



Sistemática para a Seleção de Fornecedores Verdes utilizando Métodos Multicritérios

Framework for Green Supplier Selection in an Automotive Assembly Plant using Multicriteria Methods

Sistemática para la Selección de Proveedores Verdes mediante el uso de Métodos Multicriterios

 [10.5020/2318-0722.2025.31.e15312](https://doi.org/10.5020/2318-0722.2025.31.e15312)

Thiago Eller Silva  

Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal Fluminense. Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense. Atua na indústria automotiva desde 2011 com experiência na área de Supply Chain e Compras.

Cecilia Toledo Hernandez  

Graduação em Engenharia Industrial. Doutorado em Engenharia mecânica (UNESP). Professora do departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia em Volta Redonda (UFF). Líder do grupo de pesquisa do CNPq "Laboratório de Pesquisas em Engenharia Industrial". Professora dos mestrados de Administração, Modelagem Computacional e Engenharia de Produção.

Darkys E. Lujan-Garcia 

Graduação em Engenharia Industrial. Doutorado em Filosofia e Ciências Econômicas (Universidade de Sevilla). Pesquisadora visitante na Florida International University. Professora do departamento de Economia Financeira e Direção de Operações da Universidade de Sevilla. Ministra disciplinas da área econômica. Pesquisadora do grupo de Direção de operações na indústria e os serviços.

Kelly Alonso Costa  

Graduação em Engenharia Civil com Doutorado em Engenharia Civil (UFF). Professora Associada do Departamento de Engenharia de Produção. Coordenadora do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UFF. Também atua como professora do Mestrado de Tecnologia Ambiental da UFF. Tem experiência em Sustentabilidade, Modelagem computacional, Sistemas de Informação, Indústria 4.0.

Resumo

O objetivo deste estudo é propor uma sistemática para a seleção de fornecedores na indústria automotiva, enfatizando a consideração de critérios ambientais, além dos critérios financeiros e técnicos tradicionais. Estabeleceu-se uma ligação entre a literatura sobre práticas sustentáveis nas empresas e os métodos de decisão multicritério, com foco particular no Analytic Hierarchy Process (AHP). O método de pesquisa empregado no estudo foi qualitativo e foi realizada uma revisão bibliográfica, seguida pela definição dos entrevistados e especialistas, com o estabelecimento de critérios, subcritérios e alternativas relevantes. O estudo desenvolveu um modelo que incorpora critérios ambientais no processo de seleção de fornecedores, alinhando-se aos padrões de sustentabilidade desejados pela empresa. Nesse cenário, o modelo demonstrou a viabilidade de integrar práticas sustentáveis no processo de tomada de decisão, contribuindo para uma gestão mais eficiente e ambientalmente responsável. À medida que incorporam critérios ambientais na seleção de fornecedores, as empresas podem atender à crescente demanda por práticas sustentáveis e melhorar sua responsabilidade corporativa. Dessa forma, o modelo pode servir como um guia para outras indústrias que desejam integrar sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos.

Este estudo contribui para preencher a lacuna na literatura sobre a integração de critérios ambientais no processo de seleção de fornecedores na indústria automotiva. Ademais, fornece uma abordagem sistemática, que pode ser adaptada e aplicada em vários contextos industriais, abrindo caminho para futuros estudos na gestão sustentável da cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: *analytic hierarchy process* (AHP), fornecedores verdes, sustentabilidade.

Abstract

This study proposes a system for supplier selection in the automotive industry, emphasizing the consideration of environmental criteria in addition to traditional financial and technical criteria. A link was established between the literature on sustainable business practices and multi-criteria decision methods, with a particular focus on the Analytic Hierarchy Process (AHP). A qualitative research method has been applied in this study. A literature review was conducted, followed by the identification of interviewees and experts, and the establishment of relevant criteria, sub-criteria, and alternatives. The study developed a model that incorporates environmental criteria into the supplier selection process, aligning with the company's desired sustainability standards. The model demonstrated the feasibility of integrating sustainable practices into the decision-making process, contributing to more efficient and environmentally responsible management. By incorporating environmental criteria into supplier selection, companies can meet the growing demand for sustainable practices and improve their corporate responsibility. The model can serve as a guide for other industries wishing to integrate sustainability into supply chain management. This study contributes by addressing the gap in the literature on the integration of environmental criteria in the supplier selection process in the automotive industry. It provides a systematic approach that can be adapted and applied in various industrial contexts, paving the way for future studies in sustainable supply chain management.

Keywords: *analytic hierarchy process (AHP), green suppliers, sustainability.*

Resumen

El objetivo de este estudio es proponer una sistemática para la selección de proveedores en la industria automotriz, enfatizando la consideración de criterios ambientales además de los criterios financieros y técnicos tradicionales. Se estableció una conexión entre la literatura sobre prácticas sostenibles en las empresas y los métodos de decisión multicriterio, con un enfoque particular en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Se empleó un método de investigación cualitativa en el estudio. Se realizó una revisión bibliográfica, seguida de la definición de los entrevistados y especialistas, y el establecimiento de criterios, subcriterios y alternativas relevantes. El estudio desarrolló un modelo que incorpora criterios ambientales en el proceso de selección de proveedores, alineándose con los estándares de sostenibilidad deseados por la empresa. El modelo demostró la viabilidad de integrar prácticas sostenibles en el proceso de toma de decisiones, contribuyendo a una gestión más eficiente y ambientalmente responsable. Al incorporar criterios ambientales en la selección de proveedores, las empresas pueden atender la creciente demanda por prácticas sostenibles y mejorar su responsabilidad corporativa. El modelo puede servir como una guía para otras industrias que desean integrar la sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro. Este estudio hace contribuciones al abordar la brecha en la literatura sobre la integración de criterios ambientales en el proceso de selección de proveedores en la industria automotriz. Proporciona un enfoque sistemático que puede ser adaptado y aplicado en varios contextos industriales, allanando el camino para futuros estudios en la gestión sostenible de la cadena de suministro.

Palabras clave: *proceso de jerarquía analítica (AHP), proveedores verdes, sostenibilidad.*

Introdução

Para Daudt e Willcox (2018), ao longo de sua história, o mercado de automóveis sempre exerceu influência na economia do país, tornando-se uma peça relevante para o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Nos últimos anos, sua participação no PIB atingiu 5%, enquanto contribuiu com 20% do PIB da Indústria da Transformação, que abrange os setores produtivos envolvidos na transformação de matéria-prima em bens e produtos acabados.

Guerhardt e Vanalle (2017) comentam a importância que fornecedores e parceiros exercem na cadeia de suprimentos da indústria automotiva e como estes são cobrados quanto ao fornecimento de produtos de qualidade que satisfaçam aos clientes, porque ajudam a fortalecer a marca que representam. À vista disso, é bem conhecido o impacto que um fornecedor pode gerar no desempenho da organização e, em razão disso, as exigências para a seleção desses fornecedores tem se tornado cada vez maior.

O processo decisório para seleção de um fornecedor parceiro é complexo, visto que analisa muitos critérios. Duarte (2019) afirma que a seleção de fornecedores pode considerar apenas um critério, como custo, ou múltiplos critérios. No cenário atual, com a descentralização das decisões e a diversidade de métodos, os critérios são moldados pelos objetivos organizacionais, especialmente nessa seleção. Frej (2017) destaca critérios como preço, frete, acuracidade, pontualidade, qualidade, prazo e flexibilidade. Araújo et al. (2017) sugerem considerar qualidade, custo/preço, recursos da equipe, aspectos financeiros, gestão da empresa, experiência e prazo. Em pesquisa bibliográfica realizada por Guerhardt e Vanalle (2017), a maior quantidade de citações até 2012, no que tange à seleção de fornecedores, centrava-se em critérios de qualidade, preço e entrega.

Posteriormente, Ganga e Rodrigues (2015) destacam a crescente consciência ambiental de consumidores e clientes corporativos, enfatizando critérios como baixo custo, alta qualidade, baixo *lead time* e responsabilidade ambiental. Silva (2016) aponta critérios sustentáveis, por exemplo, criação de produtos reutilizáveis, produção média

de poluição, certificação ambiental, uso de materiais recicláveis em embalagens e consumo de recursos (hídricos, energéticos e matéria-prima).

Sem aprofundar os critérios a serem utilizados, Corsi et al. (2020) ressaltam a necessidade de as organizações atenderem às expectativas dos consumidores e, nesse aspecto, a seleção de fornecedores seria crucial para o alinhamento com as estratégias empresariais. A literatura tem abordado esses desafios em trabalhos científicos, com o intuito de lidar com a complexidade da seleção de fornecedores, considerando múltiplos critérios e a incerteza associada a eles (Duarte, 2019).

A decisão sobre a fonte de suprimentos demanda a ponderação de **vários fatores relevantes** (Croom et al., 2000). Essas decisões variam em importância, conforme o tamanho da compra ou projeto, tornando imperativa uma análise minuciosa dos critérios para decisões bem fundamentadas (Silva, 2016).

Segundo Monczka et al. (2020), os critérios na tomada de decisões de suprimentos se dividem em duas categorias: quantitativos e qualitativos. Nesse sentido, Lima (2019) assevera que os critérios quantitativos são baseados em dados numéricos, como preço, custos e capacidade de entrega, enquanto os critérios qualitativos referem-se a aspectos subjetivos, como relacionamento com o cliente, reputação do fornecedor e capacidade de inovação.

No quadro 1, resumem-se um conjunto de critérios que vão além dos usados tradicionalmente na seleção de fornecedores, como os relacionados ao meio ambiente ou a fatores ambientais.

Quadro 1

Critérios qualitativos e quantitativos

PROPOSTO POR	Dweiri et al. (2016)	Awasthi et al. (2018)	Fallahpour et al. (2017)	Jain et al. (2018)	Babbar e Amin (2018)	Osiro et al. (2018)	Cheraghilipour e Farsad (2018)
CRITÉRIOS RELACIONADOS							
Preço/Custo	X	X	X	X	X	X	X
Qualidade	X		X	X	X	X	X
Entrega	X		X	X		X	X
Produto		X			X	X	
Comunicação							
Fatores ambientais		X		X	X	X	X
Fatores sociais		X				X	X
Garantia				X			
Localização Geográfica	X		X	X		X	
Reputação				X			
Serviço	X				X	X	X
Relacionamento		X		X		X	
Riscos		X			X		
Tecnologia			X			X	X
Flexibilidade			X			X	
Embalagem	X				X		

Como se observa, nos últimos anos, os fatores ambientais têm se destacado nas pesquisas científicas. Alguns autores enfatizam a conformidade com regulamentações ambientais, enquanto outros dão mais importância à redução do impacto ambiental nas operações de fornecimento.

Nesse contexto, o aumento das atividades industriais tem acelerado as transformações no meio ambiente, dessa forma, a utilização de fatores ambientais, como elementos estratégicos, trata-se de uma questão importante para as organizações que buscam diferencial competitivo. Diante disso, as questões ambientais ganham destaque, devido aos efeitos do desequilíbrio ambiental, causados pela ação do ser humano na natureza (Santos, 2018).

No que tange aos fatores ambientais considerados no âmbito da seleção de fornecedores, o quadro 2 mostra os principais critérios adotados na literatura. Esses fornecedores são denominados “fornecedores verdes/sustentáveis”, na medida em que o aspecto ambiental na seleção assume papel de destaque ou, ao menos, é incorporado no processo decisório.

Quadro 2

Critérios ambientais para a seleção de fornecedores verdes/sustentáveis

Critérios	Definição	Autor(es)
Eco-design	Trata-se da concepção de produtos que podem ser reutilizados, reciclados ou recuperados, com o objetivo de minimizar o consumo de materiais e energia, além de evitar o uso de substâncias tóxicas.	Rostamzadeh et al. (2015)
Produção de Poluição	A medição média das emissões de poluentes na atmosfera, a geração de resíduos e a presença de outros materiais nocivos ao meio ambiente.	Tan et al. (2014)
Sistema de Gestão Ambiental	A comprovação de sustentabilidade por meio de selos e certificações ambientais, como o <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> (LEED), a série ISO 14000 ou a implementação de políticas ambientais.	Tseng e Chiu (2013)
Materiais ecológicos	Quantidade de materiais recicláveis utilizados em embalagens e produtos.	Büyükoçkan e Çifçi (2012)
Consumo de recursos	Índices de consumo de energia, água e matéria prima.	Bai e Sarkis (2010)
Reuso, reciclagem e redução de resíduos	Avalia a capacidade do fornecedor em adotar práticas e processos que visam minimizar o impacto ambiental de suas atividades, promovendo a reutilização de materiais, a reciclagem de resíduos e a redução da geração de resíduos sólidos.	Faisal, Al-Esmael e Shari (2017)
Tecnologias Verde	Avalia se o fornecedor utiliza tecnologias e processos inovadores que visam reduzir o consumo de recursos naturais, minimizar a geração de resíduos, diminuir as emissões de poluentes e, de maneira geral, promover uma abordagem mais ecoeficiente em suas operações.	Wang Cheng et al. (2016)

As normas, padrões e certificações ambientais incentivam e reconhecem o compromisso das empresas com a sustentabilidade, permitindo que avaliem sua conformidade voluntariamente ou por exigência legal (Silva, 2016). Nesse contexto, a seleção de fornecedores verdes surge como uma prática que vai além dos critérios tradicionais de custo e qualidade, pois considera também aspectos ambientais e sociais (Viana e Alencar, 2012). Essa abordagem não apenas auxilia as empresas a atenderem às demandas da legislação e dos consumidores, mas também as posiciona para a obtenção de vantagens competitivas e para o aprimoramento de sua imagem corporativa (Ganga & Rodrigues, 2015).

Na indústria, as compras verdes envolvem a seleção de fornecedores que adotam práticas sustentáveis, reduzindo os impactos ambientais da cadeia de suprimentos. A seleção de fornecedores verdes é um problema de decisão multicritério, que avalia aspectos ambientais qualitativos e quantitativos, subjetivos e objetivos, com diferentes pesos e preferências (Silva, 2016). Existem diversos métodos, critérios e ferramentas para auxiliar nessa seleção, conforme revisado pela literatura. De acordo com López e Ishizaka (2019), o propósito da tomada de decisão multicritério é ajudar os tomadores de decisão quando há múltiplos critérios para avaliar diversas opções. Os métodos de decisão com múltiplos critérios desempenham um papel fundamental nesse contexto, oferecendo uma estrutura sistemática para avaliação e tomada de decisões.

Por tais motivos, aumentou-se a busca por ferramentas e técnicas eficazes, que considerem diversos aspectos e características na seleção de fornecedores, em um conjunto de possibilidades. A tomada de decisão multicritério é um campo da pesquisa operacional que procura encontrar as melhores soluções em situações complexas, abrangendo diversos indicadores e critérios que podem entrar em conflito. Conforme mencionado, o objetivo é orientar a escolha dos tomadores de decisão diante de múltiplos critérios para avaliação (López & Ishizaka, 2019).

Nos últimos anos, a indústria automotiva tem enfrentado uma pressão crescente para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis. Esse setor, tradicionalmente focado em parâmetros econômicos e técnicos na sua cadeia de suprimentos, vem reconhecendo, cada vez mais, a importância de integrar critérios ambientais em suas operações. No entanto, muitos fabricantes ainda encontram dificuldades para balancear essas novas exigências com suas práticas estabelecidas.

O problema de pesquisa consiste na ausência de critérios ambientais na seleção de fornecedores pela indústria automotiva, que, atualmente, mais se baseia em parâmetros econômicos e técnicos. Diante da lacuna da sustentabilidade no setor, evidencia-se a necessidade de um modelo que integre critérios ambientais no processo de escolha de fornecedores. A pesquisa visa oferecer, portanto, uma solução que atenda tanto às demandas tradicionais da indústria quanto às considerações ambientais, promovendo práticas sustentáveis e alinhadas com a responsabilidade corporativa.

Neste estudo, o objetivo é estabelecer uma sistemática para a seleção de fornecedores em uma montadora de veículos automotores, de modo que inclua critérios verdes/sustentáveis, utilizando um método multicritério de apoio à decisão.

Contexto Investigado

O contexto organizacional desta pesquisa está situado em uma indústria automotiva de veículos leves, localizada na Região Sul Fluminense. Essa empresa, como muitas em seu setor, enfrenta desafios constantes no processo de seleção de fornecedores. Cada novo projeto ou necessidade pontual, seja devido a normas regulatórias, seja devido a adaptações técnicas ou crises diversas, exige um processo de seleção de fornecedores. Esse processo envolve uma consulta aberta ao mercado, com o objetivo de identificar e escolher a melhor oferta que atenda às condições técnicas e econômicas estabelecidas pela organização.

O departamento responsável por liderar esse processo é o de Compras e *Supply Chain*. Esse departamento tem a tarefa de compilar os dados de entrada fornecidos por cada área da empresa e, a partir dessas especificações, buscar ofertas no mercado junto a fornecedores capacitados. Esse processo é meticulosamente estruturado para garantir que todas as ofertas recebidas sejam avaliadas de forma justa e comparativa. Nesse sentido, a missão final do departamento é consolidar essas respostas e reportar à direção da empresa qual a melhor oferta, baseada, principalmente, nos critérios previamente estabelecidos.

Atualmente, os critérios de decisão predominantes estão ligados a questões econômicas e técnicas, assim, fatores como custo, qualidade e capacidade técnica dos fornecedores são priorizados. No entanto, critérios ambientais, apesar de reconhecidos em um contexto de crescente demanda por sustentabilidade, muitas vezes, são negligenciados. Essa negligência ocorre, sobretudo, devido à falta de familiaridade e clareza sobre a relevância e o peso que tais critérios ambientais deveriam ter no processo decisório.

Diante desse cenário, surge a necessidade de um modelo de seleção de fornecedores que integre de maneira efetiva os critérios ambientais. Esse modelo não apenas atenderia às exigências tradicionais da indústria automotiva, mas também promoveria práticas sustentáveis e alinhadas com as expectativas de responsabilidade corporativa. A referida integração colabora para que a empresa não apenas se adapte às novas normas regulatórias, mas também contribua para a sustentabilidade do setor automotivo como um todo.

Diagnóstico da Situação-Problema

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, na qual se estuda um caso real de uma montadora de automóveis da Região Sul Fluminense. A cada novo projeto, adaptação técnica ou de segurança ou, ainda, risco de ruptura, devido ao não atendimento de produção, necessita de um processo de escolha de fornecedor para uma determinada peça ou família de peças.

Para o diagnóstico do problema, primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, em que foram combinadas as palavras-chave “seleção de fornecedores” e “métodos de seleção”, incluindo termos como “critério” ou “critério ambiental”, em uma busca realizada na base de dados Scielo. Os resultados revelaram uma predominância de alguns métodos multicritérios associados às aplicações encontradas nos artigos recuperados. Mais especificamente, constatou-se que 91% dos estudos que abordavam a seleção de fornecedores, conforme os **métodos de seleção**, optaram pela utilização do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e do *Analytic Network Process* (ANP). Da mesma forma, 76% dos estudos que exploraram os critérios ambientais, em conjunto com métodos de seleção, adotaram essas abordagens analíticas.

A decisão do método multicritério foi utilizar o AHP. O AHP oferece uma abordagem hierárquica, que analisa critérios relevantes, levando em consideração não apenas o custo, mas também a qualidade, a confiabilidade e, cada vez mais, o comprometimento com o meio ambiente (Romero, 2021). Guarnieri (2015) encontrou que 25% dos artigos examinados usaram os métodos AHP e ANP, em razão da facilidade de aplicação na seleção de fornecedores. O AHP destaca-se por sua capacidade de estruturar hierarquicamente critérios e subcritérios, oferecendo uma análise realista da complexidade na escolha de fornecedores. A flexibilidade e eficácia desse método em vários contextos o consolida como uma ferramenta principal na otimização do processo decisório (Zanghelini, 2018).

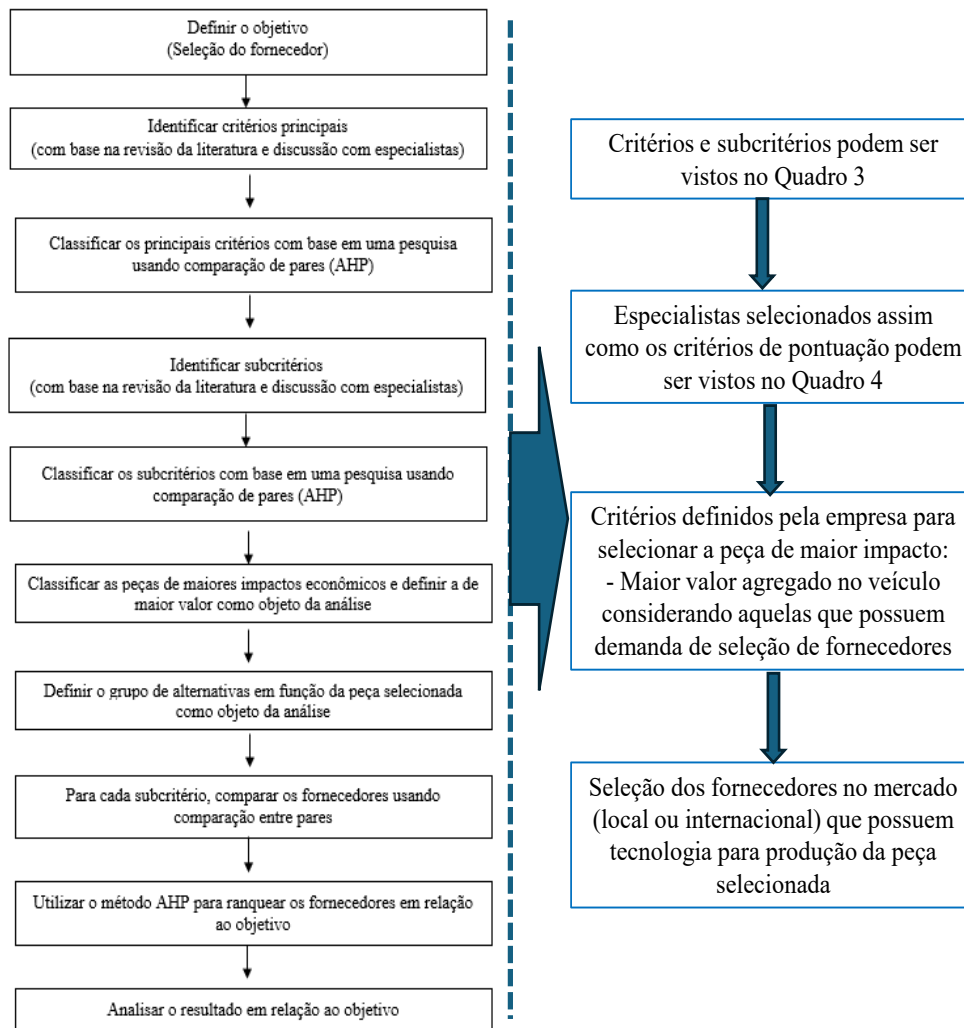
Seguindo os preceitos de Saaty (1987), a estrutura sistemática para a tomada de decisões é realizada da seguinte forma:

- a) Construção da hierarquia: organizar elementos do modelo em uma estrutura hierárquica;
- b) Comparação par a par: avaliar relações de importância entre critérios e subcritérios;
- c) Cálculo dos pesos relativos e agregação das preferências: determinar pesos com base em comparações par a par e obter a pontuação global;
- d) Análise e interpretação: analisar resultados para suportar a decisão do decisor.

A figura 1 mostra a estrutura de apoio à decisão utilizada para a aplicação do método AHP.

Figura 1

Estrutura de apoio à decisão baseada no AHP



A seguir, serão abordadas todas as etapas, explicitando como cada uma aconteceu, dando preferência à forma de coleta e dados obtidos.

Coleta e tratamento dos dados

A coleta de dados foi definida em três etapas: i) coleta para a avaliação dos critérios e subcritérios a serem utilizados e seus respectivos pesos; ii) coleta de dados para a definição do *commodity* ou peça a ser aplicada no modelo e, por fim, iii) coleta de dados para fins comparativos entre as alternativas em relação a cada critério.

Com base na literatura, nos relatórios e KPIs internos de uma montadora de automóveis, foram selecionados dois principais critérios, por meio de um *brainstorm* com quatro colaboradores do departamento de compras, todos com diferentes funções na empresa. O critério “ambiental” foi inserido como principal diferencial da análise do presente trabalho para, enfim, compor os três principais critérios finais. O quadro 3 mostra os critérios e subcritérios incluídos no modelo.

Quadro 3

Critérios e subcritérios

Critérios	Subcritérios	Atributos
Econômico	Preço Peça	Preço final do item, considerando todos os custos diretos e indiretos de produção, amortizações de investimentos, custos de engenharia e desenvolvimento. Não inclui transporte final.
	Custo Logístico	Custo do transporte e manipulação do item até seu consumo na linha de montagem final do carro.
	Performance de Redução	Capacidade e histórico do fornecedor em apresentar ideias e melhorias para redução dos custos e preço durante o fornecimento.
	Estabilidade financeira	Capacidade de manter operações consistentes e cumprir contratos a longo prazo.
Técnico	Qualidade	Índice de falhas (PPM), comprometimento com a qualidade, programas de melhoria contínua, metodologia de ações corretivas e preventivas, inspeção e controle, Sistema ISO implantado, rejeições.
	Confiabilidade	Adequação à data de entrega, comprometimento com prazo, atrasos, eficiência e tempo de entrega, número de embarques entregues no prazo, tempo de espera (<i>waiting time</i>).
	Capacidade	Capacidade produtiva disponível para produção do volume desejado.
	Flexibilidade	Adaptabilidade à variação de volume, resolução de conflitos, flexibilidade de máquinas, tempo ou custo para adicionar novos produtos ou volumes de produção.
Ambiental	Certificados	Conformidade com a regulação mandatária local, nacional e internacional.
	Políticas Ambientais Internas e Externas	Treinamentos e capacitações voltadas para o meio ambiente, comprometimento da liderança para suportar as iniciativas de melhorias ambientais, medições e controles da utilização de recursos e emissões.
	Processos Verdes	Uso de materiais reciclados e não tóxicos, utilização de embalagens reutilizáveis, utilização de energia renovável, índices de geração de resíduos.

A coleta dos dados para a avaliação dos critérios e subcritérios ocorreu por meio da aplicação de questionário com especialistas que possuem diferentes atribuições. O quadro 4 lista os colaboradores que participaram da pesquisa.

Quadro 4

Especialistas participantes da pesquisa

Entrevistado	Cargo ocupado	Experiência	Peso
E1	<i>Project Manager</i>	>20 anos	20%
E2	<i>Project Manager</i>	>20 anos	20%
E3	<i>Buyer</i>	>15 anos	10%
E4	<i>Purchasing Manager</i>	>20 anos	50%

Conforme apresentado no quadro 4, participaram do processo de avaliação quatro especialistas diretamente envolvidos nas decisões relacionadas ao tema estudado. Ainda que o número de especialistas possa ser uma limitação, tal restrição é mitigada pelo fato de esses profissionais representarem os atores que realmente influenciam o processo decisório na organização.

Cada especialista recebeu um peso previamente definido, de acordo com os critérios de nível de experiência no tema e com o grau de relevância de sua função para o processo de decisão. Assim, embora os especialistas E1 e E2 possuam tempo de experiência semelhante ao E4, o peso atribuído ao especialista E4 foi maior, uma vez que este ocupa posição estratégica na área de compras e, portanto, detém informações mais abrangentes e críticas para a definição das prioridades organizacionais. Essa diferenciação representou, de forma mais realista, a influência efetiva de cada participante no processo.

Para a consolidação dos julgamentos individuais, adotou-se o método *Aggregation of Individual Priorities (AIP)* com uma variante. Após a coleta dos julgamentos individuais dos especialistas, essa metodologia permitiu a ponderação e a harmonização das diferentes visões dos especialistas, além disso, assegurou a consolidação dos resultados de todos os entrevistados, de acordo com seus pesos previamente definidos em função do grau de relevância de suas atividades.

O vetor resultado obtido pelo método AIP é calculado como o somatório da multiplicação das matrizes de autovetores pelos coeficientes ou pesos atribuídos a cada entrevistado, cuja representação matemática pode ser expressa conforme a equação 1.

$$\text{Vetor Resultado AIP} = \sum_{i=1}^n (\text{Autovetor}_i \times \text{Peso}_i) \tag{1}$$

Em que:

- é o número de entrevistados;
- é a matriz de autovetor do entrevistado ;
- é o peso atribuído a cada entrevistado .

O somatório representa a combinação ponderada dos autovetores, refletindo a contribuição individual de cada entrevistado para a formação do vetor final.

A definição do *commodity* ou peça é de fundamental importância para a definição do quadro de fornecedores a ser comparado. Neste trabalho, a escolha da peça foi realizada, especificamente, para este estudo de caso, com a finalidade de servir como exemplo de implementação da metodologia proposta, conforme os dados disponíveis no relatório gerencial interno da empresa analisada. Assim, a referência foi a peça de maior preço, identificada para o único modelo de veículo considerado no escopo do estudo.

A peça de maior impacto no veículo de Modelo A é o Painel Principal. Esse item é comumente chamado de *Dashboard*, sendo a peça que se localiza na parte interna frontal do veículo, na qual são montados volante, multimídia, botões de comando, ar-condicionado, odômetro etc. É uma peça plástica injetada de grandes dimensões que, além da relevância comercial (preço), gera importantes impactos na logística, devido ao volume transportado, e na qualidade, em função de ser uma peça de grande exposição ao cliente.

Para o estabelecimento das alternativas, foram avaliados um conjunto de fornecedores previamente selecionados, que possuem tecnologia para produção desse item. Nesse caso, são fornecedores que possuem como *core business* a injeção plástica de produtos de média/grande dimensão e complexidade geométrica, além de tecnologias complementares, por exemplo, fragilizações de áreas específicas para acomodação dos *airbags*. Atualmente, no mercado nacional, existem quatro principais fornecedores com tecnologia e capacidade de produção desse tipo de peças. Além disso, podem ser considerados também os fornecedores internacionais para compor esse quadro de fornecimento.

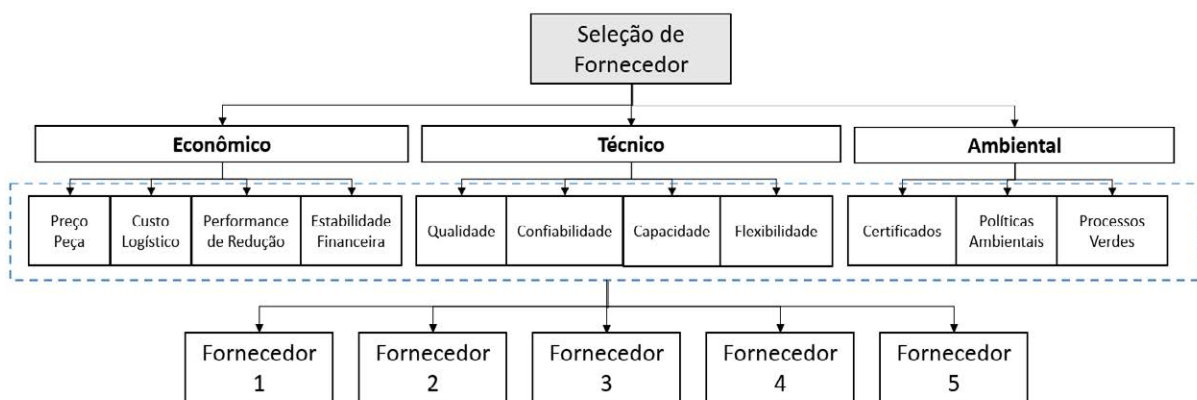
A última etapa consiste em uma entrevista com o gerente de compras, que também participou da primeira etapa e tem maior peso na decisão. Esse especialista fará a análise entre os fornecedores para cada critério.

Análise e Proposta de Inovação/Intervenção

Após a seleção dos critérios, subcritérios e alternativas, foi possível construir a estrutura hierárquica do problema. Por questões de confidencialidade, os fornecedores receberam números em vez de nomes, conforme a figura 2.

Figura 2

Hierarquia estruturada do problema



Como explicado, o Painel de Instrumentos do Veículo seria o componente sujeito ao processo de seleção de fornecedores. Essa peça, além de apresentar um valor considerável, também desempenha um papel significativo nos custos associados ao transporte e à qualidade. Essa escolha possibilitou a elaboração da lista de fornecedores aptos a produzir esse componente, resultando na definição das alternativas pertinentes ao problema em questão. Dos 5 (cinco) fornecedores, 4 (quatro) são nacionais e 1 (um) internacional.

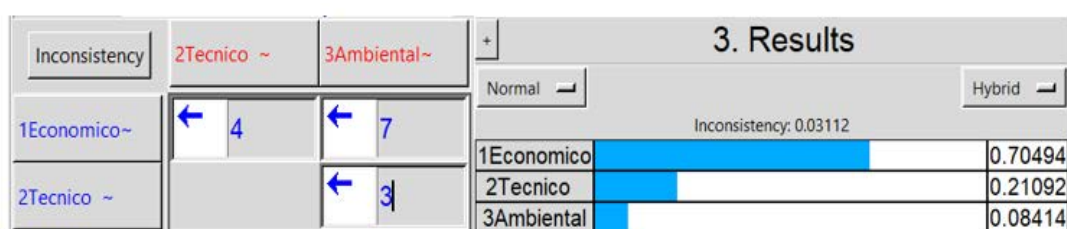
Aplicação do método

Uma vez delineada a estrutura hierárquica do desafio, procedeu-se à entrevista dos especialistas, para determinar a importância de cada critério e subcritério em relação aos demais. Com base nas respostas individuais obtidas, empregou-se a média ponderada, utilizando os pesos predefinidos e, com base nisso, consolidaram-se as avaliações e estabeleceram-se os pesos correspondentes.

Para processar as respostas individuais dos especialistas, os dados foram inseridos no *software SuperDecisions*, visando obter o autovetor normalizado da matriz de julgamento individual dos entrevistados. Na figura 3, é possível visualizar um exemplo da entrada dos dados do entrevistado 1 (E1) no *SuperDecisions*, bem como o autovetor normalizado resultante dessa operação.

Figura 3

Matriz de julgamento e autovetor do entrevistado 1 (E1)



O mesmo procedimento foi aplicado para todos os especialistas e, após a inserção de cada matriz individual de julgamento no *SuperDecisions*, obteve-se todos os autovetores normalizados, conforme é mostrado na tabela 1. É possível observar também que, para todos os resultados, obteve-se uma Relação de Consistência (RC) menor que 0,10.

Tabela 1

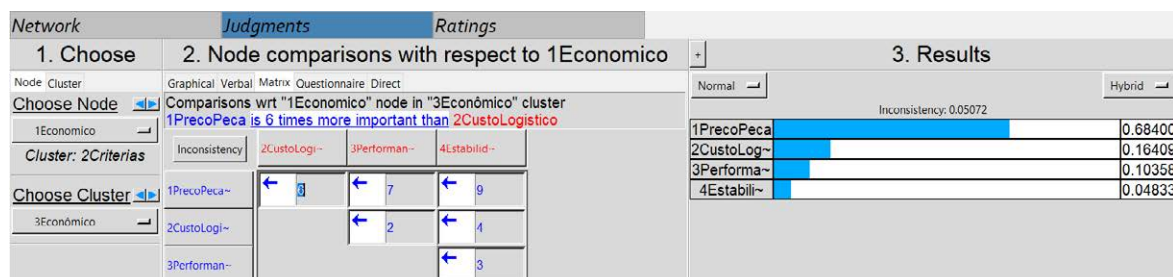
Autovetores individuais para os critérios

	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
Econômico	0,70494	0,59173	0,61441	0,54693
Técnico	0,21092	0,33322	0,26837	0,34454
Ambiental	0,08414	0,07506	0,11722	0,10852
Relação de Consistência (RC)	0,03112	0,01361	0,07069	0,05156

De igual modo, os subcritérios seguiram esse procedimento, em que os resultados individuais das entrevistas foram processados. Assim, foi possível a obtenção dos autovetores normalizados, com o subcritério Preço Peça avaliado pelo entrevistado 2, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4

Matriz de julgamento e autovetor do entrevistado 2 para o subcritério Preço Peça



Após a execução do procedimento para todas as matrizes de julgamento individuais, torna-se factível a obtenção do conjunto de autovetores correspondente a cada entrevistado para cada subcritério, como delineado na tabela 2. Todos os resultados obtidos possuem Relação de Consistência (RC) menor que 0,1

Tabela 2

Autovetores individuais para os subcritérios

Critérios	Subcritérios	E1	E2	E3	E4
Econômico	Preço Peça	0,69612	0,68400	0,69681	0,70001
	Custo Logístico	0,10126	0,16409	0,11981	0,14274
	Performance Redução	0,15107	0,10358	0,08434	0,07863
	Estabilidade Financeira	0,05155	0,04833	0,09903	0,07863
Técnico	Qualidade	0,71251	0,68400	0,64889	0,72067
	Confiabilidade	0,07660	0,04833	0,06675	0,06218
	Capacidade	0,07660	0,10358	0,17704	0,10698
	Flexibilidade	0,13429	0,16409	0,10732	0,11017
Ambiental	Certificados	0,80000	0,77858	0,70852	0,63699
	Políticas Ambientais	0,10000	0,07860	0,06033	0,10473
	Processos Verdes	0,10000	0,14282	0,23115	0,25828

A convergência nos julgamentos dos entrevistados em relação a certos subcritérios, como “Preço Peça”, “Qualidade” e “Certificados”, revela uma consistência marcante nas percepções dos participantes sobre a importância desses fatores na seleção de fornecedores. Especificamente, o subcritério “Certificados” foi unanimemente considerado crucial, tendo em vista a conexão com questões legais e governamentais. Isso ressalta a importância das certificações nas decisões de seleção de fornecedores, refletindo uma compreensão compartilhada sobre a necessidade de conformidade com regulamentações e normas. No entanto, a divergência nos pesos atribuídos aos subcritérios “Processos Verdes” e “Políticas Ambientais” mostra nuances elevadas nas considerações sobre sustentabilidade. Enquanto a maioria dos entrevistados valorizou mais os “Processos Verdes”, associando-os a reduções de custos e benefícios econômicos diretos, um entrevistado atribuiu pesos iguais aos dois subcritérios, sugerindo uma ponderação mais equilibrada entre aspectos ambientais e econômicos. Essa diferenciação destaca a complexidade das decisões de ponderação entre critérios ambientais e econômicos na seleção de fornecedores.

Após a obtenção dos vetores de prioridades de cada entrevistado, utilizou-se a equação 3 para obtenção do vetor ponderado, cujos resultados estão inseridos na tabela 3.

Tabela 3

Autovetores após agregação dos resultados

Critérios	Peso	Subcritérios	Peso
Econômico	59,4%	Preço Peça	69,6%
		Custo Logístico	13,6%
		Performance Redução	9,9%
		Estabilidade Financeira	6,9%
Técnico	30,8%	Qualidade	70,4%
		Confiabilidade	6,3%
		Capacidade	10,7%
		Flexibilidade	12,6%
Ambiental	9,8%	Certificados	70,5%
		Políticas Ambientais	9,4%
		Processos Verdes	20,1%

A tabela 3 reflete os resultados consolidados, obtidos por meio da ponderação dos critérios e subcritérios. A tabela, assim, proporciona uma representação visual clara da relevância de cada componente na tomada de decisão.

Julgamento das alternativas

Nessa fase, o entrevistado 4 (E4), com contribuição preponderante em relação à dos demais, conduziu a avaliação de cinco fornecedores para cada subcritério, fundamentando-se nos relatórios gerenciais da empresa, os quais evidenciam o desempenho de cada fornecedor nos subcritérios pertinentes. Embora tenha sido adotada uma abordagem multicritério com participação de especialistas, os julgamentos foram ponderados por pesos, para refletir a influência efetiva de cada participante no processo decisório. Nesse sentido, E4 recebeu maior peso por atuar como decisor e por concentrar informações estratégicas (acesso a relatórios, visão integrada e responsabilidade final pela decisão), enquanto os demais especialistas contribuíram com o conhecimento técnico complementar.

Na tabela 4, apresentam-se os autovetores das alternativas (Fornecedores – Fx), proporcionando uma análise sob a perspectiva de cada subcritério.

Tabela 4

Autovetores das alternativas sob a perspectiva de cada subcritério

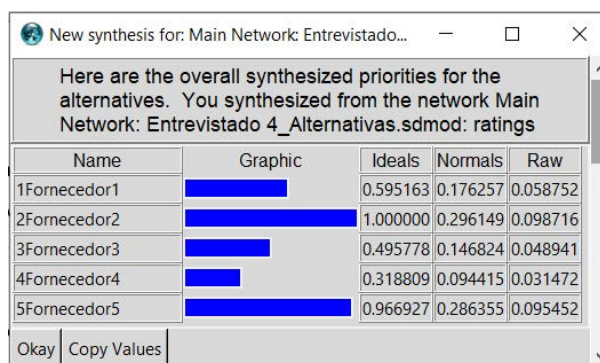
	Econômico				Técnico				Ambiental		
	Preço Peça	Custo Logístico	Performance Redução	Estabilidade Financeira	Qualidade	Confiabilidade	Capacidade	Flexibilidade	Certificados	Políticas Ambientais	Processos Verdes
F1	0,12293	0,38801	0,05850	0,30055	0,21030	0,45799	0,16772	0,06801	0,12278	0,40363	0,17153
F2	0,22044	0,17409	0,31762	0,30055	0,56004	0,10416	0,16772	0,52326	0,07272	0,24575	0,17153
F3	0,03257	0,07107	0,50033	0,08910	0,13225	0,12152	0,58148	0,25966	0,44289	0,21989	0,08895
F4	0,08508	0,33317	0,08181	0,02634	0,05884	0,02911	0,04154	0,11418	0,07272	0,05197	0,08895
F5	0,53899	0,03366	0,04173	0,28346	0,03856	0,28722	0,04154	0,03490	0,28889	0,07876	0,47904

A tabela 4 destaca diferenças na performance entre um fornecedor internacional (F5) e fornecedores nacionais, evidenciando a dificuldade na escolha. Embora os fornecedores internacionais se destaquem em preço e estabilidade financeira, enfrentam desafios logísticos e de qualidade no transporte das peças. Além disso, esses fornecedores demonstram compromisso com a conformidade legal e com as tecnologias verdes, impulsionados pela pressão governamental na Europa. No entanto, a baixa performance em políticas ambientais revela uma lacuna na adesão a práticas essenciais para a região cliente.

A partir de todos os autovetores agregados, juntamente aos autovetores das alternativas, os dados foram inseridos no *SuperDecisions*, para determinar o resultado global e, dessa maneira, ranquear os fornecedores, conforme os critérios e subcritérios estabelecidos. A figura 5 apresenta o resultado calculado mediante o *software SuperDecisions*.

Figura 5

Prioridade das alternativas



É possível constatar que o fornecedor 2 é identificado como a opção mais favorável para seleção, seguido pelo fornecedor 5. O fornecedor 5, um fornecedor estrangeiro, embora apresente desvantagem na maioria dos subcritérios, em comparação com o fornecedor 2, mostra melhor desempenho no critério do “Preço da Peça”, o qual ainda detém maior peso na decisão de seleção de fornecedores. Contudo, ao se considerar o conjunto de outros subcritérios para a seleção, o fornecedor 2 apresenta melhor desempenho no *ranking*.

Sistemática para criação do modelo de seleção de fornecedores

Embora a literatura acadêmica tenha demonstrado a eficácia das técnicas de apoio multicritério de decisão na seleção de fornecedores, observa-se uma lacuna entre a teoria e a prática nas organizações. Essa discrepância pode ser atribuída a diversos obstáculos, como a falta de familiaridade das empresas com tais metodologias, a complexidade na implementação prática e a resistência organizacional à mudança. Além disso, destaca-se o desafio adicional enfrentado pelas empresas na seleção de fornecedores que atendam a critérios ambientais, uma vez que a integração de práticas sustentáveis aumenta a complexidade do processo decisório.

Nesse contexto, propõe-se uma sistemática, de acordo com o apresentado na figura 6, que auxilia na estruturação do problema e na formulação de modelos para análise multicritério, visando superar esses obstáculos. Dessa forma, propor uma abordagem metodológica sistemática e acessível não apenas facilita o processo de seleção, mas também abre espaço para considerações ambientais, sociais e econômicas mais abrangentes.

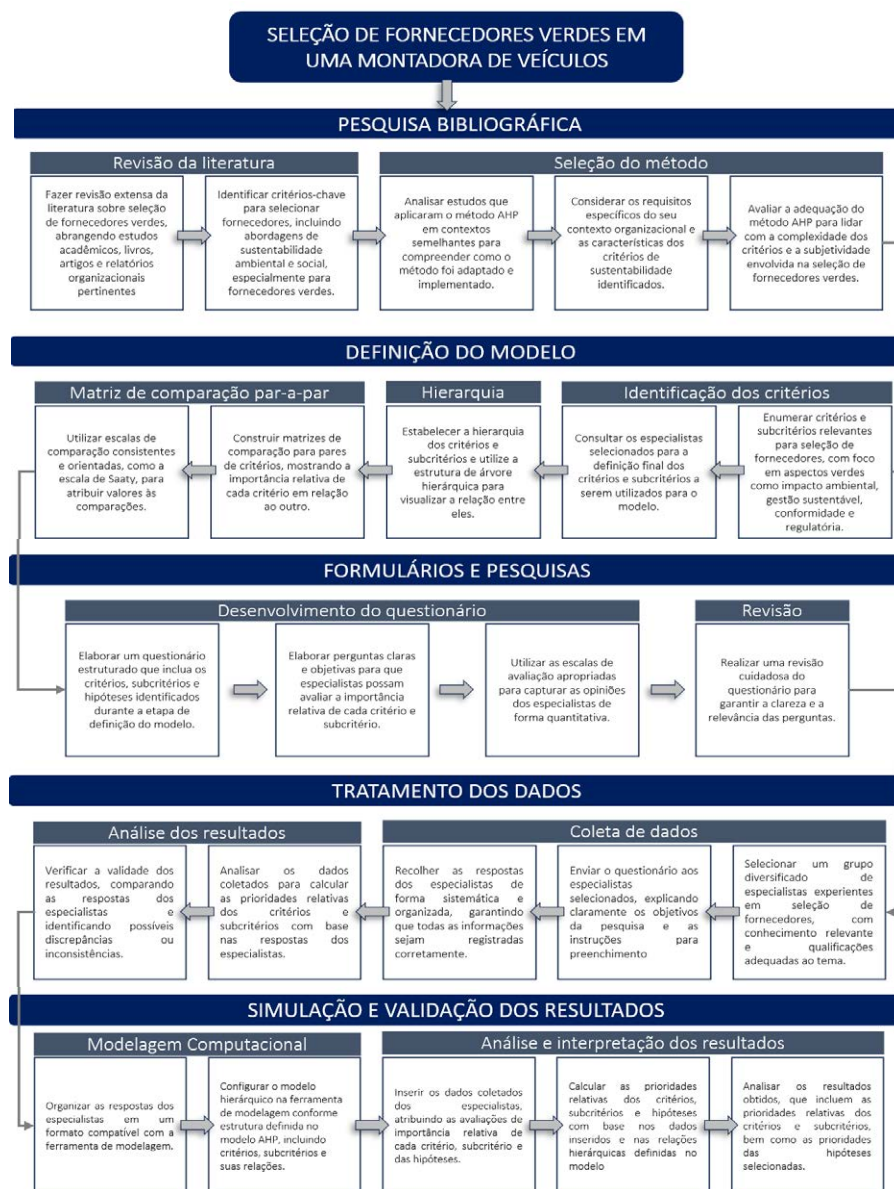
A sistemática proposta para a seleção de fornecedores adota uma abordagem estruturada em cinco fases, em consonância com a organização do trabalho em desenvolvimento. As fases foram cuidadosamente concebidas para orientar o processo decisório de forma sistemática e eficiente, desde a pesquisa inicial até a validação dos resultados obtidos.

A primeira fase, “Pesquisa Bibliográfica”, consiste na revisão abrangente da literatura pertinente, com o objetivo de embasar, de forma teórica, o processo de seleção de fornecedores e de identificar as melhores práticas e técnicas disponíveis. Em seguida, a fase de “Definição do Modelo” visa estabelecer os critérios e parâmetros relevantes para a avaliação dos fornecedores, bem como a estruturação do modelo de decisão multicritério a ser utilizado.

A terceira fase, “Formulários e Pesquisas”, envolve a concepção e a aplicação de instrumentos de coleta de dados, como questionários e entrevistas, para obtenção de informações relevantes dos fornecedores potenciais. Na etapa seguinte, “Tratamento dos Dados”, os dados coletados são analisados e organizados de forma apropriada para subsidiar a tomada de decisão. Por fim, na fase de “Simulação e Validação dos Resultados”, o modelo proposto é testado e os resultados obtidos são comparados e validados, garantindo a robustez e a confiabilidade do processo de seleção de fornecedores. A estruturação metodológica visa oferecer uma abordagem clara e sequencial, facilitando a aplicação da sistemática proposta e assegurando resultados consistentes e alinhados com os objetivos estratégicos da organização.

Figura 6

Sistemática para seleção de fornecedores verdes em uma montadora de veículos



Conclusões

Este estudo atendeu ao objetivo de propor uma sistemática para seleção de fornecedores verdes, em um cenário onde a quantidade de fornecedores é substancial. Torna-se imprescindível que o processo de seleção transcenda os tradicionais critérios econômicos e técnicos, incorporando, de forma significativa, variáveis ambientais.

Após a revisão da literatura acadêmica, este estudo analisou as teorias relacionadas ao problema de seleção de fornecedores, os métodos quantitativos e os critérios ambientais. Com base nessa revisão, foi possível identificar as lacunas no conhecimento existente e desenvolver um conjunto conceitual para guiar a pesquisa.

Além disso, este trabalho estabeleceu critérios verdes e sustentáveis para a seleção de fornecedores em uma indústria automotiva. Na integração desses critérios ao modelo de seleção de fornecedores, baseado em um método multicritério de apoio à decisão, promoveu-se uma abordagem para a gestão da cadeia de suprimentos.

No entanto, é importante notar que não houve uma grande diferença nos resultados diante da comparação entre os dois fornecedores, um nacional e outro internacional. Esse aspecto levanta uma questão crucial: embora os fornecedores nacionais e estrangeiros apresentem resultados semelhantes, é vital considerar o impacto ambiental do transporte das peças importadas. Portanto, para uma seleção verdadeiramente alinhada com os princípios de sustentabilidade, é necessário melhorar as medições de emissões, não apenas nos processos internos, mas também nos processos de transporte associados aos fornecedores internacionais. Essa compreensão garantirá uma análise mais completa e precisa do desempenho ambiental de todos os fornecedores, permitindo uma tomada de decisão mais informada e responsável.

Destaca-se também a importância de uma abordagem integrada na seleção de fornecedores verdes, a qual considere aspectos ambientais, econômicos, sociais e éticos. A sustentabilidade na cadeia de suprimentos requer uma análise abrangente, incluindo o desempenho ambiental, a responsabilidade social, a governança corporativa e o impacto na comunidade. Nesse sentido, ampliar o escopo de avaliação e considerar múltiplos critérios de seleção garante o alinhamento com os princípios de sustentabilidade, contribuindo para uma indústria automotiva mais resiliente e sustentável a longo prazo.

A sistemática desenvolvida representa uma contribuição teórica notável, pois fornece um conjunto de passos claros para desenvolver uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, facilmente aplicável na seleção de fornecedores verdes. A contribuição prática é igualmente impactante: criou-se uma ferramenta que permite à empresa analisar, de maneira prática e eficiente, o cenário atual, durante a nomeação de fornecedores, adaptando variáveis pertinentes e desenvolvendo um modelo específico para casos particulares. Essa abordagem é replicável na própria montadora e pode ser continuamente aplicada para diferentes peças ou grupos de peças, o que assegura um processo de seleção de fornecedores sustentável e eficaz.

Embora tenha sido cumprido o objetivo do trabalho, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, trata-se de um estudo de caso único, realizado em uma montadora específica, o que restringe a generalização dos resultados. Ademais, a análise ambiental realizada ainda se apoia, majoritariamente, em indicadores declaratórios e documentais, e não em métricas ambientais auditadas ou em Análise do Ciclo de Vida (ACV). Outra limitação reside na natureza subjetiva do método AHP, que depende de julgamentos comparativos de especialistas, podendo ser influenciada por vieses individuais, mesmo estabelecendo pesos diferenciados no julgamento dos especialistas. Por fim, o modelo foi aplicado a uma única família de peças e utilizou ferramenta específica (*SuperDecisions*), o que pode exigir adaptações para diferentes contextos organizacionais.

Este estudo destaca três perspectivas para projetos futuros que visam ampliar e aprimorar o processo de seleção de fornecedores verdes: i) sugere-se a inclusão de variáveis de impacto social dos fornecedores, promovendo uma abordagem mais abrangente e sustentável; ii) recomenda-se a realização de testes com a seleção de fornecedores de diferentes grupos ou famílias de peças, com o objetivo de avaliar a adaptação e a eficácia do modelo em diversos contextos e segmentos da indústria automotiva; iii) embora o software *SuperDecisions* esteja disponível gratuitamente on-line, sua adoção no ambiente empresarial é limitada, seja pela falta de familiaridade com a ferramenta, seja pela escassez de competência técnica para sua administração. Nesse contexto, estudos futuros devem considerar o desenvolvimento de um modelo baseado em ferramentas mais conhecidas no meio empresarial, como o *Microsoft Excel*, para facilitar a aplicação do método de seleção de fornecedores verdes durante o processo de nomeação de fornecedores.

Referências

- Araújo, M. C. B., Alencar, L. H., & Mota, C. M. M. (2017). Project procurement management: A structured literature review. *International Journal of Project Management*, 35(3), 353–377. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.008>
- Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.013>

- Babbar, C., & Amin, S. H. (2018). A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry. *Expert Systems with Applications*, 92, 27–38. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.041>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124(1), 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.023>
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.162>
- Cheraghalipour, A., & Farsad, S. (2018). A bi-objective sustainable supplier selection and order allocation considering quantity discounts under disruption risks: A case study in plastic industry. *Computers & Industrial Engineering*, 118, 237–250. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.041>
- Corsi, A., Barbosa, D. H., & Moro, A. M. K. (2020). Aplicação da metodologia *analytic hierarchy process* para seleção de fornecedores em uma indústria de confecção. *Navus: Revista de Gestão e Tecnologia*, 10, 1–20. <https://doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-20.987>
- Croom, S., Romano, P., & Giannakis, M. (2000). Supply chain management: an analytical framework for critical literature review. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(1), 67–83. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(99\)00030-1](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(99)00030-1)
- Daudt, G. M., & Willcox, L. D. (2018). Indústria automotiva. In F. P. Puga & L. B. Castro (Orgs.), *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido : agendas setoriais para alcance da meta* (pp. 183–208). Biblioteca Digital do BNDES <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16241>
- Duarte, B. M. C. (2019). *Análise e melhoria de um sistema de avaliação de fornecedores* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho]. RepositóriUM. <https://hdl.handle.net/1822/62612>
- Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain V. (2016). Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, 62, 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.06.030>
- Faisal, M. N., Al-Esmael, B., & Sharif, K. J. (2017). Supplier selection for a sustainable supply chain: Triple bottom line (3BL) and analytic network process approach. *Benchmarking: An International Journal*, 24(7), 1956–1976. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2016-0042>
- Fallahpour, A., Olugu, E. U., & Musa, S. N. (2017). A hybrid model for supplier selection: Integration of AHP and multi expression programming (MEP). *Neural Computing and Applications*, 28, 499–504. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-2078-6>
- Frej, E. A. (2017). *Modelo multicritério para seleção de fornecedores e análise da problemática de ordenação com fitradeoff* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco]. ATTENA - Repositório Digital da UFPE. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/24621>
- Ganga, G. M. D., & Rodrigues, L. R. (2015). Seleção de fornecedores verdes: Uma revisão sistemática da literatura. In Anais da 35ª Edição do *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. ABEPRO. https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_216_276_27757.pdf
- Guarnieri, P. (2015). Síntese dos principais critérios, métodos e subproblemas da seleção de fornecedores multicritério. *Revista de Administração Contemporânea*, 19, 1–25. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20151109>
- Guerhardt, F., & Vanalle, R. M. (2017). Seleção de Fornecedores em uma Empresa do Setor Automotivo. In Anais da 6ª Edição do *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*. SINGEP. <https://singep.org.br/6singep/resultado/256.pdf>
- Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhuja, S., Thoduka, N., & Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: A case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing and Applications*, 29, 555–564. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2533-z>

- Lima, M. N. (2019). *Proposta de modelo para seleção de fornecedores baseado em critérios sustentáveis e nos métodos fuzzy AHP e fuzzy 2 tuple* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Triângulo Mineiro]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. <http://bdtd.ufm.edu.br/handle/tede/762>
- López, C., & Ishizaka, A. (2019). A hybrid FCM-AHP approach to predict impacts of offshore outsourcing location decisions on supply chain resilience. *Journal of Business Research*, 103, 495–507. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.09.050>
- Monczka, R. M., Handfield, R., Giunipero, L., & Patterson, J. (2020). *Purchasing and supply chain management* (7th ed.). Cengage Learning.
- Osiro, L., Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2018). A group decision model based on quality function deployment and hesitant fuzzy for selecting supply chain sustainability metrics. *Journal of Cleaner Production*, 183, 964–978. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.197>
- Romero, P. G. S. (2021). *Pesquisa bibliográfica sobre o método Analytic Hierarchy Process na indústria* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista]. <http://hdl.handle.net/11449/235390>
- Rostamzadeh, R., Govindan, K., Esmaeili, A., & Sabaghi, M. (2015). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. *Ecological Indicators*, 49, 188–203. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.045>
- Saaty, T. L. (1987). Rank generation, preservation, and reversal in the analytic hierarchy decision process. *Decision Sciences*, 18, 157–177. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1987.tb01514.x>
- Santos, B. M. (2018). *Cadeia de Suprimentos: avaliação para seleção de fornecedores verdes em um hospital universitário* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Manancial – Repositório Digital da UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15034>
- Silva, F. C. (2016). *Gestão da cadeia de suprimentos verde: hierarquização das barreiras pelo método AHP em um fornecedor de primeira camada da indústria automotiva brasileira* [Dissertação de Mestrado, Universidade Nove de Julho]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1649>
- Tan, Y., Shen, L., Langston, C., Lu, W., & Yam, M. C. H. (2014). Critical success factors for building maintenance business: A Hong Kong case studies. *Facilities*, 32(5-6), 208–225. <https://doi.org/10.1108/F-08-2012-0062>
- Tseng, M. L., & Chiu, A. S. F. (2013). Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences. *Journal of Cleaner Production*, 40, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.08.007>
- Viana, J. C., & Alencar, L. H. (2012). Metodologias para seleção de fornecedores: Uma revisão da literatura. *Produção*, 22(4), 625–636. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000067>
- Wang Chen, H. M., Chou, S. Y., Luu, Q. D., & Yu, T. H. K. (2016). A fuzzy MCDM approach for green supplier selection from the economic and environmental aspects. *Mathematical Problems in Engineering*, Article 8097386. <https://doi.org/10.1155/2016/8097386>
- Zanghelini, G. M. (2018). *Ponderação de categorias de impacto ambiental através de análise de decisão multicritério* [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositório Institucional da UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/189326>

Como citar:

Silva, T. E., Hernandez, C. T., Lujan-Gacia, D., & Costa, K. A. (2025). Sistemática para a Seleção de Fornecedores Verdes Utilizando Métodos Multicritérios. *Revista Ciências Administrativas*, 31, 1-16. <https://doi.org/10.5020/2318-0722.2025.31.e15312>

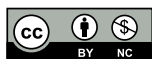
Endereço para correspondência:

Thiago Eller Silva
E-mail: eller.thiago@gmail.com

Cecilia Toledo Hernandez
E-mail: ctoledo@id.uff.br

Darkys E. Lujan-Garcia
E-mail: dlujan@us.es

Kelly Alonso Costa
E-mail: kellyalonso@id.uff.br



Submetido em: 24/06/2024
Aprovado em: 31/08/2025