alcançados.

Assim, o presente modelo tem como objetivo principal fornecer um indicador que oriente a escolha e definição de embalagens de transporte de peças em empresas do setor automotivo (montadora de veículos), que possibilitará aos especialistas atuantes nesta área, avaliarem o desempenho/performance das embalagens aplicadas em suas respectivas plantas fabris, bem como a promoção da melhoria de suas operações por meio da otimização das definições/desenvolvimentos de embalagens para peças automotivas.

O indicador deverá levar em consideração a possibilidade de ranqueamento e de priorização, com base nos critérios selecionados pelos especialistas-decisores e nos julgamentos realizados pelos especialistas-julgadores acerca destes mesmos critérios.

Desta forma, o presente modelo poderá servir de base para suportar e argumentar as decisões dos especialistas da área, além de ser um modelo/ferramenta que oriente a elaboração de um plano de ação de melhorias tanto em projetos vigentes quanto em projetos futuros das montadoras de veículos que o adotem.

#### **5.5 Técnica de grupo para definição dos critérios (*brainstorming*)**

Nesta etapa foi utilizada uma técnica de grupo (*brainstorming*), com a amostra inicial de 6 especialistas-decisores ligados diretamente a área de engenharia de embalagens, ou seja, dentre os 9 especialistas-decisores da área, nesta etapa participaram apenas os membros de *staff* (gestores ficaram de fora desta etapa), para sugestão e definição de quais critérios seriam os mais utilizados no desenvolvimento de embalagens, segundo os seus respectivos pontos de vistas. A técnica denominada como *brainstorming*, também conhecida como “tempestade de ideias”, trata-se de uma técnica bastante utilizada no meio organizacional, mas não se limita somente a este universo. Pois, assim como afirma Osborn (1953), não há razão para que o *brainstorming* em grupo seja limitado a funções de negócios, podendo ser aplicado, inclusive, em problemas científicos, pessoais ou familiares.

Com isso, surgem pesquisas voltadas a diversas áreas do conhecimento, como por exemplo o estudo de Da Cruz *et al.* (2022), que serve de inspiração para a presente pesquisa, além de outros estudos como o de De Abreu e Pereira (2004), Hummel *et al.*

(2014), Costa Filho *et al.* (2006), Yazdani e Tavakkoli-Moghaddam (2012) e Alshahrani *et al.* (2024), que também utilizaram esta técnica de grupo, denominada por *brainstorming*, para a obtenção de percepções de especialistas a respeito de um tema específico, tanto para a construção de modelos práticos quanto para a implementação de indicadores de desempenho em processos ligados a manufatura de produtos.

O *brainstorming* é uma dinâmica de grupo em que as pessoas, de forma organizada e com oportunidades iguais, fazem um grande esforço mental para opinar sobre determinado assunto (GODOY, 2004). Desta forma, optou-se pela aplicação desta técnica ao presente estudo, por ser uma técnica de rápida aplicação, de baixo grau de complexidade e de grande interação (grau de participação) entre os membros participantes durante a sessão.

Segundo Osborn (1953), existem várias razões pelas quais o *brainstorming* em grupo pode ser altamente produtivo, dentre elas, a capacidade, quase que automática, de um membro participante do painel despertar novas ideias sobre sua própria imaginação. Por sua vez, o autor também relata que este estímulo acaba despertando, também, o poder associativo de todos os outros participantes da sessão, de forma contagiante, fazendo com que as ideias surjam quase que em forma de uma “reação em cadeia”.

No entanto, um fato importante deve ser levado em consideração, quando da aplicação desta técnica, o fato da participação de profissionais envolvidos com o processo a ser analisado. Com isso, conforme relembra Godoy (2004), o grupo deve ser formado de pessoas que tenham vivência no assunto, ainda que de forma parcial. Como é o caso do presente estudo, em que 9 especialistas-decisores (membros de *staff* do Departamento de Engenharia de Embalagens da empresa XPTO) relacionados a área, foram convidados para uma sessão de *brainstorming*, que teve como objetivo, tornar a luz os principais critérios utilizados e/ou considerados por eles, quando do desenvolvimento de uma embalagem para uma dada peça de montagem.

Assim, dando seguimento a esta etapa, durante a realização da sessão de *brainstorming*, foi posta e seguinte pergunta aos especialistas-decisores: “Quais critérios são considerados por vocês para desenvolverem e gerirem as embalagens utilizadas na logística de peças automotivas?” – Em resposta a esta pergunta inicial, durante a sessão, os especialistas-decisores sugeriram/citaram 28 critérios, vide Tabela 02, a seguir.

**Tabela 02** - Critérios citados pelos especialistas-decisores durante a sessão de *brainstorming*  
 Fonte: Extraído, traduzido e adaptado de Da Cruz *et al.* (2022)

CRITÉRIOS			
volume (metragem cúbica)	qualidade	tempo de desenvolvimento	operacional
custos	qualidade das peças	desempenho	sistemas de travamento
custo de aquisição	custos de transporte	desempenho de engenharia	utilização de elementos móveis
tipo de embalagem	custos com descartáveis	custos de manutenção	custos com área de estocagem
manuseio	divergências de inventário	perdas de inventário	limitações de carga e de carregamento
ergonomia	durabilidade da embalagem	gestão de embalagens	frequência (rotatividade da embalagem / giro)
segurança	tempo	gerenciamento	depreciação

Logo após esta rodada, na qual os especialistas-decisores puderam contribuir de maneira espontânea, sugerindo diversos critérios que julgam como relevantes ao desenvolvimento e a gestão de embalagens, foi realizada uma pausa de poucos minutos.

Em seguida, encaminhando-se para o final da sessão de *brainstorming*, foi solicitado ao grupo de especialistas-decisores, que fossem selecionados os seis critérios, que segundo eles, seriam os mais importantes para o desenvolvimento e gestão das embalagens. Sob a seguinte pergunta: “Na sua opinião, dentre todos os critérios listados ao início desta sessão, quais seriam os seis critérios mais importantes a serem levados em consideração para melhor desenvolver e gerir as embalagens utilizadas na logística de peças automotivas?”.

Diante desta questão e de maneira consensual, o grupo de especialistas restringiu-se a definir apenas seis critérios prioritários. São eles: Custos, Qualidade, Segurança, Tempo, Desempenho de Engenharia e Gestão. No entanto, de modo a fundamentar a escolha destes critérios, foram também pontuados os seus respectivos objetivos (para cada um dos critérios), além da lista de autores que também levaram em consideração estes

critérios em seus estudos (ligados a esta mesma área). Vide Tabela 03, a seguir.

**Tabela 03** - Lista de autores que citam os critérios selecionados pelos especialistas

Fonte: Autor

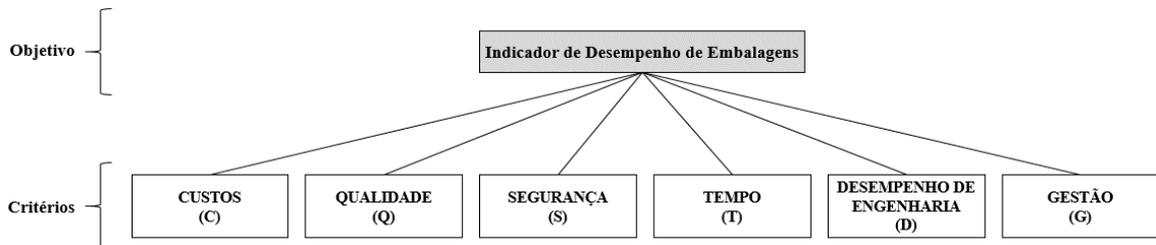
CRITÉRIOS	OBJETIVOS	AUTORES
Custos	Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos.	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (ALMEIDA, 2016); (ZEILER; FOTTNER, 2019); (LAI <i>et al.</i> , 2008); (BOYSEN; BRISKORN; EMDE, 2016); (KATEPHAP; LIMNARARAT, 2017); (TWEDE; CLARKE, 2005); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (SAVINO; MAZZA, 2015); (BIANCHI, 2007); (ZHANG; LI, 2010); (ZHANG <i>et al.</i> , 2015)
Qualidade	Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior.	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (ALMEIDA, 2016); (ZEILER; FOTTNER, 2019); (STRAUB <i>et al.</i> , 2017); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (BIANCHI, 2007)
Segurança	Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local.	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (STRAUB <i>et al.</i> , 2017); (TWEDE; CLARKE, 2005); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (SAVINO; MAZZA, 2015); (BIANCHI, 2007); (SAMPAIO <i>et al.</i> , 2018); (ZHANG; LI, 2010)
Tempo	Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Tempo operacional.	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (LAI <i>et al.</i> , 2008); (BOYSEN; BRISKORN; EMDE, 2016); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (SAVINO; MAZZA, 2015); (BIANCHI, 2007); (ZHANG; LI, 2010)
Desempenho de Engenharia	Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis / Otimizar o espaço ocupado em borda de linha.	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (STRAUB <i>et al.</i> , 2017); (LAI <i>et al.</i> , 2008); (BOYSEN; BRISKORN; EMDE, 2016); (KATEPHAP; LIMNARARAT, 2017); (TWEDE; CLARKE, 2005); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (SAVINO; MAZZA, 2015); (BIANCHI, 2007); (ZHANG <i>et al.</i> , 2015)
Gestão	Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização quanto ao uso em outros fluxos (standarização).	(DE ABREU; PEREIRA, 2004); (ZEILER; FOTTNER, 2019); (BOYSEN; BRISKORN; EMDE, 2016); (KATEPHAP; LIMNARARAT, 2017); (KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012); (BIANCHI, 2007); (ZHANG; LI, 2010); (ZHANG <i>et al.</i> , 2015)

Em síntese, verifica-se a presença de critérios ligados as fases de projeto, desenvolvimento e a parte operacional (com foco na garantia da qualidade das peças, na segurança da operação e na gestão dos fluxos logísticos das embalagens ao longo do período de utilização).

### 5.6 Definição da estrutura hierárquica de tomada de decisão (árvore de decisão)

Uma das principais fases da uma solução de um problema é o seu entendimento e estruturação, o método AHP divide o problema em níveis hierárquicos e no topo o objetivo principal (TONA *et al.*, 2017). Uma implicação da representação com hierarquias é que se considera que as alternativas e critérios são independentes entre si (SALGADO *et al.*, 2011).

Assim, a partir dos seis critérios listados no tópico anterior e com base no estudo de Da Cruz *et al.* (2022), em que os autores consideraram a mesma amostra de especialistas (oriundos da mesma organização), foi desenvolvida a estrutura hierárquica de tomada de decisão, também conhecida como “árvore de decisão”, que por sua vez, rege a construção do presente modelo. Vide Figura 09, a seguir.



**Figura 09** - Estrutura hierárquica de tomada de decisão do modelo - “árvore de decisão”

Fonte: Extraído, traduzido e adaptado a partir de Da Cruz *et al.* (2022)

Portanto, esta mesma estrutura hierárquica (“árvore de decisão”) servirá de alicerce para a construção de uma análise comparativa par a par, tomando-se como base os julgamentos dos especialistas-julgadores, a partir dos dados obtidos via questionário (*survey*) aplicado, vide tópico seguinte.

## **5.7 Coleta de dados (obtenção dos dados)**

Neste tópico são apresentados os passos utilizados para a realização dos julgamentos intercritérios, ou seja, detalha os procedimentos adotados para a obtenção/coleta das importâncias (pesos) atribuídas pelos especialistas-julgadores, acerca dos critérios selecionados.

### **5.7.1 Elaboração do questionário (elaboração do *survey*)**

Para a realização da avaliação intercritério, foi elaborado um questionário na plataforma *Google Forms*, que trata-se de uma ferramenta gratuita comumente utilizada para a realização de pesquisas online sob a forma de questionários e formulários de registro, permitindo, inclusive, a análise das respostas em tempo real.

Dentre as vantagens da utilização desta plataforma para coleta das respostas, estão: a facilidade com que os links dos questionários podem ser disponibilizados aos respondentes/usuários e a possibilidade de preenchimento dos formulários tanto na versão desktop, quanto na versão *mobile* (para dispositivos móveis).

O questionário foi dividido em quatro seções, sendo uma seção voltada a apresentação e a introdução da pesquisa, outra voltada ao levantamento do perfil histórico-profissional dos respondentes (qualifica amostra), outra voltada aos julgamentos dos critérios e por fim, uma seção voltada a coleta de opiniões e sugestões de melhorias - Vide Anexo A e Anexo B, que apresentam os questionários (*survey*) aplicados, tanto em português quanto em inglês, respectivamente.

O questionário conta com uma seção inicial, voltada exclusivamente para a apresentação/introdução do objetivo que se deseja alcançar por meio de sua aplicação e o tempo estimado de preenchimento (em torno de 10 a 15 minutos). Portanto, não constam questões a serem respondidas nesta parte do questionário.

Na seção voltada ao levantamento do perfil histórico-profissional dos respondentes, foram inclusas questões ligadas a experiência profissional e aos aspectos sociográfico dos respondentes, sob a forma de perguntas abertas.

Para a seção voltada aos julgamentos dos critérios, foram inclusas questões relacionadas a avaliação dos critérios conforme o seu grau de importância relativa, segundo a visão dos especialistas, majoritariamente sob a forma de perguntas fechadas,

com apenas uma pergunta aberta ao final da seção, inclusa propositalmente, para que os respondentes pudessem sugerir outros critérios, diferentes do contemplados nesta pesquisa, servindo apenas de complemento.

Por fim, para a seção voltada a coleta de opiniões e sugestões de melhorias, foram inclusas questões relacionadas a obtenção de feedbacks e opiniões a respeito da estrutura do questionário em si, cabendo aos respondentes informarem de maneira espontânea o seu ponto de vista e a sua experiência ao longo do preenchimento do mesmo. Para tal, nesta parte do questionário, utilizou-se a combinação de perguntas abertas e fechadas.

Enquanto nas demais seções, as questões foram estruturadas de forma majoritariamente abertas e elaboradas na intenção de qualificar a amostra, a seção voltada aos julgamentos dos critérios conta com questões que comparam par a par, cada um dos critérios frente aos demais.

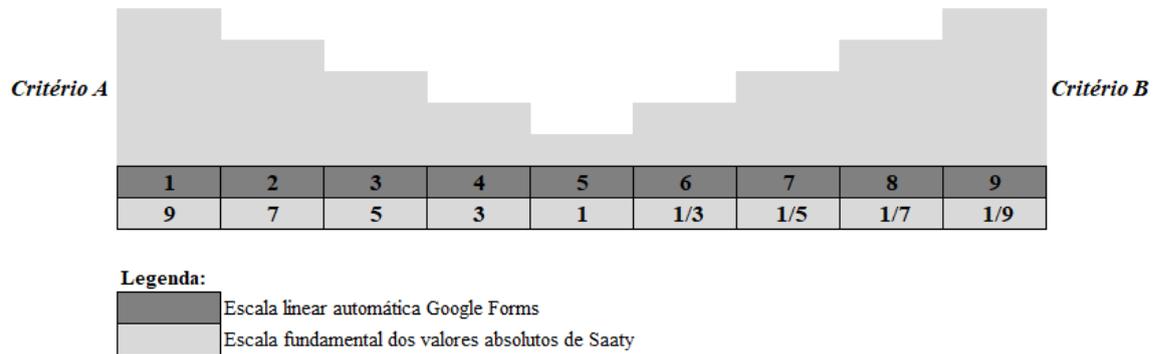
Portanto, para que esta comparação par a par fosse mensurada de forma quantitativa, foi aplicada a escala fundamental de números absolutos, proposta por Saaty (1980) e apresentada na Tabela 04.

**Tabela 04** - Escala fundamental de números absolutos  
Fonte: Adaptada de Saaty (1980)

DEFINIÇÃO	ESCALA	RECIPROCIDADE	DESCRIÇÃO/DETALHAMENTO
Igual importância	1	1	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
Um pouco mais importante	3	1/3	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade sobre outra
Muito mais importante	5	1/5	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outra
Fortemente mais importante	7	1/7	Uma atividade é favorecida fortemente em relação a outra; seu domínio demonstrado na prática
Absolutamente mais importante	9	1/9	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação

Apesar de a época desta pesquisa, a plataforma *Google Forms* não permitir a definição dos valores apresentados em questões/perguntas que envolvam seleção em escala linear, foi necessária a elaboração de uma matriz informativa contendo a escala de referência para os valores (sequenciais e automáticos de 1 a 9 do *Google Forms*), que possui uma correlação direta com os valores da escala fundamental de números absolutos de Saaty, apresentada anteriormente. Tal ação resultou/traduziu-se em uma forma prática

de correlacionar as reais notas atribuídas para cada par de critérios analisados pelos respondentes ao longo do questionário no formato *Google Forms* e a escala sugerida por Saaty, vide Figura 10, a seguir.



**Figura 10** – Matriz de referência: Escala linear automática *Google Forms* x Escala fundamental dos valores absolutos de Saaty  
Fonte: Autor

Desta forma, quando um respondente assinala no formulário do Google Forms o alvéolo de número 3 (três), este estaria informando que o “Critério A” possui “Muito mais importância” em relação ao “Critério B” – sendo considerado o valor (5) para a montagem da sua matriz de julgamentos. Por outro lado, se este mesmo respondente assinalar o alvéolo de número 8 (oito), este estaria informando que o “Critério B” possui “Fortemente mais importância” em relação ao “Critério A” – sendo considerado o valor (1/7) para a montagem da sua matriz de julgamentos.

A criação desta matriz de referência foi necessária: para fins de facilitação da montagem das matrizes de julgamentos individuais, para que as respostas recebidas fizessem sentido e principalmente para parametrizar a análise entre os pares de critérios.

Adicionalmente, de forma a facilitar o entendimento dos respondentes, foi incluso uma ilustração que exemplifica a forma correta de preenchimento dos julgamentos par a par, considerando a escala fundamental dos números absolutos de Saaty já no formato de questionário do *Google Forms*, vide Figura 11, a seguir.

Exemplo

Exemplo de como deve ser preenchido as perguntas.

Custo x Qualidade

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos ou (QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Maior Importância

Absolutamente mais importante

Fortemente mais importante

Muito mais importante

Um pouco mais importante

Igual importância

Um pouco mais importante

Muito mais importante

Fortemente mais importante

Absolutamente mais importante

Maior Importância

**Figura 11** – Exemplo de preenchimento do questionário no formato *Google Forms*  
Fonte: Autor

Com esta adaptação foi possível interpretar as respostas dos respondentes, sem que houvessem prejuízos. No entanto, os dados obtidos precisaram ser tratados para que fossem analisados em seguida, sob a forma de matrizes (construídas com base nas respostas de cada especialista-julgador).

### 5.7.2 Seleção da amostra de respondentes (especialistas-julgadores)

Tão logo tenha sido delimitado o universo da pesquisa, surge o problema de determinar os elementos que serão pesquisados (GIL, 2002), dentre eles, a definição da amostra.

No caso do presente estudo, foi utilizada a técnica de amostragem do tipo não-probabilística (intencional ou por julgamento). Que segundo Fontanella *et al.* (2011) *apud* Poupart *et al.* (2008), tal definição de técnica de amostragem, pode ser feita a partir da experiência do pesquisador no campo de pesquisa, numa empiria pautada em raciocínios instruídos por conhecimentos teóricos da relação entre o objeto de estudo e o *corpus* a ser estudado, como é o caso da pesquisa em questão.

Este tipo de técnica de amostragem, segundo Mineiro (2020), caracteriza-se pela capacidade de, com base nas informações disponíveis e no conhecimento a respeito da

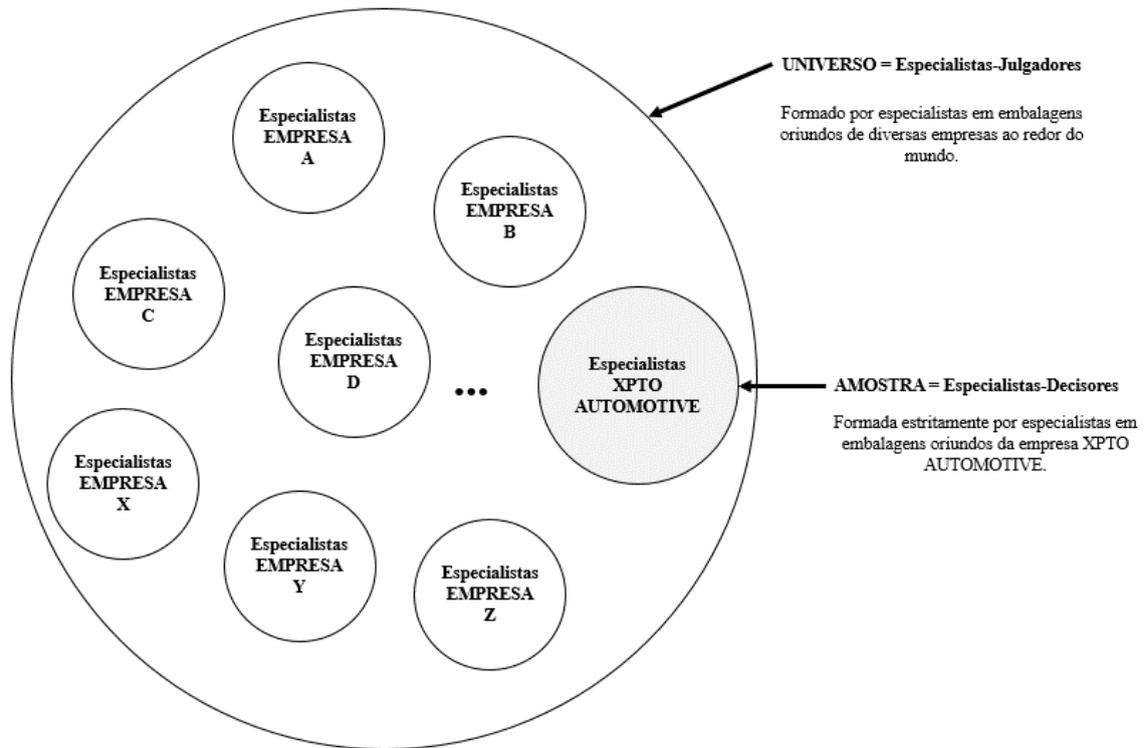
população, selecionar um subgrupo da população, que possa ser considerado representativo de toda a população, sendo aplicada quando se deseja estudar um pequeno subconjunto de uma população maior cuja enumeração total seria quase impossível.

Assim, após a elaboração das questões do *survey*, foram realizadas as buscas por profissionais da área em uma plataforma digital (rede social) de cunho profissional, no caso o *LinkedIn*, além de tentativas de contatos (via *e-mail*) aos profissionais da rede de contato do autor do presente trabalho, que inclusive compõe a amostra (pesquisa participante).

Ou seja, por este estudo tratar-se de uma pesquisa-ação, a seleção da amostra de respondentes, ora denominada especialistas-julgadores, foi realizada de maneira intencional, seguindo a ideia de Gil (2002), quanto ao benefício do critério de intencionalidade, de tornar uma pesquisa mais rica em termos qualitativos, quando, os indivíduos são selecionados com base em certas características tidas como relevantes pelos pesquisadores e participantes.

Dentre os quatro diferentes modos pelos quais as pessoas podem participar de um projeto de pesquisa-ação, a ver: obrigação, cooptação, cooperação ou colaboração (TRIPP, 2005); estes especialistas estariam enquadrados pelo modo de cooptação, uma vez que estes foram persuadidos a ajudarem na construção do modelo desenvolvido no decorrer da presente pesquisa, contribuindo com o seu tempo, dedicando-se a participarem tanto da sessão de *brainstorming* quanto do preenchimento dos questionários.

Para melhor enquadramento/contextualização de onde estaria situado o grupo (amostra) formado pelos especialistas-decisores e o universo de especialistas-julgadores, tem-se a Figura 12, a seguir.



**Figura 12** - Enquadramento: Universo (especialistas-julgadores) x Amostra (especialistas-decisores)  
Fonte: Autor

Ou seja, por meio desta figura, vê-se que o universo de especialistas-julgadores é formado por diversas amostras de grupos de especialistas-decisores alocados em empresas diferentes ao redor do mundo. Que por sua vez, tendem a apresentar consensos diferentes entre si, seja por questões regionais ou por razões intrínsecas inerentes aos seus processos internos e aos interesses de suas respectivas empresas.

Este universo de especialistas-julgadores é composto tanto por profissionais atuantes em montadoras de veículos, quanto por profissionais atuantes nas plantas de fornecedores de autopeças e de fornecedores/fabricantes de embalagens, bem como por especialistas do ramo acadêmico.

No entanto, o presente estudo elegeu como objeto de estudo (para construção do modelo), apenas a seleção de critérios definida pelo grupo de especialistas-decisores da empresa XPTO AUTOMOTIVE, conforme explicado em tópicos anteriores – limitando-se a esta amostra, tal definição. Desta forma, por critério de representatividade, enquanto o universo de especialistas-julgadores opinam sobre a escala de prioridade de cada critério, a amostra de especialistas-decisores, composta pelos especialistas em embalagens

da empresa XPTO AUTOMOTIVE, realizaram também, de maneira inicial, a definição dos critérios a serem julgados.

### **5.7.3 Aplicação do questionário (aplicação do *survey*)**

Após realizada a seleção do universo de respondentes, formado por diversos grupos de “especialistas-julgadores”, espalhados em diversas organizações. Foram realizados/feitos os contatos/convites aos mesmos, por meio de *e-mail* e via plataforma do *LinkedIn*, mediante envio do link do *Google Forms*.

No total foram convidados 653 profissionais. No entanto, apenas 36 responderam ao questionário por completo, o que corresponde a uma taxa de retorno de aproximadamente 5,513%.

Porém, dentre os respondentes, foi identificada a presença de 1 profissional, cuja a sua experiência profissional não está relacionada ao tema deste estudo. Uma vez que este profissional declarou atuar em uma empresa indiana do setor de pesquisa e fabricação de produtos fitoterápicos de saúde animal. Portanto, a resposta deste profissional foi desconsiderada e retirada da análise.

Assim, diante deste fato, o quantitativo de questionários válidos caiu para 35 e a taxa de retorno foi reduzida para aproximadamente 5,360%.

No Apêndice B é apresentado o perfil sociográfico dos respondentes, considerando o ano de nascimento, a nacionalidade, a cidade de residência, o gênero, a empresa de origem, o posto de trabalho e o tempo de experiência destes profissionais, sob a forma de gráficos e tabelas.

### **5.8 Ranqueamento/priorização dos critérios (julgamentos / aplicação do AHP-GDM)**

Segundo De Almeida *et al.* (2015), pode-se considerar que um processo de tomada de decisão em grupo envolva um procedimento analítico para agregar as preferências individuais dos tomadores de decisão, o que resulta em uma espécie de representação coletiva das preferências do grupo.

No entanto, diante do desafio de quantificar/valorar a preferência ou o julgamento global de um grupo, surge a aplicação do AHP, que segundo Favretto e Nottar (2016), é

uma técnica que se distingue das demais técnicas comparativas, justamente pela possibilidade que oferece de transformar as comparações, que na maioria das vezes são empíricas, em valores numéricos processáveis e comparáveis entre si.

Como a presente pesquisa refere-se à construção de um modelo, que se baseia justamente na agregação das opiniões individuais, que forme um único consenso para o grupo, surge a necessidade de consolidação dos dados obtidos via aplicação do questionário (*survey*).

Diante disso, as respostas de cada um dos 35 especialistas-julgadores (respondentes com questionários válidos) foram consolidadas em uma única planilha eletrônica, onde os dados obtidos via questionário foram tabulados e tratados de forma a possibilitar tanto as análises individualizadas das preferências quanto a análise de preferência do grupo, sob a forma de matriz (denominada, matriz agregada do modelo).

Conquanto, para a construção desta matriz agregada, levou-se em consideração a possibilidade de optar-se entre uma duas formas de abordagem para agrupamento dos dados – as abordagens AIJ (*Agregating Individual Judgment*) e AIP (*Agregating Individual Priorities*). Explicadas da seguinte forma, por Da Cruz *et al.* (2022):

- Abordagem AIJ (ou Agregação Individual de Julgamentos) – Aplica-se para o caso em que os decisores participam de um mesmo grupo, de mesma cultura, mesmas preferências e mesmos valores. A combinação destes fatores faz com que os julgamentos atribuídos se tornem um consenso do grupo. Ou seja, a sintonia entre os julgamentos realizados individualmente por cada decisor irá de encontro com a decisão do grupo, gerando assim um novo indivíduo que unifica a decisão de todos os decisores. A homogeneidade encontrada sobre a decisão do grupo faz com que o cálculo da média geométrica de cada um dos valores  $A_{ij}$  satisfaça a reciprocidade hierárquica do grupo nas matrizes de julgamento de cada decisor;

- Abordagem AIP (ou Agregação Individual de Prioridades) – Já a abordagem AIP aplica-se aos casos em que os decisores são de empresas diferentes, tendem a agir conforme as suas próprias preferências, tomam decisões de forma individual e podem ser de países diferentes, ou seja, não possuem um certo grau de entrosamento entre eles ao ponto de definir uma decisão para o bem do grupo. De

maneira mais simples que o modelo AIJ, a média aritmética simples dos vetores das matrizes de decisão satisfaz a condição para sintetizar as prioridades individuais, não impedindo a aplicação da média geométrica se o moderador se sentir mais confortável para aplicá-la.

Segundo reforça Aguarón *et al.* (2019), ambos os métodos apresentam duas limitações importantes que foram abordadas em algumas propostas: a certeza dos dados e a utilização da média geométrica como procedimento de síntese dos valores considerados (julgamentos no AIJ e prioridades no AIP).

Com isso, como o estudo de caso foi aplicado a uma amostra formada por especialistas de diversas origens regionais e institucionais, o método de tomada de decisão em grupo foi aplicado sob a forma AIP, a fim de que fosse priorizado o consenso não só entre os componentes da equipe de engenharia de embalagens da empresa XPTO AUTOMOTIVE, mas também entre todos os demais respondentes (especialistas-julgadores).

Após o estabelecimento destes requisitos, as matrizes individualizadas foram elaboradas e encontram-se detalhadas no Apêndice C – Vide Tabela 17-51.

Assim como sugere Aguarón *et al.* (2019), quanto a atribuição de pesos diferentes aos tomadores de decisão na resolução de um problema. Outro ponto definido nesta etapa, foi a atribuição de pesos diferentes para as respostas obtidas dos respondentes, ou seja, as respostas oriundas de especialistas-julgadores foram submetidas a um fator multiplicativo conforme os anos de experiência e os seus respectivos cargos nas organizações, de forma combinada.

Para a construção da componente relativa aos anos de experiências destes profissionais, foram consideradas as respostas dadas pelos profissionais (Vide Tabela 16, presente no Apêndice B) foram ajustadas sob a forma de interpolação.

Ou seja, os dados foram interpolados linearmente dentro do intervalo entre 1 a 10, em que o menor valor (em anos) para cada coluna recebeu a pontuação 1 e o maior valor recebeu a pontuação 10. Assim, os demais valores intermediários (em anos) estão compreendidos entre estes valores. Vide Tabela 05, a seguir.

**Tabela 05** - Tempo de experiência profissional dos respondentes sob a forma interpolada  
Fonte: Autor

RESPONDENTES	TEMPO DE EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL (DADOS INTERPOLADOS)			
	INDÚSTRIA EM GERAL	INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	EMPRESA ATUAL	DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS
R01	2,29	2,50	2,21	2,29
R02	5,71	6,70	4,81	1,64
R03	3,14	2,20	2,38	1,96
R04	5,43	6,40	2,38	1,64
R05	3,14	3,40	1,97	3,57
R06	2,86	3,70	2,04	2,61
R07	3,14	4,00	2,38	3,25
R08	3,14	4,00	2,38	2,93
R09	1,71	2,05	2,21	1,48
R10	5,00	5,35	2,56	5,02
R11	2,33	3,15	3,25	2,29
R12	1,86	2,65	2,90	2,29
R13	3,14	4,00	2,04	2,29
R14	4,57	5,50	1,45	4,54
R15	4,00	2,50	1,52	2,29
R16	1,43	2,20	1,00	1,64
R17	3,71	4,00	2,04	1,96
R18	1,00	1,75	1,87	1,48
R19	4,29	3,10	2,49	2,93
R20	3,43	4,30	2,04	2,93
R21	3,14	4,00	2,38	2,93
R22	10,00	1,00	1,69	10,00
R23	10,00	7,30	3,77	7,75
R24	4,29	4,60	1,35	5,50
R25	6,86	4,30	4,81	7,43
R26	4,86	5,20	2,38	1,96
R27	2,57	2,05	2,21	1,00
R28	4,00	1,00	5,50	5,18
R29	6,86	7,90	8,96	7,43
R30	2,29	2,20	3,42	3,25
R31	5,14	5,20	1,69	2,29
R32	8,86	10,00	10,00	9,04
R33	4,57	4,00	3,08	4,21
R34	6,00	4,30	3,94	5,82
R35	3,00	3,85	2,56	4,05

Em seguida, de forma a ponderar as experiências pontuadas, levando-se em consideração que os profissionais que possuem maior tempo de experiência em atividades relacionadas ao desenvolvimento de embalagens na indústria automobilística, foram atribuídos pesos para cada uma das experiências. Vide Tabela 06, a seguir.

**Tabela 06** - Pesos atribuídos para as experiências  
Fonte: Autor

PESOS DAS EXPERIÊNCIAS			
INDÚSTRIA EM GERAL (IG)	INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA (IA)	EMPRESA ATUAL (EA)	DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS (DE)
0,50	3,00	1,50	5,00

Desta forma, foi dada maior relevância aos profissionais com o maior número de anos em desenvolvimento de embalagens (DE - com peso 5,00), seguido dos profissionais com maior número de anos na indústria automobilística (IA - com peso 3,00), seguido dos profissionais com maior número de anos na empresa atual (EA - com peso 1,50) e por fim, aos profissionais com maior número de anos em indústria em geral (IG - com peso 0,50).

Outra consideração realizada, ora aplicada sob a forma de fator multiplicativo, está relacionada ao tipo de empresa na qual o respondente atuava a época da pesquisa (origem organizacional). Em que foi dada a preferência para os profissionais oriundos de montadoras/fabricante de veículos (MV - com peso 5,00), seguido dos profissionais oriundos de empresas fornecedores de autopeças (FA - com peso 3,00), seguido de profissionais oriundos de empresas fabricantes de embalagens (FE - com peso 1,00), seguido de profissionais oriundos de instituições de ensino/pesquisa/treinamento (IE - com peso 0,75) e por fim, aos profissionais relacionados a outros meios e/ou condições (OU - com peso 0,25). Vide Tabela 07, a seguir.

**Tabela 07** - Pesos atribuídos para os tipos de empresas (origens organizacionais dos respondentes) - Fator multiplicativo I  
Fonte: Autor

PESOS DAS EMPRESAS				
MONTADORAS / FABRICANTES DE VEÍCULOS (MV)	FORNECEDORES DE AUTOPEÇAS (FA)	FABRICANTES DE EMBALAGENS (FE)	INSTITUIÇÕES DE ENSINO / PESQUISA / TREINAMENTO (IE)	OUTROS (OU)
5,00	3,00	1,00	0,75	0,25

Contanto, considerando que nas organizações, de modo geral, as ações de tomada de decisão realizadas pelos membros do *staff* (engenheiros e analistas) deveriam estar sempre alinhadas com as expectativas e perspectivas futuras dos gestores atuantes na área. Assim, de modo a elevar a importância da opinião destes gestores (no caso: coordenação, gerência, direção e de alta gestão) em suas organizações, foi considerada a atribuição de pesos diferentes para cada uma das respostas recebidas para o julgamento par a par, conforme a função/cargo atual de cada respondente. Para tal, utilizou-se os seguintes pesos/fatores multiplicativos, vide Tabela 08, a seguir.

**Tabela 08** - Pesos atribuídos às respostas dos respondentes conforme função/cargo atual - Fator multiplicativo II  
Fonte: Autor

FUNÇÃO/CARGO ATUAL	DESCRIÇÃO/DETALHAMENTO	PESOS DOS CARGOS
VP	Grupo formado por gestores de topo (presidência, responsáveis regionais, cargos de alta gestão, etc.).	2,00
Diretoria	Grupo formado por diretores de área (logística, produção/manufatura, etc.).	1,75
Especialista	Grupo formado por especialistas da área de logística, tanto no âmbito profissional quanto no âmbito acadêmico.	1,50
Gerência	Grupo formado por gestores responsáveis pela parte estratégica de suas áreas.	1,25
Coordenação	Grupo formado por gestores de níveis táticos (coordenadores de equipes).	1,00
Staff	Grupo formado por profissionais ligados a operação e ao desenvolvimento de projetos (analistas, engenheiros, técnicos, estagiários, etc.).	0,75

Desta forma, ao combinar o tempo de experiência profissional, o tipo de empresa e a função/cargo atual dos respondentes, chegou-se a Tabela 09, que lista os valores da ponderação, dos Fatores Multiplicativos I e II, o peso total ajustado (equivalente ao peso total dividido por 100) e o peso absoluto atribuído a cada um dos 35 respondentes.

**Tabela 09** - Peso absoluto atribuído aos respondentes (Ponderação x Fatores Multiplicativos I e II)  
Fonte: Autor

RESPONDENTES	PESOS				PESO ABSOLUTO
	PONDERAÇÃO (TEMPO DE EXPERIÊNCIA)	FATOR MULTIPLICATIVO I (TIPO DE EMPRESA)	FATOR MULTIPLICATIVO II (FUNÇÃO/CARGO ATUAL)	PESO TOTAL AJUSTADO	
R01	2,33887	5,00000	1,50000	0,17542	5,65945
R02	3,83830	5,00000	1,75000	0,33585	10,00000
R03	2,15698	5,00000	1,25000	0,13481	4,56091
R04	3,37055	5,00000	1,00000	0,16853	5,47310
R05	3,25824	5,00000	0,75000	0,12218	4,21928
R06	2,86220	5,00000	0,75000	0,10733	3,81748
R07	3,33984	5,00000	0,75000	0,12524	4,30206
R08	3,17912	5,00000	0,75000	0,11922	4,13901
R09	1,77352	5,00000	0,75000	0,06651	2,71295
R10	4,74758	5,00000	0,75000	0,17803	5,73030
R11	2,69237	5,00000	0,75000	0,10096	3,64518
R12	2,46629	5,00000	1,00000	0,12331	4,24987
R13	2,80577	5,00000	0,75000	0,10522	3,76023
R14	4,36393	5,00000	0,75000	0,16365	5,34106
R15	2,32074	5,00000	1,25000	0,14505	4,83782
R16	1,70286	0,25000	0,75000	0,00319	1,00000
R17	2,67363	3,00000	0,75000	0,06016	2,54114
R18	1,59588	5,00000	0,75000	0,05985	2,53273
R19	2,98184	5,00000	1,00000	0,14909	4,94727
R20	3,23148	5,00000	0,75000	0,12118	4,19214
R21	3,17912	5,00000	0,75000	0,11922	4,13901
R22	6,05385	0,75000	1,50000	0,06811	2,75621
R23	7,13038	1,00000	2,00000	0,14261	4,77184
R24	4,54621	1,00000	1,25000	0,05683	2,45108
R25	6,06830	3,00000	1,25000	0,22756	7,07024
R26	3,14269	3,00000	0,75000	0,07071	2,82668
R27	1,57530	5,00000	1,50000	0,11815	4,11008
R28	3,91429	1,00000	1,75000	0,06850	2,76687
R29	7,77137	1,00000	1,25000	0,09714	3,54178

(continua...)

(continuação...)

R30	2,91275	1,00000	0,75000	0,02185	1,50465
R31	3,21385	1,00000	1,75000	0,05624	2,43524
R32	9,46071	0,75000	1,50000	0,10643	3,79314
R33	3,99725	1,00000	0,75000	0,02998	1,72470
R34	5,09206	5,00000	0,75000	0,19095	6,07979
R35	3,71544	3,00000	1,25000	0,13933	4,68314

A divisão do peso total por 100, deve-se ao valor máximo possível a ser alcançado por meio da combinação dos três fatores: tempo de experiência profissional (Ponderação), tipos de empresas (Fator Multiplicador I) e função/cargo atual (Fator Multiplicador II).

Para se chegar ao peso absoluto, foi realizada a interpolação linear sobre os valores obtidos para o peso total ajustado, atribuindo uma escala de 1 a 10, de forma a normalizar os valores dentro desta escala. Esta ação visou a simplificação da forma de unir e calcular (de forma agregada) os julgamentos dos respondentes, descrito nos próximos tópicos desta pesquisa.

Assim, dadas as tabelas (matrizes) constantes no Apêndice C e dados os pesos atribuídos a cada um dos respondentes, vide Tabela 10, foi possível agregar os valores obtidos em cada uma das matrizes individualizadas, considerando-se os pesos das respostas dos respondentes na matriz de priorização ponderada do grupo na forma AIP. Que por meio da utilização dos conceitos da média geométrica ponderada (vide Equação 01, descrita a seguir) e fazendo-se o uso dos pesos absolutos encontrados anteriormente como expoentes, os valores referentes a cada um dos julgamentos par a par foram obtidos sob a forma agregada.

$$MgP = \sqrt[\sum w_i]{X_1^{w_1} \times X_2^{w_2} \times X_3^{w_3} \times \dots \times X_n^{w_n}} \quad (01)$$

Onde, cada valor de  $w_n$  corresponde ao peso atribuído para cada julgamento individual  $X_n$ , conforme a função/cargo atual do respondente.

Sendo que:

$$\sum w_i = w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n \quad (02)$$

Onde  $w_i$  corresponde ao somatório dos pesos absolutos de todos os respondentes.

Desta forma, para agregar os valores obtidos em cada uma das matrizes individualizadas, foi utilizada a média geométrica ponderada, com vistas a obter um valor “médio normalizado” para o preenchimento da matriz de priorização agregada, que por sua vez, explicita a preferência do grupo de especialistas-julgadores analisado (sob tais condições).

Assim, a matriz agregada AIP ficou da seguinte forma, vide Tabela 10, a seguir.

**Tabela 10** - Matriz agregada AIP – Grupo de especialistas-julgadores  
Fonte: Autor

R05	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,39558	0,34924	1,49440	0,61749	0,61073	0,65346	0,10003
(Q)	2,52791	1,00000	0,43167	2,29313	1,10541	1,39608	1,25255	0,19174
(S)	2,86335	2,31656	1,00000	2,34817	1,39360	1,63433	1,81268	0,27748
(T)	0,66917	0,43608	0,42586	1,00000	0,31420	0,43128	0,50628	0,07750
(D)	1,61945	0,90464	0,71757	3,18271	1,00000	0,72936	1,16031	0,17762
(G)	1,63738	0,71629	0,61187	2,31869	1,37106	1,00000	1,14736	0,17563
SOMA	10,31726	5,76916	3,53622	12,63710	5,80175	5,80178	6,53264	1,00000

Dando segmento a análise da matriz agregada AIP, foram calculados: o autovalor máximo (representado por  $\lambda_{\max}$ ), o índice de consistência ( $CI = \mu$ ) e a taxa de consistência ( $CR = CI/RI$ ).

Sendo que o valor do índice de consistência (CI), pode ser obtido da seguinte forma, vide Equação 03:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (03)$$

Onde  $n$ , corresponde ao número de critérios utilizados no construto do problema.

O valor de  $n$ , também serve como parâmetro para identificação do índice randômico (RI), proposto por Saaty (1980), podendo ser selecionado de acordo com a Tabela 11, a seguir.

**Tabela 11** – Índice randômico  
Fonte: Adaptado de França *et al.* (2020)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
ÍNDICE RANDÔMICO (RI)	0,00	0,00	0,58	0,98	1,12	1,24	1,32	1,41

De posse dessas informações, o valor encontrado para a taxa de consistência (CR), deve respeitar a condição de ser  $\leq 0,10$  para ser considerado como consistente.

Deste modo, tem-se a Tabela 12, que ilustra os resultados obtidos para cada um dos parâmetros, bem como o resultado da análise de consistência da matriz agregada AIP.

**Tabela 12** - Análise de consistência da matriz agregada AIP

Fonte: Autor

MATRIZ AGREGADA AIP	AUTOVALOR MÁXIMO ( $\lambda_{max}$ )	ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA (CI = $\mu$ )	TAXA DE CONSISTÊNCIA (CR = CI/RI)	STATUS (CR $\leq 0.10000$ )
	6,14829	0,02966	0,02392	Consistente

Contanto, quando submetidas a estes mesmos parâmetros, nem todas as matrizes individualizadas dos 35 respondentes encontram-se com o mesmo status de consistência. Vide Tabela 52, presente no Apêndice D, que apresenta a análise de consistência das matrizes individualizadas.

Por fim, chega-se a Tabela 13, a seguir, que apresenta os pesos dos critérios da matriz agregada.

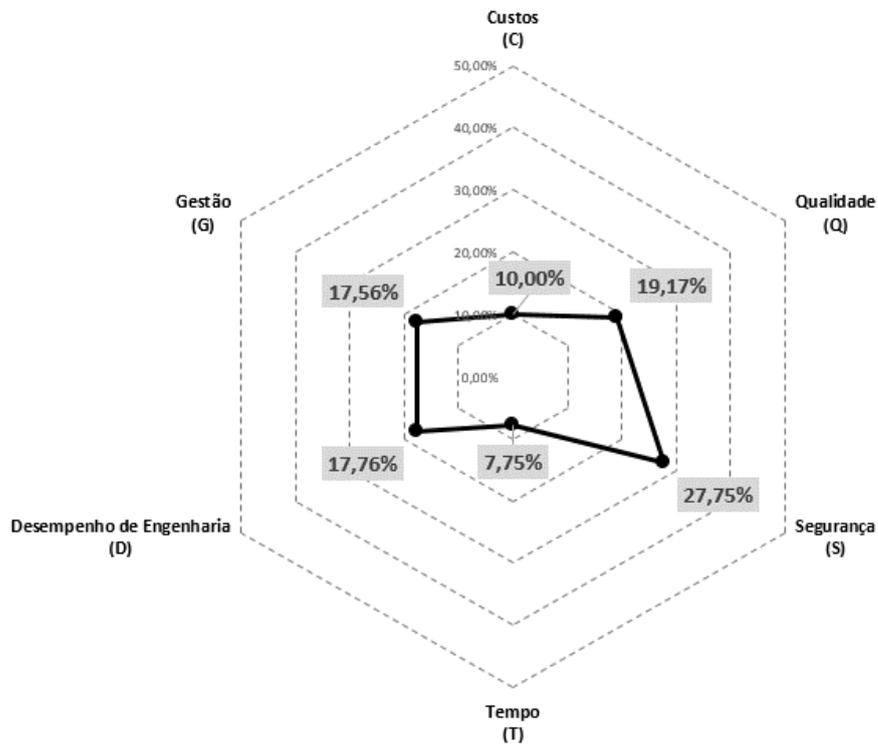
**Tabela 13** - Pesos dos critérios da matriz agregada

Fonte: Autor

RESULTADOS	CUSTOS (C)	QUALIDADE (Q)	SEGURANÇA (S)	TEMPO (T)	DESEMPENHO DE ENGENHARIA (D)	GESTÃO (G)	TOTAL ( $\Sigma$ )
W (PESOS)	0,10003	0,19174	0,27748	0,07750	0,17762	0,17563	1,00000
%	10,00%	19,18%	27,75%	7,75%	17,76%	17,56%	100,00%

### 5.9 Framework (gráfico de radar)

Dando segmento a construção do modelo, foi elaborado um *framework* (gráfico de radar) considerando a distribuição dos pesos dos critérios. Vide Gráfico 05.



**Gráfico 05** - Distribuição dos pesos dos critérios  
Fonte: Autor

### 5.10 Indicador proposto (equação do modelo)

Por intermédio dos pesos dos critérios da matriz agregada, foi possível construir um indicador capaz de ponderar os critérios inicialmente definidos e julgados a luz dos especialistas em desenvolvimento de embalagens.

Assim, chega-se tanto a equação simplificada que rege o modelo desenvolvido ao longo deste trabalho, quanto ao gráfico do tipo radar que ilustra os pesos dos critérios (obtidos na matriz agregada), vide Equação 04, a seguir:

$$Ipp_{i/i} = 0,10003 \times (C_{i/i}) + 0,19174 \times (Q_{i/i}) + 0,27748 \times (S_{i/i}) + 0,07750 \times (T_{i/i}) + 0,17762 \times (D_{i/i}) + 0,17563 \times (G_{i/i}) \quad (04)$$

Onde:

$Ipp_{i/i}$  = Individual Packaging Performance

C = Custos

Q = Qualidade

S = Segurança

T = Tempo

D = Desempenho de Engenharia

G = Gestão

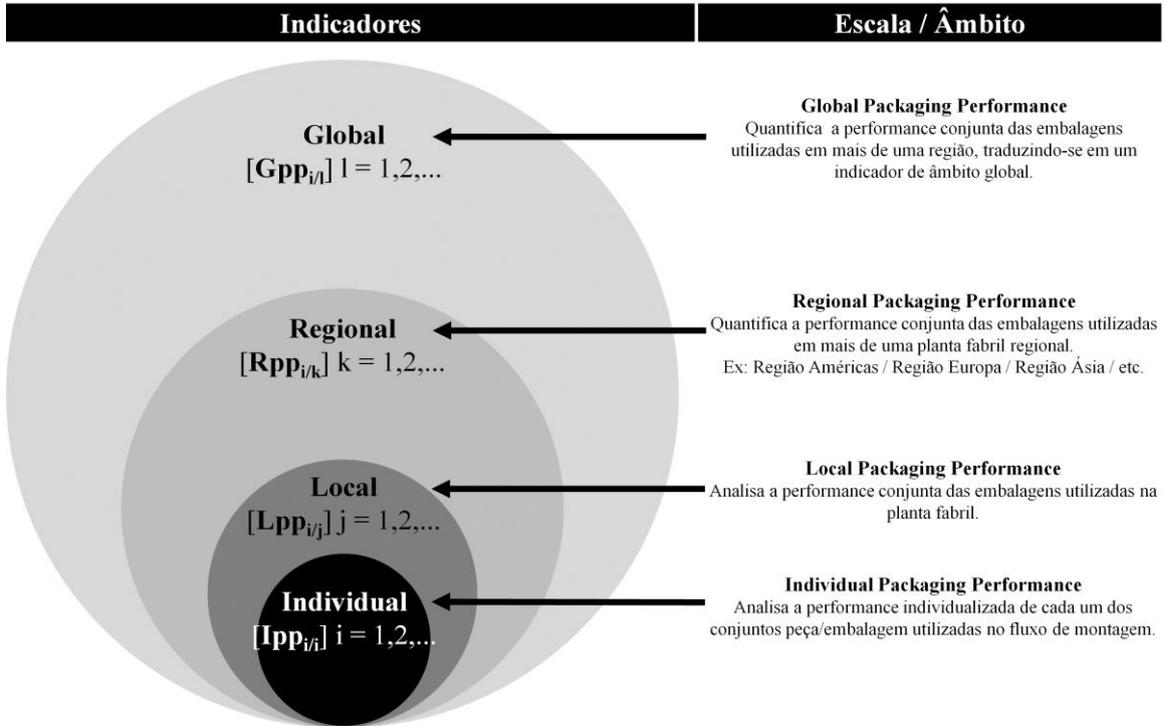
Com:

$i = 1, 2, 3, \dots$  (sendo  $i$ , cada uma das peças utilizadas pela montadora).

Deste modo, espera-se que através da aplicação desta equação, os especialistas em desenvolvimento de embalagens, seguindo os subcritérios específicos utilizados pela montadora XPTO AUTOMOTIVE, conforme a sua própria política de desenvolvimento e gestão de embalagens, consigam estabelecer o desempenho individual (para cada uma das peças utilizadas em seu processo produtivo), além de poder comparar uma com as outras.

Quanto à capacidade de benchmarking (comparativo entre o desempenho de cada uma das peças), este indicador permite comparar, além de par a par, o desempenho de uma determinada peça frente as outras utilizadas pela montadora em outras condições. Como por exemplo, comparar o desempenho desta determinada peça em relação a outras peças contidas em um universo maior, como é o caso de compará-la com outras peças utilizadas na mesma planta fabril, ou com peças utilizadas em várias plantas fabris regionais (ex: Região Américas, Região Europa, Região Ásia, etc.), ou em peças utilizadas em termos globais (mais de uma região do mundo), ranqueando-as.

Diante desta oportunidade de expansão do modelo, é sugerido a implementação dos seguintes indicadores complementares, a fim de incentivar a política de benchmarking e melhoria contínua entre as diversas plantas fabris da empresa ao redor do mundo, uma vez que as performances seriam avaliadas/comparadas de maneiras equivalentes. Ou seja, estariam sujeitas as respectivas realidades locais. Vide Figura 13 e Equações 05, 06 e 07, a seguir.



**Figura 13** - Indicadores de desempenho de embalagens

Fonte: Autor

$$Lpp_{i/j} = 0,10003 \times (C_{i/j}) + 0,19174 \times (Q_{i/j}) + 0,27748 \times (S_{i/j}) + 0,07750 \times (T_{i/j}) + 0,17762 \times (D_{i/j}) + 0,17563 \times (G_{i/j}) \quad (05)$$

$$Rpp_{i/k} = 0,10003 \times (C_{i/k}) + 0,19174 \times (Q_{i/k}) + 0,27748 \times (S_{i/k}) + 0,07750 \times (T_{i/k}) + 0,17762 \times (D_{i/k}) + 0,17563 \times (G_{i/k}) \quad (06)$$

$$Gpp_{i/l} = 0,10003 \times (C_{i/l}) + 0,19174 \times (Q_{i/l}) + 0,27748 \times (S_{i/l}) + 0,07750 \times (T_{i/l}) + 0,17762 \times (D_{i/l}) + 0,17563 \times (G_{i/l}) \quad (07)$$

Onde:

$$Lpp_{i/j} = \text{Local Packaging Performance}$$

$$Rpp_{i/k} = \text{Regional Packaging Performance}$$

$$Gpp_{i/l} = \text{Global Packaging Performance}$$

C = Custos

Q = Qualidade

S = Segurança

T = Tempo

D = Desempenho de Engenharia

G = Gestão

Com:

$i = 1, 2, 3, \dots$  (sendo  $i$ , cada uma das peças utilizadas pela montadora);

$j = 1, 2, 3, \dots$  (sendo  $j$ , cada uma das peças utilizadas por toda planta fabril da montadora);

$k = 1, 2, 3, \dots$  (sendo  $k$ , cada uma das peças utilizadas por todas plantas fabris regionais da montadora);

$l = 1, 2, 3, \dots$  (sendo  $l$ , cada uma das peças utilizadas por todas plantas fabris globais da montadora).

Em que:

$i$  está sujeito ao universo de peças definidos por  $j$ ,  $k$  e  $l$ , em cada situação de análise.

Restrito a:

$$i \leq j \leq k \leq l;$$

$$0 \leq i \leq 1;$$

$$0 \leq j \leq 1;$$

$$0 \leq k \leq 1;$$

$$0 \leq l \leq 1.$$

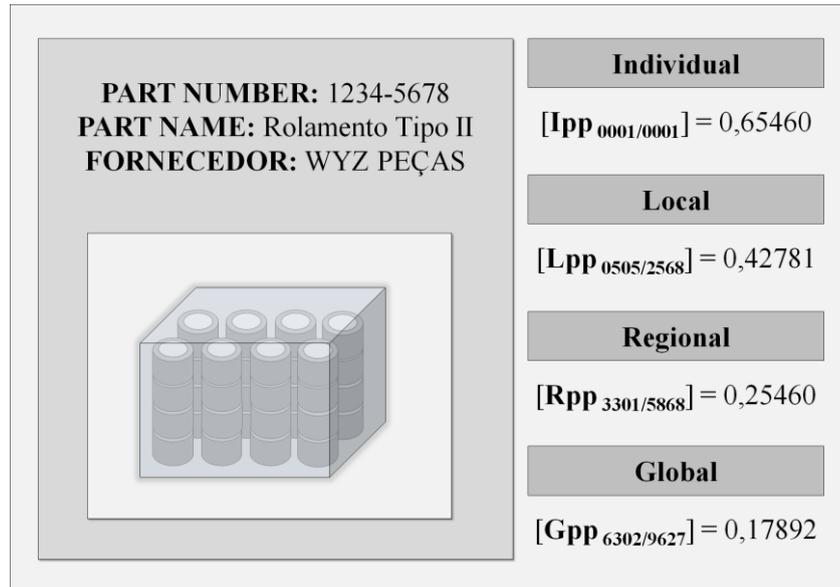
Assim, a oportunidade de implementação de tal modelo, fará com que os especialistas analisem objetivamente, qual fator mais influência no desempenho de seu projeto de embalagem. Fazendo com que alguns paradigmas e dilemas em relação ao tipo de embalagem (retornável ou descartável / *standard* ou específica / etc.), ao posicionamento da peça na embalagem (para acomodar mais peças), a frequência de coleta no fornecedor (número de viagens/fretes), a ergonomia (peso total da embalagem), por exemplo, sejam revistos a tempo de uma tomada de decisão. Deste modo, um especialista lotado na planta fabril brasileira poderia comparar o desempenho de seus projetos/desenvolvimentos em relação ao que foi praticado pelos demais especialistas ao redor do mundo (e vice-versa).

Outra potencialidade do modelo, diz respeito as fases iniciais de desenvolvimento de embalagens, onde os especialistas poderiam tomar como ponto de partida um projeto de embalagem previamente implementado (em uso) em uma outra região para embasar o seu próprio desenvolvimento, realizando as adaptações necessárias para adequá-lo à sua realidade local.

#### **5.10.1 Exemplo de aplicação do indicador (painel de visualização do desempenho)**

Em complemento a definição das quatro equações supracitadas, que quantificam o desempenho individual do conjunto (peça/embalagem), tem-se a possibilidade de ilustrar os quatro resultados em uma única imagem, que apresenta tanto o valor referente ao desempenho da embalagem em questão, quanto o seu posicionamento em relação aos rankings local, regional e global.

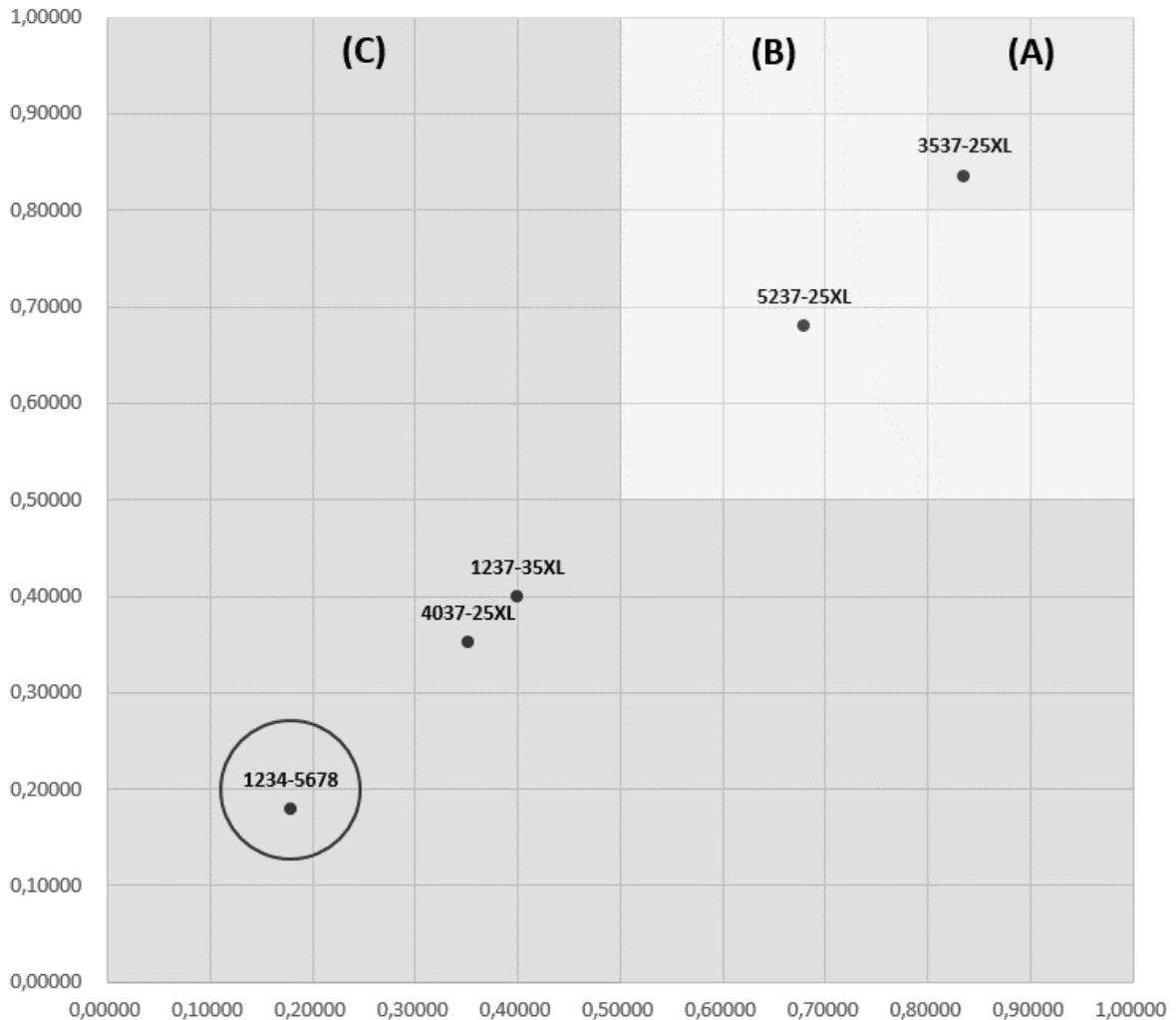
Ou seja, cada peça possui além de sua análise individual, outros três indicadores ampliados para análise e comparativo de seu desempenho frente a outras peças (sob a forma de *ranking*). Vide exemplo ilustrado na Figura 14, a seguir.



**Figura 14** - Exemplo ilustrativo dos indicadores aplicado a uma peça fictícia (Proposta)  
 Fonte: Autor

Já para analisar graficamente o desempenho desta mesma peça em relação as demais, é sugerido a utilização de um gráfico que também classifique a sua importância e que destaque a necessidade de realização de alguma intervenção de melhoria.

Assim, um gráfico organizado em ABC, vide Gráfico 06, pode ser bastante direto e prático, auxiliando os especialistas na identificação de seu foco de atuação, no caso, o grupo de peças que possuem menor desempenho.



**Gráfico 06** - Exemplo ilustrativo dos indicadores aplicado a uma peça fictícia (Proposta)  
Fonte: Autor

Em linha com o exemplo dado, verifica-se no Gráfico 06, que esta peça, marcada pelo círculo vermelho, estaria classificada na área C do gráfico ABC, sendo assim, trata-se de uma das peças a serem prioritariamente analisadas, com vistas a realizar ações de melhoria de sua embalagem. Já que conforme identificado por Twede e Clarke (2005), a indústria automobilística descobriu que os custos operacionais podem aumentar quando a logística de embalagens não é bem gerida.

Assim, diante de todo exposto, espera-se que o modelo possa vir a ser adequado conforme as necessidades de cada montadora e/ou equipe de engenharia de embalagens, sendo um instrumento balizador de suas atividades, no que tange ao desenvolvimento, gestão e melhoria das embalagens.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a definição dos pesos dos critérios, da definição da equação (indicador) e da proposta de construção de uma forma ilustrativa do desempenho das embalagens, os resultados obtidos foram analisados e seus pontos principais discutidos a seguir.

Inicialmente, diante da situação problema apresentada, foram definidos os envolvidos no processo de tomada de decisão. Para isso, utilizou-se a mesma amostra de decisores definida no estudo de (DA CRUZ; CAIADO; SANTOS, 2022); total de 9 profissionais que compunham o *staff* e a gestão do Departamento de Engenharia de Embalagens da montadora de veículos XPTO AUTOMOTIVE, empresa objeto de estudo. Que por sua vez, foram denominados como: especialistas-decisores.

Todo o processo de listagem e de definição dos critérios ocorreram em conjunto e de maneira consensual entre os especialistas deste departamento. Nesta etapa, a utilização da técnica de grupo, popularmente conhecida como *brainstorming*, se mostrou eficaz (rápida aplicação/grande interação entre os participantes) e adequada, tendo em vista que o objetivo era, justamente, a partir da opinião de um grupo de especialistas, identificar quais seriam os critérios considerados para a gestão e o desenvolvimento de embalagens utilizadas na logística de peças automotivas.

A partir da aplicação do método, a amostra de especialistas-decisores, elencaram/listaram um total de 28 critérios, que segundo eles seriam relevantes. No entanto, quando perguntados sobre quais seriam os critérios mais importantes a serem levados em consideração para melhor desenvolver e gerir as embalagens, dentre todos os critérios listados anteriormente, os especialistas-decisores, priorizaram os seguintes: Custos, Qualidade, Segurança, Tempo, Desempenho de Engenharia e Gestão.

A partir destes 6 critérios, e seguindo um dos passos do método AHP, foi construído uma estrutura hierárquica de tomada de decisão (árvore de decisão), que por sua vez foi utilizada para estruturar o modelo proposto neste estudo.

Após a construção desta estrutura hierárquica, os critérios foram submetidos a uma análise comparativa do tipo par a par, em que uma amostra de especialistas-julgadores, a partir de um questionário (*survey*) elaborado para a realização da avaliação intercritério, julgaram a escala de importância de cada critério frente aos demais.

Esta amostra de especialistas-julgadores, era composta por um número maior de profissionais, inclusive de empresas externas (fornecedores de autopeças, fabricantes de embalagens, educadores ligados à área, etc), que foram convidados tanto via LinkedIn quanto via *e-mail*, totalizando uma amostra de respondentes de 35 profissionais.

Posteriormente à obtenção dos dados (respostas dos questionários), estes foram consolidados em uma planilha eletrônica, de modo a extrair a preferência do grupo, ou seja, obter o ranqueamento dos critérios.

Tal ranqueamento, deu-se pela aplicação do método AHP-GDM, seguindo a abordagem AIP, com a aplicação da média geométrica ponderada entre os valores. Ou seja, os valores obtidos foram ponderados, através de pesos atribuídos, que combinaram o tempo de experiência profissional, a origem organizacional e o cargo que cada respondente ocupava em sua organização.

Como resultado desta etapa, teve a atribuição de pesos dos critérios. Priorizados da seguinte forma: 1° - Segurança (27,75%); 2° - Qualidade (19,18%); 3° - Desempenho de Engenharia (17,76%); 4° - Gestão (17,56%); 5° - Custos (10,00%) e 6° - Tempo (7,75%).

Em seguida, estes resultados foram ilustrados sob a forma de um *framework*, no formato de gráfico radar. E por intermédio destes mesmos valores, foi definida a equação que rege o modelo e possibilita o cálculo do indicador de desempenho das embalagens, um dos objetivos deste estudo, e proposto um painel de visualização do desempenho das embalagens, ilustrado por meio de um exemplo fictício, de um gráfico de desempenho relacionado a este mesmo exemplo e organizado/classificado na forma ABC. Além de sugerir outras três formas ampliadas de aplicação do indicador construído neste estudo, em outras escalas (âmbitos regionais): Local, Regional e Global.

Por fim, diante dos debates realizados, destaca-se que o presente modelo, desenvolvido ao longo deste estudo, contribui para o conhecimento técnico-científico e para a facilitação das atividades diárias dos especialistas em desenvolvimento de embalagens, por ter proposto uma forma prática de mensuração do desempenho das embalagens (em termos de desenvolvimento e de gestão), seguindo os critérios mais relevantes a luz das opiniões da amostra de especialistas analisada neste estudo.

## 7 CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo geral, propor um indicador que possibilite medir o desempenho das embalagens utilizadas na logística de peças de uma montadora de veículos, a luz dos critérios mais importantes (prioritários) segundo os especialistas em engenharia de desenvolvimento de embalagens, considerando a abordagem multicriterial de tomada de decisão em grupo (em equipe), quanto à escolha e à definição de embalagens de transporte de peças. Diante dos resultados encontrados, pode-se concluir que este objetivo foi atingido, pois foi possível desenvolver uma fórmula de cálculo (traduzida em um indicador), construída com base no consenso de um grupo de especialistas, que possibilita mensurar o desempenho das embalagens.

Para alcance do resultado supracitado, realizou-se inicialmente uma intervenção via aplicação de *brainstorming*. Que é uma das técnicas para determinar abordagens adequadas com base no pensamento de grupo que começou a ser usada gradualmente durante a década de 1950 (YAZDANI; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, 2012). Esta técnica foi então aplicada a um grupo de especialistas em engenharia de embalagens lotado em uma montadora de veículos, para a definição dos critérios.

Em seguida, o estudo foi ampliado sob a forma de questionário (*survey*), aplicado a um grupo maior de especialistas externos à organização, onde foi possível identificar o grau de priorização destes critérios, após a aplicação do método AHP-GDM na forma AIP. Possibilitando a construção de uma equação (indicador) que mensura de maneira objetiva o desempenho das embalagens utilizadas no transporte das peças de montagens dos veículos, utilizando os pesos obtidos a partir da própria aplicação do AHP-GDM.

Desta forma, a aplicação do modelo proposto no presente estudo pode auxiliar na gestão e no desenvolvimento de novas embalagens, além de promover a oportunidade de identificação de melhorias nas embalagens utilizadas atualmente. Neste contexto, o método de apoio multicritério à decisão utilizado em sua construção, surge como uma alternativa viável para auxiliar no desenvolvimento de melhores condições de embalagens, que estejam alinhadas com os objetivos estratégicos das organizações.

Já que em muitos problemas de tomada de decisão em grupo da vida real, acordos aceitáveis alcançados sobre o consenso de custo mínimo são mais eficazes e desejáveis do

que acordos unânimes mais demorados e caros (ZHANG; KOU; PENG, 2019). Como por exemplo os resultados obtidos no estudo de Pålsson e Hellström (2023), que indicam que um scorecard de inovação em embalagens torna mais fácil para as partes interessadas avaliarem sistematicamente o desempenho organizacional das embalagens.

Basicamente, a Engenharia de Embalagem tem a função de ponte entre fornecedores e os usuários (MOURA; BANZATO, 2010). Assim, o desenvolvimento da pesquisa ocorreu no Departamento de Engenharia de Embalagens de uma montadora de veículos (multinacional de grande porte), localizada no Brasil. Os especialistas deste departamento definem as embalagens conforme a sua experiência (know-how) e por meio de discussões com as demais áreas envolvidas no processo de fabricação de veículos, e até o presente momento, além dos critérios de custos e de cubagem dos materiais, por questões relacionadas ao transporte das peças, não utilizavam nenhum outro tipo de métrica que combinasse outros critérios além desses.

Mais importante ainda, as ferramentas disponíveis não são aplicáveis em nível organizacional, uma vez que se destinam a permitir que os engenheiros comparem um conjunto limitado de opções de embalagens (PÅLSSON; HELLSTRÖM, 2023).

O processo de consenso requer troca de opiniões e comunicação entre especialistas e um moderador, e necessita de um equilíbrio de interesses de ambos os lados (ZHANG; KOU; PENG, 2019). E o planejamento e programação da produção, a atribuição de recursos e a gestão de gargalos são alguns dos dilemas com que os gestores de produção de embalagens têm de lidar no dia-a-dia (SILVA; PÅLSSON, 2022). Já que durante a manufatura, cada peça deve ser movida de e para cada máquina ou operação do processo e ser transportada de departamento para departamento (PRADO; LICURSI; MEDA, 2007).

Como um dos elementos diferenciais constantes neste estudo, está a contribuição coletiva de um grupo interdisciplinar, pois enquanto alguns estudos abordam separadamente/individualmente um dos três principais pontos de vistas existentes no desenvolvimento de embalagens e na cadeia de suprimentos da indústria automobilística, a saber: o ponto de vista dos especialistas que atuam nas montadoras (DA CRUZ; CAIADO; SANTOS, 2022), o ponto de vista dos especialistas que atuam nos fornecedoras de peças e o ponto de vista dos especialistas que atuam nos fabricantes de embalagens (DE ABREU; PEREIRA, 2004).

O que justifica o desenvolvimento de uma proposta de indicador de desempenho por meio de um método de apoio multicritério à decisão mais abrangente e consensual. Já que segundo Moura e Banzato (2010), o objetivo de minimizar os custos relativos às embalagens, pode ser alcançado através da avaliação técnica e econômica de alternativas e do estabelecimento de critérios que fornecem soluções conciliatórias.

Assim, o desenvolvimento do indicador proposto no presente estudo teve como inspiração os passos realizados no estudo de Da Cruz *et al.* (2022). No processo decisório, estiveram envolvidos os membros da equipe de desenvolvimento de embalagens da mesma montadora analisada no estudo mencionado. Enquanto na fase de julgamento dos critérios, estiveram envolvidos uma amostra maior de especialistas, formada por profissionais atuantes tanto em outras montadoras de veículos, quanto em fabricantes de autopeças, fabricantes de embalagens e docentes relacionados a área (com publicações vinculadas ao tema).

Com a participação dos especialistas-decisores, foi possível identificar seis critérios, que foram submetidos a julgamento por meio da aplicação de um questionário, onde os especialistas-julgadores puderam definir os seus respectivos pesos via comparação par a par (método AHP).

Em seguida, os valores obtidos foram agrupados e ponderados por meio da aplicação da média geométrica ponderada. Após esta agregação dos valores, chegou-se a matriz final do modelo, que serviu de base para a construção da equação que rege o indicador proposto no presente estudo.

Sendo este um indicador proposto, o mesmo ainda carece de uma aplicação voltada a sua validação. No entanto, o mesmo se mostrou prático em termos de sua construção e adaptável à outras organizações em termos de sua aplicação. Cabendo a cada organização adequar as suas políticas de embalagens ao modelo. Pois segundo Pålsson e Hellström (2023), um scorecard abrangente mede e esclarece as práticas de embalagem nas organizações.

Sendo assim, o presente modelo ficará à disposição dos departamentos de engenharias de embalagens das montadoras, para que seja aplicado a fim de melhorar a rotina de trabalho de seus especialistas de embalagens e conseqüentemente para a melhoria de seus processos internos.

Por se tratar de um estudo de caso exploratório, como proposta de estudos futuros sugere-se que o modelo seja ampliado em termos dos critérios aplicados, em que cada um dos critérios passaria a contar com subcritérios identificados/baseados na literatura, em documentos/referenciais de embalagens das montadoras e/ou na visão dos próprios especialistas, com fórmulas de cálculos pré-definidas, a fim de mensurar os seus desempenhos. A replicação desse modelo em outras organizações do mesmo setor também poderia ser interessante, a fim de obter outros resultados, que poderiam ser comparáveis aos obtidos nesta pesquisa. Além disso, os resultados aqui encontrados podem servir como elementos norteadores para a estruturação de estudos futuros que tenham o intuito de construir modelos de tomada de decisão em grupo em outros segmentos empresariais, além do apresentado nesta pesquisa.

## 8 PRODUTOS DA DISSERTAÇÃO

Dentre os produtos resultantes desta dissertação, estão, o desenvolvimento de três artigos científicos voltados ao tema, sendo: duas publicações em revistas científicas e uma publicação em congresso. Vide Tabela 14, a seguir.

**Tabela 14** - Lista de produtos oriundos da dissertação (desenvolvidos ao longo do programa)  
Fonte: Autor

ANO	MODO DE PUBLICAÇÃO	DESCRIÇÃO
2023	Revista Científica	CRUZ, M. M.; MARUJO, L. G. ; FLORIANO FILHO, T. ; CARVALHO, D. R. ; FREITAS, F. V.. Desenvolvimento de embalagens para o acondicionamento e transporte logístico de autopeças: um estudo bibliométrico. RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, v. 12, p. e3212742466, 2023.
2022	Revista Científica	DA CRUZ, MARCELO MIGUEL; CAIADO, RODRIGO GOYANNES GUSMÃO ; SANTOS, RENAN SILVA. Industrial Packaging Performance Indicator Using a Group Multicriteria Approach: An Automaker Reverse Operations Case. Logistics-Basel, v. 6, p. 58, 2022.
2022	Congresso	CRUZ, MARCELO MIGUEL DA; FILHO, AMAURY MENEZES PEREIRA ; BOUÇAS, ISABELA DE ALMEIDA ; ALVES, RAFAEL DA SILVA . PROPOSTA DE INDICADORES PARA GESTÃO DE RESÍDUOS DE EMBALAGENS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA. In: CNEG 2022 XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2022, Online. Niterói/RJ: UFF, 2022.

Estes trabalhos foram desenvolvidos com o apoio de professores e alunos da COPPE/UFRJ ao longo das disciplinas cursadas no programa de mestrado, além de professores e alunos oriundos de outros programas de pós-graduação *stricto sensu* de outras instituições de ensino, sob a forma de parcerias.

Logo, alguns dos elementos constantes nestas pesquisas, fizeram parte de algumas seções do presente trabalho, de forma a fundamentar certos conceitos relacionados ao tema e a auxiliar nos passos seguidos ao longo do desenvolvimento da presente dissertação.

## 9 REFERÊNCIAS

- AGUARÓN, J. *et al.* AHP-group decision making based on consistency. **Mathematics**, v. 7, n. 3, 2019.
- AKABANE, G. K. *et al.* Returnable packaging as a sustainability factor in the automotive chain: a case study. **Archives of Business Research**, v. 5, n. 9, p. 21–31, 30 set. 2018.
- ALEGRE, H. *et al.* Normalização na gestão patrimonial de infraestruturas. **ENEG 2015 - Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento**, p. 1–14, 2015.
- ALMEIDA, T. DOS S. **Modelo Matemático para a Definição de Embalagens Industriais: Estudo de Caso em uma Empresa Automobilística**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2016.
- ALSHAHRANI, R. *et al.* Establishing the fuzzy integrated hybrid MCDM framework to identify the key barriers to implementing artificial intelligence-enabled sustainable cloud system in an IT industry. **Expert Systems with Applications**, v. 238, n. September 2023, p. 121732, mar. 2024.
- ANAND, K. R.; RAMALINGAIAH; PARTHIBAN, P. Fuzzy Quantitative Approach to Prioritize Green Factors in Supply Chain. **Applied Mechanics and Materials**, v. 592–594, p. 2645–2653, jul. 2014.
- ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2021**. São Paulo: [s.n.].
- ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2023**. Sao Paulo: [s.n.].
- ASHAYERI, J.; WESTERHOF, A. J.; VAN ALST, P. H. E. L. Application of mixed integer programming to a large-scale logistics problem. **International Journal of Production Economics**, v. 36, n. 2, p. 133–152, 1994.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- BIANCHI, K. DE. **Uma contribuição para a melhoria de desempenho no intercâmbio de embalagens duráveis na indústria automobilística**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- BÖRÖCZ, P. Vibration levels of stacked automotive engine rack in truck shipments as a function of vehicle speed and road condition. **Journal of Testing and Evaluation**, v. 49, n. 1, 2020.
- BÖROLD, A. *et al.* Deep learning-based object recognition for counting car components to support handling and packing processes in automotive supply chains. **IFAC-PapersOnLine**, v. 53, n. 2, p. 10645–10650, 2020.

- BOYSEN, N. *et al.* Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda. **European Journal of Operational Research**, v. 242, n. 1, p. 107–120, abr. 2015.
- BOYSEN, N.; BRISKORN, D.; EMDE, S. Just-in-time vehicle scheduling with capacity constraints. **IIE Transactions**, v. 48, n. 2, p. 134–145, 29 fev. 2016.
- BOYSEN, N.; EMDE, S. Scheduling the part supply of mixed-model assembly lines in line-integrated supermarkets. **European Journal of Operational Research**, v. 239, n. 3, p. 820–829, 30 dez. 2014.
- BRASIL, G. F. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União**, p. 2, 2010.
- CALZAVARA, M. *et al.* Analysis of economic and ergonomic performance measures of different rack layouts in an order picking warehouse. **Computers and Industrial Engineering**, v. 111, p. 527–536, 2017.
- CAPISTRANO, B. J. O.; BULURAN, R. N. **Improving cycle time of returnable packaging logistics management in a Philippine automotive manufacturing plant**. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Anais...2021**
- CASPER, R.; SUNDIN, E. Reverse Logistic Transportation and Packaging Concepts in Automotive Remanufacturing. **Procedia Manufacturing**, v. 25, p. 154–160, 2018.
- CHEN, C. W. *et al.* Packaging Solution Optimization of Automotive Parts and Its Ocean Shipping Test. **Proceedings of the 2015 International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering**, v. 123, n. Aii, p. 558–560, 2015.
- CHENG, Y. T.; YANG, T. Simulation of design and analysis of a container reverse-logistics system. **Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers**, v. 22, n. 3, p. 189–198, 2005.
- CHHABRA, D.; GARG, S. K.; SINGH, R. K. Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 962–969, 2017.
- CHRISTMANSSON, M. *et al.* A case study of a principally new way of materials kitting - An evaluation of time consumption and physical workload. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 30, n. 1, p. 49–65, 2002.
- CORRECHER, J. F. *et al.* Solving a large multicontainer loading problem in the car manufacturing industry. **Computers and Operations Research**, v. 82, p. 139–152, 2017.
- COSTA FILHO, C. F. F.; COELHO JÚNIOR, L. C. B.; COSTA, M. G. F. Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria. **Produção**, v. 16, n. 1, p. 100–110, 2006.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 889–898, 2017.

DA CRUZ, M. M. *et al.* **Proposta de indicadores para gestão de resíduos de embalagens industriais: um estudo de caso na indústria automotiva**. Anais XVI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG). **Anais...Niterói: 2022**

DA CRUZ, M. M. *et al.* Desenvolvimento de embalagens para o acondicionamento e transporte logístico de autopeças: um estudo bibliométrico. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 7, p. 1–19, 2023.

DA CRUZ, M. M.; CAIADO, R. G. G.; SANTOS, R. S. Industrial Packaging Performance Indicator Using a Group Multicriteria Approach: An Automaker Reverse Operations Case. **Logistics**, v. 6, n. 3, p. 58, 2022.

DA CRUZ, M. M.; DE BARROS, J. G. M. **Redução de custos logísticos e operacionais em uma indústria automotiva**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...2016**

DA SILVA, E. C.; MARTINS, G. T. F. **A logística reversa de embalagens na indústria automobilística**. X FATECLOG - Logística 4.0 & Sociedade do Conhecimento. **Anais...Guarulhos/SP: 2019** Disponível em: <<https://www.aslore.org.br/index.php/logistica-reversa-de-embalagens-na-pratica/>>

DA SILVA, G. C.; KAMINSKI, P. C. Rapid prototyping applied to parts used in static tests of racks for packing and transporting automobile parts. **SAE Technical Papers**, 2007.

DAS, D.; VERMA, P.; TANKSALE, A. N. Designing a closed-loop supply chain for reusable packaging materials: A risk-averse two-stage stochastic programming model using CVaR. **Computers and Industrial Engineering**, v. 167, n. June 2021, p. 108004, 2022.

DE ABREU, F. R.; PEREIRA, M. A. C. **Aplicação de QFD na Fabricação de Embalagens Especiais para a Indústria Automobilística**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. **Anais...Florianópolis/SC: 2004**

DE ALMEIDA, A. T. *et al.* **Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis**. Cham: Springer International Publishing, 2015. v. 231

DE LIMA, B. P.; MUNIZ JUNIOR, J.; FORTI, A. W. Projeto de embalagens para peças de automotivas aplicando o desdobramento da função qualidade (QFD). **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, p. 126–141, 2012.

DE SOUZA, A. J. S. *et al.* Management Allied to Industry: Development of Metallic Packaging “Rack” Applied to the Automotive Sector. **International Journal of Business Administration**, v. 13, n. 2, p. 1, 2022.

DE SOUZA, M. C.; DE CARVALHO, C. R. V.; BRIZON, W. B. Packing items to feed assembly lines. **European Journal of Operational Research**, v. 184, n. 2, p. 480–489, 2008.

EARLY, C. *et al.* Informing packaging design decisions at Toyota Motor sales using life cycle assessment and costing. **Journal of Industrial Ecology**, v. 13, n. 4, p. 592–606, 2009.

FANG, D.; SPICHER, K. Study on (Re-) designing CKD processes of automotive supply chain. **ICLEM 2012: Logistics for Sustained Economic Development - Technology and Management for Efficiency - Proceedings of the 2012 International Conference of Logistics Engineering and Management**, p. 1073–1079, 2012.

FATHI, M.; RODRÍGUEZ, V.; ALVAREZ, M. J. A novel memetic ant colony optimization-based heuristic algorithm for solving the assembly line part feeding problem. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 75, n. 1–4, p. 629–643, 2014.

FAVRETTO, J.; NOTTAR, L. A. Utilização da metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na definição de um software acadêmico para uma Instituição de Ensino Superior do Oeste Catarinense. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 2, p. 183–91, 2016.

FENG, S.; SONG, R.; XUE, S. Optimization of Palletized Unit Implants Dispatch Considering Less than Truckload Transportation in Auto Parts Industry. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 638, n. 1, 2021.

FERREIRA, L. P. *et al.* Evaluation of the changes in working limits in an automobile assembly line using simulation. **AIP Conference Proceedings**, v. 1431, n. February 2021, p. 617–624, 2012.

FILHO, M. A. L. *et al.* Device design for SAE 1020 steel tool storage applied to automotive industry. **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, v. 2019, n. MAR, p. 125–136, 2019.

FINAZZI SANTOS, P. M.; PORTO, R. B. A Gestão Ambiental Como Fonte de Vantagem Competitiva Sustentável: Contribuições da Visão Baseada em Recursos e da Teoria Institucional. **Revista de Ciências da Administração**, p. 152–167, 3 abr. 2013.

FINNSGÅRD, C. *et al.* Impact of materials exposure on assembly workstation performance. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 24, p. 7253–7274, 2011.

FINNSGÅRD, C.; WÄNSTRÖM, C. Factors impacting manual picking on assembly lines: An experiment in the automotive industry. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 6, p. 1789–1798, 2013.

FONTANELLA, B. J. B. *et al.* Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 388–394, fev. 2011.

FOSTER, P.; SINDHU, A.; BLUNDELL, D. A case study to track high value stillages using RFID for an automobile OEM and its supply chain in the manufacturing industry. **2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN'06**, p. 56–60, 2006.

FRANÇA, L. C. DE J. *et al.* AHP approach applied to multi-criteria decisions in environmental fragility mapping. **Floresta**, v. 50, n. 3, p. 1623, 10 jul. 2020.

FRAZZONI, D. P. **Thermoformed transportation shipping systems**. Proceedings of the Electrical/Electronics Insulation Conference. **Anais...**1997

GARCIA-ARCA, J. *et al.* Methodology for selecting packaging alternatives: an “action research” application in the industrial sector. **Central European Journal of Operations Research**, v. 29, n. 4, p. 1427–1446, 2021.

GARCÍA-ARCA, J. *et al.* Packaging design for competitiveness. Contextualizing the search and adoption of changes from a sustainable supply chain perspective. **International Journal of Production Management and Engineering**, v. 10, n. 2, p. 115–130, 2022.

GARCÍA-ARCA, J.; CARLOS PRADO-PRADO, J.; TRINIDAD GONZALEZ-PORTELA GARRIDO, A. “Packaging logistics”: Promoting sustainable efficiency in supply chains. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 44, n. 4, p. 325–346, 2014.

GARCÍA-OROZCO, K. J. *et al.* Analysis and improvement proposal for the supply and storage process in Tier 1. **21st International Conference on Modeling and Applied Simulation, MAS 2022**, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo/SP: Editora Atlas, 2002.

GIUBILATO, B.; ZHANG, G.; ALFIERI, A. Automotive returnable container management with RFID: A simulation approach. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 325–330, 2019.

GODOY, M. H. P. C. DE. **Brainstorming: Como Atingir Metas**. Nova Lima/MG: INGD Tecnologia e Serviços, 2004.

GOVINDAN, K. *et al.* Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modeling approach. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 15–34, 16 jan. 2015.

GUBOVÁ, K. Utilisation of Technologies and Innovations in Logistics of Automotive Enterprises. **Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research**, v. 10, n. 2, p. 91–95, 2020.

GUZMAN, E.; ANDRES, B.; POLER, R. A MILP Model for Reusable Containers Management in Automotive Plastic Components Supply Chain. In: **IFIP Advances in Information and Communication Technology**. [s.l: s.n.]. v. 629p. 170–178.

HANSON, R. Effects of using minomi in in-plant materials supply. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 90–106, 2011.

HANSON, R. *et al.* Manual picking from flat and tilted pallet containers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 64, p. 199–212, 2018a.

HANSON, R. *et al.* Time efficiency and physical workload in manual picking from large containers. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 3, p. 1109–1117, 2018b.

HANSON, R.; MEDBO, L.; MEDBO, P. Assembly station design: A quantitative comparison of the effects of kitting and continuous supply. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 3, p. 315–327, 2012.

HUMMEL, J. M.; BRIDGES, J. F. P.; IJZERMAN, M. J. Group decision making with the analytic hierarchy process in benefit-risk assessment: A tutorial. **Patient**, v. 7, n. 2, p. 129–140, 2014.

ITOH, H.; GUERRERO, D. Investigating variations in the deep-sea sourcing strategies of car manufacturers: Two case studies of parts consolidation centers in Japan. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 2, p. 293–299, 2020.

JOUNG, Y.-K.; NOH, S. DO. Intelligent 3D packing using a grouping algorithm for automotive container engineering. **Journal of Computational Design and Engineering**, v. 1, n. 2, p. 140–151, 1 abr. 2014.

JUNGK, A.; HEISERICH, G.; OVERMEYER, L. Forklift trucks as mobile Radio Frequency Identification antenna gates in material flow. **IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC**, p. 940–943, 2007.

JUNIOR, C. A.; PIRATELLI, C. L.; PACHECO, B. C. S. Métodos de apoio à decisão multicritério: uma revisão sobre aplicações em avaliação da educação / Multiple-criteria decision-making: a review applications in education assessment. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 6129–6143, 2022.

KARIMI, S. K.; NAINI, S. G. J.; SADJADI, S. J. An integration of environmental awareness into flexible supply chains: a trade-off between costs and environmental pollution. **Environmental Science and Pollution Research**, 2021.

KATEPHAP, N.; LIMNARARAT, S. Waste reduction of returnable packaging: A case study of reverse logistics in an auto parts company. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 2016- Janua, p. 1598–1602, 2016.

KATEPHAP, N.; LIMNARARAT, S. The operational, economic and environmental benefits of returnable packaging under various reverse logistics arrangements. **International Journal of Intelligent Engineering and Systems**, v. 10, n. 5, p. 210–219, 2017.

KHOLIL, M. *et al.* Improving the Efficiency of the Milkrun Truck Suppliers in Cikarang Area by Merging the Payload Cycles and Optimizing the Milkrun Route Using the Saving Matrix Methods. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1175, n. 1, 2019.

KLUG, F. Automotive supply chain logistics: Container demand planning using Monte Carlo simulation. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 11, n. 3, p. 254–268, 2011.

KOREVAAR, P.; SCHIMPEL, U.; BOEDL, R. Inventory budget optimization: Meeting system-wide service levels in practice. **IBM Journal of Research and Development**, v. 51, n. 3–4, p. 447–464, 2007.

- KOSZOREK, M.; HUK, K. Return packaging in the shipment process of ready products on the example of volkswagen motor polska sp. Z o.o. **Acta Logistica**, v. 8, n. 3, p. 259–267, 2021.
- KUMAR, S.; CHATTOPADHYAYA, S.; SHARMA, V. Sustainable supply chain management: A case study from Indian automotive industry. **Advanced Materials Research**, v. 472–475, p. 3359–3370, 2012.
- LAEEQUDDIN, M.; ABDUL WAHEED, K. Strategic management in cartelized environment: case of Hisham Packaging, Dubai. **Emerald Emerging Markets Case Studies**, v. 6, n. 2, p. 1–16, 2016.
- LAI, J. *et al.* An economic and environmental framework for analyzing globally sourced auto parts packaging system. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1632–1646, 2008.
- LAKHMI, N.; SAHIN, E.; DALLERY, Y. Modelling the Returnable Transport Items (RTI) Short-Term Planning Problem. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 24, 2022.
- LI, F.; BAO, S.; LI, S. Applications of Lean Logistics on Engine Manufacturing Planning. **SAE International Journal of Materials and Manufacturing**, v. 7, n. 2, p. 308–312, 2014.
- LI, K. *et al.* A two-dimensional bin-packing problem with conflict penalties. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 24, p. 7223–7238, 2014.
- LIN, C. *et al.* Aggregation of the nearest consistency matrices with the acceptable consensus in AHP-GDM. **Annals of Operations Research**, v. 316, n. 1, p. 179–195, 2022.
- LITVINCHEV, I.; MOSQUERA, D. Packing a limited number of unequal circular objects in a rectangular container. **COMPSE 2016 - 1st EAI International Conference on Computer Science and Engineering**, p. 6–8, 2017.
- LITVINCHEV, I.; OZUNA, E. L. Approximate packing circles in a rectangular container: Valid inequalities and nesting. **Journal of Applied Research and Technology**, v. 12, n. 4, p. 716–723, 2014.
- LITVINCHEV, I.; OZUNA ESPINOSA, E. L. Integer programming formulations for approximate packing circles in a rectangular container. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2014, 2014.
- LIU, H.; HOUBIN, C.; DONGDONG, X. Drop and Pull Transport Based on One Vehicle with Dual Use in Automotive Logistics. **Journal of Applied Sciences**, v. 13, n. 17, p. 3380–3386, 15 ago. 2013.
- MACHLINE, C. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 51, n. 3, p. 227–231, 2011.
- MARDANI, A. *et al.* Multiple criteria decision-making techniques and their applications - A review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja**, v. 28, n. 1, p. 516–571, 2015.

MERIGÓ, J. M.; YANG, J. B. A bibliometric analysis of operations research and management science. **Omega**, v. 73, p. 37–48, 2017.

MINEIRO, M. Pesquisa de survey e amostragem: aportes teóricos elementares. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, v. 1, n. 2, p. 284–306, 2020.

MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Embalagem, unificação & containerização – Série: manual de intralogística (Vol. 3)**. 6. ed. São Paulo: [s.n.].

MUSLIM, E. *et al.* **Macroergonomics Approach for Design Improvement of Returnable Rack in Automotive Company**. Proceedings of the 2019 5th International Conference on Industrial and Business Engineering. **Anais...New York, NY, USA: ACM**, 27 set. 2019Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3364335.3364370>>

NA, B.; SIM, M. K.; LEE, W. J. An optimal purchase decision of reusable packaging in the automotive industry. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 23, 2019.

NERY, S. M.; CAMILO, T. A.; BATISTA, V. S. **Uso de ferramentas da qualidade para melhoria de processos de descarte de embalagem visando controle de desvios de peças**. XV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT. **Anais...Resende/RJ: 2018**Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/7626101.pdf>>

NUNES, F. D. L.; ROCHA, M. V.; SELBITTO, M. A. Implantação De Embalagens Reutilizáveis Na Indústria Automotiva: Estudo De Caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 826–834, 2014.

OSBORN, A. F. **Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking**. 1° ed. New York: Charles Scribner's Sons, 1953.

PÅLSSON, H.; FINNSGÅRD, C.; WÄNSTRÖM, C. Selection of packaging systems in supply chains from a sustainability perspective: The case of volvo. **Packaging Technology and Science**, v. 26, n. 5, p. 289–310, 2013.

PÅLSSON, H.; HELLSTRÖM, D. Packaging innovation scorecard. **Packaging Technology and Science**, n. June, p. 969–981, 2023.

PANITZ, C. E. P. Leveraging global sourcing strategies through logistics operations: The international engines south america experience. **SAE Technical Papers**, 2004.

PAWLEWSKI, P. *et al.* Just in sequence delivery improvement based on Flexsim simulation experiment. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, 2012.

PENG, T.; ZHOU, B. Hybrid bi-objective gray wolf optimization algorithm for a truck scheduling problem in the automotive industry. **Applied Soft Computing Journal**, v. 81, p. 105513, 2019.

POUPART, J. *et al.* **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2008.

PRADO, N. R. DA S. A.; LICURSI, V. F.; MEDA, M. A. **Melhorias obtidas a partir da mudança na embalagem de movimentação de materiais interindústrias**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...**Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007

QUEVEDO-SILVA, F. *et al.* Bibliometric study: Guidelines on its application. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 15, n. 2, p. 246–262, 2016.

RANJBARAN, F.; HUSSEINZADEH KASHAN, A.; KAZEMI, A. Mathematical formulation and heuristic algorithms for optimisation of auto-part milk-run logistics network considering forward and reverse flow of pallets. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 6, p. 1741–1775, 2020.

RETHMEYER, D. The role of life cycle assessment in environmental decision making. **SAE Technical Papers**, n. 412, 1995.

ROSADO, C. A. G.; DE SOUZA, M. C. A bibliometric study on the use of games in the Production Engineering area. **Gestao e Producao**, v. 28, n. 3, p. 1–21, 2021.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. New York: McGraw, 1980.

SALGADO, E. G. *et al.* Tomada de decisão em grupo na priorização de atividades de desenvolvimento de novos produtos em empresas médias de eletrônicos. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - SBPO**, p. 3091–3100, 2011.

SAMPAIO, Á. M. *et al.* New concepts in flexible packaging. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 588, p. 746–754, 2018.

SANTOS, D. L. C. DE S.; SANTOS, J. A. SILVA SANTOS. **Análise da aplicação da logística reversa em uma empresa: um estudo de caso**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...**João Pessoa/PB: 2016

SARKAR, B.; ULLAH, M.; KIM, N. Environmental and economic assessment of closed-loop supply chain with remanufacturing and returnable transport items. **Computers and Industrial Engineering**, v. 111, p. 148–163, 2017.

SATOGLU, S. I.; UCAN, K. Redesigning the material supply system of the automotive suppliers based on lean principles and an application. **IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding**, p. 1–6, 2015.

SAVINO, M. M.; MAZZA, A. Kanban-driven parts feeding within a semiautomated O-shaped assembly line: A case study in the automotive industry. **Assembly Automation**, v. 35, n. 1, p. 3–15, 2015.

SCHMIDT, S. Sustainable Logistics: Example Automobile Manufacturer. In: **Advanced Concurrent Engineering**. [s.l: s.n.]. p. 453–460.

SCHWERDFEGER, S.; BOYSEN, N.; BRISKORN, D. Just-in-time logistics for far-distant suppliers: scheduling truck departures from an intermediate cross-docking terminal. **OR Spectrum**, v. 40, n. 1, p. 1–21, 28 jan. 2018.

SELVIARIDIS, K. *et al.* Reverse resource exchanges in service supply chains: the case of returnable transport packaging. **Supply Chain Management**, v. 21, n. 3, p. 381–397, 2016.

SERRANO, C. *et al.* Cross-docking Operation Scheduling: Truck Arrivals, Shop-Floor Activities and Truck Departures. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 12, p. 1353–1358, 2016.

SERRANO, C.; DELORME, X.; DOLGUI, A. Scheduling of truck arrivals, truck departures and shop-floor operation in a cross-dock platform, based on trucks loading plans. **International Journal of Production Economics**, v. 194, n. April 2016, p. 102–112, 2017.

SERRANO, C.; DELORME, X.; DOLGUI, A. Cross-dock distribution and operation planning for overseas delivery consolidation: A case study in the automotive industry. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 33, p. 71–81, 2021.

SHARMA, G.; SINGHI, R. Recyclable packaging – A step forward for the environmental sustainability with the cost benefit to the organization a case study with reference to an indian automobile industry. **International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development**, v. 8, n. 5, p. 13–22, 2018.

SILVA, N.; PÅLSSON, H. Industrial packaging and its impact on sustainability and circular economy: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 333, n. December, p. 130165, 2022.

SILVA, T. *et al.* Simulation and economic analysis of an AGV system as a mean of transport of warehouse waste in an automotive OEM. **IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC**, v. 2013, p. 241–246, 2016.

SINGH, R. R.; MAITY, S. R.; ZINDANI, D. Application of MOORA Method in a Multi-Criteria Decision-Making Problem of an Automobile Parts Manufacturing Company. **Lecture Notes in Mechanical Engineering**, p. 447–455, 2023.

ŠKERLIČ, S.; MUHA, R. A model for managing packaging in the product life cycle in the automotive industry. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 22, p. 1–19, 2020.

ŠKERLIČ, S.; MUHA, R.; LOGOŽAR, K. A decision-making model for controlling logistics costs. **Tehnicki vjesnik - Technical Gazette**, v. 23, n. 1, p. 145–156, fev. 2016.

SMOLJAN, B. *et al.* An Analysis of Performance Factors Evaluation of Reusable/Returnable Packaging. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 916, n. 1, 2020.

SRINIVAS, S. S.; SREEDHARAN, V. R. Failure analysis of automobile spares in a manufacturing supply chain distribution centre using Six Sigma DMAIC framework. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 29, n. 3, p. 359–372, 2018.

STASA, P. *et al.* Ensuring the visibility and traceability of items through logistics chain of automotive industry based on AutoEPCNet usage. **Advances in Electrical and Electronic Engineering**, v. 14, n. 4Special Issue, p. 378–388, 2016.

STRAUB, K. A. *et al.* Scenario prioritization for automotive assembly system simulation: An approach based on AHP. **24th International Conference on Production Research, ICPR 2017**, n. March, p. 75–80, 2017.

TELLINI, T. *et al.* Improving in-plant logistics flow by physical and digital pathways. **Procedia Manufacturing**, v. 38, n. 2019, p. 965–974, 2019.

TING, K. S.; ZALI, M. R. M.; BIN MAHAT, M. F. Strip Form Package Marking Challenges for Small outline Packages. **Proceedings of the IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology (IEMT) Symposium**, v. 2022- Octob, p. 20–23, 2022.

TONA, R. N. *et al.* **Aplicação do método AHP para auxílio à tomada de decisão para gestores na escolha do tipo de embalagem no desenvolvimento de novas peças no setor automobilístico.** XIV SEGeT Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Anais...Resende/RJ: AEDB, 2017Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos17/30025376.pdf>>**

TONES, S.; CARVALHO, M. S. **Optimization of the customer's returnable logistics packaging process in the automotive industry.** 4th International Conference on Production Economics and Project Evaluation (ICOPEV 2018). **Anais...2018Disponível em: <<https://www-webofscience.ez29.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000473533800021>>**

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443–466, dez. 2005.

TWEDE, D.; CLARKE, R. Supply chain issues in reusable packaging. **Journal of Marketing Channels**, v. 12, n. 1, p. 7–26, 2005.

VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

VÖRÖSKŐI, K. *et al.* Hierarchical Fuzzy Decision Support Methodology for Packaging System Design. In: **Advances in Intelligent Systems and Computing**. [s.l: s.n.]. v. 945.

VÖRÖSKŐI, K.; BÖRÖCZ, P. Framework for the Packaging Supply Chain of an Automotive Engine Company. **Acta Technica Jaurinensis**, v. 9, n. 3, p. 191, 2016.

VÖRÖSKŐI, K.; BÖRÖCZ, P. Selection of Industrial Packaging System in Closed-loop Automotive Supply Chains. **Acta Technica Jaurinensis**, v. 12, n. 2, p. 82–100, 2019.

WALLENIOUS, J. *et al.* Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: Recent Accomplishments and What Lies Ahead. **Management Science**, v. 54, n. 7, p. 1336–1349, 2008.

WANG, J.; HOU, Y.; WANG, W. Scheme Design of Returnable Transportation Packaging System between Shandong Province and South Korea. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 791, n. 1, 2021.

WANG, L. The research of pallet package on automobile parts logistics. **Applied Mechanics and Materials**, v. 200, p. 53–57, 2012.

WANG, Y.; CHEN, F. Packed parts delivery problem of automotive inbound logistics with a supplier park. **Computers and Operations Research**, v. 101, p. 116–129, 2019.

WÄNSTRÖM, C.; MEDBO, L. The impact of materials feeding design on assembly process performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 30–51, 26 dez. 2008.

WEIFENG, X.; YU, Z.; BINGLIN, L. A method review and a case study of packaging design difference of automobile KD parts and after-sale parts with an application on transport. **19th IAPRI World Conference on Packaging 2014: Responsible Packaging for a Global Market**, p. 271–283, 2014.

WERTHMANN, D. *et al.* **Reliable scanning of tagged special containers with RFID electromagnetic reverberation**. Smart SysTech 2012 - European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies. **Anais...2012**

WHITE, G. R. T.; WANG, X.; LI, D. Inter-organisational green packaging design: A case study of influencing factors and constraints in the automotive supply chain. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 21, p. 6561–6566, 2015.

WIDYARSANA, I. M. W.; MULYADI, A. A.; TAMBUNAN, S. A. Automotive Hazardous Waste Management in Automotive Shops of Indonesia's Metropolitan City. Case Study: Bandung City, West Java Province. **Environmental and Climate Technologies**, v. 26, n. 1, p. 129–142, 2022.

WILLIAMS, E. J.; GEVAERT, A. **Pallet optimization and throughput estimation via simulation**. Proceedings of the 29th conference on Winter simulation - WSC '97. **Anais...New York, New York, USA: ACM Press, 1997**Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=268437.268618>>

YAZDANI, A. A.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. Integration of the fish bone diagram, brainstorming, and AHP method for problem solving and decision making-a case study. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 63, n. 5–8, p. 651–657, 2012.

YILDIZ, H.; RAVI, R.; FAIREY, W. Integrated optimization of customer and supplier logistics at Robert Bosch LLC. **European Journal of Operational Research**, v. 207, n. 1, p. 456–464, 2010.

ZEILER, J.; FOTTNER, J. Architectural Design for Special Load Carriers as Smart Objects in a Cloud-based Service System. **2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2019**, p. 644–652, 2019.

ZEILER, J.; MECKLENBURG, A.; FOTTNER, J. Evaluation of a service system for smart and modular special load carriers within industry 4.0. **IN4PL 2020 - Proceedings of the International Conference on Innovative Intelligent Industrial Production and Logistics**, n. In4pl, p. 76–86, 2020.

ZHANG, H.; KOU, G.; PENG, Y. Soft consensus cost models for group decision making and economic interpretations. **European Journal of Operational Research**, v. 277, n. 3, p. 964–980, 2019.

ZHANG, J.; LI, Y. Analysis and optimization of the milk-run model in automotive industry - An automobile manufacturing company case study. **Journal of Japan Industrial Management Association**, v. 61, n. 3, p. 214–221, 2010.

ZHANG, Q. *et al.* Returnable packaging management in automotive parts logistics: Dedicated mode and shared mode. **International Journal of Production Economics**, v. 168, p. 234–244, 2015.

ZHOU, Y.; CHEN, G. Research on an automobile company's factory logistics optimization. **Proceedings - International Conference on Artificial Intelligence and Electromechanical Automation, AIEA 2020**, p. 168–171, 2020.

ZIEROLD, B.; NENDEL, K.; HÜBLER, J. Invention of an automated shootersystem for bulk containers. **Logistics Journal**, p. 1–6, 2017.

## 10 APÊNDICE A – AMOSTRA DE DOCUMENTOS ANALISADOS (BIBLIOMETRIA)

**Tabela 15** - Lista de artigos/documentos utilizados na construção da bibliometria  
Fonte: Autor

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
1	Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modeling approach	(GOVINDAN <i>et al.</i> , 2015)	International Journal of Environmental Science and Technology	2015	212	Scopus/WoS
2	Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda	(BOYSEN <i>et al.</i> , 2015)	European Journal of Operational Research	2015	156	Scopus/WoS
3	Environmental and economic assessment of closed-loop supply chain with remanufacturing and returnable transport items	(SARKAR; ULLAH; KIM, 2017)	Computers & Industrial Engineering	2017	91	WoS
4	Impact of materials exposure on assembly workstation performance	(FINNSGÅRD <i>et al.</i> , 2011)	International Journal of Production Research	2011	59	Scopus/WoS
5	A case study of a principally new way of materials kitting - An evaluation of time consumption and physical workload	(CHRISTMANSSON <i>et al.</i> , 2002)	International Journal of Industrial Ergonomics	2002	57	Scopus/WoS
6	Selection of packaging systems in supply chains from a sustainability perspective: The case of volvo	(PÅLSSON; FINNSGÅRD; WÄNSTRÖM, 2013)	Packaging Technology and Science	2013	54	Scopus/WoS
7	Analysis of economic and ergonomic performance measures of different rack layouts in an order picking warehouse	(CALZAVARA <i>et al.</i> , 2017)	Computers & Industrial Engineering	2017	52	WoS
8	Supply chain issues in reusable packaging	(TWEDE; CLARKE, 2005)	Journal of Marketing Channels	2005	50	Scopus
9	An economic and environmental framework for analyzing globally sourced auto parts packaging system	(LAI <i>et al.</i> , 2008)	Journal of Cleaner Production	2008	46	Scopus/WoS
10	The impact of materials feeding design on assembly process performance	(WÄNSTRÖM; MEDBO, 2008)	Journal of Manufacturing Technology Management	2009	46	Scopus
11	Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study	(CHHABRA; GARG; SINGH, 2017)	Journal of Cleaner Production	2017	43	Scopus/WoS
12	Scheduling of truck arrivals, truck departures and shop-floor operation in a cross-dock platform, based on trucks loading plans	(SERRANO; DELORME; DOLGUI, 2017)	International Journal of Production Economics	2017	43	Scopus/WoS
13	Factors impacting manual picking on assembly lines: An experiment in the automotive industry	(FINNSGÅRD; WÄNSTRÖM, 2013)	International Journal of Production Research	2013	41	Scopus/WoS
14	Scheduling the part supply of mixed-model assembly lines in line-integrated supermarkets	(BOYSEN; EMDE, 2014)	European Journal of Operational Research	2014	39	Scopus/WoS
15	Packing items to feed assembly lines	(DE SOUZA; DE CARVALHO; BRIZON, 2008)	European Journal of Operational Research	2008	37	Scopus/WoS
16	A novel memetic ant colony optimization-based heuristic algorithm for solving the assembly line part feeding problem	(FATHI; RODRÍGUEZ; ALVAREZ, 2014)	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2014	37	WoS

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
17	Returnable packaging management in automotive parts logistics: Dedicated mode and shared mode	(ZHANG <i>et al.</i> , 2015)	International Journal of Production Economics	2015	29	Scopus/WoS
18	Inter-organisational green packaging design: A case study of influencing factors and constraints in the automotive supply chain	(WHITE; WANG; LI, 2015)	International Journal of Production Research	2015	28	Scopus/WoS
19	Kanban-driven parts feeding within a semi-automated O-shaped assembly line: A case study in the automotive industry	(SAVINO; MAZZA, 2015)	Assembly Automation	2015	26	Scopus/WoS
20	Solving a large multicontainer loading problem in the car manufacturing industry	(CORRECHER <i>et al.</i> , 2017)	Computers and Operations Research	2017	23	Scopus
21	Hybrid bi-objective gray wolf optimization algorithm for a truck scheduling problem in the automotive industry	(PENG; ZHOU, 2019)	Applied Soft Computing Journal	2019	22	Scopus/WoS
22	Assembly station design: A quantitative comparison of the effects of kitting and continuous supply	(HANSON; MEDBO; MEDBO, 2012)	Journal of Manufacturing Technology Management	2012	20	Scopus
23	Informing packaging design decisions at Toyota Motor sales using life cycle assessment and costing	(EARLY <i>et al.</i> , 2009)	Journal of Industrial Ecology	2009	17	Scopus/WoS
24	Simulation of design and analysis of a container reverse-logistics system	(CHENG; YANG, 2005)	Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers	2005	16	Scopus
25	Integrated optimization of customer and supplier logistics at Robert Bosch LLC	(YILDIZ; RAVI; FAIREY, 2010)	European Journal of Operational Research	2010	16	Scopus/WoS
26	Effects of using minomi in in-plant materials supply	(HANSON, 2011)	Journal of Manufacturing Technology Management	2011	16	Scopus
27	Intelligent 3D packing using a grouping algorithm for automotive container engineering	(JOUNG; NOH, 2014)	Journal of Computational Design and Engineering	2014	16	Scopus
28	Approximate packing circles in a rectangular container: Valid inequalities and nesting	(LITVINCHEV; OZUNA, 2014)	Journal of Applied Research and Technology	2014	15	Scopus/WoS
29	Just-in-time vehicle scheduling with capacity constraints	(BOYSEN; BRISKORN; EMDE, 2016)	IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)	2016	15	Scopus/WoS
30	Reverse resource exchanges in service supply chains: the case of returnable transport packaging	(SELVIARIDIS <i>et al.</i> , 2016)	Supply Chain Management	2016	15	Scopus/WoS
31	Failure analysis of automobile spares in a manufacturing supply chain distribution centre using Six Sigma DMAIC framework	(SRINIVAS; SREEDHARAN, 2018)	International Journal of Services and Operations Management	2018	15	Scopus
32	Integer programming formulations for approximate packing circles in a rectangular container	(LITVINCHEV; OZUNA ESPINOSA, 2014)	Mathematical Problems in Engineering	2014	14	Scopus/WoS
33	Just-in-time logistics for far-distant suppliers: scheduling truck departures from an intermediate cross-docking terminal	(SCHWERDFEGER; BOYSEN; BRISKORN, 2018)	OR Spectrum	2018	14	Scopus/WoS
34	Manual picking from flat and tilted pallet containers	(HANSON <i>et al.</i> , 2018a)	International Journal of Industrial Ergonomics	2018	14	WoS
35	Inventory budget optimization: Meeting system-wide service levels in practice	(KOREVAAR; SCHIMPEL; BOEDL, 2007)	IBM Journal of Research and Development	2007	12	Scopus/WoS
36	Pallet optimization and throughput estimation via simulation	(WILLIAMS; GEVAERT, 1997)	Winter Simulation Conference Proceedings	1997	11	Scopus/WoS

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
37	A case study to track high value stillages using RFID for an automobile OEM and its supply chain in the manufacturing industry	(FOSTER; SINDHU; BLUNDELL, 2006)	2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN'06	2006	11	Scopus
38	Forklift trucks as mobile Radio Frequency Identification antenna gates in material flow	(JUNGK; HEISERICH; OVERMEYER, 2007)	IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC	2007	11	Scopus
39	Reverse Logistic Transportation and Packaging Concepts in Automotive Remanufacturing	(CASPER; SUNDIN, 2018)	Procedia Manufacturing	2018	11	Scopus/WoS
40	An optimal purchase decision of reusable packaging in the automotive industry	(NA; SIM; LEE, 2019)	Sustainability	2019	9	Scopus/WoS
41	Mathematical formulation and heuristic algorithms for optimisation of auto-part milk-run logistics network considering forward and reverse flow of pallets	(RANJBARAN; HUSSEINZADEH KASHAN; KAZEMI, 2020)	International Journal of Production Research	2020	9	Scopus/WoS
42	Automotive supply chain logistics: Container demand planning using Monte Carlo simulation	(KLUG, 2011)	International Journal of Automotive Technology and Management	2011	8	Scopus
43	Time efficiency and physical workload in manual picking from large containers	(HANSON <i>et al.</i> , 2018b)	International Journal of Production Research	2018	7	WoS
44	A two-dimensional bin-packing problem with conflict penalties	(LI <i>et al.</i> , 2014)	International Journal of Production Research	2014	6	Scopus/WoS
45	Redesigning the material supply system of the automotive suppliers based on lean principles and an application	(SATOGLU; UCAN, 2015)	IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding	2015	6	Scopus/WoS
46	Cross-docking Operation Scheduling: Truck Arrivals, Shop-Floor Activities and Truck Departures	(SERRANO <i>et al.</i> , 2016)	IFAC-PapersOnLine	2016	6	Scopus/WoS
47	Applications of Lean Logistics on Engine Manufacturing Planning	(LI; BAO; LI, 2014)	SAE International Journal of Materials and Manufacturing	2014	5	Scopus
48	The operational, economic and environmental benefits of returnable packaging under various reverse logistics arrangements	(KATEPHAP; LIMNARARAT, 2017)	International Journal of Intelligent Engineering and Systems	2017	5	Scopus
49	Architectural Design for Special Load Carriers as Smart Objects in a Cloud-based Service System	(ZEILER; FOTTNER, 2019)	2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2019	2019	5	Scopus/WoS
50	Packed parts delivery problem of automotive inbound logistics with a supplier park	(WANG; CHEN, 2019)	Computers and Operations Research	2019	5	Scopus/WoS
51	Cross-dock distribution and operation planning for overseas delivery consolidation: A case study in the automotive industry	(SERRANO; DELORME; DOLGUI, 2021)	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	2021	5	Scopus/WoS

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
52	Designing a closed-loop supply chain for reusable packaging materials: A risk-averse two-stage stochastic programming model using CVaR	(DAS; VERMA; TANKSALE, 2022)	Computers and Industrial Engineering	2022	5	Scopus/WoS
53	Just in sequence delivery improvement based on Flexsim simulation experiment	(PAWLEWSKI <i>et al.</i> , 2012)	Proceedings - Winter Simulation Conference	2012	4	Scopus/WoS
54	Simulation and economic analysis of an AGV system as a mean of transport of warehouse waste in an automotive OEM	(SILVA <i>et al.</i> , 2016)	IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC	2016	4	Scopus/WoS
55	Methodology for selecting packaging alternatives: an “action research” application in the industrial sector	(GARCIA-ARCA <i>et al.</i> , 2021)	Central European Journal of Operations Research	2021	4	Manual
56	Application of mixed integer programming to a large-scale logistics problem	(ASHAYERI; WESTERHOF; VAN ALST, 1994)	International Journal of Production Economics	1994	3	Scopus
57	Deep learning-based object recognition for counting car components to support handling and packing processes in automotive supply chains	(BÖROLD <i>et al.</i> , 2020)	IFAC-PapersOnLine	2020	3	Scopus/WoS
58	Evaluation of the changes in working limits in an automobile assembly line using simulation	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2012)	AIP Conference Proceedings	2012	2	Scopus/WoS
59	Fuzzy quantitative approach to prioritize green factors in supply chain	(ANAND; RAMALINGAIAH; PARTHIBAN, 2014)	Applied Mechanics and Materials	2014	2	Scopus/WoS
60	Ensuring the visibility and traceability of items through logistics chain of automotive industry based on AutoEPCNet usage	(STASA <i>et al.</i> , 2016)	Advances in Electrical and Electronic Engineering	2016	2	Scopus
61	Automotive returnable container management with RFID: A simulation approach	(GIUBILATO; ZHANG; ALFIERI, 2019)	IFAC-PapersOnLine	2019	2	Scopus/WoS
62	Hierarchical Fuzzy Decision Support Methodology for Packaging System Design	(VÖRÖSKÖI <i>et al.</i> , 2020)	Advances in Intelligent Systems and Computing	2019	2	Manual
63	Improving in-plant logistics flow by physical and digital pathways	(TELLINI <i>et al.</i> , 2019)	Procedia Manufacturing	2019	2	Scopus/WoS
64	Investigating variations in the deep-sea sourcing strategies of car manufacturers: Two case studies of parts consolidation centers in Japan	(ITOH; GUERRERO, 2020)	Case Studies on Transport Policy	2020	2	Scopus/WoS
65	Vibration levels of stacked automotive engine rack in truck shipments as a function of vehicle speed and road condition	(BÖRÖCZ, 2020)	Journal of Testing and Evaluation	2020	2	Scopus/WoS
66	An integration of environmental awareness into flexible supply chains: a trade-off between costs and environmental pollution	(KARIMI; NAINI; SADJADI, 2021)	Environmental Science and Pollution Research	2021	2	Scopus/WoS
67	Return packaging in the shipment process of ready products on the example of volkswagen motor polska sp. Z o.o.	(KOSZOREK; HUK, 2021)	Acta Logistica	2021	2	Scopus/WoS
68	The role of life cycle assessment in environmental decision making	(RETHMEYER, 1995)	SAE Technical Papers	1995	1	Scopus
69	Rapid prototyping applied to parts used in static tests of racks for packing and transporting automobile parts	(DA SILVA; KAMINSKI, 2007)	SAE Technical Papers	2007	1	Scopus

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
70	Analysis and optimization of the milk-run model in automotive industry - An automobile manufacturing company case study	(ZHANG; LI, 2010)	Journal of Japan Industrial Management Association	2010	1	Scopus
71	Study on (Re-) designing CKD processes of automotive supply chain	(FANG; SPICHER, 2012)	ICLEM 2012: Logistics for Sustained Economic Development - Technology and Management for Efficiency	2012	1	Scopus
72	Sustainable supply chain management: A case study from Indian automotive industry	(KUMAR; CHATTOPADHYAYA; SHARMA, 2012)	Advanced Materials Research	2012	1	Scopus/WoS
73	Waste reduction of returnable packaging: A case study of reverse logistics in an auto parts company	(KATEPHAP; LIMNARARAT, 2016)	IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	2016	1	Scopus/WoS
74	Improving the Efficiency of the Milkrun Truck Suppliers in Cikarang Area by Merging the Payload Cycles and Optimizing the Milkrun Route Using the Saving Matrix Methods	(KHOLIL <i>et al.</i> , 2019)	Journal of Physics: Conference Series	2019	1	Scopus/WoS
75	A model for managing packaging in the product life cycle in the automotive industry	(ŠKERLIČ; MUHA, 2020)	Sustainability	2020	1	Scopus/WoS
76	Research on an automobile company's factory logistics optimization	(ZHOU; CHEN, 2020)	Proceedings - International Conference on Artificial Intelligence and Electromechanical Automation, AIEA 2020	2020	1	Scopus
77	Utilisation of technologies and innovations in logistics of automotive enterprises	(GUBOVÁ, 2020)	AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research	2020	1	WoS
78	Automotive Hazardous Waste Management in Automotive Shops of Indonesia's Metropolitan City. Case Study: Bandung City, West Java Province	(WIDYARSANA; MULYADI; TAMBUNAN, 2022)	Environmental and Climate Technologies	2022	1	Scopus/WoS
79	Thermoformed transportation shipping systems	(FRAZZONI, 1997)	Proceedings of the Electrical/Electronics Insulation Conference	1997	0	Scopus
80	Application of QFD in the Manufacture of Special Packaging for the Automotive Industry	(DE ABREU; PEREIRA, 2004)	XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP	2004	0	Manual
81	Leveraging global sourcing strategies through logistics operations: The international engines south america experience	(PANITZ, 2004)	SAE Technical Papers	2004	0	Scopus
82	Sustainable logistics - Example automobile manufacturer	(SCHMIDT, 2010)	Advanced Concurrent Engineering	2010	0	Scopus/WoS
83	Design of package for automobile parts using Quality Function Deployment (QFD)	(DE LIMA; MUNIZ JUNIOR; FORTI, 2012)	Revista Gestão Industrial	2012	0	Manual

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
84	Reliable scanning of tagged special containers with RFID electromagnetic reverberation	(WERTHMANN <i>et al.</i> , 2012)	Smart SysTech 2012 - European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies	2012	0	Scopus
85	The research of pallet package on automobile parts logistics	(WANG, 2012)	Applied Mechanics and Materials	2012	0	Scopus/WoS
86	Drop and pull transport based on one vehicle with dual use in automotive logistics	(LIU; HOUBIN; DONGDONG, 2013)	Journal of Applied Sciences	2013	0	Scopus
87	A method review and a case study of packaging design difference of automobile KD parts and after-sale parts with an application on transport	(WEIFENG; YU; BINGLIN, 2014)	19th IAPRI World Conference on Packaging 2014: Responsible Packaging for a Global Market	2014	0	Scopus
88	Implementation of reusable packaging in the automotive industry: case study	(NUNES; ROCHA; SELBITTO, 2014)	Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental	2014	0	Manual
89	Packaging Solution Optimization of Automotive Parts and Its Ocean Shipping Test	(CHEN <i>et al.</i> , 2015)	Proceedings of the 2015 International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering (AIIE 2015)	2015	0	WoS
90	A decision-making model for controlling logistics costs	(ŠKERLIČ; MUHA; LOGOŽAR, 2016)	Tehnički vjesnik	2016	0	Manual
91	Framework for the Packaging Supply Chain of an Automotive Engine Company	(VÖRÖSKÖI; BÖRÖCZ, 2016)	Acta Technica Jaurinensis	2016	0	Manual
92	Reduction of logistics and operational costs in an automotive industry	(DA CRUZ; DE BARROS, 2016)	XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP	2016	0	Manual
98	Strategic management in cartelized environment: case of Hisham Packaging, Dubai	(LAEEQUDDIN; ABDUL WAHEED, 2016)	Emerald Emerging Markets Case Studies	2016	0	Scopus
94	Application of the AHP method to assist in decision making for managers in choosing the type of packaging in the development of new parts in the automobile sector	(TONA <i>et al.</i> , 2017)	XIV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT	2017	0	Manual
95	Invention of an automated shootersystem for bulk containers	(ZIEROLD; NENDEL; HÜBLER, 2017)	Logistics Journal	2017	0	Scopus
96	Packing a limited number of unequal circular objects in a rectangular container	(LITVINCHEV; MOSQUERA, 2017)	COMPSE 2016 - 1st EAI International Conference on Computer Science and Engineering	2017	0	Scopus
97	Scenario prioritization for automotive assembly system simulation: An approach based on AHP	(STRAUB <i>et al.</i> , 2017)	24th International Conference on Production Research, ICPR 2017	2017	0	Scopus/WoS

(continua...)

(continuação...)

ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
98	New concepts in flexible packaging	(SAMPAIO <i>et al.</i> , 2018)	Advances in Intelligent Systems and Computing	2018	0	Scopus
99	Optimization of the customer's returnable logistics packaging process in the automotive industry	(TONES; CARVALHO, 2018)	4th International Conference on Production Economics and Project Evaluation (ICOPEV 2018)	2018	0	WoS
100	Recyclable packaging – A step forward for the environmental sustainability with the cost benefit to the organization a case study with reference to an indian automobile industry	(SHARMA; SINGHI, 2018)	International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development	2018	0	Scopus
101	Returnable packaging as a sustainability factor in the automotive chain: a case study	(AKABANE <i>et al.</i> , 2018)	Archives of Business Research	2018	0	Manual
102	Use of quality tools to improve the packaging disposal process aiming to control parts deviations	(NERY; CAMILO; BATISTA, 2018)	XV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT	2018	0	Manual
103	Device design for SAE 1020 steel tool storage applied to automotive industry	(FILHO <i>et al.</i> , 2019)	Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management	2019	0	Scopus
104	Macroergonomics approach for design improvement of returnable rack in automotive company	(MUSLIM <i>et al.</i> , 2019)	ACM International Conference Proceeding Series	2019	0	Scopus/WoS
105	Reverse packaging logistics in the automotive industry	(DA SILVA; MARTINS, 2019)	FATECLOG - Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza	2019	0	Manual
106	Selection of Industrial Packaging System in Closed-loop Automotive Supply Chains	(VÖRÖSKÖI; BÖRÖCZ, 2019)	Acta Technica Jaurinensis	2019	0	Manual
107	An Analysis of Performance Factors Evaluation of Reusable/Returnable Packaging	(SMOLJAN <i>et al.</i> , 2020)	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2020	0	Scopus/WoS
108	Evaluation of a service system for smart and modular special load carriers within industry 4.0	(ZEILER; MECKLENBURG; FOTTNER, 2020)	IN4PL 2020 - Proceedings of the International Conference on Innovative Intelligent Industrial Production and Logistics	2020	0	Scopus/WoS
109	A MILP Model for Reusable Containers Management in Automotive Plastic Components Supply Chain	(GUZMAN; ANDRES; POLER, 2021)	IFIP Advances in Information and Communication Technology	2021	0	Scopus/WoS
110	Improving cycle time of returnable packaging logistics management in a Philippine automotive manufacturing plant	(CAPISTRANO; BULURAN, 2021)	Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management	2021	0	Scopus

(continua...)

(continuação...)

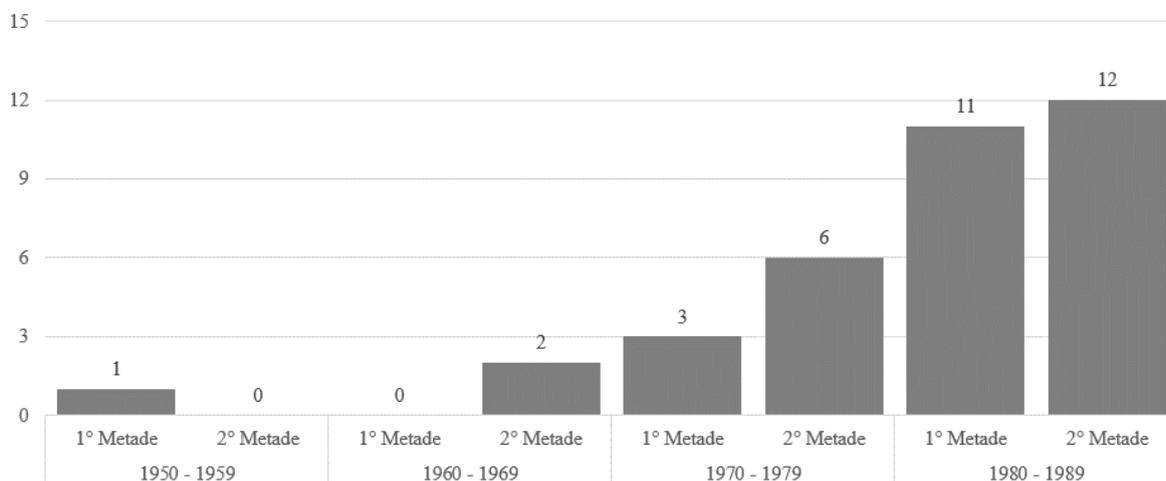
ORD.	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO/CONGRESSO	ANO	CITAÇÕES	ORIGEM
111	Optimization of Palletized Unit Implants Dispatch Considering Less than Truckload Transportation in Auto Parts Industry	(FENG; SONG; XUE, 2021)	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	2021	0	Scopus
112	Scheme Design of Returnable Transportation Packaging System between Shandong Province and South Korea	(WANG; HOU; WANG, 2021)	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	2021	0	Scopus
113	Analysis and improvement proposal for the supply and storage process in Tier 1	(GARCÍA-OROZCO <i>et al.</i> , 2022)	21st International Conference on Modeling and Applied Simulation, MAS 2022	2022	0	Scopus
114	Industrial Packaging Performance Indicator Using a Group Multicriteria Approach: An Automaker Reverse Operations Case	(DA CRUZ; CAIADO; SANTOS, 2022)	Logistics	2022	0	WoS
115	Management Allied to Industry: Development of Metallic Packaging "Rack" Applied to the Automotive Sector	(DE SOUZA <i>et al.</i> , 2022)	International Journal of Business Administration	2022	0	Manual
116	Modelling the Returnable Transport Items (RTI) Short-Term Planning Problem	(LAKHMI; SAHIN; DALLERY, 2022)	Sustainability (Switzerland)	2022	0	Scopus/WoS
117	Packaging design for competitiveness. Contextualizing the search and adoption of changes from a sustainable supply chain perspective	(GARCÍA-ARCA <i>et al.</i> , 2022)	International Journal of Production Management and Engineering	2022	0	Manual
118	Proposed indicators for the management of industrial packaging waste: a case study in the automotive industry	(DA CRUZ <i>et al.</i> , 2022)	XVI CNEG - Congresso Nacional de Excelência em Gestão	2022	0	Manual
119	Strip Form Package Marking Challenges for Small outline Packages	(TING; ZALI; BIN MAHAT, 2022)	Proceedings of the IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology (IEMT) Symposium	2022	0	Scopus
120	Application of MOORA Method in a Multi-Criteria Decision-Making Problem of an Automobile Parts Manufacturing Company	(SINGH; MAITY; ZINDANI, 2023)	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2023	0	Scopus

## 11 APÊNDICE B – PERFIL SOCIOGRÁFICO DOS RESPONDENTES

Esta seção dedicou-se a apresentar o perfil sociográfico dos respondentes, de modo a qualificar a amostra extraída do universo de respondentes.

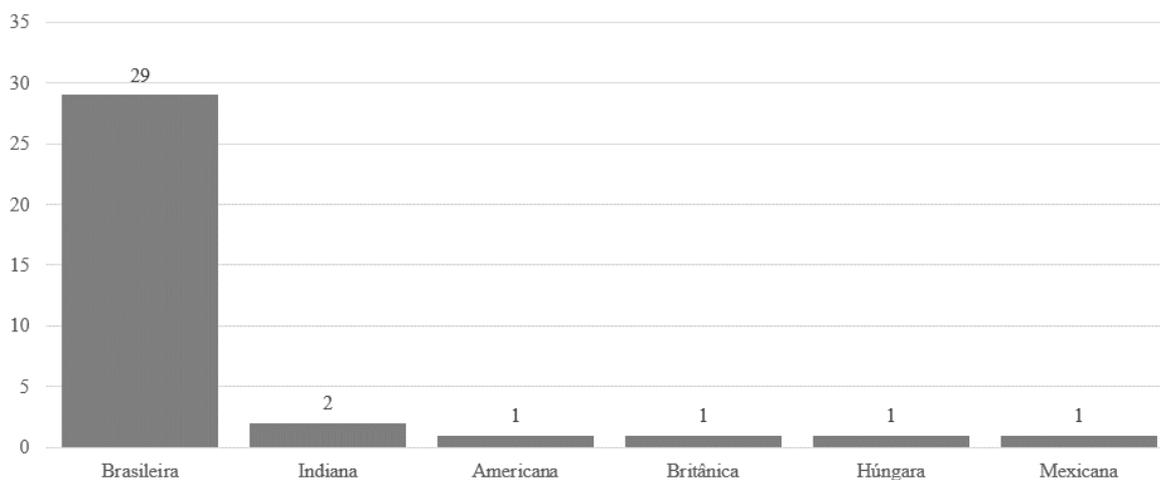
Assim, para traçar o perfil dos 35 respondentes que tiveram as suas respostas consideradas como válidas, foram elaborados os gráficos e tabelas a seguir.

O Gráfico 07, detalha a distribuição do quantitativo de respondentes conforme o seu ano de nascimento. Nele, verifica-se uma concentração de profissionais mais novos em termos etários, além de perceber um número crescente de profissionais nascidos entre a primeira metade da década de 1970 e a segunda metade da década de 1980.



**Gráfico 07** - Quantitativo de respondentes distribuídos por período/década de nascimento  
Fonte: Autor

O Gráfico 08, a seguir, apresenta a distribuição de respondentes conforme a sua declaração de nacionalidade. Nota-se um número significativo de profissionais de nacionalidade brasileira. No entanto, tal fato, foi impulsionado tanto pela participação do próprio autor da presente pesquisa, quanto de seus companheiros de trabalho, já que todos possuem nacionalidade brasileira.



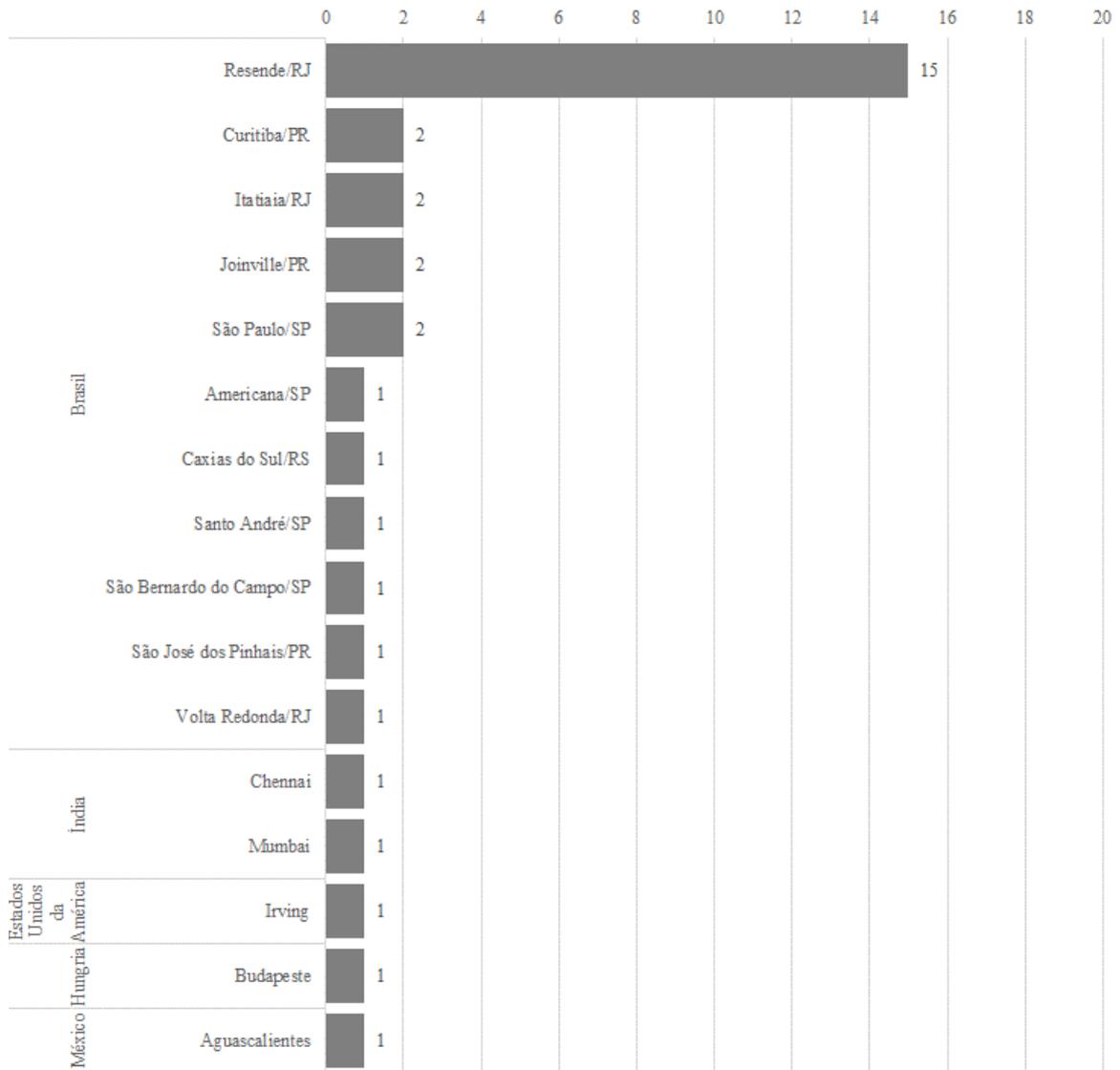
**Gráfico 08** - Nacionalidade dos respondentes

Fonte: Autor

Outro ponto importante, observado por meio da análise das respostas obtidas, foi, que ao serem perguntados sobre o seu país de residência, todos os profissionais declararam serem residentes em seu país de origem. Ou seja, o Gráfico 08, também representa a distribuição relativa ao país de residência destes profissionais.

No entanto, um dos respondentes apontou que estaria prestes a realizar uma mudança geográfica, para então atuar em uma outra unidade de sua organização, mudando-se futuramente do Brasil para a França.

Já quanto a distribuição por cidades de residência, os profissionais estão distribuídos conforme o Gráfico 09, a seguir.

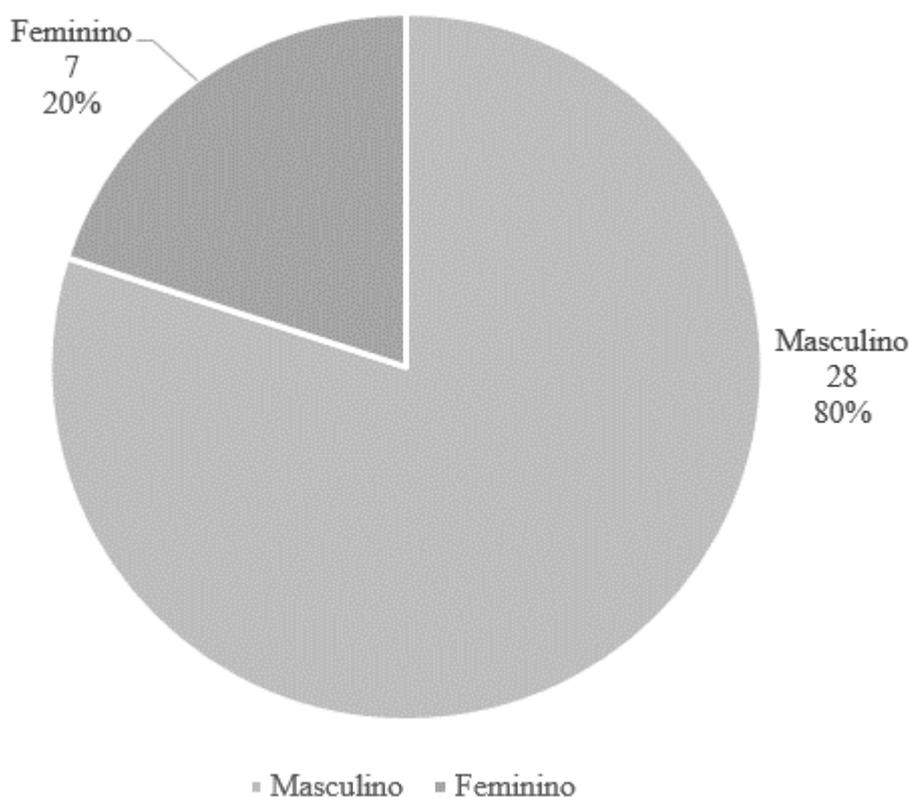


**Gráfico 09** - Cidade de residência dos respondentes

Fonte: Autor

Por meio do gráfico, verifica-se um adensamento de profissionais oriundos do Brasil, principalmente de cidades da Região Sul Fluminense (Estado do Rio de Janeiro), da Região da Grande Curitiba (Estado do Paraná), da Capital Paulista e da Região do ABC Paulista (ambos no Estado de São Paulo), que na oportunidade, figuram dentre os principais polos produtores de veículos no Brasil.

Quanto ao gênero, o Gráfico 10, a seguir, apresenta a distribuição declarada pelos respondentes.

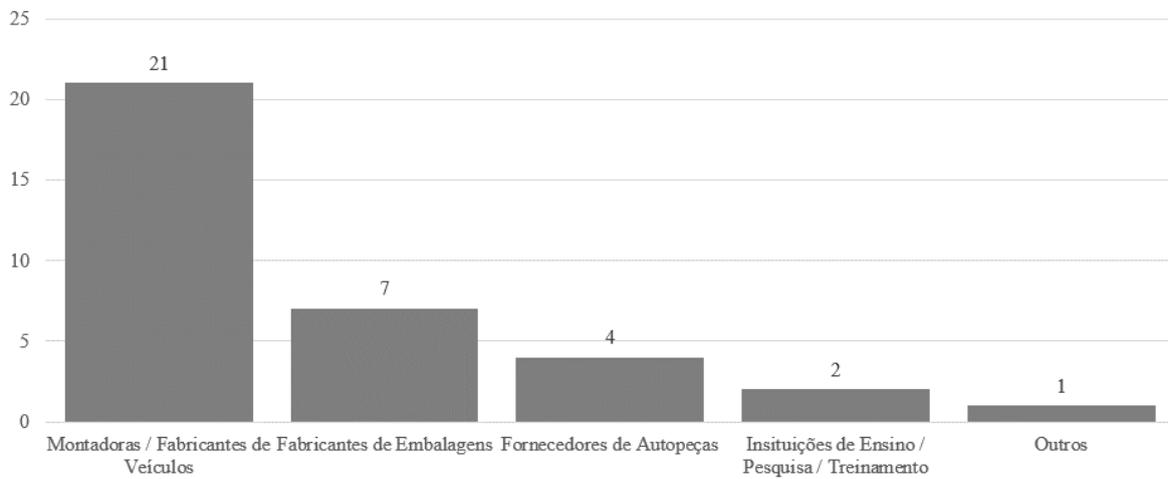


**Gráfico 10** - Gênero dos respondentes

Fonte: Autor

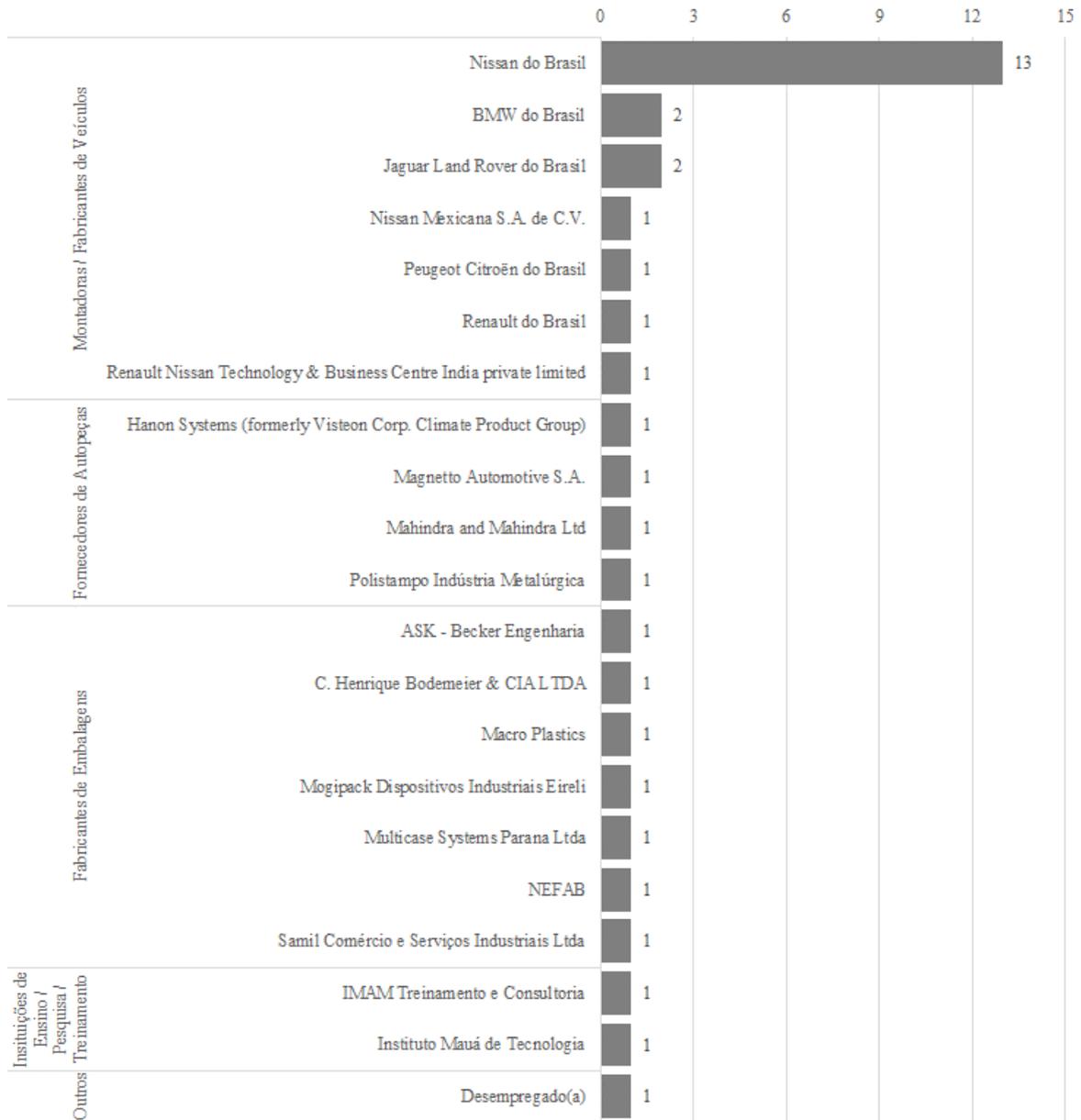
Nota-se pelo Gráfico 10, uma grande diferença entre a participação de profissionais do gênero masculino e feminino.

No que tange ao tipo empresa onde os respondentes atuavam no momento da pesquisa, o Gráfico 11 demonstra que a maioria possui ligação com montadoras e fabricantes de veículos, seguido de profissionais atuantes em empresas fabricantes de embalagens e do segmento ligado a fornecedores de autopeças.



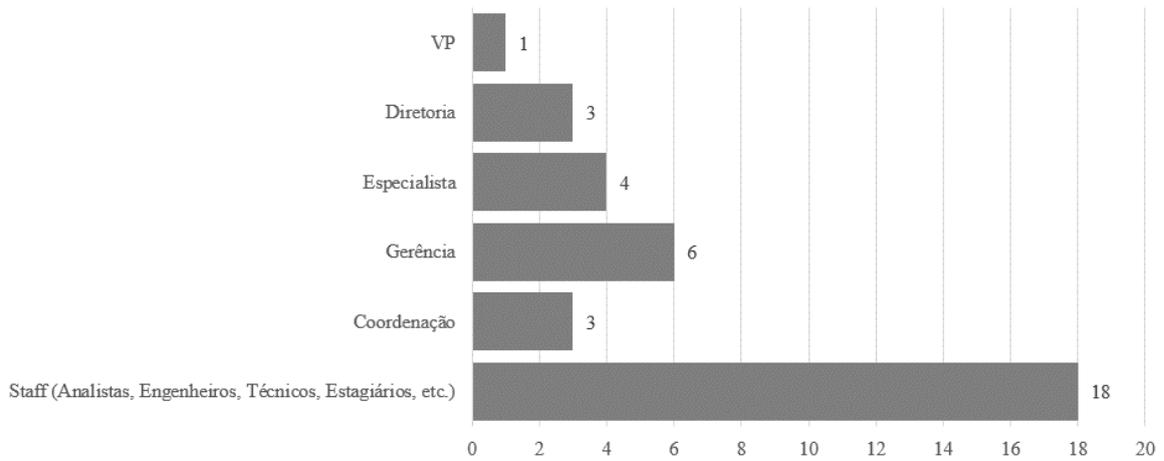
**Gráfico 11** - Quantitativo de respondentes distribuídos por tipo de empresa  
Fonte: Autor

Em complemento ao Gráfico 11, foi elaborado o Gráfico 12, a seguir, que por sua vez apresenta o quantitativo de respondentes distribuídos por empresa, de forma segmentada (por tipo de empresa).



**Gráfico 12** - Quantitativo de respondentes distribuídos por empresa  
 Fonte: Autor

Já quanto aos postos de trabalho (função) destes respondentes, levou-se em consideração a condição mais recente informada por eles, no entanto, no caso do profissional que estava na condição de “Desempregado(a)”, foi considerado o seu último posto de trabalho. Desta forma, com base na distribuição destes postos de trabalho (função), foi elaborado o Gráfico 13, a seguir.



**Gráfico 13** - Distribuição de respondentes por posto de trabalho  
Fonte: Autor

Por fim, foi elaborada a Tabela 16, a seguir, que detalha em termos anuais, o tempo de experiência profissional dos respondentes, nos seguintes âmbitos: na indústria em geral, na indústria automobilística, na empresa atual e em desenvolvimento de embalagens.

**Tabela 16** - Tempo de experiência profissional dos respondentes (em anos)

Fonte: Autor

RESPONDENTES	TEMPO DE EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL (ANOS)			
	INDÚSTRIA EM GERAL	INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	EMPRESA ATUAL	DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS
R01	7,00	5,00	3,50	4,00
R02	19,00	19,00	11,00	2,00
R03	10,00	4,00	4,00	3,00
R04	18,00	18,00	4,00	2,00
R05	10,00	8,00	2,80	8,00
R06	9,00	9,00	3,00	5,00
R07	10,00	10,00	4,00	7,00
R08	10,00	10,00	4,00	6,00
R09	5,00	3,50	3,50	1,50
R10	16,50	14,50	4,50	12,50
R11	7,17	7,17	6,50	4,00
R12	5,50	5,50	5,50	4,00
R13	10,00	10,00	3,00	4,00
R14	15,00	15,00	1,30	11,00
R15	13,00	5,00	1,50	4,00
R16	4,00	4,00	0,00	2,00
R17	12,00	10,00	3,00	3,00
R18	2,50	2,50	2,50	1,50
R19	14,00	7,00	4,30	6,00
R20	11,00	11,00	3,00	6,00
R21	10,00	10,00	4,00	6,00
R22	34,00	0,00	2,00	28,00
R23	34,00	21,00	8,00	21,00
R24	14,00	12,00	1,00	14,00
R25	23,00	11,00	11,00	20,00
R26	16,00	14,00	4,00	3,00
R27	8,00	3,50	3,50	0,00
R28	13,00	0,00	13,00	13,00
R29	23,00	23,00	23,00	20,00
R30	7,00	4,00	7,00	7,00
R31	17,00	14,00	2,00	4,00
R32	30,00	30,00	26,00	25,00
R33	15,00	10,00	6,00	10,00
R34	20,00	11,00	8,50	15,00
R35	9,50	9,50	4,50	9,50

### 13 APÊNDICE C – MATRIZES INDIVIDUALIZADAS

**Tabela 17** – Matriz individualizada de julgamentos – R01

Fonte: Autor

R01	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	3,00000	3,00000	3,00000	3,00000	2,08008	0,31122
(Q)	1,00000	1,00000	1,00000	3,00000	1,00000	1,00000	1,20094	0,17968
(S)	0,33333	1,00000	1,00000	0,33333	1,00000	0,33333	0,57735	0,08638
(T)	0,33333	0,33333	3,00000	1,00000	0,20000	1,00000	0,63677	0,09527
(D)	0,33333	1,00000	1,00000	5,00000	1,00000	5,00000	1,42387	0,21303
(G)	0,33333	1,00000	3,00000	1,00000	0,20000	1,00000	0,76472	0,11442
<b>SOMA</b>	3,33333	5,33333	12,00000	13,33333	6,40000	11,33333	6,68374	1,00000

**Tabela 18** – Matriz individualizada de julgamentos – R02

Fonte: Autor

R02	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,14285	1,00000	3,00000	0,14285	0,20000	0,48009	0,05996
(Q)	7,00000	1,00000	1,00000	5,00000	3,00000	7,00000	3,00410	0,37519
(S)	1,00000	1,00000	1,00000	5,00000	1,00000	1,00000	1,30766	0,16332
(T)	0,33333	0,20000	0,20000	1,00000	0,14285	0,14285	0,25456	0,03179
(D)	7,00000	0,33333	1,00000	7,00000	1,00000	0,14285	1,15167	0,14383
(G)	5,00000	0,14285	1,00000	7,00000	7,00000	1,00000	1,80860	0,22588
<b>SOMA</b>	21,33333	2,81904	5,20000	28,00000	12,28571	9,48571	8,00669	1,00000

**Tabela 19** – Matriz individualizada de julgamentos – R03

Fonte: Autor

R03	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,20000	7,00000	1,00000	7,00000	1,11869	0,11746
(Q)	5,00000	1,00000	0,20000	5,00000	7,00000	5,00000	2,36505	0,24833
(S)	5,00000	5,00000	1,00000	7,00000	7,00000	7,00000	4,52417	0,47505
(T)	0,14286	0,20000	0,14286	1,00000	0,20000	0,33333	0,25456	0,02672
(D)	1,00000	0,14286	0,14286	5,00000	1,00000	5,00000	0,89390	0,09386
(G)	0,14286	0,20000	0,14286	3,00000	0,20000	1,00000	0,36713	0,03855
<b>SOMA</b>	12,28571	6,74285	1,82857	28,00000	16,40000	25,33333	9,52350	1,00000

**Tabela 20** – Matriz individualizada de julgamentos – R04

Fonte: Autor

R04	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,11111	0,11111	0,11111	0,11111	0,17674	0,01570
(Q)	5,00000	1,00000	0,20000	0,14286	0,11111	0,11111	0,34759	0,03087
(S)	9,00000	5,00000	1,00000	0,20000	0,11111	0,11111	0,69336	0,06158
(T)	9,00000	7,00000	5,00000	1,00000	0,20000	0,11111	1,38309	0,12285
(D)	9,00000	9,00000	9,00000	5,00000	1,00000	0,20000	3,00000	0,26646
(G)	9,00000	9,00000	9,00000	9,00000	5,00000	1,00000	5,65792	0,50254
<b>SOMA</b>	42,00000	31,20000	24,31111	15,45397	6,53333	1,64444	11,25870	1,00000

**Tabela 21** – Matriz individualizada de julgamentos – R05

Fonte: Autor

R05	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,11111	5,00000	1,00000	5,00000	0,90668	0,08284
(Q)	5,00000	1,00000	0,11111	7,00000	7,00000	7,00000	2,39885	0,21916
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	9,00000	9,00000	6,24025	0,57012
(T)	0,20000	0,14286	0,11111	1,00000	0,20000	1,00000	0,29317	0,02678
(D)	1,00000	0,14286	0,11111	5,00000	1,00000	3,00000	0,78727	0,07193
(G)	0,20000	0,14286	0,11111	1,00000	0,33333	1,00000	0,31922	0,02916
<b>SOMA</b>	16,40000	10,62857	1,55556	28,00000	18,53333	26,00000	10,94545	1,00000

**Tabela 22** – Matriz individualizada de julgamentos – R06

Fonte: Autor

R06	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	3,00000	0,20000	5,00000	5,00000	1,00000	1,57042	0,19034
(Q)	0,33333	1,00000	0,33333	7,00000	0,33333	3,00000	0,95898	0,11623
(S)	5,00000	3,00000	1,00000	9,00000	5,00000	5,00000	3,87298	0,46941
(T)	0,20000	0,14286	0,11111	1,00000	0,20000	1,00000	0,29317	0,03553
(D)	0,20000	3,00000	0,20000	5,00000	1,00000	1,00000	0,91839	0,11131
(G)	1,00000	0,33333	0,20000	1,00000	1,00000	1,00000	0,63677	0,07718
<b>SOMA</b>	7,73333	10,47619	2,04444	28,00000	12,53333	12,00000	8,25071	1,00000

**Tabela 23** – Matriz individualizada de julgamentos – R07

Fonte: Autor

R07	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,11111	5,00000	0,33333	0,33333	0,48075	0,04961
(Q)	5,00000	1,00000	0,11111	3,00000	5,00000	3,00000	1,70998	0,17648
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	7,00000	5,00000	5,42583	0,55996
(T)	0,20000	0,33333	0,11111	1,00000	0,33333	0,33333	0,30613	0,03159
(D)	3,00000	0,20000	0,14286	3,00000	1,00000	0,33333	0,66401	0,06853
(G)	3,00000	0,33333	0,20000	3,00000	3,00000	1,00000	1,10292	0,11383
<b>SOMA</b>	21,20000	11,06667	1,67619	24,00000	16,6667	10,00000	9,68962	1,00000

**Tabela 24** – Matriz individualizada de julgamentos – R08

Fonte: Autor

R08	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	7,00000	9,00000	0,20000	0,20000	0,20000	0,89208	0,08426
(Q)	0,14286	1,00000	7,00000	0,11111	0,11111	0,14286	0,34759	0,03283
(S)	0,11111	0,14286	1,00000	0,11111	0,11111	0,11111	0,16710	0,01578
(T)	5,00000	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	5,00000	5,12993	0,48453
(D)	5,00000	9,00000	9,00000	0,11111	1,00000	0,20000	1,44225	0,13622
(G)	5,00000	7,00000	9,00000	0,20000	5,00000	1,00000	2,60847	0,24637
<b>SOMA</b>	16,25397	33,14286	44,00000	1,73333	15,42222	6,65397	10,58742	1,00000

**Tabela 25 – Matriz individualizada de julgamentos – R09**

Fonte: Autor

R09	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,33333	0,33333	5,00000	1,00000	0,33333	0,75498	0,09841
(Q)	3,00000	1,00000	1,00000	5,00000	1,00000	0,33333	1,30766	0,17044
(S)	3,00000	1,00000	1,00000	5,00000	1,00000	0,33333	1,30766	0,17044
(T)	0,20000	0,20000	0,20000	1,00000	0,11111	0,20000	0,23713	0,03091
(D)	1,00000	1,00000	1,00000	9,00000	1,00000	0,20000	1,10292	0,14376
(G)	3,00000	3,00000	3,00000	5,00000	5,00000	1,00000	2,96177	0,38604
SOMA	11,20000	6,53333	6,53333	30,00000	9,11111	2,40000	7,67211	1,00000

**Tabela 26 – Matriz individualizada de julgamentos – R10**

Fonte: Autor

R10	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,11111	3,00000	1,00000	1,00000	0,83268	0,08253
(Q)	1,00000	1,00000	0,11111	7,00000	1,00000	1,00000	0,95898	0,09505
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	9,00000	9,00000	6,24025	0,61850
(T)	0,33333	0,14286	0,11111	1,00000	0,20000	0,20000	0,24412	0,02420
(D)	1,00000	1,00000	0,11111	5,00000	1,00000	1,00000	0,90668	0,08986
(G)	1,00000	1,00000	0,11111	5,00000	1,00000	1,00000	0,90668	0,08986
SOMA	13,33333	13,14286	1,55556	30,00000	13,20000	13,20000	10,08939	1,00000

**Tabela 27 – Matriz individualizada de julgamentos – R11**

Fonte: Autor

R11	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,33333	0,14286	0,14286	0,11111	0,30181	0,03002
(Q)	1,00000	1,00000	0,11111	0,20000	0,11111	0,14286	0,26581	0,02644
(S)	3,00000	9,00000	1,00000	3,00000	0,14286	0,11111	1,04278	0,10371
(T)	7,00000	5,00000	0,33333	1,00000	0,14286	0,33333	0,90668	0,09018
(D)	7,00000	9,00000	7,00000	7,00000	1,00000	0,14286	2,75892	0,27439
(G)	9,00000	7,00000	9,00000	3,00000	7,00000	1,00000	4,77860	0,47526
SOMA	28,00000	32,00000	17,77778	14,34286	8,53968	1,84127	10,05460	1,00000

**Tabela 28 – Matriz individualizada de julgamentos – R12**

Fonte: Autor

R12	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,11111	0,20000	1,00000	0,20000	0,20000	0,31008	0,03640
(Q)	9,00000	1,00000	0,33333	0,11111	0,33333	0,20000	0,53023	0,06225
(S)	5,00000	3,00000	1,00000	0,33333	0,20000	0,33333	0,83268	0,09776
(T)	1,00000	9,00000	3,00000	1,00000	0,11111	0,20000	0,91839	0,10782
(D)	5,00000	3,00000	5,00000	9,00000	1,00000	0,11111	2,05357	0,24109
(G)	5,00000	5,00000	3,00000	5,00000	9,00000	1,00000	3,87298	0,45469
SOMA	26,00000	21,11111	12,53333	16,44444	10,84444	2,04444	8,51794	1,00000

Tabela 29 – Matriz individualizada de julgamentos – R13

Fonte: Autor

R13	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,14286	1,00000	0,11111	0,33333	0,31922	0,03639
(Q)	5,00000	1,00000	0,14286	7,00000	0,33333	3,00000	1,30766	0,14907
(S)	7,00000	7,00000	1,00000	5,00000	1,00000	7,00000	3,45974	0,39440
(T)	1,00000	0,14286	0,20000	1,00000	0,11111	0,33333	0,31922	0,03639
(D)	9,00000	3,00000	1,00000	9,00000	1,00000	1,00000	2,49805	0,28477
(G)	3,00000	0,33333	0,14286	3,00000	1,00000	1,00000	0,86830	0,09898
SOMA	26,00000	11,67619	2,62857	26,00000	3,55556	12,66667	8,77220	1,00000

Tabela 30 – Matriz individualizada de julgamentos – R14

Fonte: Autor

R14	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	0,33333	0,57735	0,05933
(Q)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,07126
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	9,00000	9,00000	6,24025	0,64132
(T)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,07126
(D)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,07126
(G)	3,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,83268	0,08558
SOMA	16,00000	14,00000	1,55556	14,00000	14,00000	13,33333	9,73037	1,00000

Tabela 31 – Matriz individualizada de julgamentos – R15

Fonte: Autor

R15	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,14286	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,50131	0,05030
(Q)	7,00000	1,00000	1,00000	9,00000	9,00000	9,00000	4,14926	0,41634
(S)	9,00000	1,00000	1,00000	5,00000	7,00000	9,00000	3,76206	0,37749
(T)	1,00000	0,11111	0,20000	1,00000	1,00000	1,00000	0,53023	0,05320
(D)	1,00000	0,11111	0,14286	1,00000	1,00000	5,00000	0,65555	0,06578
(G)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	0,20000	1,00000	0,36764	0,03689
SOMA	20,00000	2,47619	2,56508	18,00000	19,20000	26,00000	9,96606	1,00000

Tabela 32 – Matriz individualizada de julgamentos – R16

Fonte: Autor

R16	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,14286	0,14286	0,14286	0,33333	0,20000	0,24068	0,02849
(Q)	7,00000	1,00000	0,33333	5,00000	7,00000	7,00000	2,88087	0,34100
(S)	7,00000	3,00000	1,00000	7,00000	1,00000	3,00000	2,75892	0,32656
(T)	7,00000	0,20000	0,14286	1,00000	0,20000	0,33333	0,48696	0,05764
(D)	3,00000	0,14286	1,00000	5,00000	1,00000	0,33333	0,94546	0,11191
(G)	5,00000	0,14286	0,33333	3,00000	3,00000	1,00000	1,13544	0,13440
SOMA	30,00000	4,62857	2,95238	21,14286	12,53333	11,86667	8,44834	1,00000

**Tabela 33 – Matriz individualizada de julgamentos – R17**

Fonte: Autor

R17	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,33333	0,20000	0,20000	1,00000	0,33333	0,40548	0,05682
(Q)	3,00000	1,00000	0,20000	0,33333	0,20000	1,00000	0,58480	0,08194
(S)	5,00000	5,00000	1,00000	0,33333	1,00000	0,20000	1,08887	0,15257
(T)	5,00000	3,00000	3,00000	1,00000	3,00000	0,33333	1,88597	0,26426
(D)	1,00000	5,00000	1,00000	0,33333	1,00000	0,33333	0,90668	0,12704
(G)	3,00000	1,00000	5,00000	3,00000	3,00000	1,00000	2,26493	0,31736
<b>SOMA</b>	18,00000	15,33333	10,40000	5,20000	9,20000	3,20000	7,13674	1,00000

**Tabela 34 – Matriz individualizada de julgamentos – R18**

Fonte: Autor

R18	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,33333	5,00000	5,00000	7,00000	1,50600	0,19418
(Q)	5,00000	1,00000	1,00000	5,00000	3,00000	7,00000	2,84027	0,36622
(S)	3,00000	1,00000	1,00000	1,00000	3,00000	5,00000	1,88597	0,24317
(T)	0,20000	0,20000	1,00000	1,00000	1,00000	0,33333	0,48696	0,06279
(D)	0,20000	0,33333	0,33333	1,00000	1,00000	3,00000	0,63677	0,08210
(G)	0,14286	0,14286	0,20000	3,00000	0,33333	1,00000	0,39977	0,05154
<b>SOMA</b>	9,54286	2,87619	3,86667	16,00000	13,33333	23,33333	7,75574	1,00000

**Tabela 35 – Matriz individualizada de julgamentos – R19**

Fonte: Autor

R19	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	3,00000	1,00000	1,00000	0,14286	0,86830	0,10259
(Q)	1,00000	1,00000	0,33333	0,33333	0,33333	0,14286	0,41744	0,04932
(S)	0,33333	3,00000	1,00000	1,00000	0,33333	0,20000	0,63677	0,07524
(T)	1,00000	3,00000	1,00000	1,00000	0,33333	0,20000	0,76472	0,09035
(D)	1,00000	3,00000	3,00000	3,00000	1,00000	0,14286	1,25231	0,14796
(G)	7,00000	7,00000	5,00000	5,00000	7,00000	1,00000	4,52417	0,53454
<b>SOMA</b>	11,33333	18,00000	13,33333	11,33333	10,00000	1,82857	8,46371	1,00000

**Tabela 36 – Matriz individualizada de julgamentos – R20**

Fonte: Autor

R20	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,33333	3,00000	3,00000	3,00000	1,44225	0,21123
(Q)	1,00000	1,00000	0,20000	1,00000	0,33333	0,33333	0,53023	0,07766
(S)	3,00000	5,00000	1,00000	3,00000	1,00000	1,00000	1,88597	0,27621
(T)	0,33333	1,00000	0,33333	1,00000	0,33333	0,33333	0,48075	0,07041
(D)	0,33333	3,00000	1,00000	3,00000	1,00000	0,20000	0,91839	0,13450
(G)	0,33333	3,00000	1,00000	3,00000	5,00000	1,00000	1,57042	0,23000
<b>SOMA</b>	6,00000	14,00000	3,86667	14,00000	10,66667	5,86667	6,82801	1,00000

**Tabela 37** – Matriz individualizada de julgamentos – R21

Fonte: Autor

R21	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,20000	1,00000	1,00000	0,33333	0,48696	0,07013
(Q)	5,00000	1,00000	1,00000	5,00000	3,00000	1,00000	2,05357	0,29577
(S)	5,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,30766	0,18834
(T)	1,00000	0,20000	1,00000	1,00000	0,33333	0,33333	0,53023	0,07637
(D)	1,00000	0,33333	1,00000	3,00000	1,00000	0,33333	0,83268	0,11993
(G)	3,00000	1,00000	1,00000	3,00000	3,00000	1,00000	1,73205	0,24946
<b>SOMA</b>	16,00000	3,73333	5,20000	14,00000	9,33333	4,00000	6,94315	1,00000

**Tabela 38** – Matriz individualizada de julgamentos – R22

Fonte: Autor

R22	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	0,11111	0,11111	0,23112	0,02352
(Q)	9,00000	1,00000	1,00000	9,00000	1,00000	9,00000	3,00000	0,30535
(S)	9,00000	1,00000	1,00000	9,00000	5,00000	7,00000	3,76206	0,38291
(T)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	0,11111	0,14286	0,24101	0,02453
(D)	9,00000	1,00000	0,20000	9,00000	1,00000	1,00000	1,59069	0,16190
(G)	9,00000	0,11111	0,14286	7,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,10178
<b>SOMA</b>	38,00000	3,33333	2,56508	36,00000	8,22222	18,25397	9,82488	1,00000

**Tabela 39** – Matriz individualizada de julgamentos – R23

Fonte: Autor

R23	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,14286	0,20000	1,00000	0,20000	0,20000	0,32334	0,03834
(Q)	7,00000	1,00000	0,20000	3,00000	0,14286	0,20000	0,70231	0,08327
(S)	5,00000	5,00000	1,00000	1,00000	0,14286	0,20000	0,94546	0,11209
(T)	1,00000	0,33333	1,00000	1,00000	0,33333	0,33333	0,57735	0,06845
(D)	5,00000	7,00000	7,00000	3,00000	1,00000	0,14286	2,17203	0,25751
(G)	5,00000	5,00000	5,00000	3,00000	7,00000	1,00000	3,71411	0,44034
<b>SOMA</b>	24,00000	18,47619	14,40000	12,00000	8,81905	2,07619	8,43461	1,00000

**Tabela 40** – Matriz individualizada de julgamentos – R24

Fonte: Autor

R24	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,11111	0,11111	0,11111	0,11111	0,11111	0,16025	0,01350
(Q)	9,00000	1,00000	0,11111	0,11111	0,11111	0,11111	0,33333	0,02808
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	0,11111	0,11111	0,11111	0,69336	0,05842
(T)	9,00000	9,00000	9,00000	1,00000	0,11111	0,11111	1,44225	0,12151
(D)	9,00000	9,00000	9,00000	9,00000	1,00000	0,11111	3,00000	0,25275
(G)	9,00000	9,00000	9,00000	9,00000	9,00000	1,00000	6,24025	0,52574
<b>SOMA</b>	46,00000	37,11111	28,22222	19,33333	10,44444	1,55556	11,86945	1,00000

**Tabela 41 – Matriz individualizada de julgamentos – R25**

Fonte: Autor

R25	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,33333	1,00000	3,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,14144
(Q)	3,00000	1,00000	0,20000	3,00000	1,00000	3,00000	1,32454	0,18734
(S)	1,00000	5,00000	1,00000	3,00000	5,00000	5,00000	2,68538	0,37981
(T)	0,33333	0,33333	0,33333	1,00000	0,20000	3,00000	0,53023	0,07499
(D)	1,00000	1,00000	0,20000	5,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,14144
(G)	1,00000	0,33333	0,20000	0,33333	1,00000	1,00000	0,53023	0,07499
<b>SOMA</b>	7,33333	8,00000	2,93333	15,33333	9,20000	14,00000	7,07038	1,00000

**Tabela 42 – Matriz individualizada de julgamentos – R26**

Fonte: Autor

R26	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,20000	5,00000	1,00000	0,20000	0,58480	0,07732
(Q)	5,00000	1,00000	1,00000	7,00000	1,00000	1,00000	1,80861	0,23914
(S)	5,00000	1,00000	1,00000	7,00000	1,00000	1,00000	1,80861	0,23914
(T)	0,20000	0,14286	0,14286	1,00000	0,20000	0,14286	0,22103	0,02923
(D)	1,00000	1,00000	1,00000	5,00000	1,00000	9,00000	1,88597	0,24937
(G)	5,00000	1,00000	1,00000	7,00000	0,11111	1,00000	1,25402	0,16581
<b>SOMA</b>	17,20000	4,34286	4,34286	32,00000	4,31111	12,34286	7,56305	1,00000

**Tabela 43 – Matriz individualizada de julgamentos – R27**

Fonte: Autor

R27	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,09074
(Q)	1,00000	1,00000	1,00000	9,00000	9,00000	1,00000	2,08008	0,27223
(S)	9,00000	1,00000	1,00000	1,00000	9,00000	9,00000	3,00000	0,39262
(T)	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,09074
(D)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,48075	0,06292
(G)	1,00000	1,00000	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,09074
<b>SOMA</b>	14,00000	4,22222	3,33333	14,00000	22,00000	14,00000	7,64092	1,00000

**Tabela 44 – Matriz individualizada de julgamentos – R28**

Fonte: Autor

R28	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	0,20000	1,00000	1,00000	1,00000	0,76472	0,09622
(Q)	1,00000	1,00000	1,00000	7,00000	7,00000	7,00000	2,64575	0,33289
(S)	5,00000	1,00000	1,00000	7,00000	1,00000	7,00000	2,50146	0,31474
(T)	1,00000	0,14286	0,14286	1,00000	0,20000	1,00000	0,39977	0,05030
(D)	1,00000	0,14286	1,00000	5,00000	1,00000	5,00000	1,23635	0,15556
(G)	1,00000	0,14286	0,14286	1,00000	0,20000	1,00000	0,39977	0,05030
<b>SOMA</b>	10,00000	3,42857	3,48571	22,00000	10,40000	22,00000	7,94782	1,00000

**Tabela 45 – Matriz individualizada de julgamentos – R29**

Fonte: Autor

R29	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,20000	0,20000	7,00000	1,00000	1,00000	0,80883	0,09519
(Q)	5,00000	1,00000	1,00000	9,00000	1,00000	7,00000	2,60847	0,30698
(S)	5,00000	1,00000	1,00000	7,00000	0,33333	5,00000	1,96933	0,23176
(T)	0,14286	0,11111	0,14286	1,00000	0,11111	0,20000	0,19219	0,02262
(D)	1,00000	1,00000	3,00000	9,00000	1,00000	7,00000	2,39558	0,28193
(G)	1,00000	0,14286	0,20000	5,00000	0,14286	1,00000	0,52276	0,06152
<b>SOMA</b>	13,14286	3,45397	5,54286	38,00000	3,58730	21,20000	8,49716	1,00000

**Tabela 46 – Matriz individualizada de julgamentos – R30**

Fonte: Autor

R30	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(Q)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(S)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(T)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(D)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(G)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
<b>SOMA</b>	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	1,00000

**Tabela 47 – Matriz individualizada de julgamentos – R31**

Fonte: Autor

R31	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,33333	5,00000	7,00000	3,00000	7,00000	2,50146	0,29544
(Q)	3,00000	1,00000	3,00000	7,00000	1,00000	7,00000	2,75892	0,32584
(S)	0,20000	0,33333	1,00000	5,00000	5,00000	7,00000	1,50600	0,17787
(T)	0,14286	0,14286	0,20000	1,00000	0,20000	0,20000	0,23378	0,02761
(D)	0,33333	1,00000	0,20000	5,00000	1,00000	5,00000	1,08887	0,12860
(G)	0,14286	0,14286	0,14286	5,00000	0,20000	1,00000	0,37796	0,04464
<b>SOMA</b>	4,81905	2,95238	9,54286	30,00000	10,40000	27,20000	8,46700	1,00000

**Tabela 48 – Matriz individualizada de julgamentos – R32**

Fonte: Autor

R32	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,48075	0,04307
(Q)	9,00000	1,00000	0,11111	9,00000	9,00000	9,00000	3,00000	0,26874
(S)	9,00000	9,00000	1,00000	9,00000	9,00000	9,00000	6,24025	0,55900
(T)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,48075	0,04307
(D)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,48075	0,04307
(G)	1,00000	0,11111	0,11111	1,00000	1,00000	1,00000	0,48075	0,04307
<b>SOMA</b>	22,00000	10,44444	1,55556	22,00000	22,00000	22,00000	11,16325	1,00000

**Tabela 49 – Matriz individualizada de julgamentos – R33**

Fonte: Autor

R33	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	0,33333	0,20000	1,00000	0,33333	0,33333	0,44151	0,06137
(Q)	3,00000	1,00000	0,33333	3,00000	1,00000	3,00000	1,44225	0,20047
(S)	5,00000	3,00000	1,00000	3,00000	1,00000	3,00000	2,26493	0,31483
(T)	1,00000	0,33333	0,33333	1,00000	0,33333	0,33333	0,48075	0,06682
(D)	3,00000	1,00000	1,00000	3,00000	1,00000	3,00000	1,73205	0,24076
(G)	3,00000	0,33333	0,33333	3,00000	0,33333	1,00000	0,83268	0,11574
<b>SOMA</b>	16,00000	6,00000	3,20000	14,00000	4,00000	10,66667	7,19418	1,00000

**Tabela 50 – Matriz individualizada de julgamentos – R34**

Fonte: Autor

R34	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(Q)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(S)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(T)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(D)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
(G)	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,16667
<b>SOMA</b>	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	6,00000	1,00000

**Tabela 51 – Matriz individualizada de julgamentos – R35**

Fonte: Autor

R35	(C)	(Q)	(S)	(T)	(D)	(G)	AUTOVETOR	PESOS
(C)	1,00000	1,00000	1,00000	3,00000	0,33333	3,00000	1,20094	0,16236
(Q)	1,00000	1,00000	3,00000	7,00000	5,00000	3,00000	2,60847	0,35265
(S)	1,00000	0,33333	1,00000	5,00000	1,00000	5,00000	1,42387	0,19250
(T)	0,33333	0,14286	0,20000	1,00000	0,20000	0,20000	0,26924	0,03640
(D)	3,00000	0,20000	1,00000	5,00000	1,00000	1,00000	1,20094	0,16236
(G)	0,33333	0,33333	0,20000	5,00000	1,00000	1,00000	0,69336	0,09374
<b>SOMA</b>	6,66667	3,00952	6,40000	26,00000	8,53333	13,20000	7,39681	1,00000

## 14 APÊNDICE D – ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DAS MATRIZES INDIVIDUALIZADAS

**Tabela 52** - Análise de consistência das matrizes individualizadas

Fonte: Autor

RESPONDENTES	AUTOVALOR MÁXIMO ( $\lambda_{max}$ )	ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA (CI = $\mu$ )	TAXA DE CONSISTÊNCIA (CR = CI/RI)	STATUS (CR $\leq$ 0.10000)
R01	6,96269	0,19254	0,15527	Inconsistente
R02	7,98623	0,39725	0,32036	Inconsistente
R03	7,25073	0,25015	0,20173	Inconsistente
R04	7,58549	0,31710	0,25572	Inconsistente
R05	7,41608	0,28322	0,22840	Inconsistente
R06	6,96541	0,19308	0,15571	Inconsistente
R07	6,98206	0,19641	0,15840	Inconsistente
R08	7,73218	0,34644	0,27938	Inconsistente
R09	6,49279	0,09856	0,07948	Consistente
R10	6,41001	0,08200	0,06613	Consistente
R11	8,04193	0,40839	0,32934	Inconsistente
R12	8,80289	0,56058	0,45208	Inconsistente
R13	6,93586	0,18717	0,15094	Inconsistente
R14	6,08078	0,01616	0,01303	Consistente
R15	6,18499	0,03700	0,02984	Consistente
R16	7,61327	0,32265	0,26020	Inconsistente
R17	7,42442	0,28488	0,22975	Inconsistente
R18	7,14859	0,22972	0,18526	Inconsistente
R19	6,53468	0,10694	0,08624	Inconsistente
R20	7,19227	0,23845	0,19230	Inconsistente
R21	6,39204	0,07841	0,06323	Inconsistente
R22	6,96617	0,19323	0,15583	Inconsistente
R23	8,07929	0,41586	0,33537	Inconsistente
R24	9,11870	0,62374	0,50302	Inconsistente
R25	7,15099	0,23020	0,18564	Inconsistente
R26	7,46387	0,29277	0,23611	Inconsistente
R27	7,65356	0,33071	0,26670	Inconsistente
R28	7,03155	0,20631	0,16638	Inconsistente
R29	6,77108	0,15422	0,12437	Inconsistente
R30	6,00000	0,00000	0,00000	Consistente
R31	7,46309	0,29262	0,23598	Inconsistente
R32	7,46614	0,29323	0,23647	Inconsistente
R33	6,32541	0,06508	0,05249	Consistente
R34	6,00000	0,00000	0,00000	Consistente
R35	6,94487	0,18897	0,15240	Inconsistente

## 15 ANEXO A – QUESTIONÁRIO (*SURVEY*) – PORTUGUÊS

Seção 1 de 4

### Desenvolvimento de Embalagens

Bem vindo(a) a Pesquisa (survey) sobre o Desenvolvimento de Embalagens na indústria automobilística.

Agradecemos imensamente a sua disponibilidade em responder a este questionário e a nos auxiliar na aplicação dos princípios de melhoria contínua no desenvolvimento de embalagens.

Vale ressaltar que trata-se de uma pesquisa em que as informações registradas aqui serão utilizadas somente para compor uma massa de dados composta pelas respostas de especialistas e gestores.

O principal objetivo desta pesquisa é obter opiniões acerca dos principais critérios utilizados pelos especialistas que diretamente e/ou indiretamente participam das principais fases de desenvolvimento de embalagens na indústria automobilística.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa ajudarão a mensurar quais dos critérios listados são considerados mais importantes do ponto de vista dos especialistas em desenvolvimento de embalagens, e como estes critérios são ranqueados de acordo com os seus respectivos níveis de importância.

Caso você venha a surgir alguma dúvida sobre este questionário, favor entrar em contato ([marcelom\\_cruz@yahoo.com.br](mailto:marcelom_cruz@yahoo.com.br)).

Desde já, muito obrigado por contribuir com esta pesquisa.

Tempo previsto: 10 a 15 minutos

## Seção 2 de 4

## Informações Pessoais / Histórico Profissional



Informar os dados e informações pessoais e profissionais.

Nome (1st name) e Sobrenome (2nd name) \*

Texto de resposta curta

Ano de Nascimento \*

Ex.: 1995, 1999, ...

Texto de resposta curta

Nacionalidade \*

País onde nasceu.

Texto de resposta curta

País de Residência \*

País em que reside atualmente.

Texto de resposta curta

Cidade de Residência \*

Cidade em que reside atualmente.

Texto de resposta curta

Sexo \*

Masculino

Feminino

Formação \*

Descrever a formação profissional. Ex.: Técnico em Mecânica, Engenheiro Mecânico, Administrador, Tecnólogo em Gestão Industrial.

Texto de resposta curta  
.....

Empresa Atual \*

Informar a empresa que trabalha atualmente. Ex.: Renault do Brasil, Nissan do Brasil, Peugeot, Volkswagen, etc.

Texto de resposta longa  
.....

Planta em que trabalha atualmente \*

Informar a planta de trabalho atual. Qual usina trabalha?

Texto de resposta curta  
.....

☰

Tipo de Empresa \*

Montadora de Veículos

Fornecedor de Autopeças

Fabricante de Embalagens

Outras

**Tamanho da Empresa \***

- Pequena (Empresa de alcance local)
- Média (Empresa de alcance nacional)
- Grande (Empresa de alcance continental)
- Multinacional (Empresa de alcance global)

:::

**Função/Posto Atual \***

- Staff (Analistas, Engenheiros, Técnicos, Estagiários, etc.)
- Coordenação
- Gerência
- Especialista
- Diretoria
- VP

**Cargo Atual \***

Informar a função que exerce atualmente na empresa em que trabalha. Ex.: Engenheiro de Embalagens, Coordenador de Engenharia, Analista de Processos, Estagiário, etc..

Texto de resposta curta  
.....

**Tempo de experiência na INDÚSTRIA EM GERAL (anos) \***

Informar quantos anos de experiência possui no setor industrial. Ex.: 2 anos, 3,5 anos, 15 anos, 3 anos.

Texto de resposta curta  
.....

**Tempo de experiência na INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA (anos) \***

Informar quantos anos de experiência possui na indústria automobilística. Ex.: 2 anos, 3,5 anos, 15 anos, 3 anos.

Texto de resposta curta  
.....

**Tempo de experiência na EMPRESA ATUAL (anos) \***

Informar quantos anos de experiência na empresa atual. Ex.: 2 anos, 3,5 anos, 15 anos, 3 anos.

Texto de resposta curta  
.....

**Tempo de experiência em DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS (anos) \***

Informar quantos anos de experiência em desenvolvimento de embalagens. Ex.: 2 anos, 3,5 anos, 15 anos, 3 anos.

Texto de resposta curta  
.....

...

**Endereço de e-mail \***

Texto de resposta curta  
.....

## Seção 3 de 4

## Julgamento dos Critérios



O objetivo desta seção é obter uma opinião relativa aos critérios conforme o seu respectivo grau de importância acerca do desenvolvimento de embalagens segundo a visão dos especialistas.

Para preenchimento desta seção faz-se necessário que o respondente decida e/ou escolha quais dos dois critérios listados em cada uma das perguntas abaixo possuem o maior nível de importância no momento de se definir um modelo de embalagem a ser aplicada para uma determinada peça, conforme uma escala de importância entre eles. Vide modelo abaixo que exemplifica a métrica a ser utilizada para responder as perguntas.

Para isso, tenha em mente a seguinte situação-problema:

A – Você precisa definir um modelo de embalagem a ser utilizada para o transporte de uma determinada peça aplicada em um dos processos de montagem de um veículo automotivo (carro) e para isso precisa levar em consideração os critérios listados abaixo;

B – Considere que esta peça pode ser de qualquer formato, peso, aspecto ou tipo de material.

## Exemplo

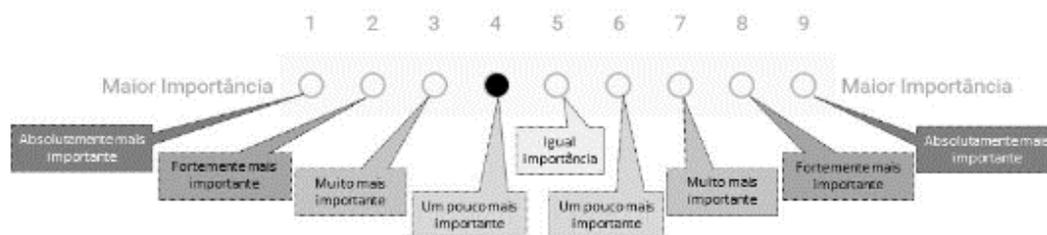
Exemplo de como deve ser preenchido as perguntas.

Custo

x

Qualidade

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos ou (QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior.



**Custo x Qualidade \***

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos OU (QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Qualidade x Segurança \***

(QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior OU (SEGURANÇA) Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Segurança x Tempo \***

(SEGURANÇA) Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local OU (TEMPO) Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Tempo x Desempenho \***

(TEMPO) Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens OU (DESEMPENHO) Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

## Desempenho x Gestão \*

(DESEMPENHO) Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis OU (GESTÃO) Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização quanto ao uso em outros fluxos (standardização).

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

:::

## Custo x Segurança \*

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos OU (SEGURANÇA) Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

:::

## Qualidade x Tempo \*

(QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior OU (TEMPO) Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

## Segurança x Desempenho \*

(SEGURANÇA) Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local OU (DESEMPENHO) Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Tempo x Gestão \***

(TEMPO) Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens OU (GESTÃO) Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

:::

**Custo x Tempo \***

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos OU (TEMPO) Priorizar a utilização de embalagens que possuem tempos reduzidos entre as fases de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens / Reduzir o tempo de projeto, desenvolvimento e fabricação das embalagens.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

:::

**Qualidade x Desempenho \***

(QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior OU (DESEMPENHO) Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Segurança x Gestão \***

(SEGURANÇA) Definir embalagens que respeitem as normas/regras de ergonomia e segurança da empresa e da legislação local OU (GESTÃO) Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Custo x Desempenho \***

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos OU (DESEMPENHO) Utilizar embalagens com metragem cúbica otimizada, elevada vida útil da embalagem (durabilidade) e que priorizem o uso de elementos retornáveis.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Qualidade x Gestão \***

(QUALIDADE) Definir embalagens que garantam a qualidade das peças a serem transportadas em seu interior OU (GESTÃO) Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização quanto ao uso em outros fluxos (standardização).

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

**Custo x Gestão \***

(CUSTO) Utilizar embalagens com baixos custos operacionais e investimentos reduzidos OU (GESTÃO) Utilizar embalagens que permitam uma fácil gestão operacional (uso mínimo de acessórios) e que ofereçam oportunidades futuras de flexibilização quanto ao uso em outros fluxos (standardização).

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Absolutamente mais importante

Absolutamente mais importante

Gostaria de sugerir outro(s) critério(s)? Qual(is)?

Texto de resposta longa

.....

## Seção 4 de 4

Opinião



Opinar sobre o questionário, sugerir melhorias, etc.

Na sua opinião, qual a maior dificuldade encontrada por você para desenvolver um novo projeto de embalagem?

Texto de resposta longa  
.....

O questionário foi de fácil entendimento? \*

 Sim Não

Comentários, Críticas e Sugestões

Texto de resposta longa  
.....

## 16 ANEXO B – QUESTIONÁRIO (*SURVEY*) – INGLÊS

Seção 1 de 4

### Packaging Development Survey

Welcome to the 'Packaging Development Survey' on the automotive industry.

We greatly appreciate your willingness to respond to this questionnaire and assist us in applying the principles of continuous improvement in packaging development.

It is worth mentioning that this is a research in which the information recorded here will be used only to compose a mass of data composed of the answers of specialists and managers.

The main objective of this research is to obtain opinions about the main criteria used by the specialists who directly and / or indirectly participate in the main phases of packaging development in the automobile industry.

The data obtained through this research will help us to measure which of the listed criteria are considered most important from the point of view of packaging development experts and how these criteria are ranked in according to their respective levels of importance.

If you have any questions about this survey, please contact ([marcelom\\_cruz@yahoo.com.br](mailto:marcelom_cruz@yahoo.com.br)).

Thanks in advance for your contribution into this survey.

Estimated time: 10 to 15 minutes

Seção 2 de 4

### Personal Information / Career Information

Please, inform your personal data and your professional information.

Full Name (1st name and 2nd name) \*

Texto de resposta curta

Year of Birth \*

Ex.: 1995, 1999, ...

Texto de resposta curta

**Nationality \***

Country where you were born.

Texto de resposta curta  
.....

**Country of Residence \***

Country where you lives currently.

Texto de resposta curta  
.....

:::

**City of Residence \***

City where you lives currently.

Texto de resposta curta  
.....

**Sex \***

Male

Female

**Formation Level \***

Please, describe your professional formation degree/level. Ex.: Mechanical Technician, Mechanical Engineer, Administrator, Technologist in Industrial Management.

Texto de resposta curta  
.....

:::

**Current Company \***

Please, inform the company that currently works. Ex: Renault of France, Nissan of USA, Peugeot, Volkswagen, etc.

Texto de resposta longa  
.....

Plant in which you currently work \*

Please, inform the current work plant. Which usine do you works?

Texto de resposta curta

---

☰

Type/Kind of Company \*

- Automaker / Vehicle Assembler
- Parts Supplier / Autoparts Supplier
- Packaging Supplier
- Others

Size of Company \*

- Small (Local reach Company)
- Medium (National reach Company)
- Large (Continental reach Company)
- Multinational (Global reach Company)

Actual Position \*

- Staff (Analysts, Engineers, Technicians, Trainees, Interns, etc.)
- Coordinator (Coordination)
- Manager (Management)
- Specialist (Expert Leader)
- Director (General Manager)
- VP

**Current Position in the Company \***

Please, inform your position that you currently role in the company in which you work. Ex: Packaging Engineer, Engineering Coordinator, Process Analyst, Trainee, etc ...

Texto de resposta curta  
.....

**Time of Experience in the INDUSTRY IN GENERAL (years) \***

Please, inform how many years of experience you have in the industrial sector. Eg: 2 years, 3.5 years, 15 years, 3 years.

Texto de resposta curta  
.....

**Time of Experience in the AUTOMOTIVE INDUSTRY (years) \***

Please, inform how many years of experience you have in the automotive industry. Eg: 2 years, 3.5 years, 15 years, 3 years.

Texto de resposta curta  
.....

**Time of Experience in the CURRENT COMPANY (years) \***

Please, inform how many years of experience in the current company. Eg: 2 years, 3.5 years, 15 years, 3 years.

Texto de resposta curta  
.....

...

**Time of Experience in the PACKAGING DEVELOPMENT (years) \***

Please, inform how many years of experience in the packaging development. Eg: 2 years, 3.5 years, 15 years, 3 years.

Texto de resposta curta  
.....

**e-mail address \***

Texto de resposta curta  
.....

## Seção 3 de 4

## Judgment of the Criteria



The purpose of this section is to obtain an opinion regarding the all criteria in according to their respective scale of importance regarding the development of packaging according to the experts' view.

To complete this section, it is necessary for the respondent to decide and / or choose which of the two criteria listed in each of the following questions have the highest level of importance when defining a packaging model to be applied to a given part, According to a scale of importance among them. See the model below that exemplifies the metrics to be used to answer the questions.

To do this, keep in mind the following problem situation:

A – You need to define a packaging model to be used to transport a particular part applied in one of the processes of assembling an automotive vehicle (car) and for this you need to take into consideration the criteria listed below;

B – Consider that this part can be of any shape, weight, appearance or type of material.

## Example

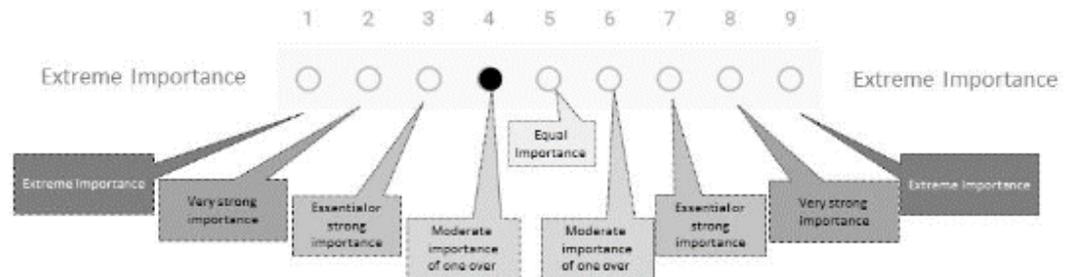
Example of how to complete the questions.

Operating Costs / Investments

x

Parts Quality Assurance

(OPER. COSTS / INV.) Use packaging with low operating costs and reduced investment OR (PARTS QUALITY ASSURANCE) Define packaging that guarantees the quality of the parts to be transported inside.







### Development Time x Packaging Management \*

(DEVELOPMENT TIME) Prioritize the use of packaging that has reduced time between the design, development and manufacturing stages of the packaging / Reduce the time of design, development and manufacture of the packaging OR (PACKAGING MANAGEMENT) Use packages that allow easy operational management (minimum use of accessories) and offer future Flexibility in the use of other flows (standardization).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Extreme Importance	<input type="radio"/>	Extreme Importance								

:::

### Operating Costs/Investments x Development Time \*

(OPER. COSTS / INV.) Use packaging with low operating costs and reduced investment OR (DEVELOPMENT TIME) Prioritize the use of packaging that has reduced time between the design, development and manufacturing stages of the packaging / Reduce the time of design, development and manufacture of the packaging.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Extreme Importance	<input type="radio"/>	Extreme Importance								

:::

### Safety/Ergonomics Rules x Packaging Management \*

(SAFETY / ERGONOMICS RULES) Define packaging that conforms to the norms and rules of ergonomics and safety of the company and the local legislation OR (PACKAGING MANAGEMENT) Use packages that allow easy operational management (minimum use of accessories) and offer future Flexibility in the use of other flows (standardization).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Extreme Importance	<input type="radio"/>	Extreme Importance								

:::

Operating Costs/Investments x Performance/Optimization \*

(OPER. COSTS / INV.) Use packaging with low operating costs and reduced investment OR (PERFORMANCE / OPTIMIZATION) Use containers with optimized cubic size (m<sup>3</sup>), high shelf life (durability) and prioritize the use of returnable elements.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Extreme Importance

Extreme Importance

Parts Quality Assurance x Packaging Management \*

(PARTS QUALITY ASSURANCE) Define packaging that guarantees the quality of the parts to be transported inside OR (PACKAGING MANAGEMENT) Use packages that allow easy operational management (minimum use of accessories) and offer future Flexibility in the use of other flows (standardization).

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Extreme Importance

Extreme Importance

Operating Costs/Investments x Packaging Management \*

(OPER. COSTS / INV.) Use packaging with low operating costs and reduced investment OR (PACKAGING MANAGEMENT) Use packages that allow easy operational management (minimum use of accessories) and offer future Flexibility in the use of other flows (standardization).

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Extreme Importance

Extreme Importance

:::

Would you like to suggest other criteria? Which one?

Texto de resposta longa

.....

Seção 4 de 4

## Feedback and Suggestions



Review the survey, suggest improvements, comments etc.

In your opinion, what is the biggest difficulty you have to developing a new packaging project?

Texto de resposta longa

---

Was easy to understand/answer this survey? \*

Yes

No

## Suggestions and Comments

Texto de resposta longa

---