EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA CLASSIFICAÇÃO ABC MULTICRITÉRIO DE MATERIAIS DE MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE ALIMENTOS E BEBIDAS

Victor Hugo Rentschler
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Flavio Trojan
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Karoline Lino Porto
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Resumo: A eficiência da gestão de estoques é fator determinante para a competitividade de indústrias de grande porte, especialmente quanto aos materiais de manutenção, reparo e operação (MRO), cuja demanda irregular e cujo impacto direto na confiabilidade dos equipamentos exigem alta disponibilidade. Em uma empresa de grande porte do setor de alimentos e bebidas, com operações em múltiplas unidades fabris, observou-se que a classificação ABC tradicional, baseada exclusivamente no valor de consumo, não refletia a real criticidade dos materiais, gerando excedente de capital imobilizado e divergências de classificação entre plantas. Diante desse problema, este artigo tem como objetivo apresentar a construção e a aplicação de um modelo de classificação ABC multicritério, apoiado no método Analytic Hierarchy Process (AHP), para a priorização de materiais de manutenção nessa empresa. Metodologicamente, trata-se de um estudo de caso aplicado, no qual foram selecionados sete critérios (segurança, qualidade, meio ambiente, performance, custo estocado, lead time e frequência de uso), ponderados por matriz de comparação paritária construída com especialistas de manutenção. Os resultados mostram que segurança, qualidade e meio ambiente concentraram 78,6% do peso total, e que o modelo evidenciou distorções no processo vigente, como o crescimento de 51% no valor do estoque classe A e divergências de classificação em 26% dos itens críticos entre unidades. Conclui-se que a integração entre AHP e classificação ABC oferece ferramenta mais robusta e padronizada para priorização de materiais de manutenção, com potencial de redução de capital imobilizado e de riscos de ruptura de estoque.

Palavras-chave: classificação ABC; AHP; multicritério; manutenção; estoque.

Application of the AHP Method in Multicriteria ABC Classification of Maintenance Materials: A Case Study in a Food and Beverage Company

Abstract: Inventory management efficiency is a determining factor for the competitiveness of large industries, particularly regarding maintenance, repair, and operations (MRO) materials, whose irregular demand and direct impact on equipment reliability require high availability. In a large food and beverage company with operations across multiple manufacturing units, it was observed that traditional ABC classification, based solely on consumption value, did not reflect the real criticality of materials, generating excess immobilized capital and classification divergences between plants. Given this problem, this article aims to present the construction and application of a multicriteria ABC classification model, supported by the Analytic Hierarchy Process (AHP), for prioritizing maintenance materials in this company. Methodologically, this is an applied case study in which seven criteria were selected (safety, quality, environment, performance, stocked cost, lead time, and usage frequency), weighted through a pairwise comparison matrix built with maintenance specialists. Results show that safety, quality, and environment concentrated 78.6% of the total weight, and that the model revealed distortions in the current process, such as a 51% increase in class A inventory value and classification divergences in 26% of critical items across units. It is concluded that integrating AHP with ABC classification offers a more robust and standardized tool for prioritizing maintenance materials, with potential to reduce immobilized capital and stockout risk.

Keywords: ABC classification; AHP; multicriteria; maintenance; inventory.

1. Introdução

A gestão eficiente de estoques de materiais de manutenção, reparo e operação (MRO) é fator crítico para a continuidade produtiva e a competitividade de indústrias de grande porte. Em setores de alimentos e bebidas, nos quais múltiplas fábricas operam de forma integrada e com altos padrões de disponibilidade, falhas na gestão de materiais podem resultar em paradas não programadas, aumento de custos e riscos de não atendimento ao mercado.

Na empresa estudada, observou-se nos últimos anos um crescimento expressivo no estoque de itens estratégicos de manutenção, fenômeno que gerou preocupação quanto ao uso do capital de giro e à eficiência da gestão. Em muitos casos, itens de baixa criticidade operacional permaneciam estocados em grandes quantidades, enquanto peças de alto impacto para a produção continuavam suscetíveis à falta, evidenciando que o método de classificação vigente não refletia adequadamente as reais necessidades operacionais e financeiras do negócio.

A classificação ABC tradicional, amplamente utilizada com base no princípio de Pareto e no valor de consumo, apresenta limitações quando aplicada a estoques de manutenção, pois não considera variáveis como criticidade operacional, tempo de reposição, frequência de uso e impacto em segurança e confiabilidade dos equipamentos. O problema que este artigo busca abordar é, portanto, a ausência de um método de classificação capaz de captar essa multiplicidade de fatores de forma objetiva e padronizada entre diferentes unidades fabris, evitando que decisões de estoque sejam guiadas apenas pelo valor financeiro dos itens.

Este artigo tem como objetivo apresentar a construção e a aplicação de um modelo de classificação ABC multicritério, baseado no método Analytic Hierarchy Process (AHP), desenvolvido para a priorização de materiais de manutenção em uma empresa de grande porte do setor de alimentos e bebidas, com operações distribuídas em diversas unidades fabris.

Metodologicamente, o estudo caracteriza-se como um estudo de caso aplicado, de abordagem quali-quantitativa, no qual sete critérios de avaliação foram definidos em conjunto com especialistas da área de manutenção e ponderados por meio de matriz de comparação paritária, segundo o método AHP, para posterior aplicação a materiais do estoque real da empresa.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira, esta introdução, contextualiza o tema, apresenta o problema de pesquisa e o objetivo do estudo. A segunda traz a fundamentação teórica, discutindo a classificação ABC tradicional e as abordagens multicritério, com ênfase no método AHP. A terceira descreve a metodologia empregada, detalhando o desenho da pesquisa e o processo de construção do modelo. A quarta apresenta os resultados, incluindo o diagnóstico do processo anterior e a aplicação do modelo proposto, seguidos da discussão frente à literatura. A quinta e última seção traz as conclusões do estudo, com suas contribuições, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, desenvolvido em uma empresa de grande porte do setor de alimentos e bebidas. O estudo compreendeu o diagnóstico do processo de classificação ABC vigente e a aplicação de um modelo multicritério baseado no método AHP.

A definição dos critérios contou com a participação das áreas de Manutenção, Engenharia de Confiabilidade, Suprimentos e SHE, resultando em sete critérios: impacto em segurança, qualidade, meio ambiente e performance operacional, custo estocado, lead time e frequência de uso. Os dados quantitativos foram obtidos do sistema ERP, considerando histórico de classificação, valores de estoque e divergências entre unidades. Os dados qualitativos foram obtidos com especialistas, que também realizaram os julgamentos par a par utilizados na matriz AHP.

A matriz de comparação paritária foi construída segundo o método AHP, utilizando a escala de 1 a 9 de Saaty (1980). A partir dos julgamentos, foram calculados os pesos dos critérios e a razão de consistência. Em seguida, cada material foi avaliado conforme os sete critérios e seu score final foi obtido pela soma dos valores ponderados pelos respectivos pesos. Os materiais foram então classificados em A, B ou C conforme os thresholds previamente definidos.

O diagnóstico identificou que a classificação ABC não seguia critérios técnicos padronizados. Embora o ERP permitisse alterações de classe, não havia trava sistêmica, fluxo de aprovação ou justificativa formal, resultando em decisões descentralizadas e divergências entre unidades. Em 2022, os itens A representavam aproximadamente 30% do valor do estoque, em linha com o direcionador corporativo. Entretanto, sua participação percentual permaneceu próxima de 27%, enquanto o valor financeiro aumentou cerca de 51%, gerando um excedente aproximado de 26% em relação ao valor-alvo.

Também foram identificadas divergências de classificação entre as unidades. Embora apenas 1,5% dos materiais apresentassem classes distintas quando considerado o estoque total, esse percentual alcançou 26% entre os itens classificados como A. Além disso, observou-se a reclassificação de materiais para A após eventos de ruptura, sem uma avaliação estruturada de criticidade, caracterizando um processo reativo de “inflação de criticidade”. Essas condições contribuíam para o aumento do capital imobilizado, priorização inadequada de compras, risco de ruptura e dificuldade de redistribuição dos estoques.

Diante dessas limitações, foi proposto o modelo AHP-ABC, estruturado em quatro etapas: seleção dos critérios, determinação dos pesos pelo AHP, avaliação individual dos materiais e classificação ABC ponderada. O modelo busca ampliar a classificação tradicional, baseada predominantemente em aspectos financeiros, incorporando diferentes dimensões relacionadas à criticidade operacional dos materiais.

Os critérios de segurança, qualidade e meio ambiente representam as consequências da indisponibilidade dos materiais nessas dimensões. Performance operacional considera os impactos sobre a continuidade e eficiência da operação, enquanto custo estocado representa o impacto financeiro do capital imobilizado. Lead time e frequência de uso refletem, respectivamente, o risco associado ao tempo de reposição e a recorrência de utilização dos materiais.

Para determinar a importância relativa desses critérios, foi construída uma matriz de comparação paritária utilizando a escala de Saaty (1980). A aplicação do AHP resultou nos seguintes pesos:

Tabela 1 - Matriz de Avaliação AHP para os Critérios de Classificação

Critérios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Autovetor	Peso (%)
Segurança	1	1	1	3	7	9	9	2,894	26,20%
Qualidade	1	1	1	3	7	9	9	2,894	26,20%
Meio Ambiente	1	1	1	3	7	9	9	2,894	26,20%
Performance	0,33	0,33	0,33	1	5	7	7	1,37	12,40%
Custo Estocado	0,14	0,14	0,14	0,2	1	3	3	0,472	4,30%
Lead Time	0,11	0,11	0,11	0,14	0,33	1	1	0,252	2,30%
Freq. de Uso	0,11	0,11	0,11	0,14	0,33	1	1	0,252	2,30%

Fonte: o Autor (2026)

A aplicação do AHP resultou nos seguintes pesos: Segurança – 26,20%; Qualidade – 26,20%; Meio Ambiente – 26,20%; Performance – 12,40%; Custo Estocado – 4,30%; Lead Time – 2,30%; e Frequência de Uso – 2,30%. Os três primeiros critérios concentram 78,6% da importância total. A razão de consistência obtida foi CR = 0,023, inferior ao limite de 0,10, indicando consistência aceitável dos julgamentos.

Após a definição dos pesos, cada material foi avaliado individualmente segundo os sete critérios estabelecidos. Para cada critério foi atribuída uma pontuação normalizada, posteriormente multiplicada pelo respectivo peso obtido pelo AHP. A soma dos resultados originou o score multicritério de cada material.

Tabela 2 – Exemplo de aplicação do AHP para cálculo do score multicritério

Critério	Peso AHP	Valor atribuído	Score ponderado
Segurança	0,262	1	0,262
Qualidade	0,262	1	0,262
Meio Ambiente	0,262	0,5	0,131
Performance	0,124	0,5	0,062
Custo Estocado	0,043	1	0,043
Lead Time	0,023	1	0,023
Freq. de Uso	0,023	1	0,023

Fonte: o Autor (2026)

O cálculo pode ser representado pela expressão:

Score = Σ (peso do critério × pontuação atribuída ao material)

A classificação final foi determinada a partir do score obtido, utilizando os seguintes limites:

- **Score ≥ 0,70:** Classe A;
- **0,40 ≤ Score < 0,70:** Classe B;
- **Score < 0,40:** Classe C.

Como exemplo, o Sensor de Nível apresentado na aplicação do modelo obteve score final de **0,807**, sendo classificado como classe A.

Para reduzir a subjetividade e garantir uniformidade entre as unidades, foram estabelecidos parâmetros objetivos de pontuação para cada critério, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios Operacionais de Classificação A, B e C

Critério	Classe A	Classe B	Classe C
Meio Ambiente	Impacto Externo (1)	Impacto Interno (0,5)	Sem Impactos (0)
Segurança	Risco Potencial de Morte ou Acidente Grave (1)	Risco de Acidente Moderado (0,5)	Sem Riscos (0)
Qualidade	Impacto Externo (1)	Impacto Interno (0,5)	Sem Impactos (0)
Entrega / Performance	Interrupção de Fábrica (1)	Interrupção de Linha ou Área (0,5)	Sem impacto (0)
Custo Estocado	> 10.000 por unidade (1)	< 10.000 (0,5)	Qualquer (0)
Lead Time	> 90 dias (1)	≤ 90 dias (0,5)	Qualquer (0)
Freq. de Uso	Baixa (1)	Alta (0,5)	Qualquer (0)

Fonte: o Autor (2026)

Dessa forma, o modelo transforma diferentes características dos materiais em uma única medida de prioridade, permitindo comparar itens de naturezas distintas e reduzir a influência de decisões individuais. A classificação resultante passa a considerar não apenas o valor financeiro, mas também os impactos potenciais da indisponibilidade sobre a operação.

A aplicação do modelo AHP-ABC foi acompanhada pela implantação de um novo processo de governança para as alterações de classe ABC. Antes da implementação, as unidades possuíam acesso direto ao cadastro no ERP, permitindo alterações sem critérios uniformes ou validação técnica.

Como medida de controle, os acessos das unidades ao módulo de alteração das classes ABC foram revogados, permanecendo a permissão centralizada no especialista corporativo responsável pela gestão dos materiais. Essa alteração buscou assegurar que toda reclassificação estivesse vinculada à metodologia definida e devidamente rastreada.

Para operacionalizar o processo, foi desenvolvido um formulário eletrônico no qual o solicitante informa a aplicação do material, seus impactos e demais características necessárias à avaliação. Paralelamente, foi disponibilizada uma planilha padronizada contendo os pesos definidos pelo AHP, permitindo o cálculo automático do score e da classe ABC recomendada.

Após o preenchimento, a solicitação é analisada pelo especialista corporativo, que verifica a consistência das informações e valida a classificação proposta. Somente após essa análise a alteração é realizada no ERP. Em caso de inconsistências, a solicitação retorna à unidade para complementação ou correção dos dados.

O novo fluxo centraliza a decisão, padroniza os critérios de classificação e estabelece rastreabilidade para as alterações realizadas. Com isso, o processo evolui de um modelo descentralizado e predominantemente subjetivo para uma sistemática estruturada, baseada em critérios multicritério e submetida a controle de governança. Entre os principais ganhos esperados estão a redução das divergências entre unidades, maior confiabilidade dos dados mestres, melhor identificação dos materiais críticos e maior controle sobre situações de excesso ou insuficiência de estoque.

3. Referencial Teórico

3.1 Gestão de Estoques

O estoque é um elemento estratégico para as organizações, envolvendo o equilíbrio entre disponibilidade de materiais e custos de manutenção, considerando fatores como demanda, tempo de reposição, nível de serviço e risco de indisponibilidade (BALLOU, 2006; CHOPRA; MEINDL, 2011). Nesse contexto, decisões inadequadas podem resultar tanto em excesso de capital imobilizado quanto em rupturas de estoque.

Segundo Silver, Pyke e Peterson (1998), diferentes níveis de controle devem ser estabelecidos de acordo com a importância relativa dos itens, uma vez que não é economicamente viável aplicar o mesmo nível de acompanhamento a todos os materiais. Técnicas de classificação permitem, assim, direcionar os recursos gerenciais aos itens de maior relevância.

Em estoques de manutenção, essa necessidade é ainda mais evidente. As peças de reposição têm como principal finalidade garantir a disponibilidade dos equipamentos, de modo que um item de baixo valor financeiro pode gerar consequências operacionais significativas quando indisponível (KENNEDY; PATTERSON; FREDENDALL, 2002). Botter e Fortuin (2000) destacam que as decisões sobre quais peças manter, onde

armazená-las e em que quantidade devem considerar as características específicas dos materiais e dos equipamentos atendidos.

A literatura evidencia, portanto, que a gestão de peças de reposição envolve fatores como demanda, obsolescência, substituição, localização e políticas de reposição, estando diretamente relacionada à disponibilidade dos ativos (KENNEDY; PATTERSON; FREDENDALL, 2002; HU et al., 2021). Dessa forma, a classificação dos materiais constitui uma etapa importante para direcionar os esforços de gestão.

3.2 Classificação ABC e Critérios Tradicionais

A classificação ABC é uma das ferramentas mais utilizadas na gestão de estoques e baseia-se no princípio de Pareto, permitindo estabelecer diferentes níveis de controle conforme a importância econômica dos itens (BALLOU, 2006). Tradicionalmente, os materiais são divididos em classes A, B e C, correspondendo, respectivamente, aos itens de maior, média e menor importância financeira (MOREIRA, 2014).

A classificação convencional utiliza principalmente o valor anual de consumo, calculado a partir do custo unitário e da quantidade consumida (SILVER; PYKE; PETERSON, 1998). Embora apresente simplicidade e facilidade de aplicação, essa abordagem pode não representar adequadamente a importância operacional dos materiais.

Flores e Whybark (1986, 1987) demonstraram que critérios financeiros e não financeiros podem ser combinados na classificação de estoques, inclusive em ambientes de manutenção. Essa necessidade é particularmente relevante para peças de reposição, cuja demanda pode ser irregular e intermitente, fazendo com que o consumo histórico não represente sua importância para a operação (KENNEDY; PATTERSON; FREDENDALL, 2002).

Ramanathan (2006) e Ng (2007) reforçam que critérios como criticidade, lead time, frequência de utilização, substitutibilidade e custo podem ser combinados para produzir uma medida mais abrangente de importância. Assim, embora a ABC tradicional permaneça útil pela sua simplicidade, sua aplicação isolada apresenta limitações em materiais cuja relevância não depende apenas do valor financeiro.

3.3 Abordagens Multicritério na Classificação de Estoques

As abordagens multicritério permitem avaliar simultaneamente diferentes características dos materiais, combinando critérios quantitativos e qualitativos (GUPTA; KRISHNAN, 1999). A evolução da classificação ABC para modelos multicritério ocorreu justamente pela necessidade de incorporar atributos além do valor anual de consumo.

Diferentes métodos foram propostos para esse problema. Ramanathan (2006) utilizou uma abordagem de otimização linear ponderada, enquanto Ng (2007) desenvolveu um modelo capaz de transformar múltiplos critérios em uma pontuação única. Hadi-Vencheh (2010) posteriormente propôs uma extensão desse modelo. Também foram utilizadas técnicas como redes neurais, DEA e métodos baseados em distância (PARTOVI; ANANDARAJAN, 2002; BHATTACHARYA; SARKAR; MUKHERJEE, 2007).

Entre essas alternativas, destaca-se o Analytic Hierarchy Process (AHP), desenvolvido por Saaty (1980). O método estrutura o problema de decisão em uma hierarquia e utiliza comparações par a par para determinar pesos relativos dos critérios. Partovi e Hopton

(1994) demonstraram sua aplicação em problemas de gestão de estoques e classificação ABC, enquanto Gajpal, Ganesh e Rajendran (1994) aplicaram o método à avaliação da criticidade de peças de reposição.

O AHP apresenta particular relevância para estoques de manutenção por permitir incorporar a percepção de especialistas e combinar critérios de diferentes naturezas. Dessa forma, fatores como segurança, criticidade operacional e lead time podem ser considerados conjuntamente com aspectos financeiros.

3.4 Critérios de Avaliação para Materiais de Manutenção

A seleção dos critérios é fundamental em modelos multicritério, pois deve representar as dimensões que determinam a importância dos materiais. A literatura aponta como relevantes fatores financeiros, logísticos e operacionais, incluindo custo, criticidade, lead time, frequência de uso, disponibilidade, substitutibilidade, obsolescência e impacto da falta do item (FLORES; WHYBARK, 1986, 1987; RAMANATHAN, 2006).

O valor em estoque representa o impacto financeiro associado ao capital imobilizado, enquanto a frequência de uso está relacionada à movimentação e às necessidades de reposição (FLORES; WHYBARK, 1988; GUPTA; KRISHNAN, 1999). Entretanto, baixa frequência não implica necessariamente baixa importância, especialmente em peças de reposição.

O lead time também influencia a criticidade, uma vez que tempos elevados de reposição podem aumentar o risco de indisponibilidade (RAMANATHAN, 2006). Da mesma forma, a criticidade operacional está relacionada às consequências da falta do material sobre a continuidade e disponibilidade dos equipamentos (HU et al., 2021).

Aspectos de segurança, qualidade e meio ambiente também podem alterar significativamente a importância de um item, mesmo quando seu valor financeiro é reduzido. Van der Aart et al. (2012) demonstram que características como criticidade do equipamento, probabilidade de falha, tempo de reposição e disponibilidade de fornecedores podem influenciar a criticidade das peças.

Assim, a combinação de critérios financeiros, operacionais, logísticos, de segurança, qualidade e meio ambiente possibilita uma avaliação mais abrangente da relevância dos materiais de manutenção.

3.5 Integração entre AHP e Classificação ABC

A integração entre AHP e classificação ABC permite determinar a importância relativa dos critérios e, posteriormente, classificar os materiais de acordo com uma pontuação multicritério. Partovi e Hopton (1994) demonstraram a aplicação do AHP em problemas de classificação ABC, enquanto Gajpal, Ganesh e Rajendran (1994) evidenciaram sua utilização na avaliação de peças de reposição.

Nesse modelo híbrido, o AHP é utilizado para determinar os pesos dos critérios, enquanto a classificação ABC transforma o resultado em classes de prioridade. Essa estrutura permite que um material de baixo valor financeiro, mas com elevado impacto operacional, receba maior prioridade do que receberia pela abordagem tradicional.

Embora outros métodos multicritério também sejam aplicáveis, o AHP é particularmente adequado ao contexto desta pesquisa por permitir estruturar critérios qualitativos e quantitativos e incorporar o julgamento de especialistas na definição de seus pesos (SAATY, 1980).

Dessa forma, a integração AHP-ABC preserva a simplicidade operacional da classificação ABC, ao mesmo tempo em que amplia sua capacidade de representar diferentes dimensões da importância dos materiais. Essa abordagem apresenta fundamentação teórica adequada para a classificação multicritério de materiais de manutenção.

4. Resultados

Após a implementação do modelo AHP para a classificação ABC dos materiais de manutenção, verificou-se que parte significativa dos materiais anteriormente classificados como classe A apresentava características compatíveis com a classe C. Essa distorção contribuía para o crescimento do estoque de materiais que, conforme procedimento interno, são destinados a corretivas programadas e não devem permanecer estocados por período superior a 30 dias. A reclassificação desses materiais para a classe A era utilizada, em alguns casos, como forma de justificar sua permanência em estoque diante da indisponibilidade de orçamento para sua aplicação. Esse comportamento evidenciou uma falha no processo de priorização das aquisições, contribuindo para o aumento do estoque e para a imobilização de capital.

Os materiais identificados pelo modelo AHP como classe C foram reclassificados conforme sua classificação recomendada e direcionados para aplicação nos equipamentos. Para viabilizar essa estratégia, a área corporativa de manutenção estabeleceu a reserva obrigatória de parte do orçamento anual de manutenção para a aplicação desses materiais. A medida permitiu acelerar a utilização dos itens anteriormente acumulados em estoque e resultou em uma redução aproximada de 11% no valor total dos estoques das unidades analisadas.

Outra contribuição relevante ocorreu na gestão qualitativa dos materiais classificados como A e B. A aplicação dos critérios definidos pelo AHP favoreceu a priorização de materiais cuja indisponibilidade apresentava maior impacto sobre segurança, qualidade e performance operacional. Como resultado, observou-se redução das ocorrências de Stock Out desses materiais e maior eficiência no processo de reposição. A melhoria na priorização também contribuiu para reduzir a necessidade de solicitações de compras não planejadas, diminuindo a carga operacional sobre a equipe de Suprimentos.

5. Conclusões

Este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar um modelo de classificação ABC multicritério para materiais de manutenção, utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP) como ferramenta de ponderação dos critérios. A metodologia foi aplicada em uma empresa de grande porte do setor de alimentos e bebidas, a partir da análise do processo vigente, definição de sete critérios com especialistas e construção de uma matriz de comparação paritária. O modelo permitiu incorporar aspectos financeiros, logísticos e operacionais à classificação dos materiais, superando a limitação de uma análise baseada exclusivamente no valor de consumo.

Os resultados evidenciaram distorções relevantes no processo anterior, principalmente relacionadas à classificação excessiva de materiais como classe A. A aplicação do modelo identificou materiais classificados anteriormente como A que apresentavam características compatíveis com a classe C, contribuindo para o crescimento do estoque e para o aumento do capital imobilizado. Após a reclassificação e a adoção de ações para utilização desses materiais, observou-se uma redução aproximada de 11% no valor do estoque das unidades analisadas. Além disso, a priorização orientada pelo AHP favoreceu a manutenção de materiais com maior impacto em segurança, qualidade e performance, contribuindo para a redução de ocorrências de Stock Out e para maior eficiência no processo de reposição.

Como contribuição prática, o estudo demonstrou que a integração entre AHP e classificação ABC pode fornecer uma sistemática mais padronizada, rastreável e alinhada às necessidades da manutenção industrial. A centralização das alterações de classificação e a utilização de critérios objetivos reduziram a influência de decisões individuais e estabeleceram maior controle sobre a gestão dos materiais. Dessa forma, o modelo apresenta potencial para apoiar decisões de estoque, priorização de aquisições e melhor utilização do capital empregado em materiais de manutenção.

Como limitação, destaca-se que os pesos dos critérios foram definidos a partir dos julgamentos dos especialistas envolvidos no estudo e que a aplicação foi realizada em uma única organização do setor de alimentos e bebidas, restringindo a generalização dos resultados. Como oportunidade para trabalhos futuros, recomenda-se acompanhar os efeitos do modelo por períodos mais longos, avaliar sua aplicação em outras unidades e segmentos industriais e incorporar novos critérios, como obsolescência, substitutibilidade e quantidade de fornecedores, permitindo avaliar a evolução da metodologia e seus impactos sobre estoque, nível de serviço e disponibilidade dos equipamentos.

Referências

BALLOU, Ronald H. ***Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain***. 5. ed. Upper Saddle River: Pearson Education International, 2004.

BHATTACHARYA, Arijit; SARKAR, Bijan; MUKHERJEE, Sanat K. Distance-based consensus method for ABC analysis. ***International Journal of Production Research***, v. 45, n. 15, p. 3405-3420, 2007. DOI: 10.1080/00207540600847145.

BOTTER, René; FORTUIN, Leonard. Stocking strategy for service parts: a case study. ***International Journal of Operations & Production Management***, v. 20, n. 6, p. 656-674, 2000. DOI: 10.1108/01443570010321612.

CHOPRA, Sunil; DADA, Maqbool; REINHARDT, Gilles. The effect of lead time uncertainty on safety stocks. ***Decision Sciences***, v. 35, n. 1, p. 1-24, 2004. DOI: 10.1111/j.1540-5414.2004.02332.x.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. ***Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações***. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

FLORES, Benito E.; WHYBARK, D. Clay. Multiple criteria ABC analysis. ***International Journal of Operations & Production Management***, v. 6, n. 3, p. 38-46, 1986. DOI: 10.1108/eb054765.

FLORES, Benito E.; WHYBARK, D. Clay. Implementing multiple criteria ABC analysis. ***Journal of Operations Management*****,** v. 7, n. 1-2, p. 79-85, 1987. DOI: 10.1016/0272-6963(87)90008-8.

GAJPAL, Prem Prakash; GANESH, L. S.; RAJENDRAN, Chandrasekharan. Criticality analysis of spare parts using the analytic hierarchy process**.** ***International Journal of Production Economics***, v. 35, n. 1-3, p. 293-297, 1994. DOI: 10.1016/0925-5273(94)90095-7.

HADI-VENCHEH, A. An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. ***European Journal of Operational Research***, v. 201, n. 3, p. 962-965, 2010. DOI: 10.1016/j.ejor.2009.04.013.

HU, Q.; CHAKHAR, S.; SIRAJ, S.; LABIB, A. Spare parts classification in industrial manufacturing using the dominance-based rough set approach. ***European Journal of Operational Research***, v. 262, p. 1136-1163, 2017.

HUISKONEN, Janne. Maintenance spare parts logistics: special characteristics and strategic choices. ***International Journal of Production Economics***, v. 71, n. 1-3, p. 125-133, 2001. DOI: 10.1016/S0925-5273(00)00112-2.

KENNEDY, William J.; PATTERSON, John W.; FREDENDALL, Lawrence D. An overview of recent literature on spare parts inventories. ***International Journal of Production Economics***, v. 76, p. 201-215, 2002.

MOREIRA, Daniel Augusto. ***Administração da produção e operações*****.** São Paulo: Cengage Learning, 2014.

NG, Wan Lung. A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. ***European Journal of Operational Research***, v. 177, n. 1, p. 344-353, 2007. DOI: 10.1016/j.ejor.2005.11.018.

PARTOVI, Fariborz Y.; ANANDARAJAN, Murugan. Classifying inventory using an artificial neural network approach. ***Computers & Industrial Engineering*****,** v. 41, n. 4, p. 389-404, 2002. DOI: 10.1016/S0360-8352(01)00064-X.

PARTOVI, Fariborz Y.; HOPTON, Walter. The analytic hierarchy process as applied to two types of inventory problems. ***Production and Inventory Management Journal***, v. 35, n. 1, p. 13-19, 1994.

RAMANATHAN, Ramakrishnan. ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. ***Computers & Operations Research***, v. 33, n. 3, p. 695-700, 2006. DOI: 10.1016/j.cor.2004.07.014.

SAATY, Thomas L. ***The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation***. New York: McGraw-Hill International Book Co., 1980.

SILVER, Edward A.; PYKE, David F.; PETERSON, Rein. ***Inventory management and production planning and scheduling*****.** 3. ed. New York: John Wiley, 1998.

SYNTETOS, Aris A.; KEYES, M.; BABAI, Mohamed Zied. Demand categorisation in a European spare parts logistics network. ***International Journal of Operations & Production Management***, v. 29, n. 3, p. 292-316, 2009. DOI: 10.1108/01443570910939005.

ZHANG, Shuai; HUANG, Kai; YUAN, Yufei. Spare parts inventory management: a literature review. ***Sustainability***, v. 13, n. 5, p. 2460, 2021. DOI: 10.3390/su13052460.