

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

CINTIA PEIXOTO DA SILVA

PRIORIZAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DOS MÓDULOS DE UM SISTEMA AVANÇADO
DE PLANEJAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM MÉTODO BASEADO NA
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DA TOMADA DE DECISÃO

São Paulo
Março /2025

CINTIA PEIXOTO DA SILVA

PRIORIZAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DOS MÓDULOS DE UM SISTEMA AVANÇADO
DE PLANEJAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM MÉTODO BASEADO NA
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DA TOMADA DE DECISÃO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre(a) em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Duduchi Feitosa.

Área de Concentração: Sistemas Produtivos

Linha de Pesquisa: Sistemas de Informação e Tecnologias Digitais

Projeto de Pesquisa: Gestão de Tecnologia da Informação

São Paulo

Março /2025

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS CRB8-10894

S586p	Silva, Cintia Peixoto da Priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento da cadeia de suprimentos: um método baseado na abordagem multicritério da tomada de decisão / Cintia Peixoto da Silva. – São Paulo: CPS, 2025. 102 f. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Duduchi Feitosa Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2025. 1. Métodos multicritério. 2. Planejamento da cadeia de suprimentos. 3. Tomada de decisão. 4. BWM. 5. Sistemas APS. I. Feitosa, Marcelo Duduchi. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.
-------	---

CINTIA PEIXOTO DA SILVA

PRIORIZAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DOS MÓDULOS DE UM SISTEMA AVANÇADO
DE PLANEJAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM MÉTODO BASEADO NA
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DA TOMADA DE DECISÃO

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO DUDUCHI FEITOSA**
Data: 18/05/2025 20:37:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Duduchi Feitosa
Orientador - CEETEPS

Documento assinado digitalmente
 **FABIO ANTONIO SARTORI PIRAN**
Data: 12/05/2025 11:30:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabio Antonio Sartori Piran
Examinador Externo - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS

Documento assinado digitalmente
 **NAPOLEAO VERARDI GALEGALE**
Data: 19/05/2025 09:26:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Napoleão Verardi Galegale
Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 31 de março de 2025

A Deus, Nossa Senhora Aparecida, a minha
mãe (*in memoriam*), família e todos que me
ajudaram ao longo do caminho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por todas as bênçãos recebidas, pela graça de alcançar um objetivo pessoal e profissional e pela oportunidade de adquirir conhecimento e buscar constante evolução. Agradeço a minha vida, minha inteligência e minha saúde.

Ao meu companheiro Heitor que sempre esteve presente, incentivando e apoiando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Duduchi Feitosa, pela constante disponibilidade, pelo apoio, pela atenção dedicada e pelo empenho que foram fundamentais para a realização deste trabalho. Agradeço ao Prof. Dr. Fabio Antonio Sartori Piran e o Prof. Dr. Dr. Napoleão Verardi Galeale pela contribuição para a aprimoramento da pesquisa por meio da banca de qualificação.

Aos colegas da turma pela parceria, apoio e incentivo que permitiram um desenvolvimento de conhecimento e relacionamentos.

Expresso meu agradecimento às empresas que dedicaram seu tempo e disponibilizaram recursos para a realização desta pesquisa, cujas contribuições foram essenciais para o seu desenvolvimento.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia com os quais pude ter contato e que sempre compartilharam conhecimentos e dicas valiosas para a conclusão desta fase da minha vida.

E a todos que de alguma forma diretamente ou indiretamente contribuíram para esse projeto.

Tudo posso naquele que me fortalece
(Filipenses 4:13)

RESUMO

DA SILVA, C. P. **Priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento da cadeia de suprimentos:** um método baseado na abordagem multicritério da tomada de decisão. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2025.

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um método multicritério para priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimento baseado no método BWM (*Best-Worst Method*). A metodologia usada para a construção do método para auxiliar empresas na priorização da tomada de decisão dos módulos do sistema avançado de planejamento foi o DSR (Design Science Research). A partir da realização da análise bibliográfica dos métodos AMD (Apoio Multicritério à Decisão) e dos sistemas APS (*Advanced Planning and Scheduling*), o método foi construído e aplicado em três empresas de portes distintos para sua avaliação. Os critérios utilizados para a aplicação do método foram definidos pelas próprias empresas considerando seu atual contexto e suas necessidades. Foi possível observar resultados positivos ao fim do processo de aplicação do método de priorização construído onde se obteve a priorização dos módulos de acordo com o objetivo da tomada de decisão e o contexto de cada empresa. Conclui-se assim, que o método proposto é apropriado para apoiar organizações durante a definição de implantação dos módulos para a cadeia de suprimentos dos sistemas APS.

Palavras-chave: Métodos Multicritério. Planejamento da Cadeia de Suprimentos. Tomada de Decisão. BWM. Sistemas APS.

ABSTRACT

DA SILVA, C. P. **Prioritization of the implementation of the modules of an advanced supply chain planning system:** a method based on the multicriteria approach to decision making. 102 f. Dissertation (Professional Master's Degree in Management and Technology in Production Systems). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2025.

The present work aims to develop a multicriteria method for prioritizing the implementation of the modules of an advanced planning system for the supply chain based on the BWM (Best-Worst Method) method. The methodology used to build the method to assist companies in prioritizing the decision-making of the modules of the advanced planning system was the DSR (Design Science Research). From the bibliographic analysis of the AMD (Multicriteria Decision Support) methods and the APS (Advanced Planning and Scheduling) systems, the method was built and applied in three companies of different sizes for its evaluation. The criteria used for the application of the method were defined by the companies themselves considering their current context and needs. It was possible to observe positive results at the end of the process of applying the prioritization method built where the prioritization of the modules was obtained according to the objective of decision making and the context of each company. It is thus concluded that the proposed method is appropriate to support organizations during the definition of the implementation of modules for the supply chain of APS systems.

Keywords: Multicriteria Methods. Supply Chain Planning. Decision Making. BWM. APS Systems

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Escala Fundamental de Saaty	45
Tabela 2:	Perfil dos Respondentes - Empresa A.....	50
Tabela 3:	Matriz de Julgamento - Empresa A	60
Tabela 4:	Matriz de Decisão - Empresa A	61
Tabela 5:	Perfil dos Respondentes - Empresa B.....	64
Tabela 6:	Matriz de Julgamento - Empresa B.....	73
Tabela 7:	Matriz de Decisão - Empresa B	74
Tabela 8:	Perfil dos Respondentes - Empresa C.....	77
Tabela 9:	Matriz de Julgamento - Empresa C.....	86
Tabela 10:	Matriz de Decisão - Empresa C	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Modelo da Gestão de Cadeia de Suprimentos	21
Figura 2:	Módulos dos Sistemas APS	27
Figura 3:	Etapas do DSR	35
Figura 4:	Etapas baseada no método DSR	36
Figura 5:	Artigos que possuem métodos AMD.....	39
Figura 6:	Publicações científicas de APS por ano.....	39
Figura 7:	Passos BWM.....	44
Figura 8:	Comparações de Referência.....	46
Figura 9:	Decomposição do Problema - Empresa A	51
Figura 10:	Vetor Pesos BWM para os Critérios - Empresa A.....	52
Figura 11:	Pesos BWM para os Critérios - Empresa A.....	53
Figura 12:	Vetor Pesos BWM para o Critério Tempo de Reação de Mudanças - Empresa A.....	53
Figura 13:	Pesos BWM para o Critério Tempo de Reação de Mudanças - Empresa A....	54
Figura 14:	Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados - Empresa A	54
Figura 15:	Pesos BWM para o Critério Integração de Dados - Empresa A	55
Figura 16:	Vetor Pesos BWM para o Critério Integração em Tempo Real - Empresa A..	55
Figura 17:	Pesos BWM para o Critério Integração em Tempo Real - Empresa A	56
Figura 18:	Vetor Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa A.	56
Figura 19:	Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa A	57
Figura 20:	Vetor Pesos BWM para o Critério Otimização da Capacidade Produtiva das Fábricas - Empresa A	57
Figura 21:	Pesos BWM para o Critério Otimização da Capacidade Produtiva das Fábricas - Empresa A.....	58
Figura 22:	Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados - Empresa A.....	58
Figura 23:	Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados - Empresa A.....	59
Figura 24:	Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa A.....	62
Figura 25:	Prioridades - Empresa A	63
Figura 26:	Decomposição do Problema - Empresa B	65
Figura 27:	Vetor Pesos BWM para os Critérios - Empresa B.....	65

Figura 28:	Pesos BWM para os Critérios - Empresa B	66
Figura 29:	Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa B.....	67
Figura 30:	Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa B.....	67
Figura 31:	Vetor Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa B..	68
Figura 32:	Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa B.....	68
Figura 33:	Vetor Pesos BWM para o Critério Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio - Empresa B	69
Figura 34:	Pesos BWM para o Critério Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio - Empresa B.....	69
Figura 35:	Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados de Planejamento - Empresa B	70
Figura 36:	Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados de Planejamento - Empresa B.....	70
Figura 37:	Vetor Pesos BWM para o Critério Identifica as Necessidades de Produção - Empresa B	71
Figura 38:	Pesos BWM para o Critério Identifica as Necessidades de Produção - Empresa B.....	71
Figura 39:	Vetor Pesos BWM para o Critério Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo - Empresa B.....	72
Figura 40:	Pesos BWM para o Critério Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo - Empresa B	72
Figura 41:	Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa B	75
Figura 42:	Prioridades - Empresa B	76
Figura 43:	Decomposição do Problema - Empresa C	78
Figura 44:	Vetor Pesos BWM para os Critérios - Empresa C	79
Figura 45:	Pesos BWM para os Critérios - Empresa C	80
Figura 46:	Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa C.....	80
Figura 47:	Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa C.....	81
Figura 48:	Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados para o Planejamento - Empresa C	81

Figura 49:	Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados para o Planejamento - Empresa C.....	82
Figura 50:	Vetor Pesos BWM para o Critério Informações em Tempo Real - Empresa C.....	82
Figura 51:	Pesos BWM para o Critério Informações em Tempo Real - Empresa C.....	83
Figura 52:	Vetor Pesos BWM para o Critério Facilitação do Processo de Planejamento - Empresa C.....	83
Figura 53:	Pesos BWM para o Facilitação do Processo de Planejamento - Empresa C ...	84
Figura 54:	Vetor Pesos BWM para o Critério Efetividade dos Resultados dos Algoritmos - Empresa C.....	84
Figura 55:	Pesos BWM para o Critério Efetividade dos Resultados dos Algoritmos - Empresa C.....	85
Figura 56:	Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa C	88
Figura 57:	Prioridades - Empresa C	89

LISTA DE SIGLAS

AMD	Apoio Multicritério à Decisão
APS	<i>Advanced Planning Systems</i>
BWM	<i>Best-Worst Method</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MCDA	<i>Multicriteria Decision Analysis</i>
MCDM	<i>Multicriteria Decision-Making Method</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SI	Sistema de Informações
S&OP	<i>Sales and Operations Planning</i>
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos	20
1.2 Sistemas de Informação	24
1.3 Sistemas Avançados de Planejamento	25
1.4 Tomada de Decisão	30
2 METODOLOGIA	34
2.1. Identificação Do Problema.....	37
2.2 Definição dos Resultados Esperados.....	38
2.3 Projeto e Desenvolvimento.....	38
2.4 Demonstração.....	40
2.5 Avaliação.....	40
2.6 Comunicação.....	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1 Construção do Método.....	43
3.2 Resultados Esperados.....	47
3.3 Desenvolvimento.....	47
3.4 Aplicação do Método de Priorização - Empresa A.....	49
3.5 Aplicação do Método de Priorização - Empresa B.....	63
3.6 Aplicação do Método de Priorização - Empresa C.....	77
3.7 Avaliação.....	90
3.7.1 Avaliação Empresa A.....	91
3.7.2 Avaliação Empresa B.....	92
3.7.3 Avaliação Empresa C.....	94
CONCLUSÃO.....	96
REFERÊNCIAS	98

INTRODUÇÃO

Uma gestão eficaz e estratégica da cadeia de suprimentos consiste em uma grande fonte de vantagem competitiva. A obtenção de uma vantagem competitiva duradoura tornou-se uma preocupação essencial e uma questão de sobrevivência para todas as empresas que estão antenados e impactadas às dinâmicas de um mercado global complexo e dinâmico que sofre constantes mudanças cotidianamente (Christopher, 2018).

A complexidade e as oscilações imprevisíveis que ocorrem regularmente no cenário global atualmente, geram impactos relevantes nas cadeias de suprimentos. Assim se destaca a necessidade de cadeias de suprimentos que sejam resilientes, com habilidades para lidar com a imprevisibilidade, apresentar agilidade nos seus processos e adaptar-se rapidamente, com o objetivo de assegurar a sobrevivência em um ambiente em constante transformação e que exigem esses atributos para atender a demanda e satisfazer o cliente (Ivanov, 2020; Pimenta et al., 2022).

Com o aumento significativo da colaboração e integração entre empresas em escala global e o cenário dinâmico impulsionado pela globalização, diversas vulnerabilidades têm emergido nas cadeias de suprimentos, que operam como redes interconectadas em escala global. As organizações, diariamente encontram uma série de interrupções aleatórias, incluindo escassez de mercadorias, flutuações nos custos, conflitos internacionais, pandemias e questões ambientais, entre outros desafios. Além disso, há uma crescente incerteza em relação à demanda futura, o que agrava a complexidade na gestão dessas cadeias de suprimentos (Aiassi et al., 2020).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos tem como objetivo identificar formas de definir fluxos eficientes e contínuos de materiais, informação e financeiros entre fornecedores, fábrica, centro de distribuição e clientes. Além do fluxo reverso de mercadorias. Geralmente, uma cadeia de suprimentos inclui as seguintes partes: fornecedores, varejistas, distribuidores, transportadores e instalações de armazenamento. Referindo-se a integração de todas as etapas/processo do ciclo de vida do produto, que incorpora as fases desde o desenho e fornecimento de materiais, passando pela fabricação, até a entrega aos clientes finais nesse cenário de relações mútuas. O gerenciamento da cadeia de suprimentos é amplamente utilizado para coordenar todas as etapas desse fluxo. Esse gerenciamento admite que qualquer causa que afete um ponto específico da cadeia tem impacto sobre o desempenho geral (Kim; Seo; Kim, 2024).

O planejamento da cadeia de suprimentos prepara as cadeias para enfrentar eventos futuros por meio da identificação e avaliação de alternativas potenciais. Esse processo envolve o planejamento que se dedica à definição e avaliação de decisões em processos como compras, produção, capacidade e distribuição, além do planejamento de demanda, utilizando métodos de quantificação, dimensionamento e otimização considerando um horizonte temporal do planejamento, ou seja, longo prazo, médio prazo e curto prazo (Xu; Pero, 2023).

A Tecnologia da Informação (TI) se destaca como uma opção para auxiliar as empresas na busca de alcançar uma vantagem competitiva sustentável em suas cadeias de suprimentos, aprimorando a conexão entre ativos, facilitando os fluxos, principalmente de informações e dados e consequentemente desenvolvendo relacionamentos de longo prazo entre os elementos da cadeia. A TI contribui para a melhoria do desempenho das empresas por meio de seus efeitos na integração da cadeia de suprimentos, ao facilitar fluxos de informação de modo mais eficiente e menos manual (Ali et al., 2024).

Os sistemas APS (do inglês, *Advanced Planning and Scheduling*) tem como objetivo compreender e resolver problemas complexos de planejamento da cadeia de suprimentos, considerando diversos elementos dessa cadeia de suprimentos. Inclui-se a isso, a análise de restrições e variáveis em um contexto que abrange as regras de negócios, as características específicas da empresa e a capacidade dos recursos finitos disponíveis. Esses sistemas são suportados por lógica matemática avançada, com o propósito de obter a solução ótima para os desafios de planejamento (Wolfshorndl; Vivaldini; Junior, 2020).

Embora os sistemas APS sejam amplamente solicitados pelas áreas de planejamento na maioria das empresas, é essencial reconhecer que a implementação dessa ferramenta enfrenta uma série de desafios que devem ser superados para que seu potencial de geração de resultados seja plenamente alcançado (Faé; Erhart, 2009). A evolução tecnológica, por si só, não é suficiente para elevar a taxa de sucesso dos projetos de implantação de sistemas APS. Além da implementação, é igualmente crucial avaliar a utilização do sistema, com o objetivo de identificar as melhorias no processo de planejamento decorrentes do uso do APS, bem como as motivações para conduzir corretamente o processo de implantação (Zago, 2013). Segundo pesquisas publicadas no Chaos Report pelo The Standish Group International, a taxa de fracasso em projetos de TI alcançou aproximadamente 19% em 2020 (Johnson; Mulder).

No contexto da implementação de sistemas APS, a complexidade inerente a esses sistemas tem gerado uma série de problemas, evidenciando desafios significativos relacionados à alta complexidade da modelagem enfrentada pelos planejadores. Sem o suporte adequado do

fornecedor, as implementações de APS podem ser comprometidas devido à sua complexidade técnica. Além disso, essa complexidade pode levar ao uso de softwares paralelos ou até mesmo à não utilização do APS, particularmente quando o sistema não é considerado de fácil utilização (Fachini; Esposto; Camargo, 2018).

O amadurecimento no processo de tomada de decisões empresariais tem se consolidado como um fator essencial para assegurar a eficiência operacional e a competitividade das organizações no mercado (Zago, 2013).

Com o objetivo de padronizar a seleção de processos e/ou alternativas, diversas empresas adotam métodos multicritério de tomada de decisão (MCDM). Esses métodos são projetados para integrar todas as características relevantes de um processo, facilitando, assim, a transparência e a sistematização no processo decisório (Faria et al., 2023). A aplicação de técnicas MCDM oferece uma abordagem sistemática para solucionar problemas de decisão que envolvem múltiplos objetivos, critérios variados e preferências de variáveis. Nos últimos anos, observou-se um progresso significativo do uso das técnicas de MCDM (Magableh et al., 2024).

Em face do exposto, considerando as dificuldades envolvidas na implementação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimentos, a questão de pesquisa delineada para este estudo é a seguinte:

Quais são as etapas necessárias em um método de decisão multicritério e como elas devem ser aplicadas para priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimento?

Para responder à questão de pesquisa, este trabalho possui como objetivo geral: Desenvolver um método de decisão multicritério para priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimentos.

Possuindo como objetivos específicos:

- Investigar na literatura os métodos de tomada de decisão utilizados para apoiar a priorização de projetos, bem como as características gerais e os módulos dos sistemas avançados de planejamento empregados na gestão da cadeia de suprimentos;
- Definir requisitos para a aplicação do método de decisão multicritério a ser proposto;

- Identificar e estruturar as etapas a serem consideradas no método de decisão multicritério a ser proposto;
- Definir estratégias para a aplicação do método de decisão multicritério a ser proposto;
- Propor e Aplicar o método multicritério;
- Avaliar o método multicritério proposto.

Esta dissertação está estruturada em cinco 5 capítulos. O capítulo introdutório, intitulado Introdução, expõe a relevância do tema para o desenvolvimento do trabalho, bem como os objetivos do estudo. Neste capítulo, destacam-se os aspectos que impulsionaram a definição do tema.

No Capítulo 1, é apresentada a fundamentação teórica, na qual são abordados os conceitos gerais dos objetos de estudo desta pesquisa: cadeia de suprimentos, sistemas de informação, sistemas APS e decisão multicritério. O Capítulo 2, descreve a metodologia de pesquisa, detalha os procedimentos metodológicos adotados. A seguir, é descrito no capítulo 3, referente ao desenvolvimento, são apresentados o método de priorização proposto, sua aplicação prática em empresas e a subsequente avaliação da solução. Por fim, o último capítulo 4, denominado Conclusão, são apresentadas as considerações finais e as contribuições da pesquisa, incluindo recomendações para possíveis trabalhos futuros.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Visando uma melhor compreensão do tema apresentado nessa pesquisa. Este capítulo aborda os conceitos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos, sistemas de informação, sistemas avançados de planejamento e tomada de decisão.

1.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

A complexidade de gestão envolvida nas cadeias de suprimentos constitui um desafio significativo e constante, ela pode ser compreendida como a dificuldade associada ao gerenciamento da interação entre os múltiplos agentes, processos e os fluxos que ocorrem de modo contínuo. Tal complexidade pode ser decorrente de diversos fatores, incluindo a diversidade de produtos, numerosos clientes, diversos fornecedores, a globalização e a rápida evolução tecnológica, entre outros (Leão *et al.*, 2023).

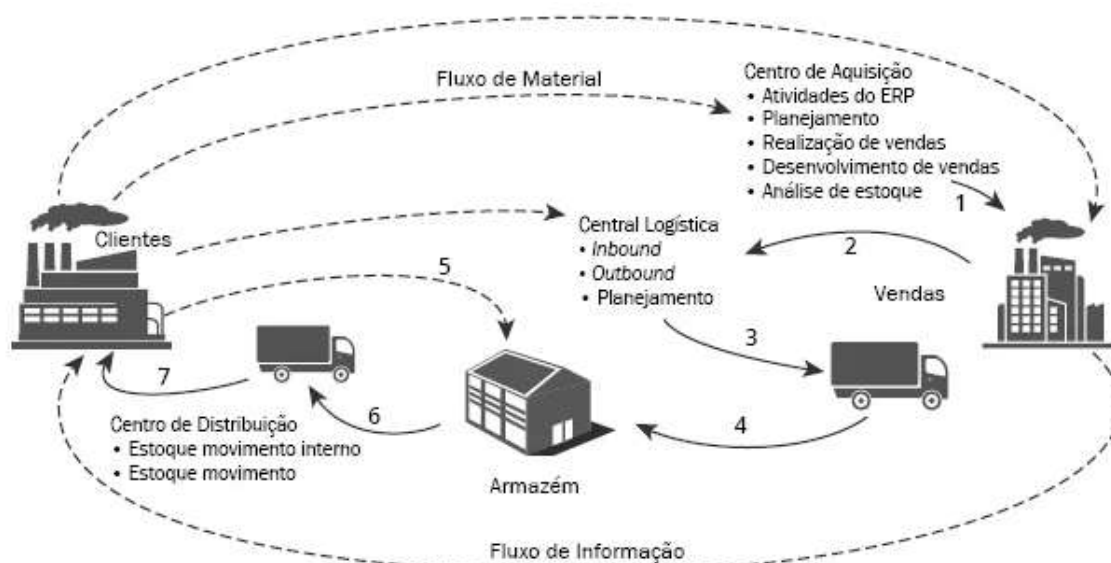
As cadeias de suprimentos devem estar preparadas para constantes mudanças na oferta, flutuações na demanda, instabilidade econômica e situações desafiadoras que ocorrem de modo sucessivo no dia a dia das empresas. Um modelo de produção robusto, flexível e ágil pode ser criado pela SCM (Gestão de Cadeia de Suprimentos, do inglês, *Supply Chain Management*), para enfrentar os desafios presentes e futuros. Os decisores devem discutir as melhorias constantes das operações, produtos e serviços, além do potencial de reformulação da cadeia de suprimentos para se manterem competitivas em nível global. Para isso a SCM deve buscar obter mais transparência e flexibilidade em seus processos, permitindo ajustes e tomada de decisão em tempo real baseados em interrupções para enfrentar as disrupções diárias e contínuas (Magableh *et al.*, 2024).

A SCM pode ser definida como a coordenação estratégica e sistêmica das funções empresariais tradicionais, tanto dentro de uma organização quanto entre as diversas empresas que compõem a cadeia de suprimentos e atuam de maneira integrada. O objetivo dessa coordenação é melhorar o desempenho a longo prazo, tanto das empresas individualmente quanto da cadeia de suprimentos como um todo (Min; Zacharia; Smith, 2019).

A gestão da cadeia de suprimentos orienta as empresas a definirem suas estratégias competitivas considerando seu posicionamento como fornecedores e clientes dentro das cadeias produtivas em que estão inseridas. Contemplando toda a cadeia produtiva, incluindo o

relacionamento com seus fornecedores e clientes. O objetivo é maximizar e fortalecer as relações entre os elementos da cadeia produtiva, visando atender o consumidor final de maneira mais eficiente e ágil. Práticas eficazes têm sido implementadas nas empresas de todo o mundo, com o objetivo de tornar a SCM mais eficiente e lucrativa. A redução de custos tem sido alcançada pela adição de mais valor aos produtos, redução dos custos de transporte e estocagem, controle da variabilidade da demanda de produtos e serviços. (Pozo, 2019). A Figura 1 apresenta os elementos, etapas e fluxos principais de uma SCM.

Figura 1 - Modelo da Gestão de Cadeia de Suprimentos



Fonte: Pozo (2019)

Como é possível observar na Figura 1, o modelo da gestão de cadeia de suprimentos é formado por diversos fluxos, contudo alguns são essenciais tais como o fluxo de material e de informação, destacando os principais elos e suas interações, contudo também há o fluxo financeiro em cada operação executada. O processo se inicia no centro de aquisição unidade produtiva, com diversas atividades, após isso o fluxo é direcionado para o armazém, se iniciando o processo logístico que contempla (*inbound*, *outbound* e planejamento logístico), o armazém atua como ponto de armazenamento e gestão de estoques, de onde os materiais são encaminhados ao centro de distribuição. No centro de distribuição, ocorrem movimentações internas e externas de estoque para atender às demandas dos clientes. Esse sistema evidencia a importância da coordenação entre os fluxos físicos e informacionais para garantir a eficiência e a sincronização das atividades dos todos os membros das cadeias de suprimentos.

Os processos da cadeia de suprimentos englobam diversas etapas e atividades que têm como objetivo principal garantir a disponibilidade de produtos ou serviços aos clientes finais na quantidade certa e no tempo ideal. Esses processos iniciam-se com a identificação das necessidades dos clientes. Depois se realiza o planejamento da produção, contemplando também o gerenciamento do volume de estoques, estoque de segurança e a logística de distribuição desses produtos. Contudo, embora sejam apresentados como etapas distintas, esses processos estão interconectados de modo contínuo e exercem influência mútua entre si em todo momento (Leão *et al.*, 2023).

O planejamento da cadeia de suprimentos pode ser compreendido como a capacidade de antecipar, áreas críticas/ gargalos da cadeia de suprimentos em um nível de planejamento tático. Esse modo de flexibilidade contempla o desenvolvimento de estratégias que permitem a implementação de medidas reativas durante a fase de plano e execução, transformando questões de planejamento tático em soluções operacionais. Novas tecnologias facilitam a identificação e a implementação de tomada de decisões táticas, que, por sua natureza, são mais passíveis de mudanças, permitindo que sejam aplicadas com uma flexibilidade planejada (Sengupta; Dreyer; Jonsson, 2024).

O planejamento da cadeia de suprimentos é realizado por meio da coordenação e da capacidade de resposta das diversas variações das etapas/ atividades que ocorrem na cadeia, visando o atendimento eficiente ao cliente, consequentemente aumento do nível de serviço e a utilização otimizada dos recursos disponíveis. Esse planejamento, quando alinhado a um sistema de informação, possibilita a integração de todos os dados necessários para suportar a estruturação da tomada de decisões. Três fatores essenciais orientam esse processo: a visibilidade na cadeia de suprimentos, que envolve o acesso a informações sobre os recursos e etapas da cadeia para apoiar o planejamento; o uso simultâneo de recursos, que se refere à avaliação das necessidades da cadeia e das restrições de capacidade finita e capacidade disponível; e a utilização eficaz dos recursos, que abrange a gestão da capacidade de gargalos. Os principais benefícios do planejamento abrangem a agilidade e flexibilidade na resposta às mudanças no mercado ou na empresa e a melhoria na utilização dos recursos (Bowersox *et al.*, 2014).

O planejamento da cadeia de suprimentos exige tomadas de decisão em diferentes horizontes de tempo, contemplando três níveis principais de planejamento. Sendo eles: o planejamento estratégico, que define a configuração da cadeia de suprimentos e o atendimento ao mercado ao longo dos próximos anos, considerando incertezas, orçamento da empresa e

condições futuras, envolve decisões de alto custo e que não podem ser alteradas no médio e curto prazo. O planejamento tático, que abrange um período de um trimestre a um ano, segue as diretrizes estabelecidas na fase estratégica, com o objetivo de considerar a flexibilidade e otimizar o desempenho da cadeia de suprimentos, atendendo às necessidades do mercado e levando em conta a incerteza da demanda, ações de marketing, concorrência, entre outros fatores. Por fim, o planejamento operacional ocorre em bases semanais ou diárias, com decisões focadas no atendimento de pedidos individuais de clientes, seja por meio da reserva de estoque ou da produção, seguindo as diretrizes definidas no nível de planejamento anterior (Chopra; Meindl, 2016).

O planejamento da cadeia de suprimentos envolve a gestão de diversos fatores que incluem: capacidades e processos de execução, sendo uma tarefa complexa que requer a aplicação de regras específicas para cada negócio. Essas regras descrevem as relações causais entre parâmetros de gestão e indicadores de desempenho. A necessidade de coordenação e alinhamento entre as entidades que estão envolvidas na cadeia, torna-se cada vez mais evidente à medida que o comércio global intensifica as interações entre os mercados econômicos e financeiros. Assim, é importante visualizar a cadeia de suprimentos como um sistema integrado com todas as entidades. A satisfação do cliente não depende apenas da oferta de preços, mas também de decisões coordenadas em termos de serviço, inovação, atendimento de pedidos e flexibilidade operacional. As entidades dentro desse sistema compartilham um objetivo comum: a criação de valor, representada pelo produto ou serviço entregue ao consumidor. O valor gerado por uma cadeia de suprimentos resulta das decisões e ações de todas as entidades envolvidas na cadeia. E o processo de criação de valor na gestão da cadeia de suprimentos envolve tanto planejamento e controle quanto a execução (Damand *et al.*, 2019).

Atualmente, cada vez mais, o planejamento da cadeia de suprimentos tem se apoiado na Tecnologia da Informação (TI) e nos Sistemas de Informação para alcançar eficiência e agilidade em processos complexos. Ferramentas tecnológicas, tais como softwares de gestão logística, ERP (*Enterprise Resource Planning*) e sistemas especializados em SCM, facilitam a coordenação de estoques, demanda, transporte e produção, garantindo uma operação sincronizada e adaptável a mudanças contínua que ocorre globalmente. A TI, os Sistemas de Informação e demais sistemas especializados têm transformado a cadeia de suprimentos em um ecossistema inteligente e integrado, apoiando a tomada de decisão no processo de planejamento, operando com maior precisão, reduzindo custos e melhorando o nível de serviço ao cliente. Tais sistemas são apresentados a seguir.

1.2 Sistemas de Informação

Informação refere-se a dados que foram processados de maneira adicional, tornando-se valiosos para a tomada de decisões presentes ou futuras por parte do destinatário. Um sistema pode ser definido como uma rede projetada para realizar uma operação ou alcançar um objetivo específico, possui certas características ou propriedades, incluindo componentes, limites, ambientes, interfaces, entradas, saídas, processos e objetivos ou metas. Um Sistema de Informação (SI) é um sistema construído pelo homem, composto por diversos elementos dentro de uma organização, cujo objetivo principal é a transmissão de informações. Ele consiste em uma rede de componentes interconectados que trabalham em conjunto para coletar, processar, armazenar e disseminar informações, auxiliando na tomada de decisões e na supervisão dentro da organização (Syamsuddin *et al.*, 2023).

Um sistema de informação é caracterizado como um conjunto de componentes inter relacionados que possibilitam a integração, processamento, armazenamento e distribuição de informações, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão, a coordenação e o controle dentro de uma organização. Esses componentes incluem recursos de tecnologia da informação, como hardware, software, bases de dados e telecomunicações, além de envolverem pessoas e procedimentos necessários para processar entradas e gerar saídas que são destinadas a usuários, clientes ou outros sistemas (Laudon *et al.*, 2007; Picchiali; Gomes, 2018).

Um SI em uma organização pode ser entendido como o conjunto de registros e documentos gerados nas operações realizadas por essa entidade, podendo ser manual ou informatizado. O reconhecimento da importância da informação nas organizações, aliado ao significativo avanço da Tecnologia da Informação (TI), propiciou o desenvolvimento de uma ampla variedade de sistemas de informação (Jannuzzi; Falsarella; Sugahara, 2014).

Os sistemas de informação podem ser compreendidos como processos administrativos que englobam sub-processos interativos, os quais se integram para armazenar dados e gerar informações, auxiliando na tomada de decisões. Esses sistemas são desenvolvidos a partir dos conceitos de TI e proporcionam à empresa a capacidade de tomar decisões corretas e precisas, contribuindo para um desempenho organizacional eficaz. A definição de Sistemas de Informação pode ser abordada de duas maneiras distintas. A primeira abordagem baseia-se na perspectiva sistêmica e gerencial da informação, onde o objetivo do SI é integrar os diferentes setores da organização, atendendo tanto às necessidades globais quanto às específicas. A

segunda abordagem vincula os sistemas de informação exclusivamente ao uso da informática (Martins *et al*, 2012).

Sistemas de Informação são fundamentais para integrar e gerenciar os processos empresariais, servindo como base para ferramentas específicas como os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) que centralizam e organizam dados de diferentes departamentos como finanças, logística e recursos humanos, promovendo uma visão integrada da empresa e os APS (*Advanced Planning and Scheduling*), apresentados a seguir, que otimizam o planejamento e a programação de produção, permitindo maior eficiência no uso de recursos e melhor atendimento à demanda. Juntos, esses sistemas potencializam a tomada de decisões estratégicas, reduzindo custos e aumentando a competitividade organizacional.

1.3 Sistemas Avançados de Planejamento

Um sistema de planejamento deve ser capaz de tomar decisões relacionadas às metas globais de produção e cronogramas específicos para cada linha de produção, ao mesmo tempo em que oferece previsões de demanda e a gestão de recursos limitados, sempre alinhado à estratégia financeira global da empresa. Além disso, o sistema de planejamento deve considerar as interconexões e a precedência dessas decisões. Atuando de modo hierárquico que leve em conta dimensões como as etapas de produção, o horizonte de planejamento e os tipos de produtos. Os sistemas APS aprimoram três fatores competitivos: custo, qualidade e tempo, proporcionando uma base para técnicas avançadas de otimização, que visam resolver problemas decisórios complexos (Mousavi *et al*, 2023).

Os sistemas APS desempenham um papel fundamental no suporte ao planejamento da cadeia de suprimentos, adotando duas abordagens distintas: baseada em restrições e em otimização. A abordagem baseada em restrições destaca-se por considerar exclusivamente as restrições do sistema, sem incorporar explicitamente objetivos ou critérios de otimização. Este método fundamenta-se em regras de negócios predefinidas e restrições operacionais, resultando em um plano viável, embora não necessariamente ideal, dada a ausência de um processo explícito de otimização. Em contrapartida, o planejamento otimizado adota uma perspectiva econômica, com o objetivo de alcançar um plano ideal sob a ótica financeira. Esse enfoque leva em consideração a ponderação de objetivos críticos, como maximização do lucro, rotação de estoque e cumprimento de prazos de entrega (Steger-Jensen *et al.*, 2019).

Os sistemas de planejamento e programação avançada são *softwares* especializados que otimizam o processo de planejamento e controle da produção e dos materiais por meio de uma interface de dados sofisticada. Esses sistemas operam com base no conceito de programação com capacidade finita de recursos e materiais, fundamentado pela Teoria das Restrições, e são capazes de considerar uma ampla gama de variáveis dentro de um sistema produtivo para gerar um plano de produção viável e exequível. A adoção desses sistemas tem crescido entre as empresas, sendo reconhecidos como ferramentas essenciais para o apoio à tomada de decisões (Rondi; Campanini, 2020).

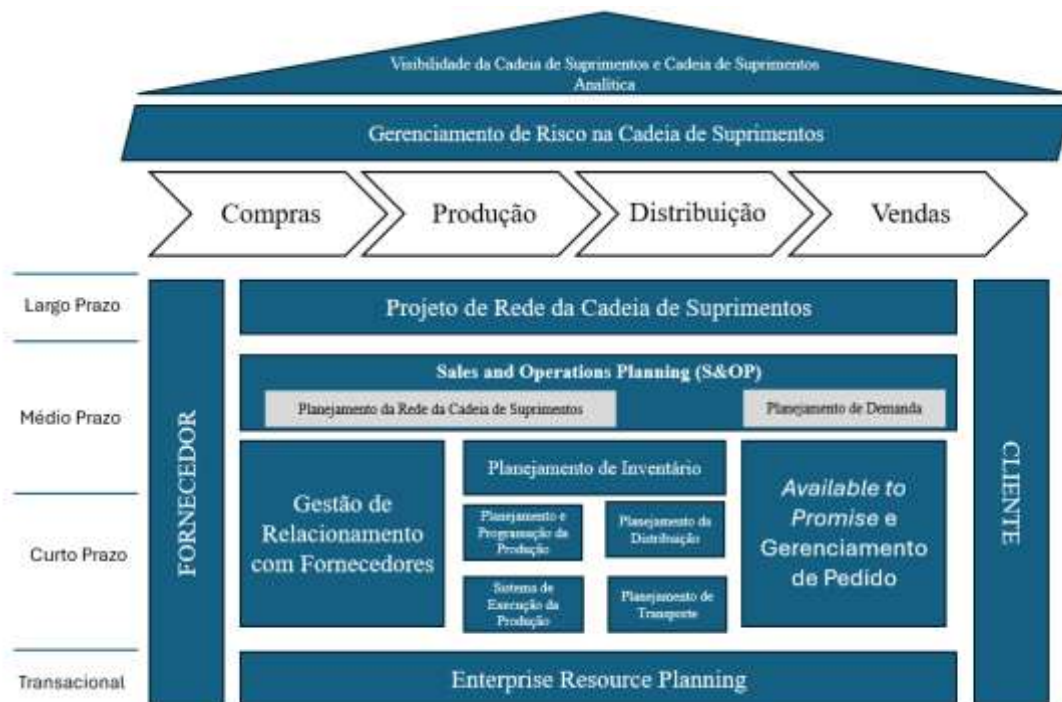
Os sistemas APS possuem o intuito de unificar a criação de um plano de demanda consensual e alinhá-lo a um plano finito considerando as restrições da cadeia de suprimentos, o objetivo é integrar ambos os processos em um único sistema, proporcionando aos usuários uma abordagem coesa e eficiente para a gestão integrada da demanda e da cadeia de suprimentos (Brandenburg; Willms, 2019).

Os sistemas de planejamento avançado da produção oferecem uma gama mais ampla de funcionalidades voltadas para o planejamento da produção, dado que esse é seu objetivo principal. Nesse contexto, os sistemas APS não substituem os ERP, mas sim os complementam ou ampliam, fornecendo suporte avançado à tomada de decisões. A maioria dos sistemas APS é adaptada para setores específicos, incorporando conceitos especializados de planejamento, além de tarefas, métodos e procedimentos de otimização. Essa especialização é alcançada por meio de algoritmos matemáticos complexos, que são utilizados para prever a demanda, programar o processo de fabricação e definir o mix de produção. O núcleo desses sistemas normalmente baseia-se em mecanismos de otimização ou em planejamento orientado por restrições (Fachini; Esposto; Camargo, 2018).

Os sistemas avançados de planejamento garantem maior flexibilidade em caso de desvios em relação aos planos originais e capturam as interdependências das decisões de planejamento. Os sistemas ERP são softwares voltados para a eficiência da cadeia de suprimentos. Contudo, a implementação de sistemas ERP difere da implementação de APS (Stüve *et al.*, 2022).

A aplicação APS oferece uma abordagem eficaz para lidar com a complexidade das cadeias de abastecimento e com os objetivos conflitantes enfrentados pelos gestores. Os APS consistem em diferentes módulos de software que desempenham várias funções e tarefas de planejamento (Stüve *et al.*, 2022). A Figura 2 apresenta uma visão geral dos módulos APS.

Figura 2 - Módulos dos Sistemas APS



Fonte: Traduzido, Stüve *et al* (2022)

A Figura 2 diferencia os módulos considerando duas dimensões: o horizonte de planejamento (variando desde transacional até o longo prazo) e o processo da cadeia de suprimentos. No nível estratégico, são tomadas decisões de longo prazo sobre a configuração da cadeia de abastecimento, como a localização das unidades de produção e armazenamento. No nível tático, ocorrem a sincronização das previsões de demanda e o planejamento da produção a médio prazo. O planejamento de estoques também é realizado neste nível. No nível operacional, os planos de médio prazo são detalhados em planos específicos de produção e distribuição. Os módulos de gerenciamento de relacionamento com fornecedores e de gerenciamento de pedidos funcionam como interfaces entre fornecedores e clientes, facilitando o planejamento integrado ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Riscos na cadeia de abastecimento podem ser identificados, avaliados e comunicados. Adicionalmente, módulos voltados para a visibilidade da cadeia de abastecimento e análise de negócios podem aumentar a transparência ao longo da cadeia e permitir a visualização do desempenho global da cadeia de suprimentos por meio de indicadores-chave de desempenho (KPIs) (Stüve *et al.*, 2022).

O módulo de planejamento de demanda emprega algoritmos sofisticados e cálculos matemáticos complexos para realizar a previsão da demanda, denominada como previsão estatística (Hvolby; Steger-Jensen, 2010). Diversos modelos estatísticos são incorporados,

abrangendo desde os mais simples, como a média, até os mais avançados que contemplam a inteligência artificial. As previsões são geralmente realizadas em bases semanais e mensais. No entanto, existe uma funcionalidade denominada *Demand Sensing*, que utiliza algoritmos altamente avançados com *machine learning* e inteligência artificial para estimar a demanda em nível diário. Importante reforçar que os números são sugestões e que o planejador irá realizar a tomada de decisão

O *Demand Sensing* aprimora a previsão da demanda por meio da incorporação de variáveis informativas adicionais, elevando a precisão das projeções. Esse método emprega técnicas matemáticas avançadas e dados em tempo real para estimar, com maior acurácia, a demanda de curto prazo, considerando informações atualizadas sobre a cadeia de suprimentos da organização (Goyal; Karande, 2021).

O módulo de planejamento de vendas e operações que em inglês *Sales and Operations Planning*, ou S&OP é uma solução de planejamento da cadeia de suprimentos que possui diversos recursos para auxiliar o processo de vendas e operações, incluído o planejamento de suprimentos por meio de um de um algoritmo de heurística infinita e finita. Esse módulo possui funcionalidades básicas de planejamento de demanda, sendo algoritmos básicos, porque o maior objetivo envolve a demanda colaborativa da empresa com diversas áreas e ao final se foca em obter uma demanda consensada, promovendo a colaboração em um processo unificado e de alinhamento contínuo de S&OP para compartilhar com o time de produção que irá executar o algoritmo do heurístico e confirmar o que poderá ser atendido considerando os principais gargalos da cadeia de suprimentos de produção, compras e transportes.

Há o módulo de planejamento da produção que se divide em duas opções, havendo o processo de planejamento de *times series* (planejamento baseado em dados históricos para geração da demanda) e de *order based* (planejamento baseado em ordens para geração da demanda). Ambos possuem algumas funcionalidades similares, mas possuem objetivos diferentes. Contudo os dois módulos podem ser implementados e utilizados de maneira conjunta. Tanto um como o outro necessita da informação de planejamento de demanda, mas o módulo *order based*, se pode escolher também a utilização de dados de ordens de venda ou outro tipo de ordens que são utilizados no sistema ERP. Uma característica marcante desse módulo é a integração em tempo real dos dados do sistema ERP com foco em reagir às mudanças repentinas de curtíssimo prazo, quando se compara ao que foi planejado. Além de apresentar as informações a nível dia. Já o módulo de *time series*, possui como nível de

planejamento mensal e semanal. Possui a funcionalidade de planejamento e otimização baseados em restrições.

Os planos otimizados são elaborados a partir dos objetivos estabelecidos e das restrições impostas. As regras que anteriormente orientavam as decisões explícitas no planejamento baseado em restrições são agora substituídas por variáveis de decisão e fatores de penalização. Esses elementos são empregados para avaliar o *trade-off* entre as restrições *soft* (suaves) e *hard* e as variáveis de decisão. Dado que a otimização visa minimizar custos ou maximizar lucros, as restrições suaves podem ser flexibilizadas, caso isso resulte em uma redução nos custos totais (Hvolby; Steger-Jensen, 2010).

O módulo de planejamento de inventário engloba a otimização dos níveis de estoque de segurança ao longo os elos da cadeia de suprimentos, buscando um equilíbrio entre nível de serviço ao cliente, custos e capital investido. Gerando a definição de políticas de estoque, considerando diversas variáveis tais como demanda, variabilidade do suprimento e de nível de serviço.

Por fim, o módulo torre de controle para a cadeia de suprimentos, permite obter visibilidade e monitoramento em tempo real dos dados da cadeia de suprimentos. Fornecendo uma visão holística do desempenho estratégico, tático e operacional, permitindo identificar riscos, desvios e oportunidades de melhoria por meio de dashboards (conjunto de indicadores), alertas (considerando cenários de exceções).

Existem muitas decisões a se tomar ao se pensar em implementar sistemas APS. Desde a escolha do software adequado até a customização adequada e a priorização de módulos a implantar. Considerando que esta pesquisa está relacionada à parte desses aspectos de tomada de decisão e existem múltiplos critérios a serem considerados nessas decisões, a seguir são discutidos os processos de tomada de decisão e métodos multicritérios para criação de modelos de decisão.

1.4 Tomada de Decisão

As decisões estão presentes em todos os momentos, sendo tomadas de forma consciente ou inconsciente, com consequências positivas ou negativas. Elas representam a principal ferramenta que utilizamos para enfrentar oportunidades, desafios e incertezas (Hammond; Keeney; Raiffa, 2017).

Se não houver alternativas disponíveis, não há uma decisão a ser tomada. Contudo, quando existem alternativas, e frequentemente há mais opções viáveis do que inicialmente se presumia, torna-se necessário ter uma decisão a tomar (Bazerman; Moore, 2014).

Uma das características comuns entre as pessoas é a indecisão, tornando complexo escolher a melhor alternativa entre várias opções disponíveis. O objetivo é sempre maximizar os benefícios e minimizar as desvantagens associadas à escolha. Uma escolha inadequada pode resultar em problemas mais graves ou desencadear uma série de consequências negativas (Marques *et al.*, 2018).

Tomar decisões é um dos atos humanos que realizamos repetidamente ao longo do dia, muitas vezes sem perceber que estamos, de fato, decidindo. Essas decisões variam desde escolhas simples, com consequências triviais, até situações de maior complexidade, nas quais a responsabilidade é significativamente elevada (Yu; Sousa, 2011).

O processo decisório abrange a avaliação criteriosa de múltiplas alternativas, visando à seleção da alternativa que melhor se adequa às necessidades impostas pelo contexto. Para que a tomada de decisão se mostre eficaz, no sentido de solucionar o problema, e eficiente, no que tange à resolução de forma otimizada, é imperativo dispor de informações corretas e precisas. Nesse sentido, quando as decisões são executadas, o responsável pela decisão deve estar plenamente seguro de que o processo decisório foi conduzido de maneira robusta e implementado de forma adequada (Gomes; Gomes, 2019).

O processo de tomada de decisão pode ser compreendido como a escolha da melhor alternativa dentre as opções disponíveis, realizada por um indivíduo ou grupo, conhecido como decisor. A necessidade de tomar uma decisão geralmente decorre de uma situação problemática que apresenta pelo menos duas circunstâncias distintas, cada uma com diferentes possibilidades de solução. Para facilitar esse processo, são utilizados os métodos MCDM (Métodos multicritério de Tomada de Decisão, do inglês, *Multi Criteria Decision Making*) ou MCDA (Análise Multicritério de Decisão, do inglês, *Multi Criteria Decision Analysis*). Esses métodos

auxiliam os decisores a lidar com incertezas e complexidades, oferecendo abordagens específicas para cada contexto, embora também apresentem suas próprias limitações (Araujo; Santos; Gomes, 2022).

Os métodos MCDA são amplamente utilizados devido ao seu histórico comprovado de eficácia na facilitação do processo de tomada de decisão (Baloyi; Meyer, 2020). Constitui uma parte fundamental da ciência moderna da tomada de decisão (Guo; Zhao, 2017).

O processo de tomada de decisão deve ser projetado para alcançar os objetivos estabelecidos. Independentemente da opção escolhida, é essencial maximizar as oportunidades sem comprometer a posição do decisor ou negligenciar a consideração completa dos critérios relevantes. Os métodos MCDA envolvem a classificação de um conjunto de alternativas viáveis em face de um problema e a identificação da melhor opção, levando em conta atributos e/ou critérios conflitantes (Chakraborty; Chakraborty, 2018).

A construção esquemática para a tomada de decisão em problemas multicritério inicia-se com a definição do problema, seguida pela identificação das restrições, dos critérios e das alternativas que serão avaliadas e selecionadas pelo tomador de decisão. Esse processo envolve o cruzamento dos critérios com as alternativas e com o objetivo final (Briozzo; Musetti, 2015).

A principal distinção dos métodos de tomada de decisão multicritério em relação a outras abordagens está em sua capacidade de lidar com múltiplos aspectos simultaneamente, avaliando as ações com base em um conjunto diversificado de critérios. Esse método resulta na criação de funções matemáticas específicas para cada conjunto de critérios, que são empregadas para quantificar o desempenho de cada alternativa (Ensslin, 2001).

Os métodos de decisão multicritério são classificados de duas formas: Americana e Europeia. A escola Americana se apoia em uma abordagem funcional, com a utilização de valor ou usabilidade. Nessas aplicações normalmente não considera a inconsistência dos dados, a ambiguidade ou as preferências dos tomadores de decisão. Os métodos mais utilizados da Escola Americana são: MAUT, AHP, ANP, SMART, UTA, MACBETH e TOPSIS. A escola Europeia baseia-se num conceito relacional, empregando uma síntese de critérios baseada em relações de superação. A transgressão entre pares de alternativas de decisão caracteriza esta relação. Os métodos da escola Europeia são ELECTRE e PROMETHEE que são os destacados. Contudo também há os métodos: NAIADE, ORESTE, REGIME, ARGUS, TACTIC, MELCHIOR e PAMSSEM (Basílio *et al.*, 2022).

O MCDM tornou-se amplamente utilizado no planejamento, pois permite que o tomador de decisão considere todos os critérios disponíveis e tome decisões adequadas com base nas prioridades estabelecidas. Sendo governado por múltiplas dimensões, um bom tomador de decisão, em determinadas situações, pode precisar comprometer parâmetros técnicos ou econômicos. O MCDM apoia o tomador de decisão ao quantificar certos critérios com base em sua importância relativa diante de outros objetivos. Sendo uma ferramenta valiosa para a resolução de problemas que envolvem múltiplos atores, critérios e objetivos. Os problemas relacionados ao MCDM geralmente consistem em cinco componentes principais: objetivo, preferências do tomador de decisão, alternativas, critérios e resultados, respectivamente (Kumar *et al.*, 2017).

A quantificação de soluções, sua ordenação ou a geração de novos conjuntos de soluções possíveis são atributos essenciais dos métodos multicritério. Por meio dos métodos multicritério, é possível avaliar as soluções de maneira qualitativa e quantitativa, além de ordená-las ou criar conjuntos de soluções. Os métodos multicritério funcionam como ferramentas técnicas de apoio à decisão e agregação de valor à informação: eles permitem quantificar as soluções com base nos critérios previamente definidos e escalonados, priorizar as soluções em ordem crescente de valor ou gerar um novo subconjunto de soluções alternativas, considerando as preferências e as consequências dos decisores (Gomes; Gomes, 2019).

Os modelos podem seguir uma abordagem direta ou indireta. Na abordagem direta, a atribuição de prioridades ou pesos é realizada com base nas contribuições do beneficiário, da sociedade ou de indivíduos conhecidos, fundamentadas em pesquisas. Na abordagem indireta, todos os critérios possíveis são desmembrados em componentes e atribuídos pesos com base em problemas semelhantes anteriores, julgamentos do tomador de decisão, experiência, entre outros fatores. Os objetivos podem levar a diferentes soluções em momentos distintos, dependendo das prioridades estabelecidas pelos tomadores de decisão ou pelas pessoas envolvidas no processo (Kumar *et al.*, 2017).

Além dos métodos citados, ainda foram identificados a partir da internet e da prospecção junto a especialistas da área outros métodos de tomada de decisão multicritérios menos utilizados e/ou mais recentes. São eles o Método da Soma Ponderada (WSM - Weighted Sum Method), Média Ponderada (WAM - Weighted Average Method), Método da Média Geométrica Ponderada (WGM - Weighted Geometric Mean Method) e Matriz de Decisão Normalizada (NDM - Normalized Decision Matrix) que são métodos baseados em pesos e

pontuação, Análise Envoltória de Dados (DEA - Data Envelopment Analysis), Teoria da Utilidade Multiobjetivo (MAVT - Multi-Attribute Value Theory) Método SMARTER (SMART Exploiting Ranks) e o BWM (Best-Worst Method), que são métodos baseados em modelagem matemática. Existem ainda outros métodos baseados em programação matemática e otimização como Programação por Metas (GP - Goal Programming), Programação Linear Multiobjetivo (MOLP - Multi-Objective Linear Programming), Programação Não Linear Multiobjetivo (MONLP - Multi-Objective Nonlinear Programming), Programação por Restrições (CP - Constraint Programming) ou ainda métodos baseados em Métodos Baseados em Lógica Fuzzy e Inteligência Computacional como Método de Inferência Fuzzy (Fuzzy Inference System - FIS) e Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Decisão Multicritério (ANN-MCDM - Artificial Neural Networks for MCDM) que estão fora do escopo deste trabalho.

2 METODOLOGIA

A metodologia apresentada neste capítulo, tem como objetivo descrever as etapas que foram executadas para o desenvolvimento da pesquisa.

A presente pesquisa tomou como base o *Design Science Research* (DSR) considerando a característica dele quanto a construção de artefatos, à medida que considera a construção de um método de priorização.

A *Design Science Research* é um método de pesquisa que pode ser empregado para orientar as pesquisas científicas em vastas áreas do conhecimento. É um método preferencialmente indicado quando o objetivo da pesquisa é prescrever soluções para um determinado problema ou para o desenvolvimento e/ou avaliação de um artefato. Ainda que a DSR seja realizada a partir de uma sequência de passos, sendo um processo iterativo. Caso seja necessário, o pesquisador pode retornar para a etapa de proposição e/ou projeto do artefato para aperfeiçoar, ainda mais, a sua solução (Cauchick, 2019).

O DSR é um método de pesquisa voltado para a resolução de problemas, fundamentado na construção e avaliação de artefatos que buscam transformar situações, aprimorando-as para condições mais favoráveis ou desejáveis. Esse método operacionaliza a condução da pesquisa ao orientar, com base no entendimento do problema, o desenvolvimento de soluções práticas. Dessa forma, o DSR é utilizado em pesquisas para reduzir a distância entre teoria e prática, promovendo intervenções aplicáveis e efetivas (Dresch; Lacerda; Júnior, 2020).

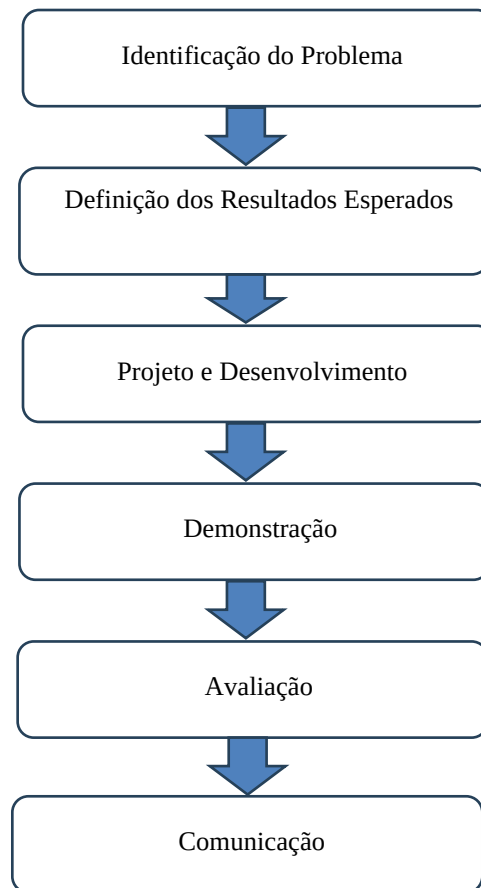
A construção de artefatos/solução orientada pelo DSR deve possibilitar uma compreensão aprofundada do problema e das possíveis abordagens para sua solução, alcançado a proposta de um artefato novo ou de uso inovador. Uma característica do DSR é que a criação do artefato deve ocorrer de maneira sistemática, com a explicitação detalhada do problema e com o registro aprofundado dos procedimentos e aprimoramentos que ocorreu até que se atinja um nível de satisfação adequado para a resolução do problema abordado. O processo de desenvolvimento do artefato precisa ser documentado, e os resultados devem ser comunicados. Além do que o artefato, deve ser submetido a uma rigorosa etapa de avaliação para garantir sua eficácia e aplicabilidade (Jesus *et al*, 2023).

Para a condução da pesquisa baseada em *Design Science Research*, é fundamental que o pesquisador, identifique e compreenda de forma clara e precisa a situação problemática que será abordada na pesquisa. Sendo necessário desenvolver uma consciência profunda sobre o

problema, de modo a identificar e/ou definir suas facetas, bem como as possíveis inter-relações com o contexto no qual está inserido (Cauchick, 2019).

Para a devida execução, o fluxo do processo adotado nesta pesquisa baseou-se na proposta de Peffers (2007), conforme ilustrado nas etapas do DSR apresentadas na Figura 3.

Figura 3 - Etapas do DSR



Fonte: Adaptado de Peffers (2007)

A proposta metodológica desenvolvida por Peffers se destaca por sua ênfase na aplicação prática, ao priorizar não apenas a construção do conhecimento teórico, mas, sobretudo, a geração de soluções efetivas para problemas do mundo real. Fundamentada no DSR, essa abordagem orienta a criação de artefatos com utilidade comprovada no contexto organizacional, favorecendo a aproximação entre teoria e prática. Alinhada a essa perspectiva, a presente pesquisa adotou tal diretriz metodológica com o objetivo de desenvolver um método estruturado que contribua para a priorização da implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento da cadeia de suprimentos, proporcionando, assim, uma ferramenta

relevante para a tomada de decisão.

O DSR possui as respectivas etapas: identificação do problema, definição dos resultados esperados, projeto e desenvolvimento, demonstração, avaliação e por fim comunicação. (Peffer *et al.*, 2007).

Contudo essas etapas foram detalhadas considerando o contexto da dissertação e consequentemente para se obter um adequado desenvolvimento da presente pesquisa, de acordo com a Figura 4.

Figura 4 - Etapas baseada no método DSR

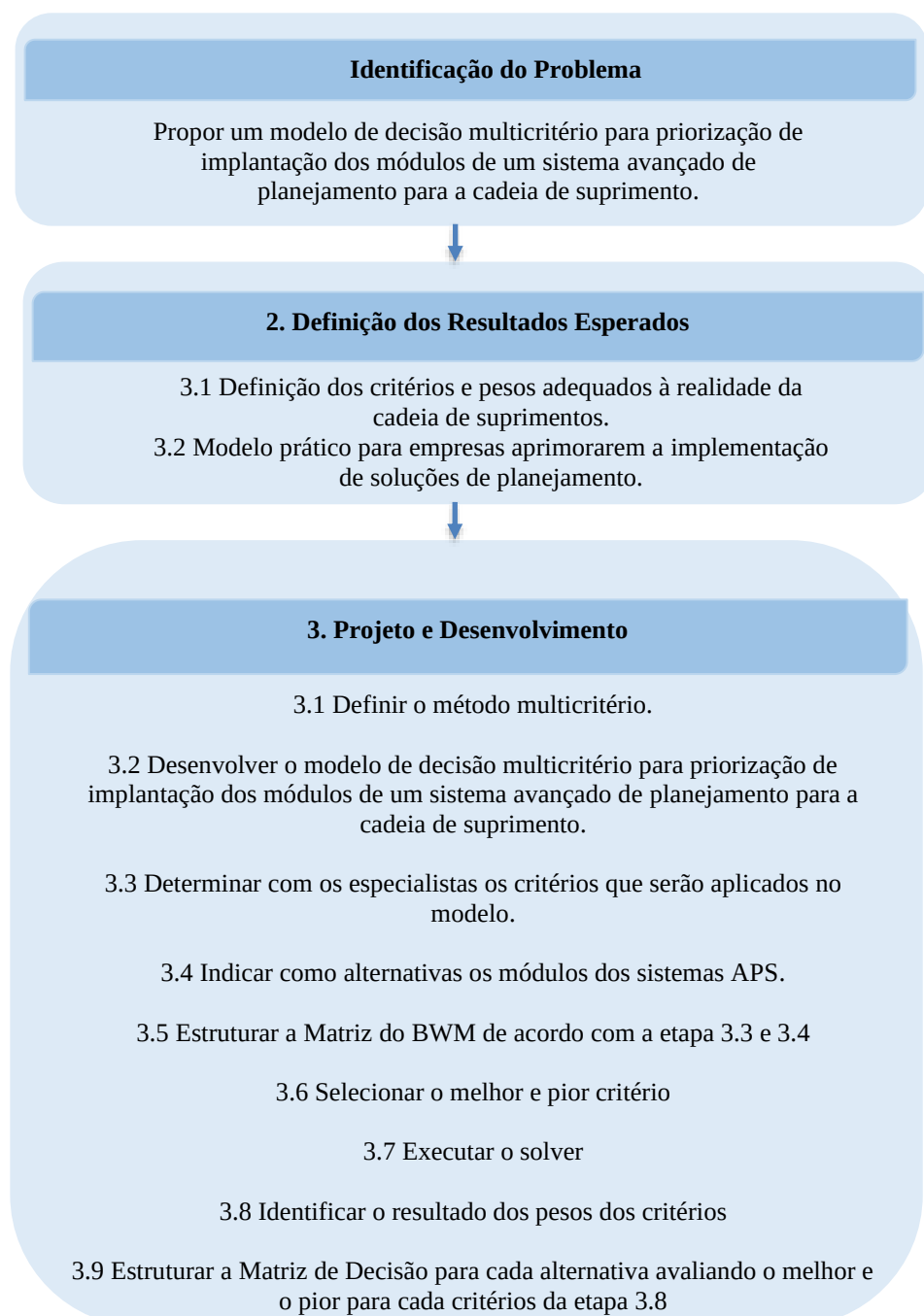
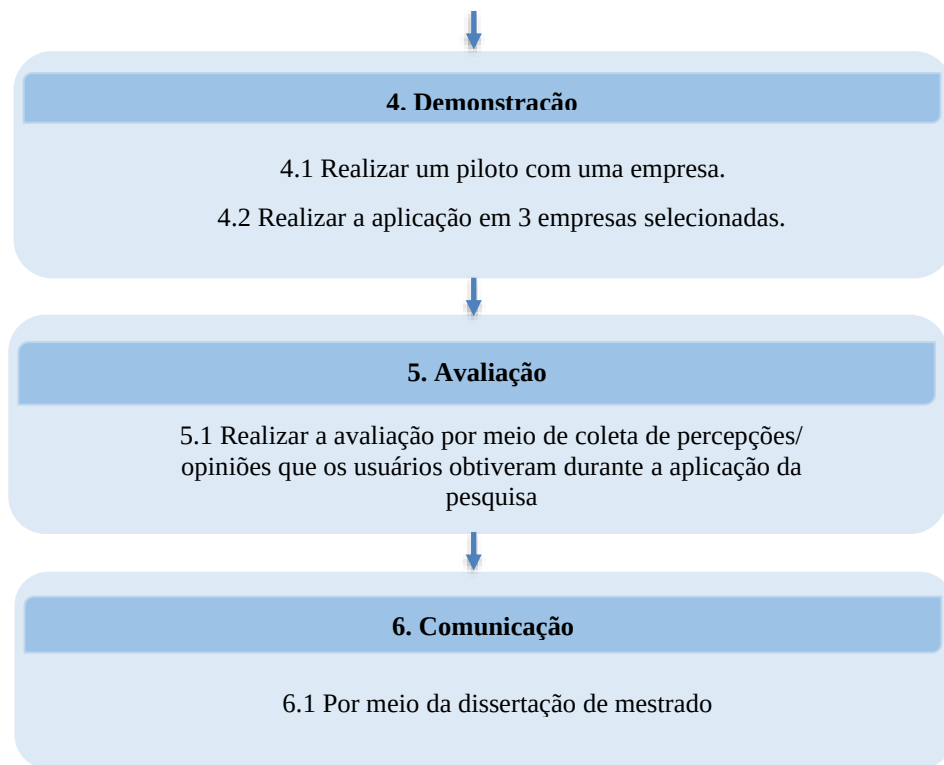


Figura 4 - Etapas baseada no método DSR (continuação)



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

2.1 Identificação Do Problema

O problema deve ser definido de modo claro e específico na pesquisa também deve se apresentar uma justificativa da relevância da solução. O processo de decomposição do problema permite que a solução proposta seja capaz de capturar a complexidade inerente ao problema (Peffer et al., 2007).

A identificação do problema abordado nesta pesquisa teve início por meio da observação participante dentro de um período específico em uma organização que estava realizando a implementação do sistema APS, esse projeto contemplava dois módulos distintos. Um módulo foi implementado com sucesso e obteve um alto nível de aceitação. Contudo, o outro módulo apresentou algumas dificuldades de aceitação das funcionalidades que o módulo possuía. A partir desse momento, questionou-se, se houve uma escolha assertiva do módulo considerando o atual momento da empresa e o nível de maturidade dos processos como eram executados, visto que a implementação de uma ferramenta tecnológica também afeta como os processos devem ser executados.

2.2 Definição dos resultados esperados

Os objetivos de uma solução devem ser identificados a partir da definição do problema e do conhecimento cedido e viável. Esses objetivos podem ser tanto quantitativos quanto qualitativos e devem ser deduzidos de forma racional com base na especificação do problema (Pefferes *et al.*, 2007).

A etapa de definição dos resultados esperados foi estabelecida com base nas informações obtidas na organização e dos agentes envolvidos na tomada de decisão.

A construção do modelo envolve a identificação e a definição dos critérios mais relevantes para a priorização dos módulos do sistema, considerando diversos fatores, impacto e benefícios estratégicos, táticos e operacionais a partir do contexto de cada empresa e suas respectivas necessidades. Além disso, a atribuição de pesos aos critérios deve garantir que a priorização reflita a realidade e as necessidades específicas das organizações da cadeia de suprimentos.

O principal artefato resultante será um modelo estruturado e de fácil aplicação para apoiar a priorização da implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimentos. Esse modelo será desenvolvido com base em abordagens multicritério de decisão, garantindo maior aderência às necessidades organizacionais e estratégicas das empresas.

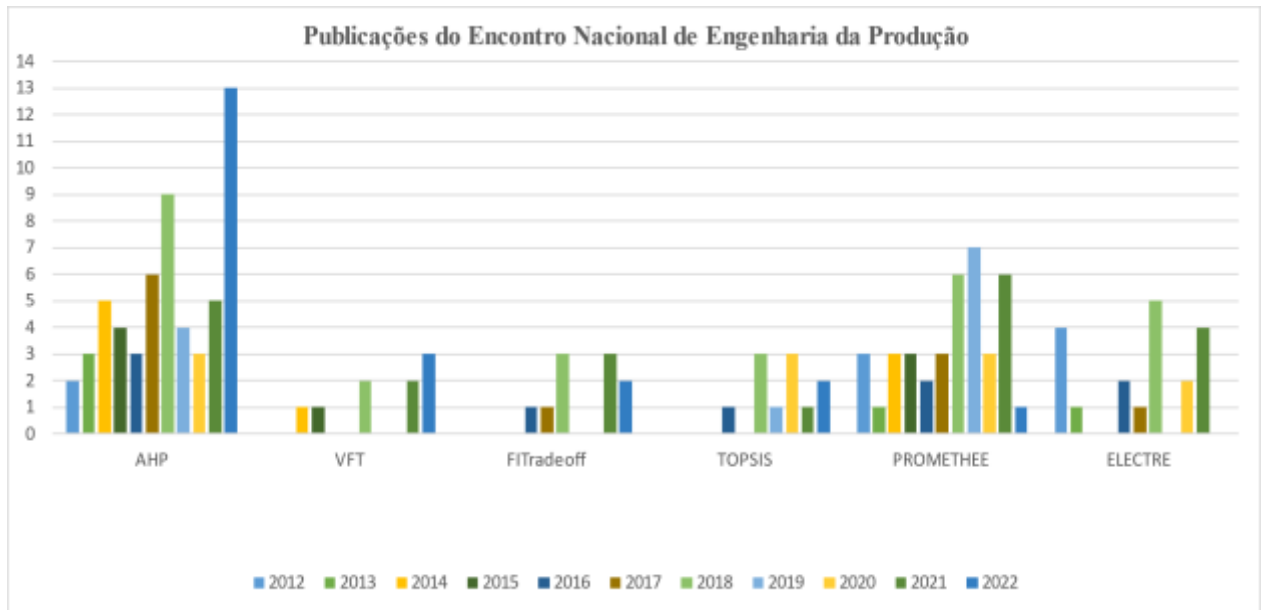
2.3 Projeto e desenvolvimento

Nesta etapa, devem ser definidas as funcionalidades desejadas e ou esperadas do artefato, sua arquitetura e o próprio desenvolvimento. Para isso, o pesquisador deverá recorrer ao conhecimento teórico existente, visando propor artefatos que sustentem a solução do problema (Dresch, Lacerda, & Junior, 2020). Contemplado a definição da funcionalidade desejada do artefato e de sua estrutura, seguidos pelos detalhes da criação do artefato (Pefferes *et al.*, 2007).

Essa etapa foi iniciada por meio da condução de uma pesquisa bibliométrica com o objetivo de identificar os métodos de tomadas de decisão mais aplicados no âmbito nacional por meio do principal evento de engenharia de produção nacional. Nota-se que os diversos métodos AMD e que cada possui características específicas e com aplicação em distintos

cenários para auxiliar na tomada de decisão. De acordo com a figura 5.

Figura 5 - Artigos que possuem métodos AMD



Fonte: Silva; Feitosa (2023)

Houve também uma pesquisa para identificar o padrão de pesquisa sobre o tema de APS no cenário global de publicações.

Figura 6 - Publicações científicas de APS por ano



Fonte: Feitosa; Silva (2024)

Ao longo da série temporal, se observa que os anos que se apresentou um destaque no

número de produções científicas foram 2014 e 2018 com 5 artigos cada um. Contudo houve uma leve redução na pesquisa sobre a temática, assim havendo a possibilidade de ampliação e aprofundamento de pesquisas sobre o tema para ampliar o conhecimento no meio acadêmico, e conseqüentemente no mercado empresarial.

Foram realizadas inúmeras buscas em bases científicas com objetivo de identificar quais são os métodos AMD aplicados em contexto dos sistemas APS. Como não foi encontrado nas pesquisas nenhuma aplicação de métodos AMD no contexto proposto, foi avaliada a possibilidade de selecionar os métodos AMD mais aplicados na área de engenharia de produção e métodos AMD que são mais novos e possuem poucas publicações, mas que tem potencial, buscando assim possibilidade de inovação. Após algumas pesquisas com especialistas da área e possibilidades existentes na Internet, foi escolhido o método *Best-Worst Method* (que considera a abordagem baseada em comparações pareadas que busca determinar pesos ótimos para critérios de decisão) para se tomar como base para a construção do método proposto. Tal escolha baseou-se na facilidade de compreensão dos resultados por parte dos profissionais envolvidos no processo de decisão, além da flexibilidade de sua aplicação. Tal escolha será detalhada melhor nos resultados da pesquisa.

2.4 Demonstração

Demonstre a aplicação do artefato para resolver uma ou mais instâncias do problema. Isso pode envolver sua utilização em experimentação, simulação, estudo de caso, prova ou outras atividades pertinentes. Os recursos necessários para a demonstração incluem um conhecimento aprofundado de como utilizar o artefato para solucionar o problema (Pefferers *et al.*, 2007). A etapa de demonstração do artefato foi conduzida junto aos tomadores de decisão de três organização de distintos portes e setor de atuação.

2.5 Avaliação

A etapa de avaliação é essencial, pois pode revelar inconsistências na teoria ou no conjunto de teorias que fundamentaram a elaboração do artefato, ou indicar a necessidade de um processo de refinamento ou reavaliação do artefato (Hevner *et al.*, 2004).

Essa etapa foi executada durante a aplicação do modelo proposto, permitindo ajustes e

aprimoramentos garantindo que o artefato final seja robusto, flexível e aplicável a diferentes contextos organizacionais. Assim, todas as avaliações foram coletadas em tempo real com cada empresa que em houve a aplicação.

2.6 Comunicação

Nessa fase, deverá ser apresentado o problema que foi estudado e sua importância. Além disso, também deverá ser demonstrado o rigor com o qual a pesquisa foi realizada, bem como o quão eficaz foi a solução encontrada para o problema (Peffer *et al.*, 2007). Essa etapa está sendo executada por meio da dissertação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussão da pesquisa, contemplando as etapas: construção do método, definição dos resultados esperados, a execução e desenvolvimento, a demonstração dos resultados e a avaliação sobre o método.

Antes da construção do método, porém, foram realizadas pesquisas bibliométricas e bibliográficas com o objetivo de compreender melhor os métodos de tomada de decisão multicritério existentes e para que têm sido utilizados no Brasil e a produção científica sobre sistemas avançados de planejamento e o planejamento de cadeia de suprimentos e suas funcionalidades.

A primeira pesquisa, analisou a evolução dos métodos de apoio multicritério à decisão ao longo dos últimos dez anos, com foco em sua frequência de utilização em publicações do cenário nacional, utilizando como base dados os artigos do ENEGEP 2012-2022. No período, estudado foram identificados 33 métodos AMD em 198 publicações, com destaque para o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), citado em 57 artigos (28,79%), seguido pelo Promethee (38 artigos, 19,19%) e pelo Electre (19 artigos, 9,60%). Métodos como *Value-Focused Thinking* (VFT) com 9 publicações, que corresponde a 4,55%, TOPSIS com 11 artigos neste período, que corresponde a 5,56% e FITradeoff com 10 artigos ao longo desse período, que corresponde a 5,05% apresentaram tendência de crescimento recente, especialmente após 2014, 2016 e 2021, respectivamente. Por outro lado, métodos menos frequentes, identificados em menos de 7 artigos, não apresentaram padrões consistentes de uso ao longo dos anos (Silva; Feitosa, 2023).

A segunda pesquisa, avaliou os métodos de apoio multicritério à decisão em cenário de publicações mundiais com foco em transformação digital na indústria 4.0, considerando o período de 2018 a 2022. O ano de 2022 apresenta um expressivo aumento, quando comparado ao primeiro ano. Observa-se um alto uso do método de tomada de decisão AHP, seguido pelo método TOPSIS, logo em seguida pelo Promethee e os demais métodos possuíram estudos com a mesma quantidade de estudo: Copras, Delphi Method, Dematel e Vikor. A alta utilização do método AHP, ocorre pelo fato de ser um dos métodos mais conhecidos e utilizados nas pesquisas (Silva; Feitosa; Ramos; Arima, 2024).

A pesquisa sobre sistemas avançados de planejamento analisou 29 publicações científicas. Entre os países mais produtivos no tema, a China lidera com 21% das publicações, seguida por Alemanha (18%) e Coreia do Sul (16%), enquanto o Brasil contribui com 12%.

Países como Irlanda, Dinamarca, Noruega, Suécia, Argentina e Espanha apresentaram menor participação, variando entre 9% e 4%. A análise de palavras-chave destacou os termos “*advanced planning system*”, “*supply chain*” e “*integration*” como os mais recorrentes. Em relação aos módulos abordados, 59% dos estudos enfocaram o planejamento de produção, seguido por planejamento de demanda (18%), distribuição (14%) e gestão de pedidos (9%), evidenciando maior atenção à produção nas pesquisas sobre o tema (Feitosa; Silva, 2023).

Depois se analisou quais são as funcionalidades dos módulos dos sistemas avançados destacada por estudos a nível mundial, essa pesquisa contemplou um período de 10 anos. A funcionalidade "Planejamento Mestre de Produção" se destaca por ser o tema abordado no maior número de estudos, seguindo por “Planejamento da Demanda” e “Planejamento das Necessidades de Materiais - Compra de Insumos” contudo algumas funcionalidades foram referenciadas por apenas um autor, como: Consenso da Demanda, Medição de Acurácia da Previsão de Demanda, Planejamento de Inventário, Geração de Cenário/Comparação de Cenário e Verificação de Consistência dos Dados (Silva; Feitosa, 2023).

3.1 Construção do Método

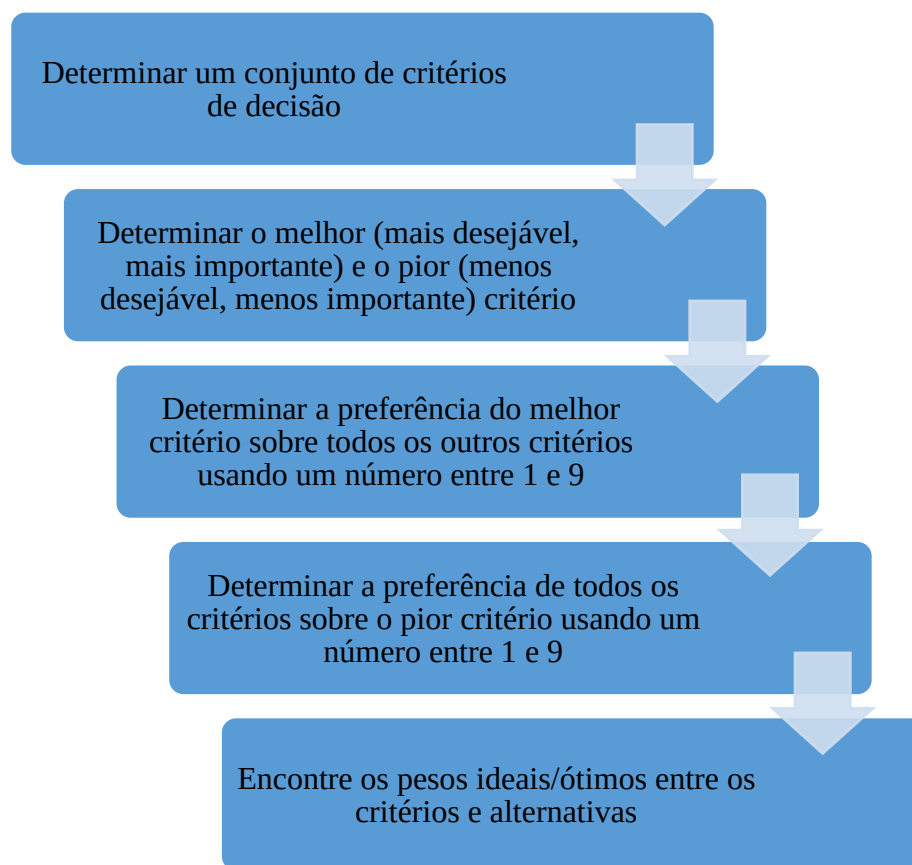
Conforme mencionado na introdução, há empresas que encontram dificuldades na definição de prioridades para a implementação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimentos. A motivação desta pesquisa é propor uma solução para auxiliar as organizações na definição de prioridades.

O método de comparações paritárias multicritério de tomada de decisão como por exemplo, o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) pode se tornar complexo para o tomador de decisão, especialmente quando o problema envolve múltiplos critérios, dificultando a manutenção de uma consistência adequada no processo. Considerando essa limitação, optou-se por usar como base para o desenvolvimento do método proposto neste trabalho o método BWM (*Best-Worst Method*) que requer apenas comparações de referência, eliminando a necessidade das demais comparações. O método BWM se fundamenta na identificação dos critérios considerados como melhores e piores, realizando comparações entre esses e os demais critérios de modo que os pesos de todos sejam definidos conforme a distância relativa entre o melhor e o pior. Dessa forma, diferentemente do AHP, que exige muitas comparações, o BWM reduz o número de julgamentos necessários, tornando o processo mais eficiente e menos inconsistente (Mota; Gomes; Santos, 2021).

O *Best-Worst Method* é um método clássico para determinar o peso subjetivo de indicadores, simplificado o processo de análise hierárquica e reduz os erros causados pela sobrecarga de dados e a consequente confusão dos especialistas, ele já foi amplamente aplicado em diversos problemas de tomada de decisão multicritério em diferentes contextos (Wang *et al*, 2023).

O método BWM possui 5 etapas para devem ser usadas para derivar os pesos dos critérios. Conforme descrito na Figura 7.

Figura 7 - Passos BWM



Fonte: Rezaei, (2015)

Considerando a comparação de n critérios em uma escala de 1/9 a 9, o resultado será uma matriz de dimensão $n \times n$:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Conforme apresentado na Tabela 1, a_{ij} valor que representa a preferência do critério i em relação ao critério j :

A avaliação do melhor e pior critérios devem ser conduzida de maneira par a par com os outros critérios. Para isso, é necessário o uso da escala fundamental de Saaty (1988), que é absoluta e atribui valores dentro de um intervalo de 1 a 9. Conforme Figura 1.

Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty

Relação de Importância	Grau de Importância
Igual importância	1
Intermediário entre Igual e Moderada Importância	2
Importância Moderada	3
Intermediário entre Moderada e Mais Importante	4
Mais Importante	5
Intermediário entre Mais e Muito Importante	6
Muito Importante	7
Intermediário entre Muito e Extremamente Importante	8
Extremamente Importante	9

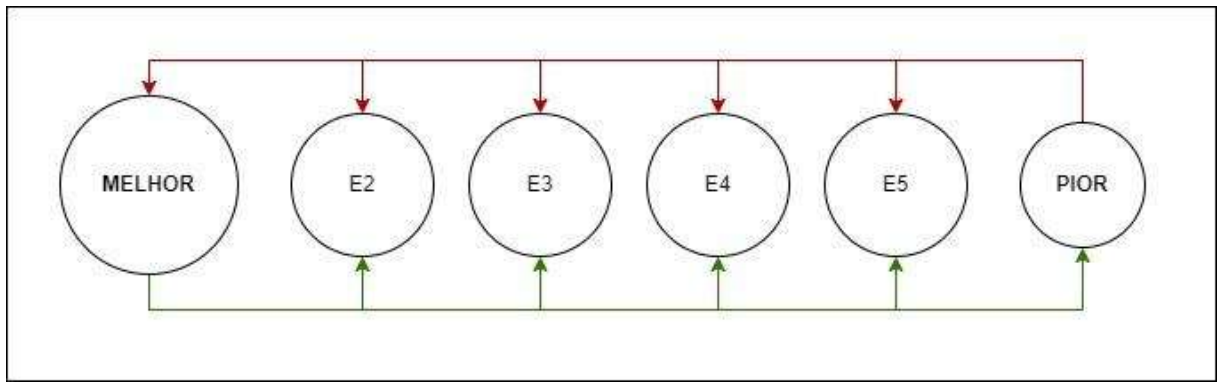
Fonte: Adaptado de Saaty (1988)

As comparações com o melhor e/ou pior critério são chamadas de comparações de referência, todas as demais são chamadas de comparações secundárias. As comparações secundárias são executadas com base no conhecimento sobre as comparações de referência. O

método atua apenas com as comparações de referência e a partir destas é possível obter-se o peso dos critérios, ou seja, havendo n critérios, definidos o melhor (B) e o pior critério (W) e sabendo que, a_{BB} e $a_{WW} = 1$ e que $a_{BW} = 1/a_{WB}$ são necessárias Z comparações: $Z = 2n - 3$ (Rezaei, 2015).

O modo como as comparações necessárias, que são executadas com o melhor e pior critério com um exemplo de 6 elementos pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Comparações de Referência



Fonte: Rezaei, (2015)

Na figura 8, se observa que o elemento que foi eleito como o melhor deve ser comparado com todos os outros elementos, inclusive o pior elemento, conforme as linhas verdes inferiores da Figura 8. E o elemento que foi eleito como o pior deve ser comparado também com todos os outros elementos, conforme as linhas vermelhas superiores da Figura 5. Essa abordagem busca minimizar a possibilidade de inconsistências nas decisões dos tomadores de decisão.

Considerando a condição de não negatividade dos pesos e da soma, entre a soma deve totalizar 1.

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\}$$

Sendo:

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

Há uma razão de consistência para o método BWM. Uma comparação é totalmente consistente quando $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$, para todo j , onde a_{Bj} , a_{jW} e a_{BW} são respectivamente a preferência do melhor critério sobre o critério j , a preferência do critério j sobre o pior critério e a preferência do melhor critério sobre o pior critério (Rezaei, 2015).

Se calcula a taxa de consistência, usando ξ^* e o índice de consistência correspondente

$$\text{Consistency Ratio} = \frac{\xi^*}{\text{Consistency Index}}$$

Com a finalização de todas as etapas, os pesos ótimos (mínimos e máximos) são obtidos.

3.2 Resultados Esperados

A proposta deste estudo é o desenvolvimento de um método de priorização de implementação dos módulos de cadeia de suprimentos de um sistema APS baseado no método BWM para a determinação dos pesos, mas com possibilidade de uso das características do método AHP para eventual hierarquização e escolha das alternativas. A finalidade desta pesquisa é que a aplicação deste método auxilie no processo de tomada de decisão sobre quais módulos dos sistemas APS devem ser priorizados para um projeto de implementação.

Para construir o método proposto é necessário definir as etapas de identificação dos critérios a serem utilizados para a avaliação. Dados que as alternativas são os módulos existentes do sistema APS, o responsável pela decisão deve atribuir suas preferências utilizando a escala de valores de Saaty na comparação entre o melhor e o pior critério. Com base nos cálculos realizados, ao final obtém-se a indicação da melhor opção.

3.3 Desenvolvimento

O artefato resultante desta pesquisa é o método de priorização de implementação de módulos de cadeia de suprimentos de sistemas APS baseado no método multicritério BWM (*Best-Worst Method*) com eventuais características de escolha de alternativas e hierarquização do método AHP. No processo decisório, o decisor define o peso dos critérios e alternativas por meio do que é proposto no método multicritério BWM. Esse método visa auxiliar as empresas na priorização dos módulos dos sistemas APS auxiliando em uma matriz de decisão quantitativa e estruturada, em vez de se basearem apenas em julgamentos empíricos como normalmente é

feito em tomadas de decisão como esta. Neste estudo, o artefato foi desenvolvido em uma planilha no Microsoft Excel (versão 2410 do Office 365), onde foram realizados os cálculos necessários do melhor e do pior critério de acordo com as etapas do BWM. A seguir, são descritos os passos implementados para a construção e demonstração do artefato.

- ✓ Passo 1: Determinar as pessoas que estão responsáveis pelo processo de tomada de decisão
- ✓ Passo 2: Definir o objetivo da empresa para a implementação do sistema APS
- ✓ Passo 3: Definir os critérios
- ✓ Passo 4: Incluir as alternativas (módulos dos sistemas APS que possuem funcionalidades para atender o objetivo da empresa)
- ✓ Passo 5: Eleger o melhor e pior critério
- ✓ Passo 6: Definir as preferências do melhor e pior critério sobre os outros critérios
- ✓ Passo 7: Calcular os pesos dos critérios
- ✓ Passo 8: Resultado da sugestão de melhor alternativa a partir da mesma dinâmica usada para a definição de pesos dos critérios definindo a priorização.

No passo 1, devem ser envolvidas pessoas tanto da área de TI quanto da área de negócio para que possam expressar as necessidades de cada um e entender o impacto de uma decisão.

No passo 2: devem ser elencados os objetivos da empresa com a implantação do sistema APS. Deve ser considerado o objetivo principal.

No passo 3: a partir do objetivo definido podemos ter diversos critérios o objetivo

No passo 4: indicar o módulo do sistema APS que possui funcionalidades para atender cada critérios

No passo 5: Deve haver um consenso unânime entre os membros envolvidos no processo da tomada de decisão do melhor (mais desejado ou mais importante) e do pior critério (menos desejado, menos importante). Caso haja divergência os membros que não concordam devem ser convencidos da opção e se mesmo assim ainda não houver consenso, a diretoria de TI e de negócios deve auxiliar nesse processo de convencimento.

Depois do passo 5, deve-se iniciar o passo 6, onde o melhor critério deve ser comparado com os demais critérios, inclusive o pior critério. E depois o pior critério deve ser comparado com os demais critérios, inclusive o melhor critério.

No passo 7: Os pesos de cada critério são calculados de forma que a consistência seja maximizada, por meio de otimização linear. Após isso deve ser verificado o nível de inconsistência. Quanto menor for ξ , mais consistentes são as avaliações.

No passo 8: Com o resultado do passo 7, se obter o critério que possui maior prioridade no processo de demanda, após isso deve ser comparado por quais módulos que possui as funcionalidades que atendem aos critérios indicados pela empresa. A partir da mesma dinâmica usada para a definição de pesos dos critérios definindo a priorização.

O método proposto foi submetido a um teste piloto realizado em uma empresa de pequeno porte para a etapa de qualificação da presente pesquisa, com o propósito de avaliar sua efetividade no apoio à priorização da implantação dos módulos do sistema avançado de planejamento. A aplicação do método em um ambiente organizacional real permitiu verificar sua viabilidade, evidenciando clareza, aplicabilidade e alinhamento às demandas específicas da organização, além de revelar a possibilidade de ajustes no formato de aplicação para maximizar sua aderência. Os participantes envolvidos no processo decisório demonstraram facilidade na utilização da ferramenta e ressaltaram sua utilidade para estruturar a análise de critérios e conferir maior objetividade à definição de prioridades. Adicionalmente, o teste apontou oportunidades relevantes para o aprimoramento do modelo, notadamente no que se refere à adequação da linguagem e à customização dos critérios segundo as particularidades do contexto operacional. Os resultados obtidos reforçam, assim, a relevância e o potencial de aplicação da proposta em diferentes cenários empresariais, inclusive em ambientes com restrições de recursos e processos menos estruturados.

3.4 Aplicação do Método de Priorização - Empresa A

Para o estudo da aplicação do método de priorização proposto, a organização A que autorizou a realização da pesquisa exigiu que quaisquer informações confidenciais fossem mantidas sob sigilo, em conformidade com as recomendações e legislações vigentes. De acordo com dados do SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - 2020, onde há a classificação de empresas conforme porte, o grupo empresarial se qualifica como de grande porte pois apresentou no ano anterior, 2023 uma em média um faturamento de mais de 300 milhões anuais, com atividades referentes ao setor de produtos químicos. Presente em mais

de 46 países. No Brasil possui 6 fábricas e 1 centro de distribuição. Os negócios envolvem vendas para consumidores finais e para empresas.

Foi realizada uma reunião com o grupo envolvido na tomada de decisão, houve a apresentação do método e a proposta da presente pesquisa. Logo em seguida, se iniciando com as perguntas referente ao objetivo da empresa, depois quais foram os critérios e consequentemente as alternativas. Os critérios foram observados dado a necessidade da empresa para obter resultados melhores durante o processo de planejamento.

Esta aplicação contou com a colaboração de 4 participantes, conforme detalhamento do perfil apresentado na Tabela 2.

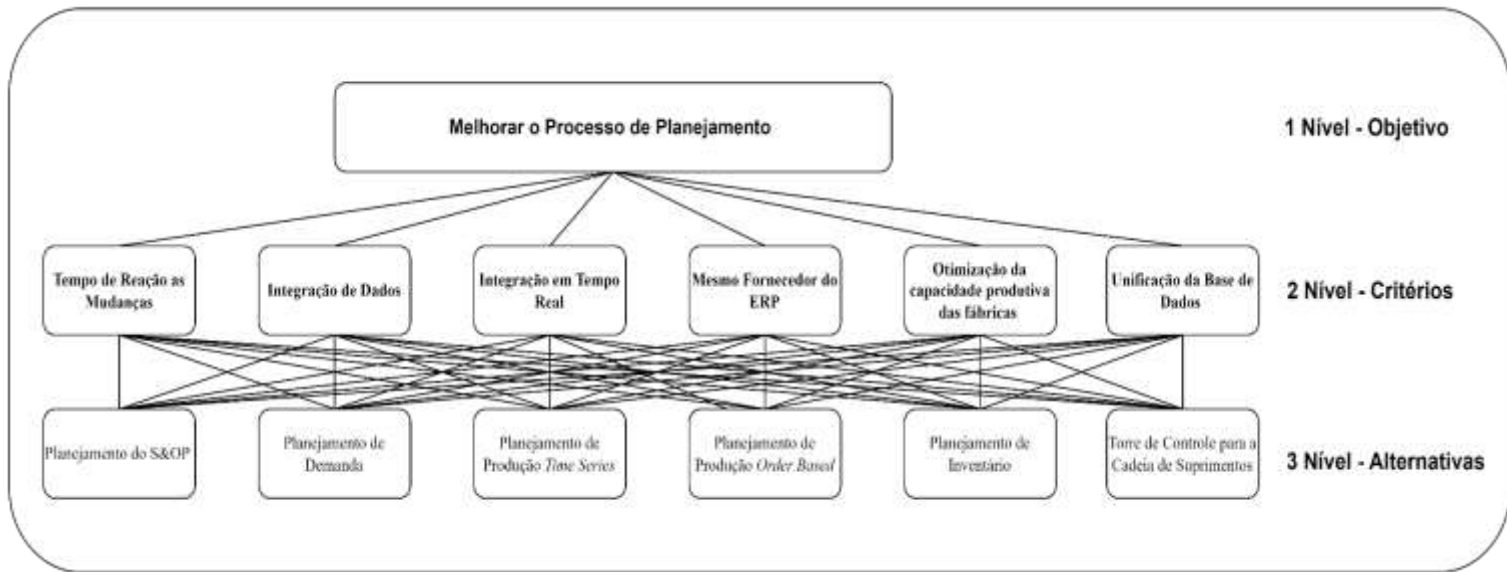
Tabela 2 - Perfil dos Respondentes - Empresa A

Função	Tempo de Trabalho na Empresa	Formação Acadêmica
Gerente de Projetos de Tecnologia da Informação	7 anos	MBA Gestão de Pessoas
Coordenador de Planejamento	12 anos	MBA Cadeia de Suprimentos
Especialista de Tecnologia da Informação	15 anos	MBA Gestão de Projetos
Analista Sênior de Planejamento	9 anos	Graduação em Engenharia

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O objetivo é melhorar o processo de planejamento, dadas as alternativas disponíveis, para isso, foram selecionadas, os módulos dos sistemas APS. Os critérios para a seleção das alternativas considerados pertinentes para o problema foram: (i) Tempo de Reação de Mudanças, (ii) Integração de Dados, (iii) Integração em Tempo Real, (iiii) Mesmo Fornecedor ERP, (iiiii) Otimização da Capacidade Produtiva das Fábricas e (iiiii) Unificação da Base de Dados. A hierarquia da decomposição do problema está apresentada na Figura 9.

Figura 9 - Decomposição do Problema - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Os critérios indicados pelo grupo participante da pesquisa correspondem à necessidade da empresa.

As alternativas, correspondem a módulos que os sistemas APS possuem funcionalidades que atendem o objetivo da empresa avaliada. Dado que os sistemas APS possuem módulos com funções específicas tais como, foco em planejamento de demanda, planejamento de produção e distribuição e planejamento de inventário.

Após isso se iniciou a aplicação da modelagem. Utilizou-se uma planilha eletrônica (REZAEI, 2016) com a função “solver” do software Microsoft Excel para que fossem imputadas as comparações de cada uma das alternativas relativas aos critérios e dos critérios entre si.

Com a determinação dos critérios, se obtém os números de critérios e se inicia a entrada das informações no software Microsoft Excel, indicado uma coluna para cada critério (a ordem das entradas não indica a preferência dos tomadores de decisão), após isso se indica qual o melhor critérios dentre os anteriores foi classificado como melhor.

Com a aplicação da Escala Fundamental de Saaty, foi indicada a preferência do grupo o melhor critério sobre todos os outros critérios e a preferência de todos os outros critérios sobre o pior.

Após isso, o solver foi executado para se obter os pesos de cada critério e o Ksi*. O solver teve como função objetivo o objetivo de minimizar e considerando as seguintes restrições:

$$\frac{w_B}{w_i} = a_{Bi}, \quad \forall i$$

$$\frac{w_i}{w_W} = a_{iW}, \quad \forall i$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad w_i \geq 0, \quad \forall i$$

ξ representa a inconsistência total e é minimizada. O resultado fornece os pesos w_i de cada critério, garantindo a consistência máxima entre as comparações.

A Figura 10 apresenta o resultado do método para identificar qual critério tem o maior peso, após a reunião com o grupo de respondentes da pesquisa. A escala aplicada foi obtida por meio de um consenso de todos os membros do grupo. Após o *input* das informações, o solver foi executado. O item Ksi* tem como objetivo mostra até que ponto os resultados são confiáveis, quanto mais próximo de zero melhor.

Figura 10 - Vetor Pesos BWM para os Critérios - Empresa A

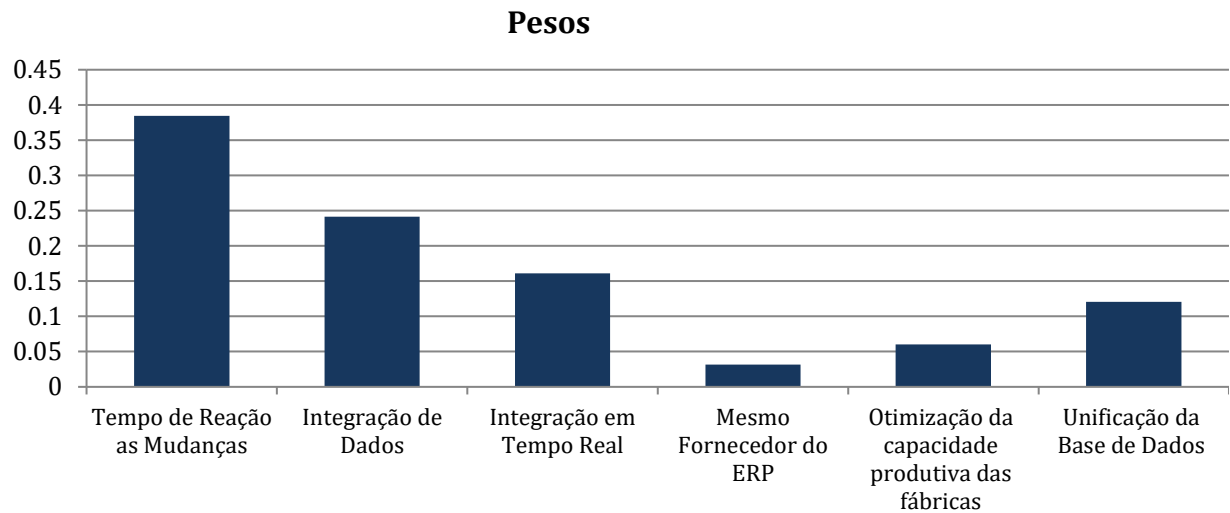
Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Tempo de Reação as Mudanças	Integração de Dados	Integração em Tempo Real	Mesmo Fornecedor do ERP	Otimização da capacidade produtiva das fábricas	Unificação de Base de Dados
Selecionar o Melhor	Tempo de Reação as Mudanças					
Selecionar o Pior	Mesmo Fornecedor do ERP					
Melhor para os Outros	Tempo de Reação as Mudanças	Integração de Dados	Integração em Tempo Real	Mesmo Fornecedor do ERP	Otimização da capacidade produtiva das fábricas	Unificação de Base de Dados
Tempo de Reação as Mudanças	1	2	3	9	8	4
Outros para o Pior	Mesmo Fornecedor do ERP					
Tempo de Reação as Mudanças	9					
Integração de Dados	6					
Integração em Tempo Real	8					
Mesmo Fornecedor do ERP	1					
Otimização de capacidade produtiva das fábricas	5					
Unificação de Base de Dados	4					
Pesos	Tempo de Reação as Mudanças	Integração de Dados	Integração em Tempo Real	Mesmo Fornecedor do ERP	Otimização da capacidade produtiva das fábricas	Unificação de Base de Dados
	0.384532898	0.24529424	0.161036949	0.031779661	0.060381356	0.120762712
Ksi*	0.098516949					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O critério “Tempo de Reação de Mudanças” apresentou o maior peso com 0.38, seguido pelo critério “Integração de Dados” com 0,25, logo em seguida “Integração em Tempo Real” com 0,16, por fim “Unificação da Base de Dados”, “Otimização da capacidade produtiva das

fábricas” e “Mesmo Fornecedor do ERP” com 0,12, 0,06 e 0,03 respectivamente. Conforme Figura 11.

Figura 11 - Pesos BWM para os Critérios - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Após essa etapa, houve a realização do processo para obter o resultado do artefato, baseado na explicação de cada módulo e suas funcionalidades para o cálculo do peso para as alternativas. Assim o método BWM foi executado para todos os critérios em relação às alternativas (módulos dos sistemas APS). O primeiro item se refere ao critério Tempo de Reação de Mudanças, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 12 apresenta os resultados.

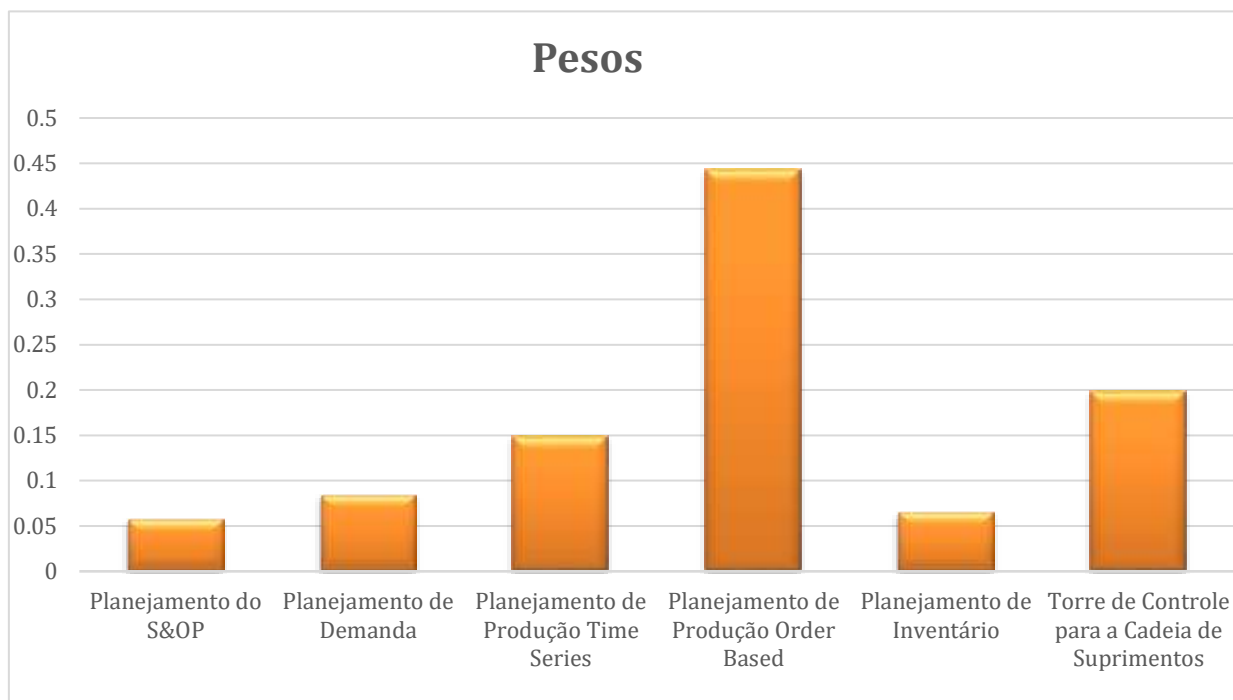
Figura 12 - Vetor Pesos BWM para o Critério Tempo de Reação de Mudanças - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Order Based					
Selecionar o Pior	Planejamento do S&OP					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Order Based	5	7	4	1	9	3
Outros para o Pior	Planejamento do S&OP					
Planejamento do S&OP	1					
Planejamento de Demanda	3					
Planejamento de Produção Time Series	4					
Planejamento de Produção Order Based	8					
Planejamento de Inventário	2					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	6					
Pesos	0.058341436	0.085011807	0.148770663	0.443394936	0.066120294	0.198360883
∑ai*	0.151687734					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Order Based* apresentou o maior peso com 0.44, seguido pelo módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos 0.19. Conforme Figura 13.

Figura 13 - Pesos BWM para o Critério Tempo de Reação de Mudanças - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O segundo item se refere ao critério integração de dados, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 14 apresenta os resultados.

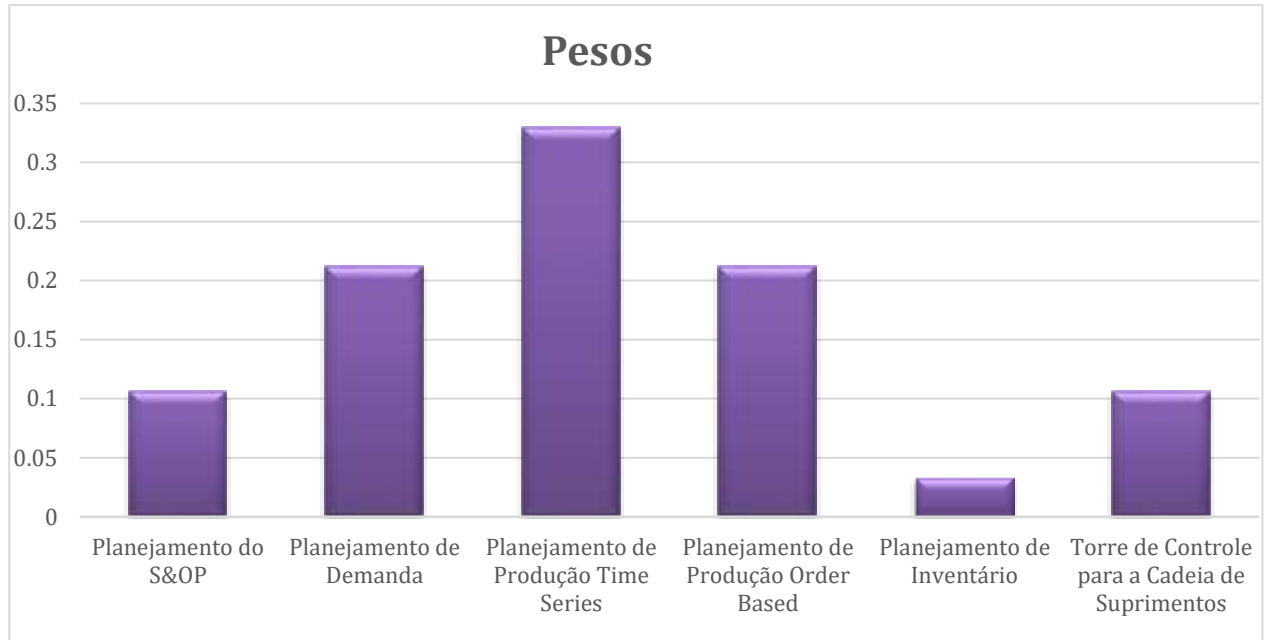
Figura 14 - Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Time Series					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Time Series	4	2	3	2	2	4
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	6					
Planejamento de Demanda	7					
Planejamento de Produção Time Series	8					
Planejamento de Produção Order Based	8					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	6					
Pesos	0.106145251	0.212290505	0.329608198	0.212290505	0.033519555	0.106145251
K _{ii} ^a	0.094872067					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção Time Series apresentou o maior peso com 0.33, seguido pelo módulo Planejamento de Produção Order Based e Planejamento de Demanda com 0.21 cada um. Conforme Figura 15.

Figura 15 - Pesos BWM para o Critério Integração de Dados - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O terceiro item se refere ao critério integração em tempo real, sendo avaliado de acordo com cada alternativa A Figura 16 apresenta os resultados.

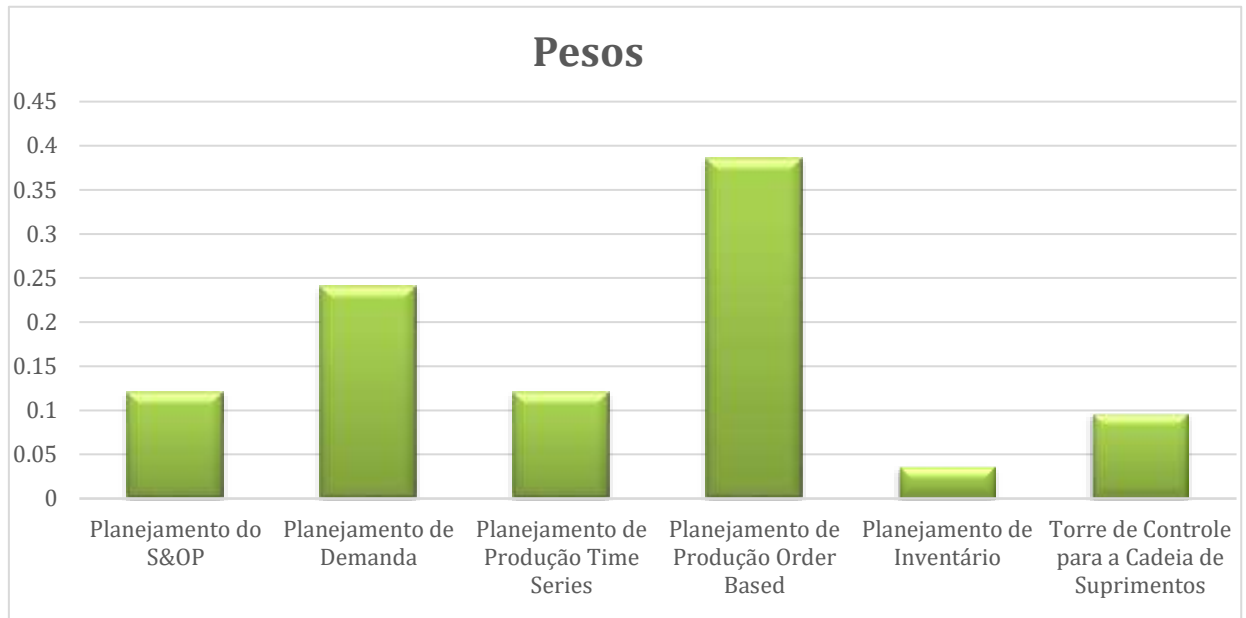
Figura 16 - Vetor Pesos BWM para o Critério Integração em Tempo Real - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Order Based					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Order Based	4	2	4	1	8	5
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	3					
Planejamento de Demanda	5					
Planejamento de Produção Time Series	6					
Planejamento de Produção Order Based	8					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	3					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.120481928	0.240963855	0.120481928	0.385542169	0.036144578	0.096385542
K ₀ *	0.096385542					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Order Based* apresentou o maior peso com 0.38, seguido pelo módulo Planejamento de Demanda com 0.24 e pelos módulos Planejamento de Produção Time Series e Planejamento S&OP com 0.12 cada um. Conforme Figura 17.

Figura 17 - Pesos BWM para o Critério Integração em Tempo Real - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O quarto item se refere ao critério mesmo fornecedor do ERP, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. Esse critério possui baixa relevância dado que todos os módulos possuem o mesmo fornecedor. A Figura 18 apresenta os resultados.

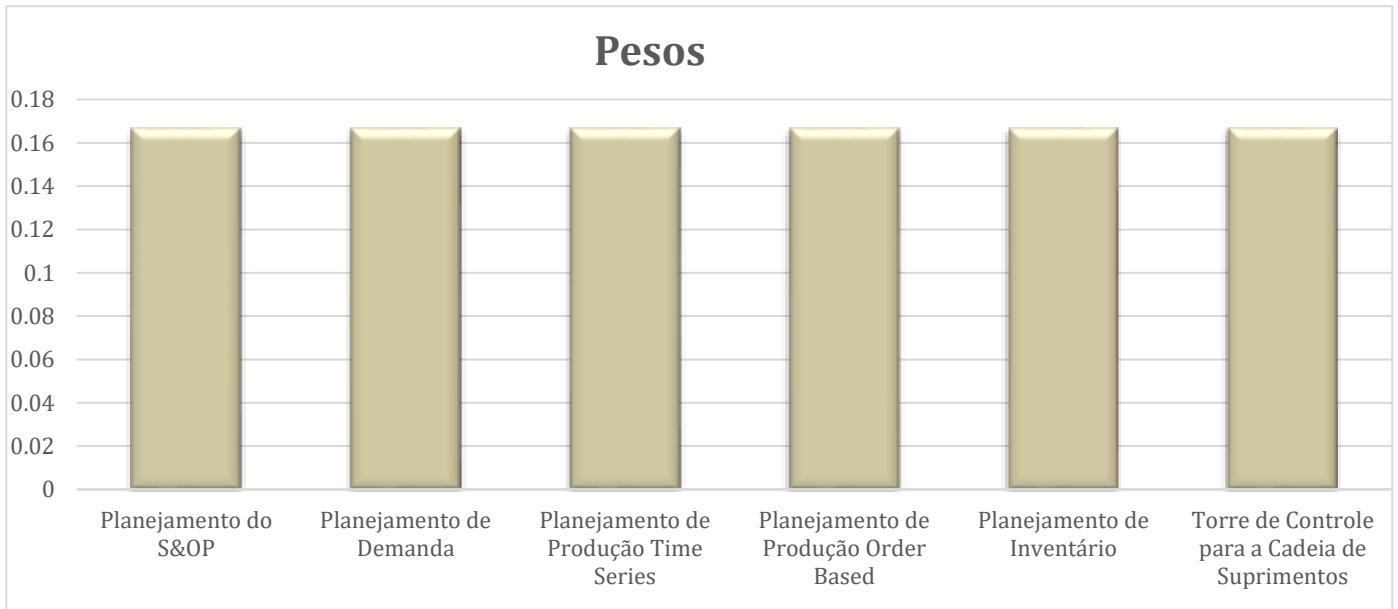
Figura 18 - Vetor Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Order Based					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Order Based	1	1	1	1	1	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	1					
Planejamento de Demanda	1					
Planejamento de Produção Time Series	1					
Planejamento de Produção Order Based	1					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	1					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667
K ₁ *	0					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Todos os módulos apresentaram o mesmo peso, dado que todos possuem o mesmo fornecedor e nesse caso a empresa já utiliza um ERP de um determinado fornecedor. É possível diversificar a utilização de distintos fornecedores para sistema APS. Conforme Figura 19.

Figura 19 - Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O quinto item se refere ao critério otimização da capacidade produtiva das fábricas, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 20 apresenta os resultados.

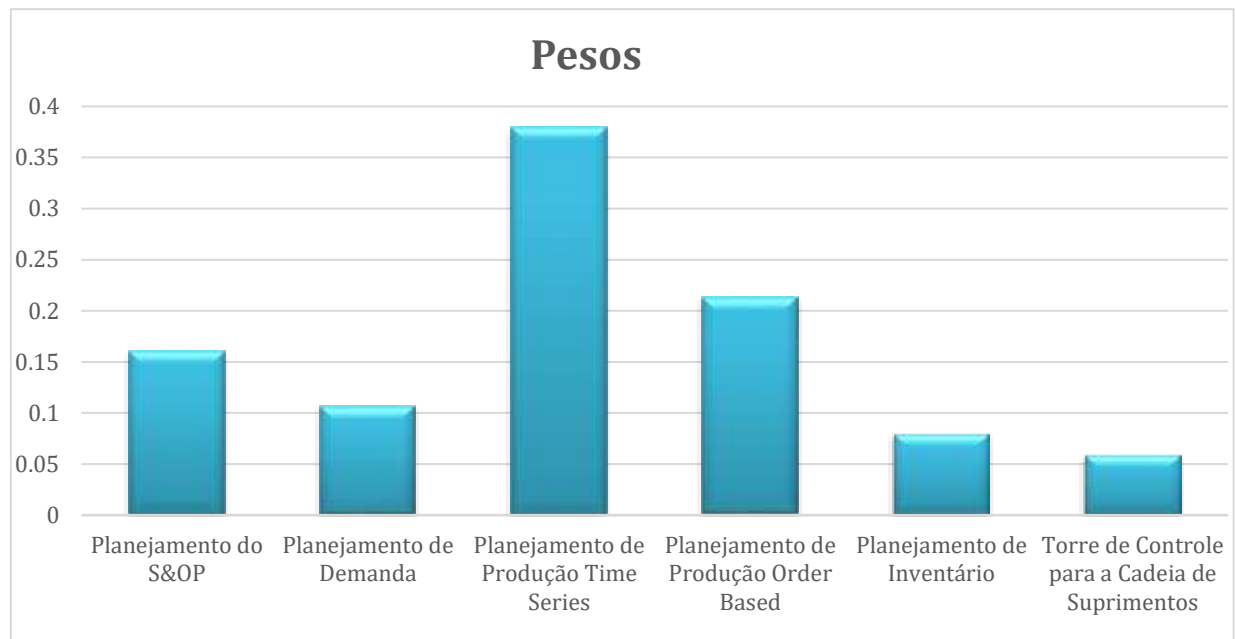
Figura 20 - Vetor Pesos BWM para o Critério Otimização da Capacidade Produtiva das Fábricas - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Time Series					
Selecionar o Pior	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Time Series	4	6	1	3	5	2
Outros para o Pior	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos					
Planejamento do S&OP	5					
Planejamento de Demanda	6					
Planejamento de Produção Time Series	1					
Planejamento de Produção Order Based	3					
Planejamento de Inventário	2					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	1					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.166237889	0.166534926	0.379822958	0.213849852	0.090218694	0.099347181
K _{SI} ^a	0.261127596					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Time Series* apresentou o maior peso com 0.38, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Order Based* com 0.21 e pelo módulo Planejamento S&OP com 0.16. Conforme Figura 21.

Figura 21 - Pesos BWM para o Critério Otimização da Capacidade Produtiva das Fábricas - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O sexto item se refere ao critério unificação da base de dados, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 22 apresenta os resultados.

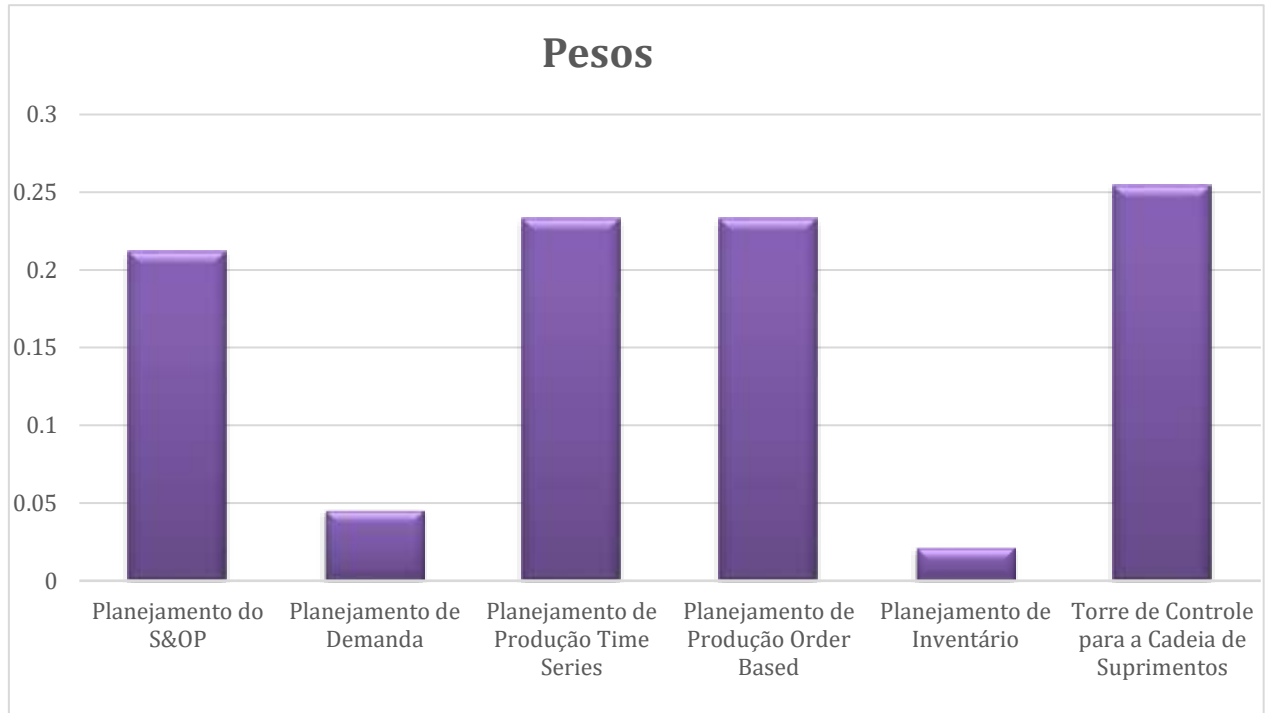
Figura 22 - Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados - Empresa A

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	6	1	1	8	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	7					
Planejamento de Demanda	5					
Planejamento de Produção Time Series	8					
Planejamento de Produção Order Based	8					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	9					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.211796247	0.043576408	0.233243968	0.233243968	0.021447721	0.254691689
K ₀ *	0.061662198					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos apresentou o maior peso com 0.25, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Order Based* e Planejamento de Produção *Times Series* com 0.23 cada um. Conforme Figura 23.

Figura 23 - Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Uma matriz de julgamento das alternativas, sumariza os resultados de cada execução do método BWM, considerando o conjunto de funcionalidades que cada módulo possui para atender os critérios da empresa, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de Julgamento - Empresa A

	Tempo de Reação as Mudanças	Integração de Dados	Integração em Tempo Real	Mesmo Fornecedor do ERP	Otimização da capacidade produtiva das fábricas	Unificação da Base de Dados
Pesos Critérios	0.384533898	0.241525424	0.161016949	0.031779661	0.060381356	0.120762712
Planejamento do S&OP	0.044642857	0.106145251	0.120481928	0.166666667	0.160237389	0.211796247
Planejamento de Demanda	0.089285714	0.212290503	0.240963855	0.166666667	0.106824926	0.045576408
Planejamento de Produção <i>Time Series</i>	0.107142857	0.329608939	0.120481928	0.166666667	0.379821958	0.233243968
Planejamento de Produção <i>Order Based</i>	0.446428571	0.212290503	0.385542169	0.166666667	0.213649852	0.233243968
Planejamento de Inventário	0.133928571	0.033519553	0.036144578	0.166666667	0.080118694	0.021447721
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.178571429	0.106145251	0.096385542	0.166666667	0.059347181	0.254691689
Soma Peso Módulos	1	1	1	1	1	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Na Tabela 2, de acordo com cada critério se apresenta qual o maior peso de cada alternativa (os módulos do sistema APS).

A matriz de decisão foi construída, ponderados os pesos dos critérios (resultado do BWM) em relação a cada alternativa. Conforme Tabela 4.

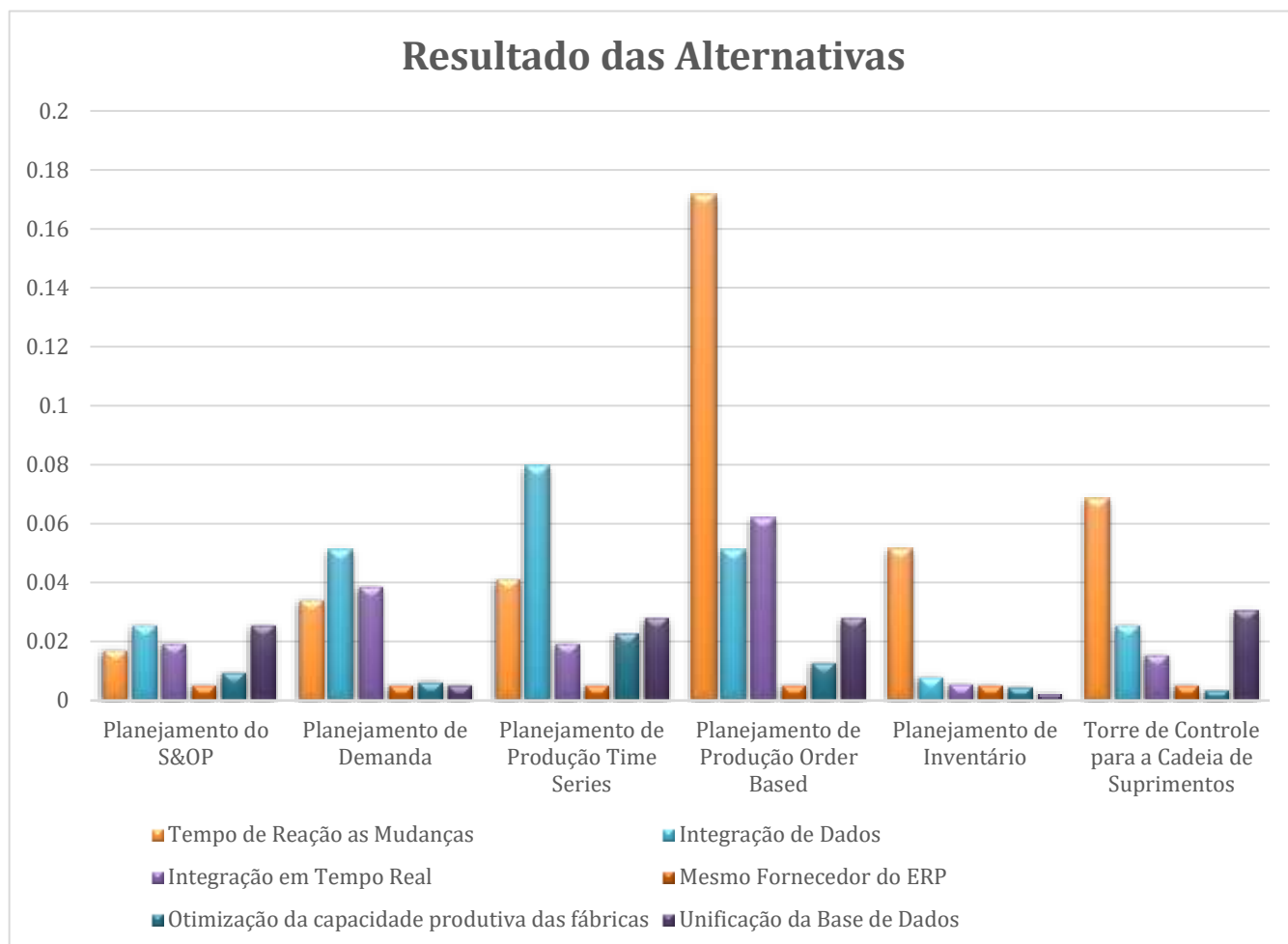
Tabela 4 - Matriz de Decisão - Empresa A

	Tempo de Reação as Mudanças	Integração de Dados	Integração em Tempo Real	Mesmo Fornecedor do ERP	Otimização da capacidade produtiva das fábricas	Unificação da Base de Dados	Soma
Planejamento do S&OP	0.017166692	0.025636777	0.019399632	0.00529661	0.009675351	0.025577089	0.102752151
Planejamento de Demanda	0.034333384	0.051273554	0.038799265	0.00529661	0.006450234	0.005503931	0.141656977
Planejamento de Produção Time Series	0.041200061	0.079608939	0.019399632	0.00529661	0.022934165	0.028167174	0.196606581
Planejamento de Produção Order Based	0.171666919	0.051273554	0.062078824	0.00529661	0.012900468	0.028167174	0.331383548
Planejamento de Inventário	0.051500076	0.008095824	0.00581989	0.00529661	0.004837675	0.002590085	0.07814016
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.068666768	0.025636777	0.015519706	0.00529661	0.003583463	0.030757259	0.149460583
Peso	0.384533898	0.241525424	0.161016949	0.031779661	0.060381356	0.120762712	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Notou-se que o módulo planejamento de produção *order based* apresenta melhor alternativa quando se compara com o módulo planejamento de produção *time series*. Conforme a Figura 24.

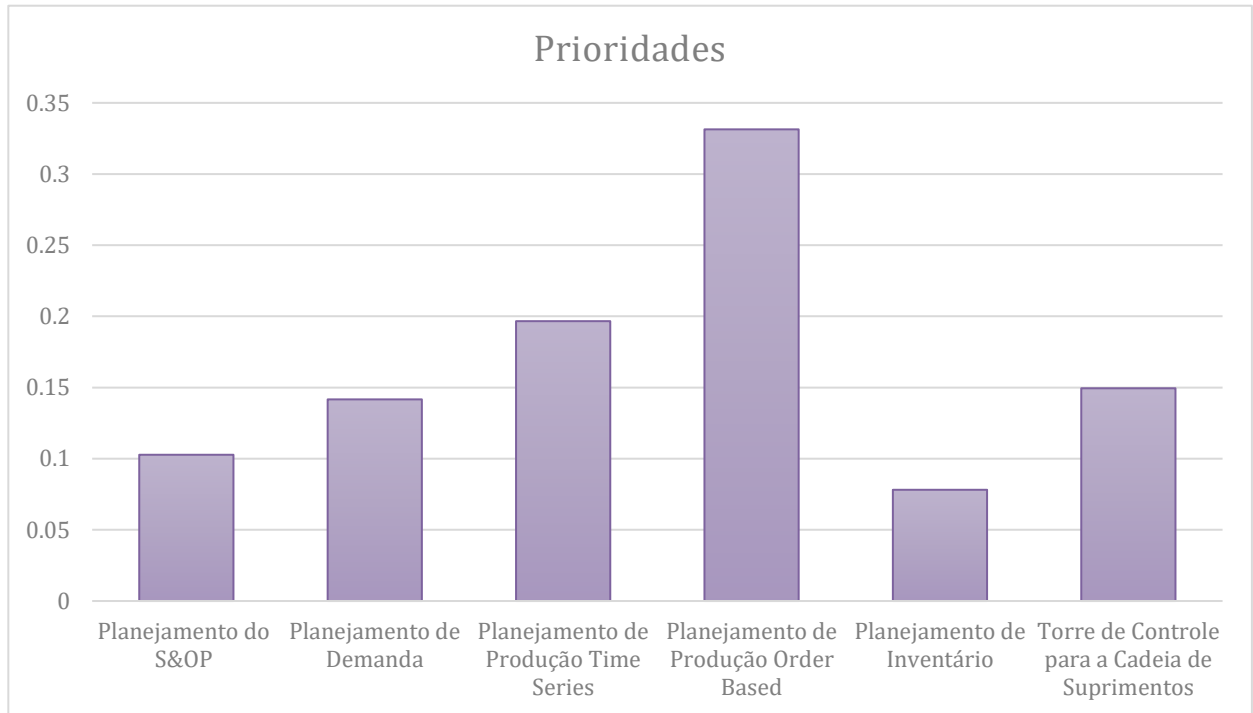
Figura 24 - Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Observa-se que o módulo Planejamento de Produção *Order Based* tem maior prioridade 33,1% e o módulo Planejamento de Produção *Time Series* tem a segunda maior prioridade 19,7%, quando se observa a soma dos pesos. Conforme Figura 25 a seguir

Figura 25 - Prioridades - Empresa A



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

A prioridade indicada dada a importância das alternativas em relação aos critérios, esses que foram inicialmente estabelecidos, facilita o entendimento dos resultados do método pelas demais pessoas envolvidas no processo decisório. Permitindo a comunicação dos resultados mais clara e objetiva. Em resumo o resultado apresentado por meio da prioridade final obtida pelo método de priorização proposto, baseado no método *Best Worst Method* (BWM), apresentou-se como ferramenta adequada para auxiliar na tomada de decisões mais assertiva, baseada em uma avaliação estruturada e na consistência dos julgamentos realizados. O módulo sugerido foi o Planejamento de Produção *Order Based* (33,1%) dado seu maior destaque perante os demais módulos.

3.5 Aplicação do Método de Priorização - Empresa B

A organização B também exigiu que quaisquer informações confidenciais fossem mantidas sob sigilo. Conforme dados do SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - 2020, a empresa se qualifica como de médio porte pois apresentou no ano anterior, 2023 um faturamento de cerca de mais de 18 milhões anuais, com atividades referentes ao setor de agronegócios. Possuindo 4 fábricas e 3 centros de distribuição ao longo do território

nacional. São produtos diversificados levando os produtos do campo para a cidade. Os negócios envolvem vendas para consumidores finais e para empresas.

Foi realizada uma reunião com o grupo responsável pela tomada de decisão, na qual foram apresentados o método e a proposta da presente pesquisa. Em seguida, deu-se início à fase de questionamentos, abordando primeiramente o objetivo da empresa, seguido pela definição dos critérios e, posteriormente, das alternativas. A seleção dos critérios foi baseada nas necessidades organizacionais, visando aprimorar os resultados no processo de planejamento. Com aproximadamente 20 mil empregados.

A aplicação contou com a participação de quatro indivíduos, cujos perfis estão detalhados na Tabela 5.

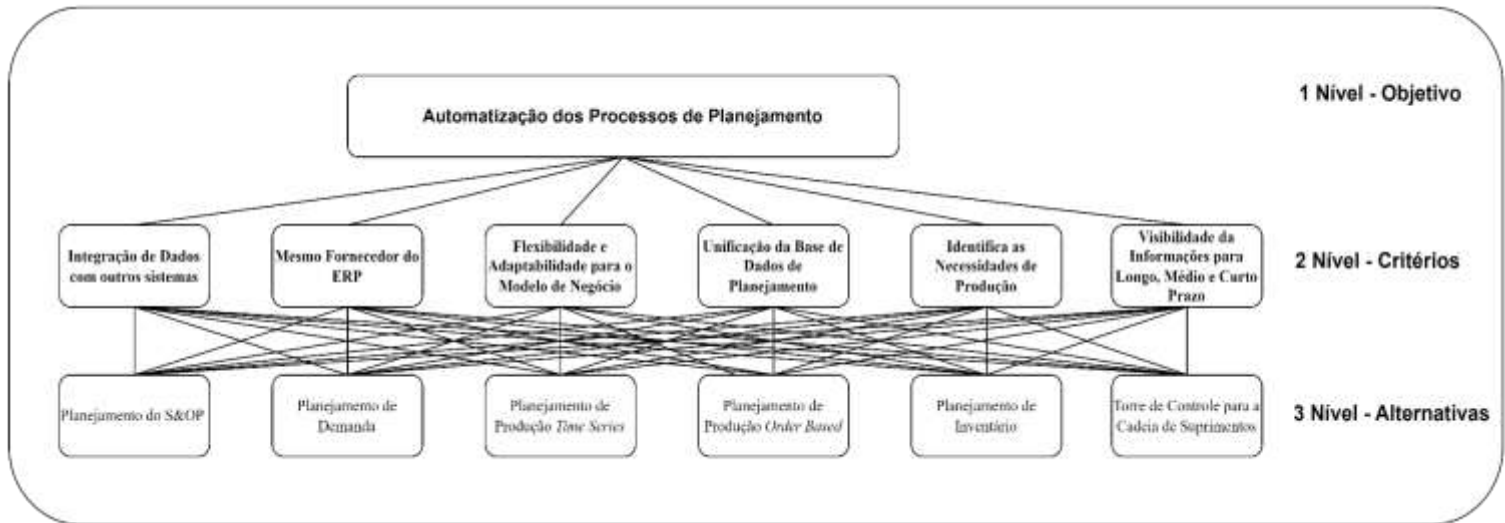
Tabela 5 - Perfil dos Respondentes - Empresa B

Função	Tempo de Trabalho na Empresa	Formação Acadêmica
Coordenador de Projetos	9 anos	Graduação em Finanças
Coordenador Comercial	7 anos	MBA em Gestão Empresarial
Especialista de Tecnologia da Informação	12 anos	Pós em Tecnologia da Informação
Analista Sênior de Planejamento e Controle da Produção	6 anos	Graduação em Administração

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O objetivo é a automatização dos processos de planejamento, dadas as alternativas disponíveis, para isso, foram selecionadas, os módulos dos sistemas APS. Os critérios para a seleção das alternativas considerados pertinentes para o problema foram: (i) Integração de Dados com outros sistemas, (ii) Mesmo Fornecedor ERP, (iii) Flexibilidade e Adaptabilidade para o modelo de negócio, (iiii) Unificação da base de dados de planejamento, (iiiii) Unificação da Base de Dados e (iiiiiii) Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo. A hierarquia da decomposição do problema está apresentada na Figura 26.

Figura 26 - Decomposição do Problema - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Utilizou-se uma planilha eletrônica (REZAEI, 2016) com a função “solver” do software Microsoft Excel para que fossem imputadas as comparações de cada uma das alternativas relativas aos critérios e dos critérios entre si.

A Figura 27 apresenta o resultado do método para identificar qual critério tem o maior peso, após a reunião com o grupo de respondentes da pesquisa. A escala aplicada foi obtida por meio de um consenso de todos os membros do grupo. Após o *input* das informações, o solver foi executado.

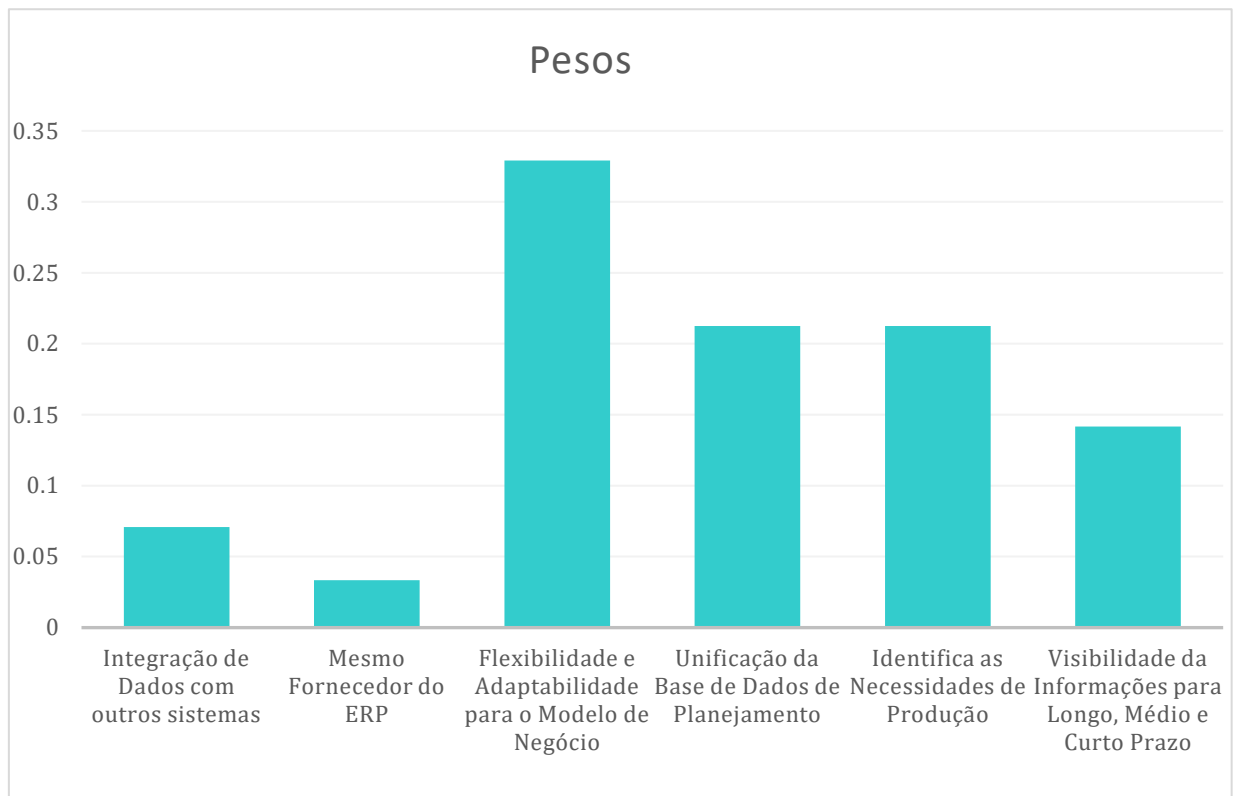
Figura 27 - Vetor Pesos BWM para os Critérios – Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Integração de Dados com outros sistemas	Mesmo Fornecedor do ERP	Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio	Unificação da Base de Dados de Planejamento	Identifica as Necessidades de Produção	Visibilidade da informações para Longo, Médio e Curto Prazo
Selecionar o Melhor	Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio					
Selecionar o Pior	Mesmo Fornecedor do ERP					
Melhor para os Outros	Integração de Dados com outros sistemas	Mesmo Fornecedor do ERP	Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio	Unificação da Base de Dados de Planejamento	Identifica as Necessidades de Produção	Visibilidade da informações para Longo, Médio e Curto Prazo
Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio	6	3	1	2	2	3
Outros para o Pior	Mesmo Fornecedor do ERP					
Integração de Dados com outros sistemas	5					
Mesmo Fornecedor do ERP	1					
Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio	3					
Unificação da Base de Dados de	6					
Identifica as Necessidades de Produção	6					
Visibilidade da informações para Longo, Médio e Curto Prazo	5					
Pesos	0.07883333	0.03333333	0.32966667	0.2125	0.2125	0.14666667
K _{BI} *	0.09183333					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O critério “Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio” apresentou o maior peso com 0,33, seguido pelo critério “Identifica as Necessidades de Produção” e Unificação da Base de Dados de Planejamento com 0,21 cada um, logo em seguida “Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo” com 0,14, por fim “Integração de Dados com outros sistemas” e “Mesmo Fornecedor do ERP” com 0,07 e 0,03 respectivamente. Conforme Figura 28.

Figura 28 - Pesos BWM para os Critérios - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Em seguida essa etapa, foi conduzido o processo para a obtenção do resultado do artefato, fundamentado na explicação de cada módulo e suas respectivas funcionalidades para o cálculo do peso das alternativas. Dessa forma, o método BWM foi aplicado a todos os critérios em relação às alternativas, correspondentes aos módulos dos sistemas APS. O primeiro item foi a referente sobre o critério Integração de Dados com outros sistemas, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 29 apresenta os resultados.

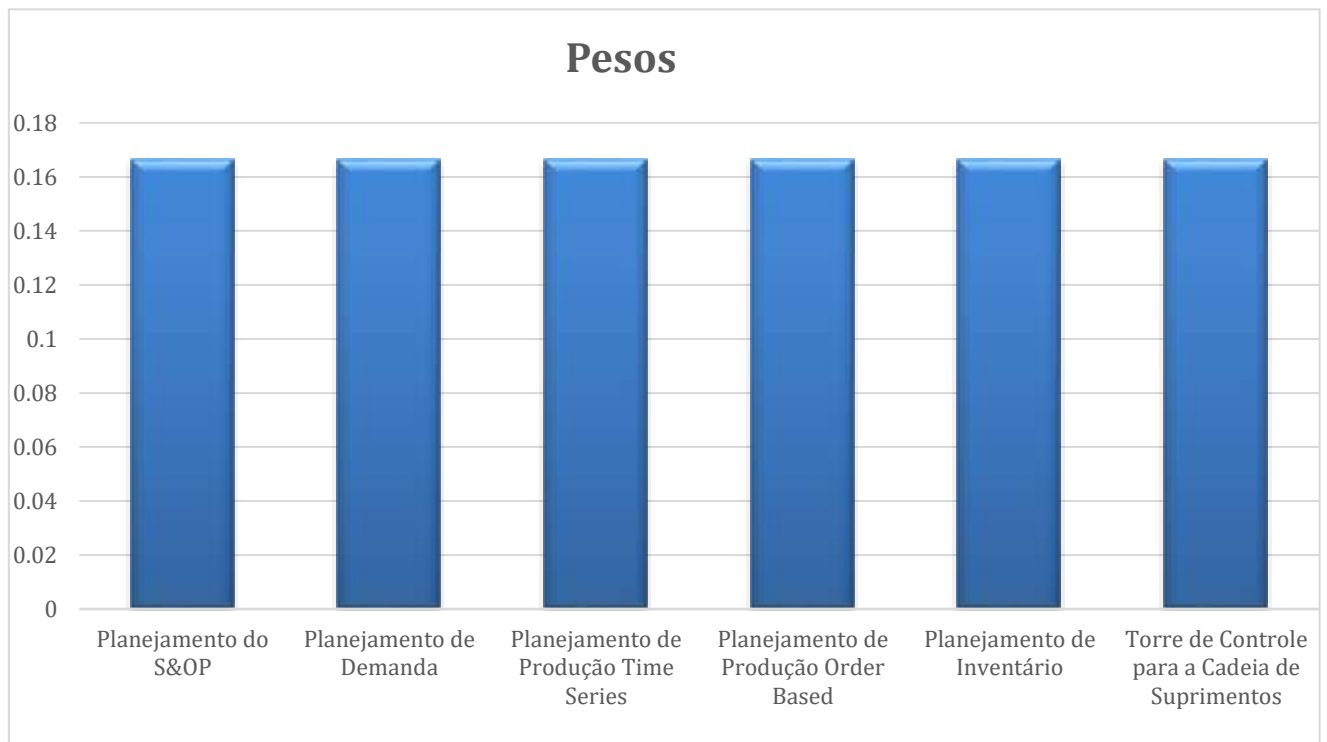
Figura 29 - Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	1	1	1	1	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	1					
Planejamento de Demanda	1					
Planejamento de Produção Time Series	1					
Planejamento de Produção Order Based	1					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	1					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667
Ksi*	0					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Todos os módulos apresentaram o mesmo peso, dado que todos possuem a mesma funcionalidade de integração com outros sistemas. Conforme Figura 30.

Figura 30 - Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O segundo item se refere ao critério “Mesmo fornecedor do ERP”, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 31 apresenta os resultados.

Figura 31 - Vetor Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa

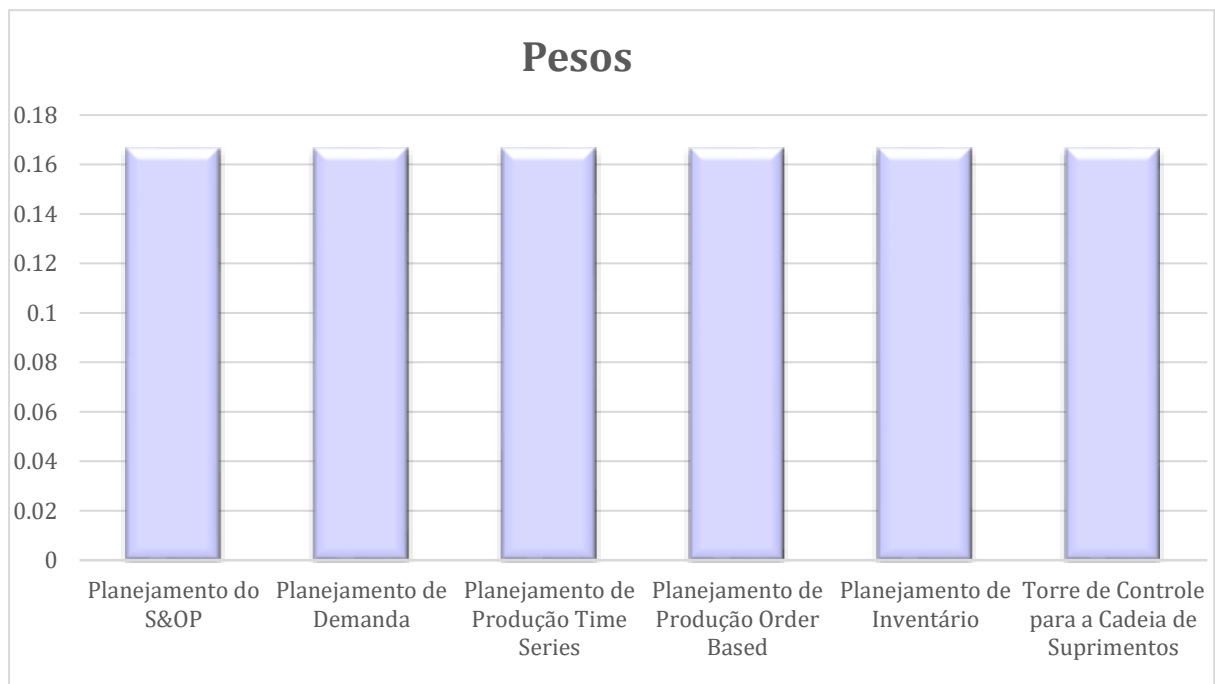
B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Time Series					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Time Series	1	1	1	1	1	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	1					
Planejamento de Demanda	1	1				
Planejamento de Produção Time Series	1	1	1			
Planejamento de Produção Order Based	1	1	1	1		
Planejamento de Inventário	1	1	1	1	1	
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	1	1	1	1	1	1
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667
Eai*	0					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Todos os módulos apresentaram o mesmo peso, dado que todos possuem o mesmo fornecedor e nesse caso a empresa já utiliza um ERP de um determinado fornecedor, assim como exemplo da empresa A. É possível diversificar a utilização de distintos fornecedores para o sistema APS. Conforme Figura 32.

Figura 32 - Pesos BWM para o Critério Mesmo Fornecedor do ERP - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O terceiro item se refere ao critério flexibilidade e adaptabilidade para o modelo de negócio, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 33 apresenta os resultados.

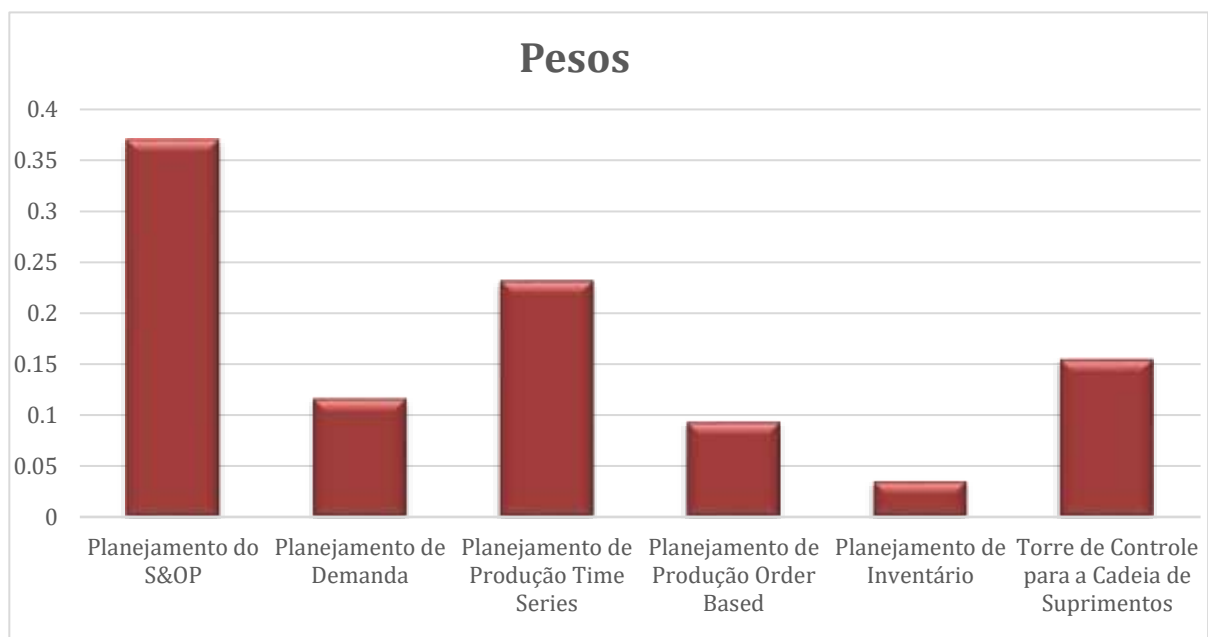
Figura 33 - Vetor Pesos BWM para o Critério Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio - Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	4	2	5	6	3
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	8					
Planejamento de Demanda	6					
Planejamento de Produção Time Series	3					
Planejamento de Produção Order Based	7					
Planejamento de Inventário	5					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	6					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.370656371	0.115830116	0.231660232	0.092664003	0.034749035	0.154440154
K _{ij} *	0.092664093					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento S&OP apresentou o maior peso com 0.37, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Time Series* com 0.23, o módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos com 0.15, pelo módulo Planejamento de Demanda com 0.11 e o módulo Planejamento de Produção *Order Based* 0.09. Conforme Figura 34.

Figura 34 - Pesos BWM para o Critério Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O quarto item se refere ao critério unificação da base de dados de planejamento, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 35 apresenta os resultados.

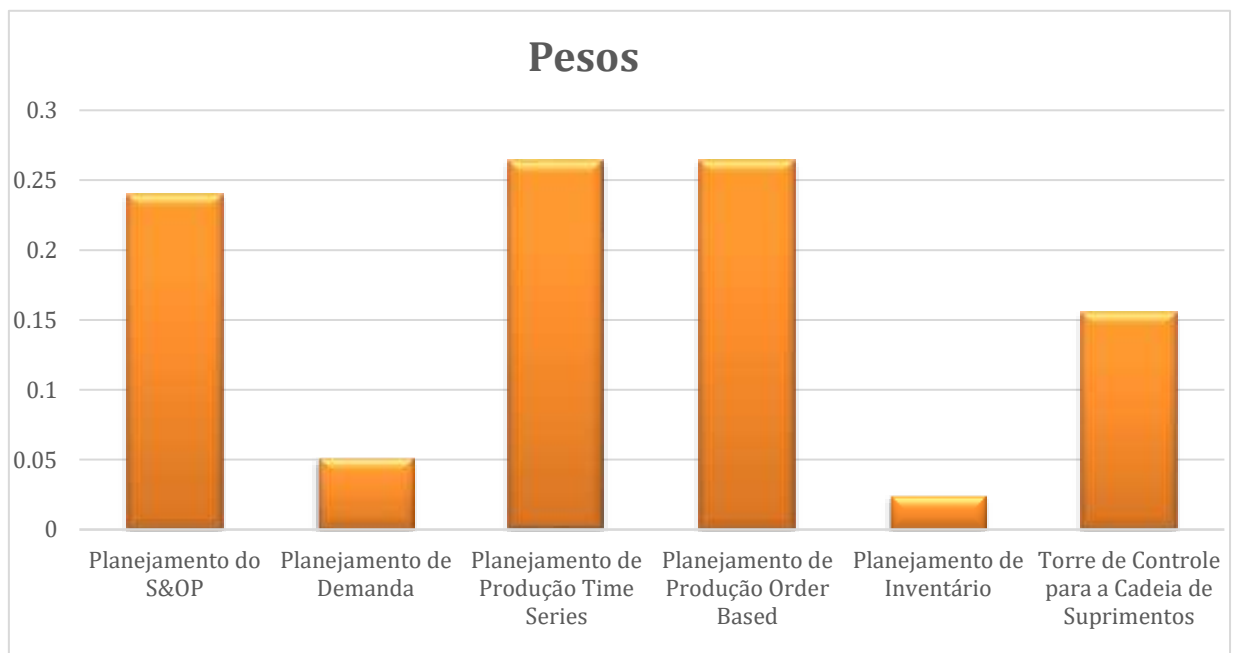
Figura 35 - Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados de Planejamento - Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Meior para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	6	1	1	7	2
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	7					
Planejamento de Demanda	5					
Planejamento de Produção Time Series	8					
Planejamento de Produção Order Based	11					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	7					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.240121581	0.051673733	0.26443769	0.26443769	0.024316109	0.155015198
KSI*	0.069908815					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento S&OP apresentou o maior peso com 0.37, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Time Series* com 0.23, o módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos com 0.15, pelo módulo Planejamento de Demanda com 0.11 e o módulo Planejamento de Produção *Order Based* com 0.09. Conforme Figura 36.

Figura 36 - Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados de Planejamento - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O quinto item se refere ao critério identifica as necessidades de produção, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 37 apresenta os resultados.

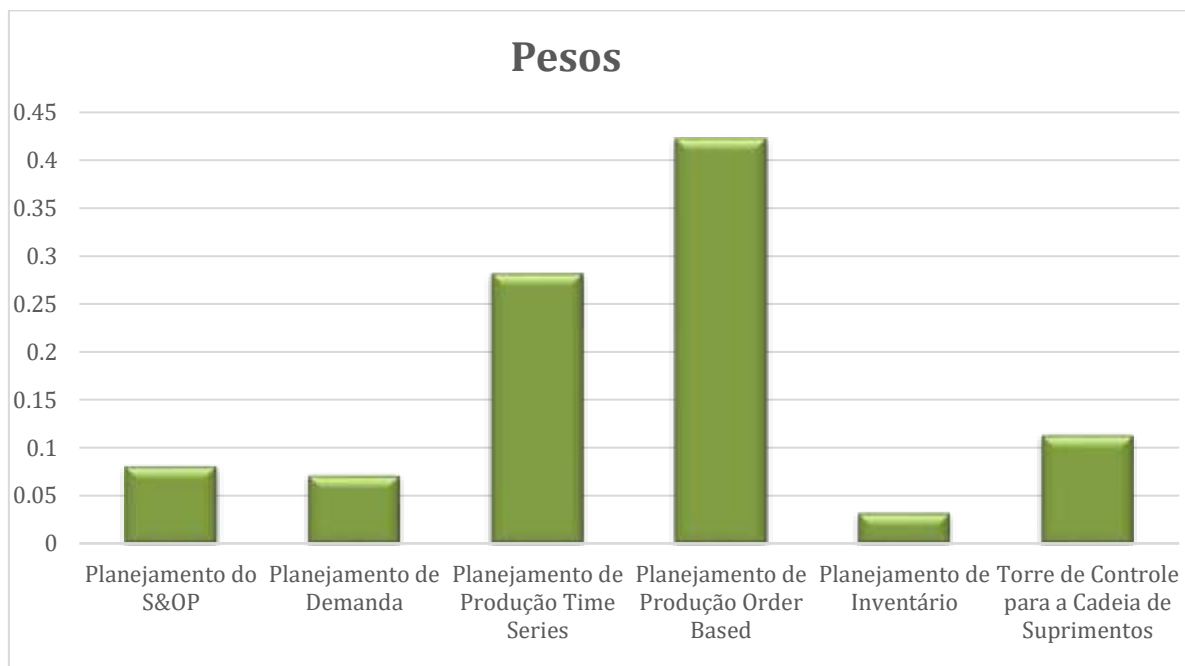
Figura 37 - Vetor Pesos BWM para o Critério Identifica as Necessidades de Produção - Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Order Based					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Order Based	7	8	2	1	0	5
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	7					
Planejamento de Demanda	5					
Planejamento de Produção Time Series	9					
Planejamento de Produção Order Based	9					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	6					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.080468818	0.070410216	0.281540884	0.423335957	0.031487798	0.112656346
$\sum w_i^*$	0.139945771					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Order Based* apresentou o maior peso com 0.42, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Time Series* com 0.28, o módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos com 0.11, pelo módulo Planejamento do S&OP com 0.08 e o módulo Planejamento de Demanda com 0.07. Conforme Figura 38.

Figura 38 - Pesos BWM para o Critério Identifica as Necessidades de Produção - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O sexto item se refere ao critério visibilidade das informações para longo, médio e curto prazo, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 39 apresenta os resultados.

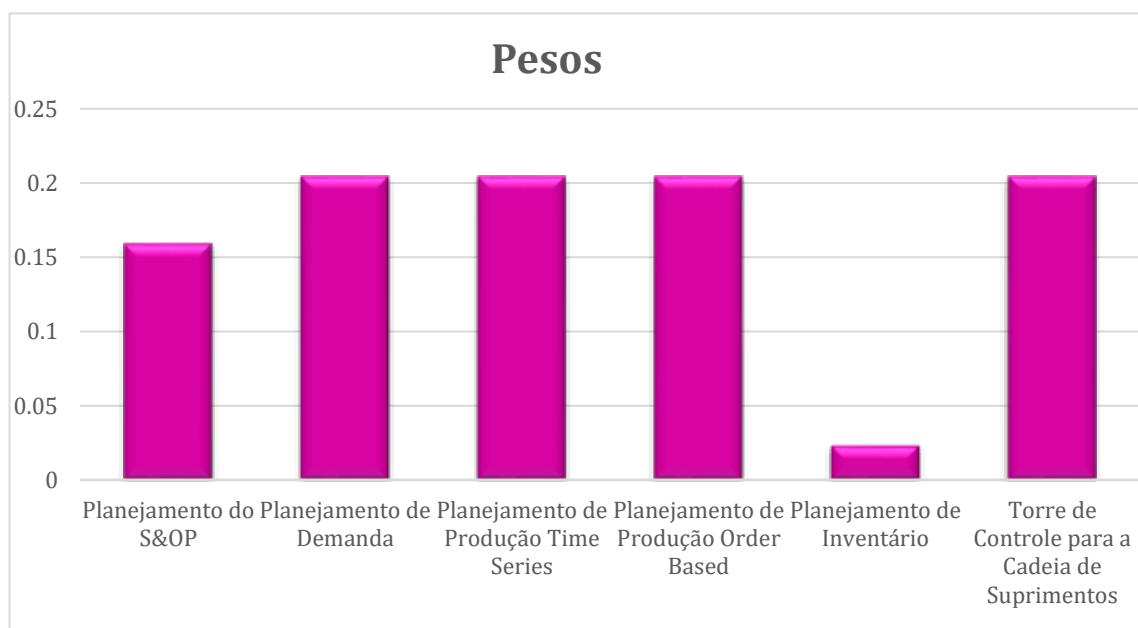
Figura 39 - Vetor Pesos BWM para o Critério Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo - Empresa B

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	1	1	1	5	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	9					
Planejamento de Demanda	9					
Planejamento de Produção Time Series	9					
Planejamento de Produção Order Based	9					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	9					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.139090909	0.204545455	0.204545455	0.204545455	0.0272727273	0.204545455
K _B *	0.045454545					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Order Based*, Planejamento de Produção *Time Series*, Planejamento de Demanda e o módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos apresentou o maior peso com 0.20 cada um, seguido pelo módulo Planejamento do S&OP com 0.15, e por fim o módulo Planejamento de Inventário com 0.02. Conforme Figura 40.

Figura 40 - Pesos BWM para o para o Critério Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Foi elaborada uma matriz de julgamento das alternativas, na qual são sintetizados os resultados de cada execução do método BWM, considerando o conjunto de funcionalidades de cada módulo em relação ao atendimento dos critérios estabelecidos pela empresa, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Matriz de Julgamento - Empresa B

	Integração de Dados com outros sistemas	Mesmo Fornecedor do ERP	Flexibilidade e Adaptabilidade para o Modelo de Negócio	Unificação da Base de Dados de Planejamento	Identifica as Necessidades de Produção	Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo
Pesos Critérios	0.070833333	0.033333333	0.329166667	0.2125	0.2125	0.141666667
Planejamento do S&OP	0.166666667	0.166666667	0.370656371	0.240121581	0.080468818	0.159090909
Planejamento de Demanda	0.166666667	0.166666667	0.115830116	0.051671733	0.070410216	0.204545455
Planejamento de Produção Time Series	0.166666667	0.166666667	0.231660232	0.26443769	0.281640864	0.204545455
Planejamento de Produção Order Based	0.166666667	0.166666667	0.092664093	0.26443769	0.423335957	0.204545455
Planejamento de Inventário	0.166666667	0.166666667	0.034749035	0.024316109	0.031487798	0.022727273
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.166666667	0.166666667	0.154440154	0.155015198	0.112656346	0.204545455
Soma Peso Módulos	1	1	1	1	1	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Na Tabela 6, de acordo com cada critério se apresenta qual o maior peso de cada alternativa (os módulos do sistema APS).

A matriz de decisão foi construída ponderando os pesos dos critérios (resultado do BWM) em relação a cada alternativa. Conforme Tabela 7.

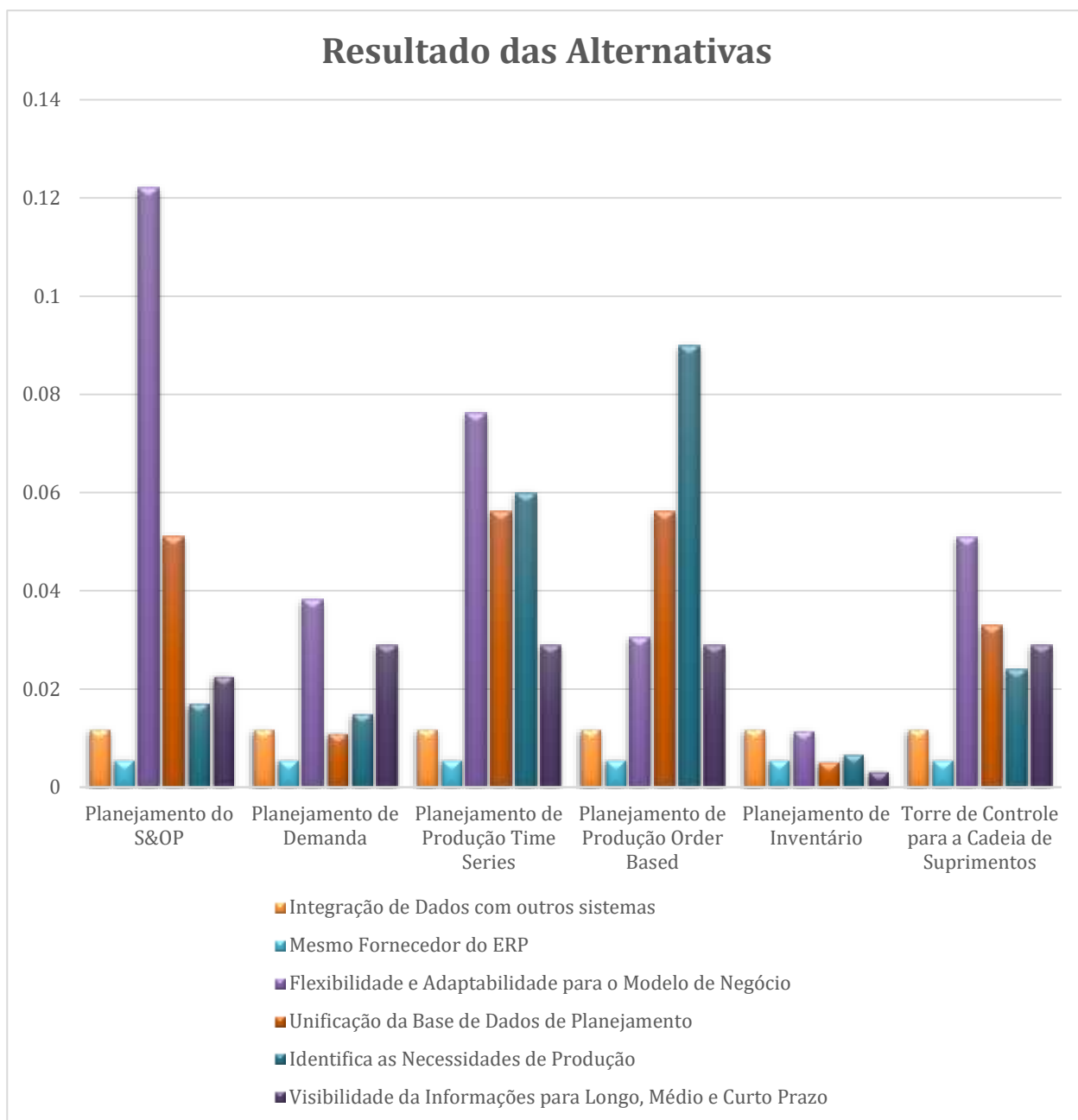
Tabela 7 - Matriz de Decisão - Empresa B

	Integração de Dados com outros sistemas	Mesmo Fornecedor do ERP	Flexibilidade e Adaptabilidade de para o Modelo de Negócio	Unificação da Base de Dados de Planejamento	Identifica as Necessidades de Produção	Visibilidade da Informações para Longo, Médio e Curto Prazo	Soma
Planejamento do S&OP	0.011805556	0.005555556	0.122007722	0.051025836	0.017099624	0.022537879	0.230032172
Planejamento de Demanda	0.011805556	0.005555556	0.038127413	0.010980243	0.014962171	0.028977273	0.110408211
Planejamento de Produção Time Series	0.011805556	0.005555556	0.076254826	0.056193009	0.059848684	0.028977273	0.238634903
Planejamento de Produção Order Based	0.011805556	0.005555556	0.030501931	0.056193009	0.089958891	0.028977273	0.222992214
Planejamento de Inventário	0.011805556	0.005555556	0.011438224	0.005167173	0.006691157	0.003219697	0.043877362
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.011805556	0.005555556	0.050836551	0.032940729	0.023939473	0.028977273	0.154055138
Peso	0.070833333	0.033333333	0.329166667	0.2125	0.2125	0.141666667	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Notou-se que o módulo planejamento do S&OP apresenta melhor alternativa quando se compara com o módulo planejamento de produção “*order based*” e os demais módulos. Conforme a Figura 41.

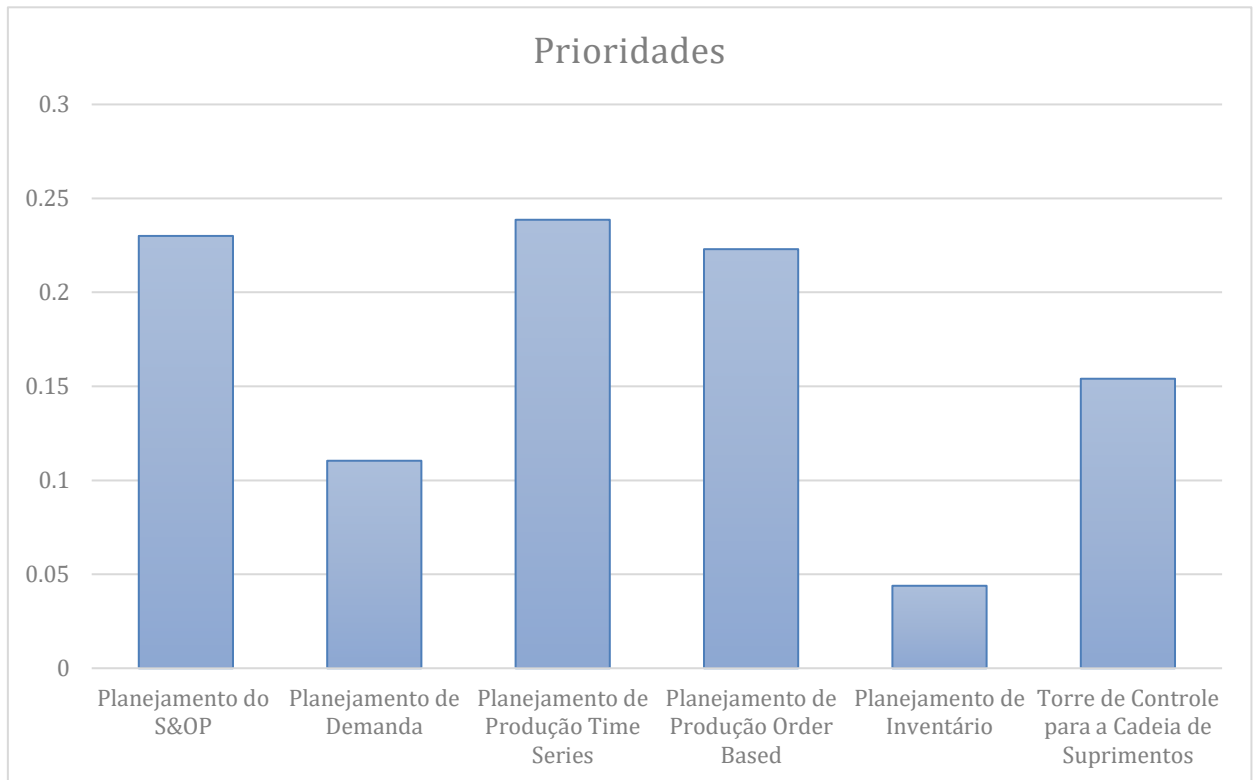
Figura 41 - Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Observa-se que o módulo Planejamento de Produção *Time Series* tem maior prioridade 23,9% e o módulo Planejamento do S&OP tem a segunda maior prioridade 23,0%, quando se observa a soma dos pesos. De acordo com Figura 42 a seguir.

Figura 42 – Prioridades - Empresa B



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

A priorização das alternativas, com base na importância atribuída em relação aos critérios previamente estabelecidos, facilita a compreensão dos resultados do método pelas demais partes envolvidas no processo decisório. Esse direcionamento possibilita uma comunicação mais clara e objetiva dos resultados.

De forma geral, a prioridade final obtida por meio do método de priorização proposto, fundamentado no *Best Worst Method* (BWM), demonstrou ser uma ferramenta eficaz para auxiliar na tomada de decisões de forma mais assertiva, sustentada por uma avaliação estruturada e pela consistência dos julgamentos realizados. Como resultado, o módulo recomendado foi o Planejamento de Produção Time Series (23,86%), por se destacar em relação aos demais módulos.

3.6 Aplicação do Método de Priorização - Empresa C

A organização C também requereu que quaisquer informações confidenciais fossem mantidas sob sigilo. Segundo dados do SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - 2020, esta empresa se qualifica como de pequeno porte pois apresentou no ano anterior, 2023 um faturamento de cerca de 2,3 milhões anuais, com atividades referentes ao setor de produção de alimentos. Possuindo 1 fábricas e 2 centros de distribuição ao longo do território nacional. Os negócios envolvem vendas apenas para consumidores finais.

Houve a condução de uma reunião com o grupo responsável pelo processo decisório, na qual foram apresentados o método e a proposta da presente pesquisa. Na sequência, iniciou-se a etapa de questionamentos, abordando, em primeiro lugar, os objetivos da empresa, seguida pela definição dos critérios e, posteriormente, das alternativas. A seleção dos critérios foi fundamentada nas necessidades organizacionais, com o propósito de aprimorar os resultados no processo de planejamento.

A aplicação contou com a participação de cinco indivíduos, cujos perfis estão descritos na Tabela 8.

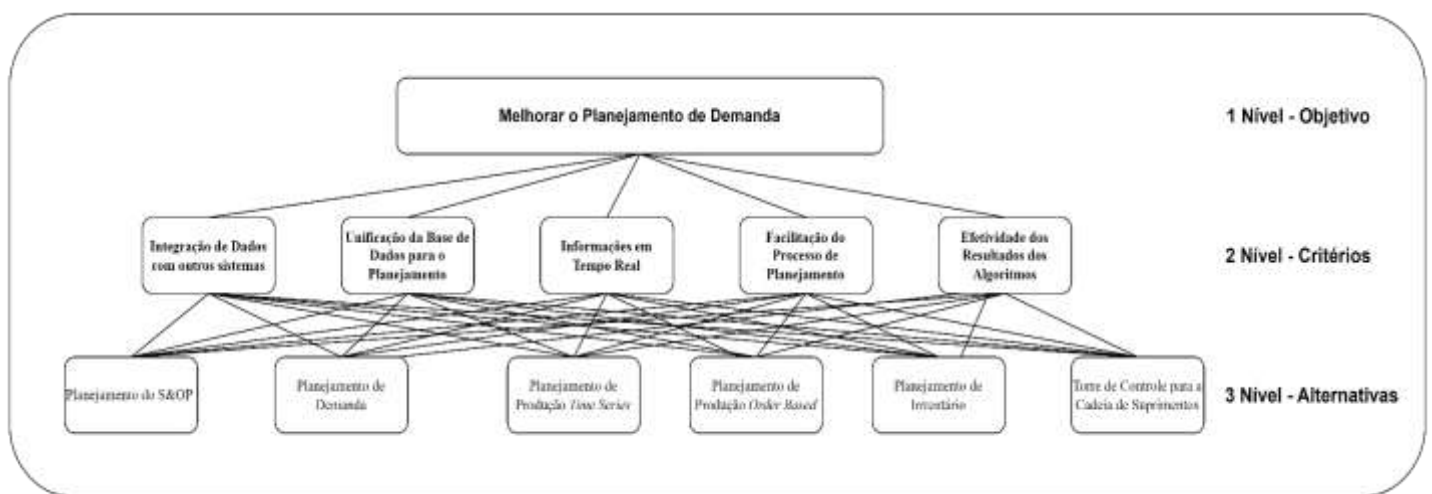
Tabela 8 - Perfil dos Respondentes - Empresa C

Função	Tempo de Trabalho na Empresa	Formação Acadêmica
Gerente de Tecnologia da Informação	22 anos	MBA em Finanças
Analista Sênior de Tecnologia da Informação	11 anos	MBA em Gestão de Projetos
Gerente de Planejamento	12 anos	MBA em Negócios Internacionais
Analista de Planejamento	4 anos	MBA em Engenharia
Coordenador de Vendas	2 anos	MBA em Marketing

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O objetivo é melhorar o planejamento da demanda, dadas as alternativas disponíveis, para isso, foram selecionadas, os módulos dos sistemas APS. Os critérios para a seleção das alternativas considerados pertinentes para o problema foram: (i) Integração de Dados com outros sistemas, (ii) Unificação da base de dados para o planejamento, (iii) Integração em Tempo Real, (iiii) Facilitação do Processo de Planejamento e (iiiii) Efetividade dos resultados dos algoritmos. A hierarquia da decomposição do problema está apresentada na Figura 43.

Figura 43 - Decomposição do Problema - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Utilizou-se uma planilha eletrônica (REZAEI, 2016) com a função solver do software Microsoft Excel para que fossem imputadas as comparações de cada uma das alternativas relativas aos critérios e dos critérios entre si.

A Figura 44 apresenta o resultado do método para identificar qual critério tem o maior peso, após a reunião com o grupo de respondentes da pesquisa. A escala aplicada foi obtida por meio de um consenso de todos os membros do grupo. Após o *input* das informações, o solver foi executado.

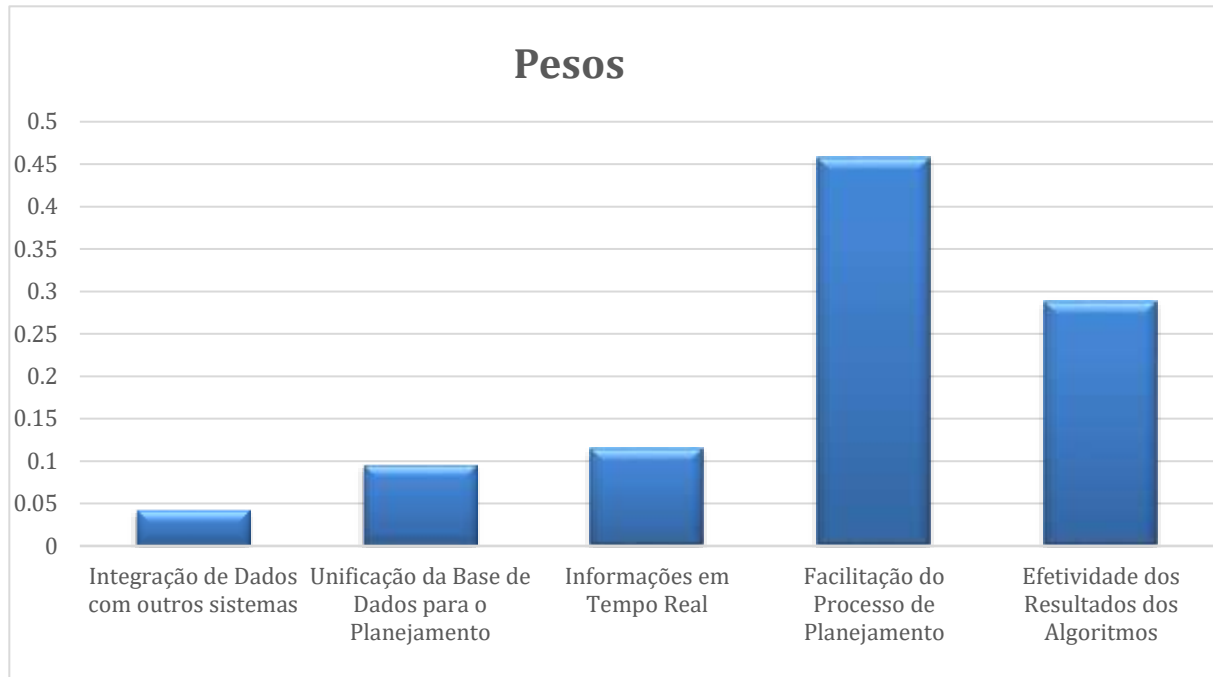
Figura 44 - Vetor Pesos BWM para os Critérios - Empresa C

Número de Critérios = 5	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5
Critérios	Integração de Dados com outros sistemas	Unificação da Base de Dados para o Planejamento	Informações em Tempo Real	Facilitação do Processo de Planejamento	Efetividade dos Resultados dos Algoritmos
Selecionar o Melhor	Facilitação do Processo de Planejamento				
Selecionar o Pior	Integração de Dados com				
Melhor para os Outros	Integração de Dados com outros sistemas	Unificação da Base de Dados para o Planejamento	Informações em Tempo Real	Facilitação do Processo de Planejamento	Efetividade dos Resultados dos Algoritmos
Facilitação do Processo de Planejamento	8	6	5	1	2
Outros para o Pior	Integração de Dados com outros sistemas				
Integração de Dados com outros sistemas	1				
Unificação da Base de Dados para o Planejamento	5				
Informações em Tempo Real	4				
Facilitação do Processo de Planejamento	8				
Efetividade dos Resultados dos Algoritmos	9				
Pesos	Integração de Dados com outros sistemas	Unificação da Base de Dados para o Planejamento	Informações em Tempo Real	Facilitação do Processo de Planejamento	Efetividade dos Resultados dos Algoritmos
	0.042643923	0.095948827	0.115138595	0.458422175	0.287846482
Ksi*	0.117270789				

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O critério “Facilitação do Processo de Planejamento” apresentou o maior peso com 0.45, seguido pelo critério “Efetividade dos Resultados dos Algoritmos” com 0,28, logo em seguida “Informações em Tempo Real” com 0,11, seguido por “Unificação da Base de Dados para o Planejamento” com 0.09 e por fim “Integração de Dados com outros sistemas” com 0,04. Conforme Figura 45.

Figura 45 - Pesos BWM para os Critérios - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Posteriormente a essa etapa, foi realizado o processo para obter o resultado do artefato, com base na explicação detalhada de cada módulo e suas funcionalidades no cálculo do peso atribuído às alternativas. Dessa forma, o método BWM foi aplicado a todos os critérios em relação às alternativas (módulos dos sistemas APS). O primeiro item foi a referente sobre o critério Integração de Dados com outros Sistemas, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 46 apresenta os resultados.

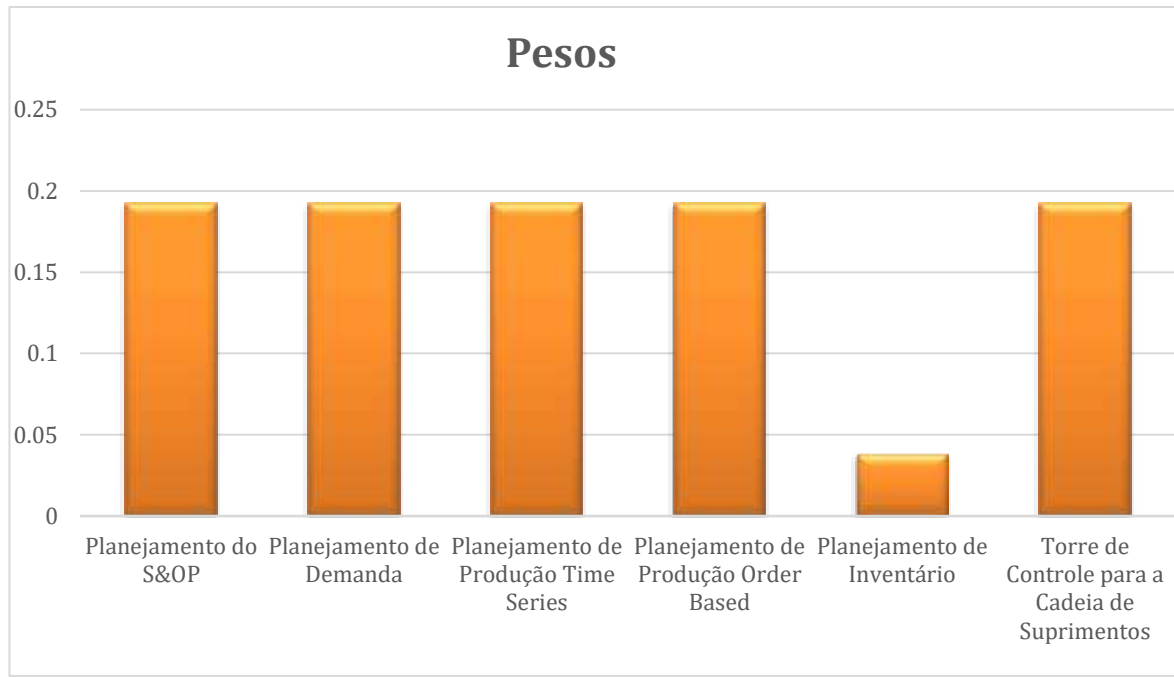
Figura 46 - Vetor Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa C

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento do S&OP					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento do S&OP	1	1	1	1	6	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	6					
Planejamento de Demanda	4					
Planejamento de Produção Time Series	4					
Planejamento de Produção Order Based	4					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	4					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.192307692	0.192307692	0.192307692	0.192307692	0.038461538	0.192307692
Ksi*	0.038461538					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Todos os módulos apresentaram o mesmo peso, dado que todos possuem a mesma funcionalidade de integração com outros sistemas. Conforme Figura 47.

Figura 47 - Pesos BWM para o Critério Integração de Dados com outros Sistemas - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O segundo item se refere ao critério unificação da base de dados para o planejamento, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 48 apresenta os resultados.

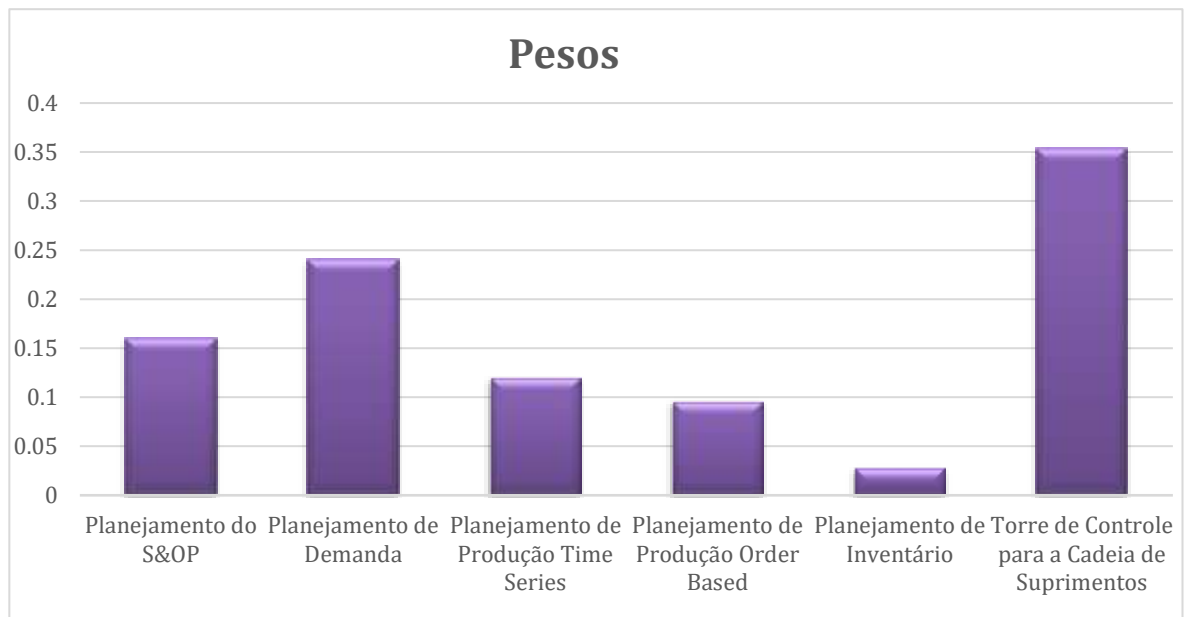
Figura 48 - Vetor Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados para o Planejamento - Empresa C

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	3	2	4	5	6	1
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	5					
Planejamento de Demanda	5					
Planejamento de Produção Time Series	7					
Planejamento de Produção Order Based	8					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	11					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.16064257	0.240963855	0.120481928	0.096389542	0.02811245	0.353413655
K _{ij} *	0.128514056					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos apresentou o maior peso com 0.35, seguido pelo módulo Planejamento da Demanda com 0.24 e o módulo Planejamento do S&OP com 0.16. Conforme Figura 49.

Figura 49 - Pesos BWM para o Critério Unificação da Base de Dados para o Planejamento - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O terceiro item se refere ao critério informações em tempo real, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 50 apresenta os resultados.

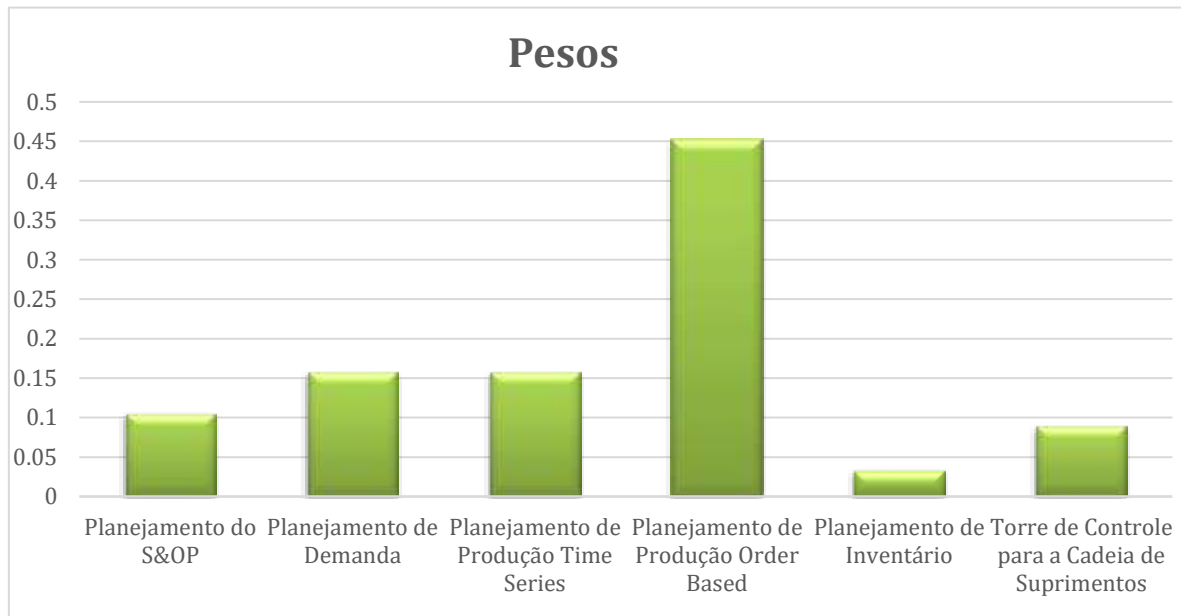
Figura 50 - Vetor Pesos BWM para o Critério Informações em Tempo Real - Empresa C

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Produção Order Based					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Produção Order Based	6	4	4	1	8	7
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	5					
Planejamento de Demanda	6					
Planejamento de Produção Time Series	6					
Planejamento de Produção Order Based	9					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	8					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.105660377	0.158490566	0.158490566	0.452830189	0.033962264	0.090566038
Ksi*	0.181132075					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Produção *Order Based* apresentou o maior peso com 0.45, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Time Serie* e o módulo Planejamento de Demanda com 0.15 cada um. Conforme Figura 51.

Figura 51 - Pesos BWM para o Critério Informações em Tempo Real - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O quarto se refere ao critério facilitação do processo de planejamento, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 52 apresenta os resultados.

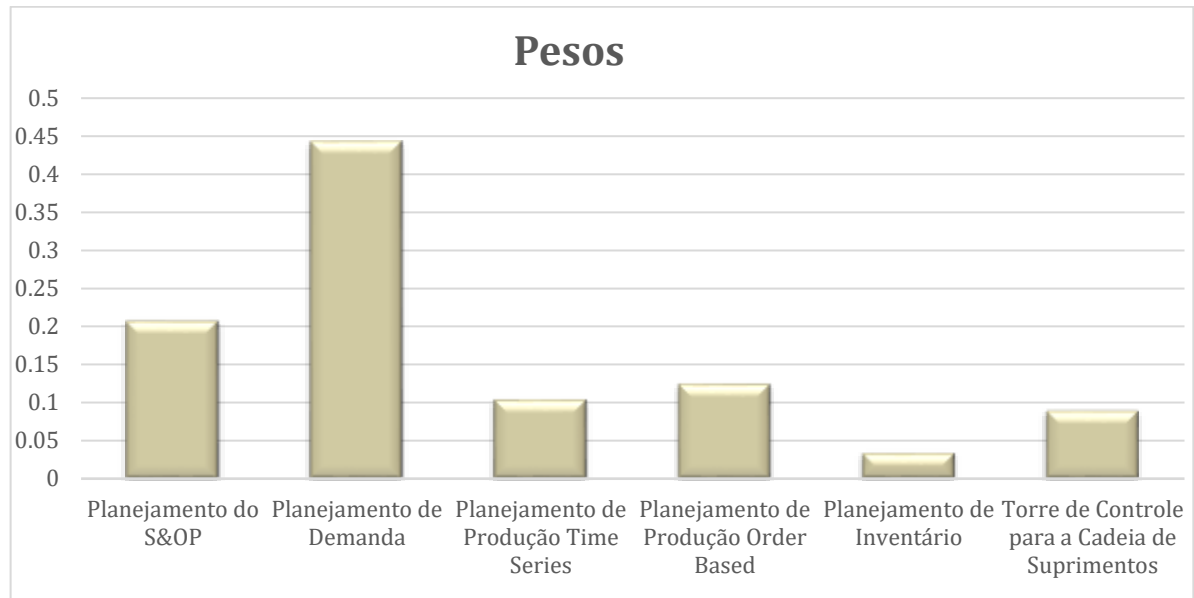
Figura 52 - Vetor Pesos BWM para o Critério Facilitação do Processo de Planejamento - Empresa C

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Demanda					
Selecionar o Pior	Planejamento de Inventário					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Demanda	3	1	6	5	8	7
Outros para o Pior	Planejamento de Inventário					
Planejamento do S&OP	6					
Planejamento de Demanda	8					
Planejamento de Produção Time Series	7					
Planejamento de Produção Order Based	7					
Planejamento de Inventário	1					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	8					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.206947524	0.44345898	0.103473762	0.124168534	0.033259424	0.088691796
K _{SI} *	0.177383592					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Demanda apresentou o maior peso com 0.44, seguido pelo módulo Planejamento do S&OP com 0.20 e o módulo Planejamento de Produção *Order Based* com 0.12. Conforme Figura 53.

Figura 53 - Pesos BWM para o Facilitação do Processo de Planejamento - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O cinco item se refere ao critério efetividade dos resultados dos algoritmos, sendo avaliado de acordo com cada alternativa. A Figura 54 apresenta os resultados.

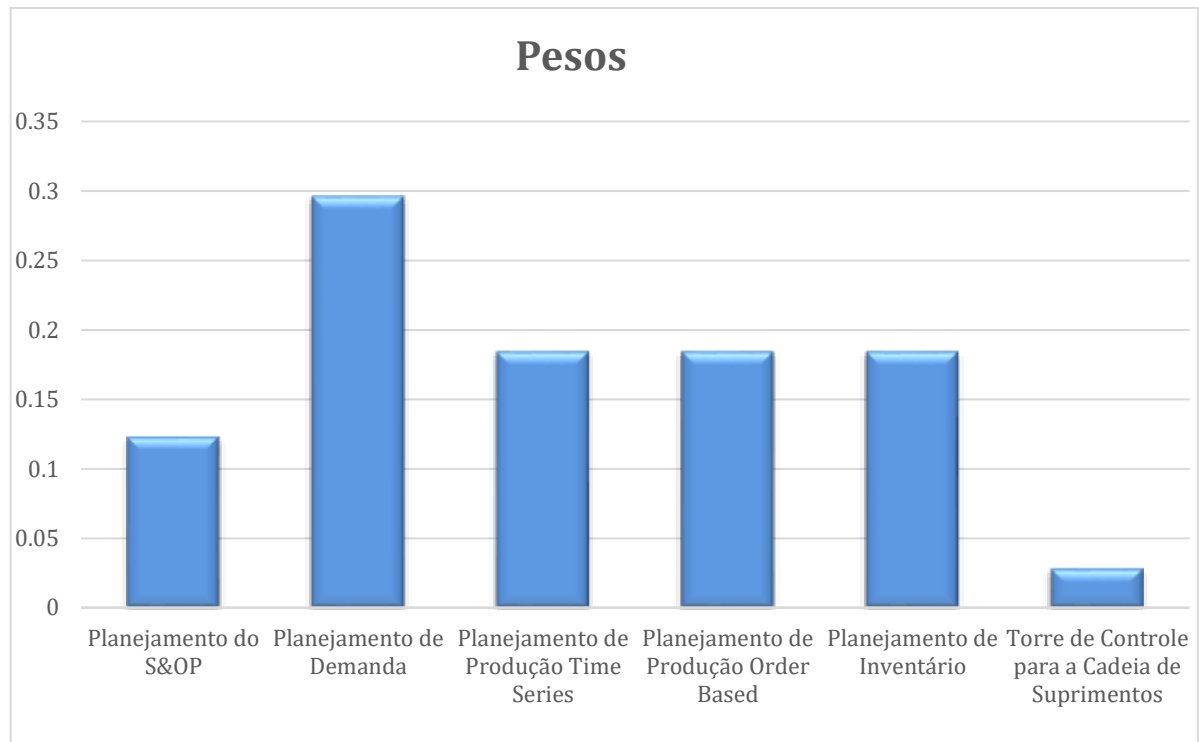
Figura 54 - Vetor Pesos BWM para o Critério Efetividade dos Resultados dos Algoritmos - Empresa C

Número de Critérios = 6	Critérios 1	Critérios 2	Critérios 3	Critérios 4	Critérios 5	Critérios 6
Critérios	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Selecionar o Melhor	Planejamento de Demanda					
Selecionar o Pior	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos					
Melhor para os Outros	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
Planejamento de Demanda	3	1	2	2	2	6
Outros para o Pior	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos					
Planejamento do S&OP	7					
Planejamento de Demanda	8					
Planejamento de Produção Time Series	9					
Planejamento de Produção Order Based	9					
Planejamento de Inventário	8					
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	1					
Pesos	Planejamento do S&OP	Planejamento de Demanda	Planejamento de Produção Time Series	Planejamento de Produção Order Based	Planejamento de Inventário	Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos
	0.122805028	0.296489385	0.184357542	0.184357542	0.184357542	0.027932961
Σw*	0.072625698					

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

O módulo Planejamento de Demanda apresentou o maior peso com 0.29, seguido pelo módulo Planejamento de Produção *Order Based*, Planejamento de Produção *Times Series* e Planejamento de Inventário com 0.18 cada um. Conforme Figura 55.

Figura 55 - Pesos BWM para o Critério Efetividade dos Resultados dos Algoritmos - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Foi elaborada uma matriz de julgamento das alternativas, na qual são sintetizados os resultados de cada execução do método BWM, considerando o conjunto de funcionalidades de cada módulo em relação ao atendimento dos critérios estabelecidos pela empresa, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Matriz de Julgamento - Empresa C

	Integração de Dados com outros sistemas	Unificação da Base de Dados para o Planejamento	Informações em Tempo Real	Facilitação do Processo de Planejamento	Efetividade dos Resultados dos Algoritmos
Pesos Critérios	0.042643923	0.095948827	0.115138593	0.458422175	0.287846482
Planejamento do S&OP	0.192307692	0.16064257	0.105660377	0.206947524	0.122905028
Planejamento de Demanda	0.192307692	0.240963855	0.158490566	0.44345898	0.296089385
Planejamento de Produção <i>Time Series</i>	0.192307692	0.120481928	0.158490566	0.103473762	0.184357542
Planejamento de Produção <i>Order Based</i>	0.192307692	0.096385542	0.452830189	0.124168514	0.184357542
Planejamento de Inventário	0.038461538	0.02811245	0.033962264	0.033259424	0.184357542
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.192307692	0.353413655	0.090566038	0.088691796	0.027932961
Soma Peso Módulos	1	1	1	1	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Na Tabela 9, de acordo com cada critério se apresenta qual o maior peso de cada alternativa (os módulos do sistema APS).

A matriz de decisão foi construída ponderando os pesos dos critérios (resultado do BWM) em relação a cada alternativa. Conforme Tabela 10.

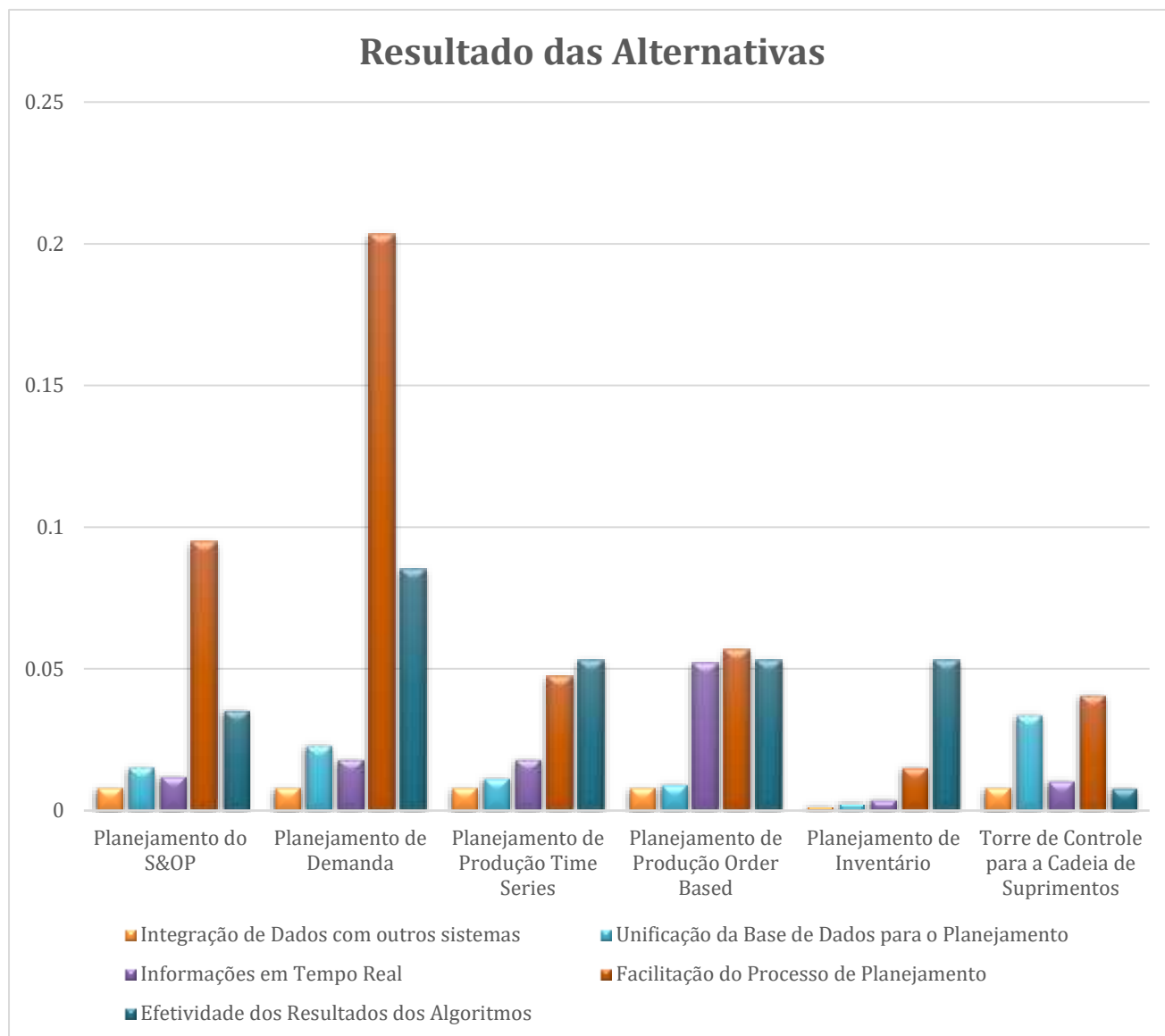
Tabela 10 - Matriz de Decisão - Empresa C

	Integração de Dados com outros sistemas	Unificação da Base de Dados para o Planejamento	Informações em Tempo Real	Facilitação do Processo de Planejamento	Efetividade dos Resultados dos Algoritmos	Soma
Planejamento do S&OP	0.008200754	0.015413466	0.012165587	0.094869334	0.03537778	0.166026922
Planejamento de Demanda	0.008200754	0.023120199	0.018248381	0.20329143	0.085228288	0.338089053
Planejamento de Produção <i>Time Series</i>	0.008200754	0.0115601	0.018248381	0.047434667	0.05306667	0.138510572
Planejamento de Produção <i>Order Based</i>	0.008200754	0.00924808	0.052138231	0.0569216	0.05306667	0.179575335
Planejamento de Inventário	0.001640151	0.002697357	0.003910367	0.015246857	0.05306667	0.076561402
Torre de Controle para a Cadeia de Suprimentos	0.008200754	0.033909626	0.010427646	0.040658286	0.008040405	0.101236717
Peso	0.042643923	0.095948827	0.115138593	0.458422175	0.287846482	1

Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Notou-se que o módulo Planejamento de Demanda apresenta melhor alternativa quando se compara com o módulo planejamento do S&OP e os demais módulos. Conforme a Figura 56.

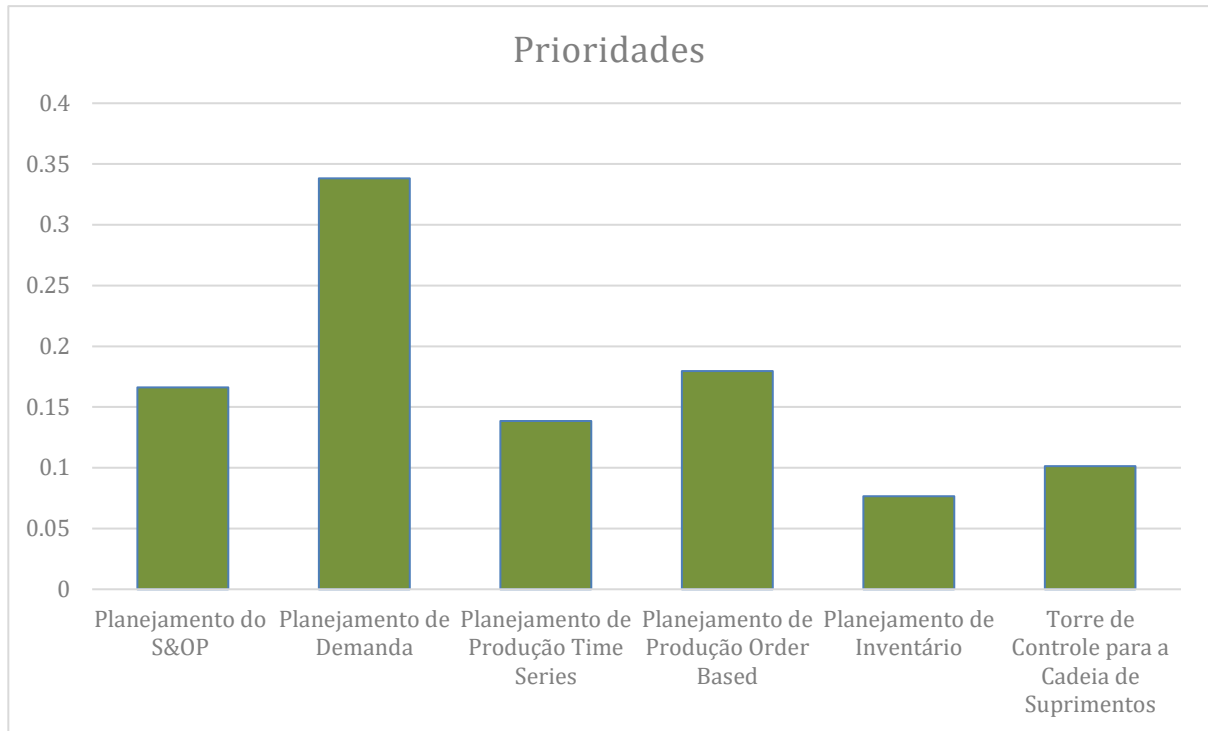
Figura 56 - Resultados das Alternativas x Critérios - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

Observa-se que o módulo Planejamento de Demanda tem maior prioridade 33,8% e o módulo Planejamento Produção *Order Based* tem a segunda maior prioridade 17,9%, quando se observa a soma dos pesos. De acordo com Figura 57 a seguir.

Figura 57 - Prioridades - Empresa C



Fonte: Resultado da Pesquisa (2025)

A priorização das alternativas, com base na importância atribuída em relação aos critérios previamente estabelecidos, facilita a compreensão dos resultados do método pelas demais partes envolvidas no processo decisório. Esse direcionamento possibilita uma comunicação mais clara e objetiva dos resultados.

De forma geral, a prioridade final obtida por meio do método de priorização proposto, fundamentado no *Best Worst Method* (BWM), demonstrou ser uma ferramenta eficaz para auxiliar na tomada de decisões de forma mais assertiva, sustentada por uma avaliação estruturada e pela consistência dos julgamentos realizados. Como resultado, o módulo recomendado foi o Planejamento de Demanda (33,80%), por se destacar em relação aos demais módulos.

A aplicação do método nas três empresas, evidenciou a flexibilidade e a robustez da proposta, adaptando-se a contextos distintos e refletindo, em cada caso, as prioridades específicas de seus ambientes organizacionais. A Empresa A apresentou um foco em critérios relacionados à integração de dados e tempo de reação às mudanças, sinalizando uma necessidade urgente de resposta ágil e conectividade operacional ao planejamento, a Empresa B destacou como mais relevantes os critérios vinculados à visibilidade da informação e flexibilidade para o modelo de negócios, características alinhadas a uma abordagem estratégica

e de médio prazo. Já a Empresa C priorizou critérios como efetividade dos resultados dos algoritmos e informações em tempo real, demonstrando uma orientação mais operacional. A análise conjunta dos resultados reforça que, embora cada empresa tenha atribuído pesos diferentes aos critérios, o método mostrou-se eficiente em capturar essas necessidades e proporcionar uma priorização adequada a com a respectivas necessidades. Além disso, a possibilidade de customização dos critérios contribuiu para engajar os participantes e validar a aplicabilidade do método. Assim, o método proposto revelou-se particularmente adequado a contextos empresariais caracterizados por múltiplos objetivos e pela necessidade de decisões ágeis e fundamentadas.

3.7 Avaliação

Nessa etapa se apresenta o processo de avaliação do método proposto nesta pesquisa, com o objetivo de verificar sua adequação aos critérios de eficácia, consistência e usabilidade, conforme estabelecido no Design Science Research (DSR). A avaliação se aplica com o intuito de compreender se o método de priorização proposto nesta pesquisa atende aos requisitos funcionais e práticos necessários para suportar a tomada de decisão de priorização de forma eficiente e intuitiva.

Para a avaliação foram definidos critérios com base nas características do método e nas percepções dos usuários. Os critérios foram:

- **Precisão:** Avaliar se o produto reflete corretamente as prioridades com base nos dados e critérios estabelecidos.
- **Consistência:** Verificar a uniformidade dos resultados de priorização, especialmente em cenários semelhantes.
- **Usabilidade:** Analisar a facilidade de uso do produto para os envolvidos no processo de tomada de decisão.
- **Satisfação do Usuário:** Identificar a percepção dos usuários sobre o valor gerado pela priorização no contexto de decisões práticas.

O método de avaliação foi por meio da realização de uma sessão remota para coletar opiniões e percepções de usuários de cada empresa sobre os resultados do método durante o processo de execução da pesquisa.

Para garantir uma coleta de opiniões reais, dos entrevistados foi esclarecido o propósito da pesquisa e os entrevistados foram informados sobre as motivações do estudo. As mesmas perguntas foram aplicadas para todas as empresas.

3.7.1 Avaliação Empresa A

A avaliação na Empresa A foi conduzida com a equipe diretamente envolvida no processo de aplicação do método, totalizando quatro participantes. O processo avaliativo teve uma duração aproximada de 30 minutos, sendo essencial para a coleta de percepções qualitativas relevantes. Destaca-se que o grupo era composto por profissionais com ampla experiência no mercado em suas respectivas áreas de atuação tais como o gerente de projeto de tecnologia da informação com 25 anos de experiência, o coordenador da área de planejamento com 16 anos de experiência, o especialista de tecnologia com 17 anos de experiência e o analista sênior de planejamento com 12 anos de experiência profissional no total, o que conferiu maior robustez às opiniões coletadas. Além disso essa equipe possuía experiências com outras empresas de diferentes segmentos. Essa equipe possuía um tempo médio na empresa atual de 3 anos.

A primeira questão abordou a usabilidade da ferramenta: “Qual a sua percepção sobre a usabilidade da ferramenta?”. A pergunta foi feita diretamente aos participantes e consequentemente logo em seguida foram coletados os *feedbacks* de cada questão. Os participantes convergiram na avaliação de que a ferramenta apresenta elevada facilidade de uso. E comentaram que poderia utilizar a método inclusive para outros sistemas. No entanto, ressaltaram que esse resultado pode estar relacionado ao fato de que o grupo já possui familiaridade com os módulos da plataforma, uma vez que a empresa já utiliza algumas funcionalidades e está em processo de implementação de novos módulos. Esse aspecto pode indicar uma curva de aprendizagem reduzida para usuários experientes, mas requer uma análise mais aprofundada para novos usuários.

A segunda questão investigou a precisão da ferramenta: “Qual a sua opinião sobre a precisão da ferramenta?”. Os participantes relataram que o método apresentou um elevado nível de precisão, validando, assim, a escolha previamente realizada para um projeto com previsão de início no meio do ano. Adicionalmente, 2 respondentes: o gerente de projeto e o coordenador destacaram que o método possui alta precisão se as empresas tiveram bem claro seus objetivos

e critérios, porque às vezes, na hora de pontuação, pode gerar confusão. Dessa forma, os resultados obtidos não apenas confirmam a precisão da ferramenta, mas também evidenciam seu potencial para aplicação em diferentes cenários.

A terceira questão tratou da consistência do método: “Qual a sua opinião sobre a consistência da ferramenta?”. Os respondentes concordaram que a ferramenta demonstrou um alto nível de consistência, especialmente em relação à fidelidade dos resultados aos inputs fornecidos. Porque apresentam resultados úteis. Contudo, houve a possibilidade de se aprofundar também em outras funcionalidades da ferramenta, o que contribui para despertar possibilidade de melhoria no processo da empresa. Essa percepção é relevante para a aplicação do método em cenários de análise quantitativa e qualitativa. Novamente foi citado pelo gerente que há a necessidade de ter bem definidos seus objetivos e critérios, para que o método gere uma consistência em um nível adequado.

A quarta questão avaliou a satisfação do usuário: “Qual a sua opinião sobre a satisfação com o uso da ferramenta?”. Os participantes reiteraram a percepção de consistência e precisão da ferramenta, no entanto, apontaram que o correto entendimento da escala utilizada é essencial para a definição precisa dos parâmetros. Esse apontamento sugere a necessidade de suporte adicional para usuários menos experientes. Contudo afirmaram que o método gera um resultado claro e reflete a opinião do grupo.

Por fim, os participantes discutiram aspectos de melhoria da ferramenta. Foi sugerida a inclusão de uma explicação mais detalhada sobre a escala utilizada, a fim de facilitar seu entendimento e promover uma aplicação mais intuitiva. Essa sugestão reforça a importância da usabilidade e da acessibilidade da ferramenta, especialmente para novos usuários.

Os resultados da avaliação indicam que a ferramenta foi aceita pelo time, demonstrando alto nível de usabilidade, precisão e consistência. No entanto, a recomendação de aprimoramento na documentação da escala utilizada evidencia a necessidade de ajustes para ampliar a acessibilidade e a confiabilidade na aplicação do método.

3.7.2 Avaliação Empresa B

A avaliação foi conduzida com a equipe diretamente envolvida no processo de aplicação do método, totalizando quatro participantes. O processo avaliativo teve uma duração aproximada de 50 minutos, sendo essencial para a coleta de percepções qualitativas relevantes.

Destaca-se que o grupo era composto por profissionais com ampla experiência no mercado em suas respectivas áreas de atuação, o coordenador de projetos com 17 anos de experiência, o coordenador comercial com 11 anos de experiência, o especialista de tecnologia da informação com 21 anos de experiência e o analista sênior de planejamento e controle da produção com 13 anos de experiência profissional no total. Tal experiência, conferiu maior robustez às opiniões coletadas. Além disso, os participantes possuíam um longo histórico de atuação na empresa, o que permitiu que suas respostas refletissem de maneira fiel a cultura organizacional.

A primeira questão investigou a usabilidade da ferramenta: “Qual a sua percepção sobre a usabilidade da ferramenta?”. Os entrevistados comentaram que a ferramenta apresenta um alto nível de facilidade de aplicação. Destacaram que a interface usada no aplicativo Microsoft Excel para apresentar o método e determinar as preferências e os pesos é intuitiva e possui simplicidade. Por outro lado, o especialista e o coordenador comercial sugeriram pequenas melhorias na personalização de funcionalidades, a fim de torná-la ainda mais alinhada às necessidades específicas de cada usuário. Tal como incluir uma breve descrição de cada campo do método.

A segunda questão investigou a exatidão da ferramenta: “Qual a sua opinião sobre a precisão da ferramenta?”. Os participantes relataram que o método demonstrou um elevado grau de precisão para apoiar na tomada de decisão. Contudo há a necessidade de um conhecimento detalhado das funcionalidades dos módulos para facilitar a definição da escala de modo adequado porque alguns módulos possuem funcionalidades próximas. Também reforçaram que além disso as pessoas precisam ter conhecimento de planejamento da cadeia de suprimentos para atender os conceitos das funcionalidades.

A terceira questão abordou a consistência do método: “Qual a sua opinião sobre a consistência da ferramenta?”. Os respondentes concordaram que a ferramenta apresentou um alto nível de coerência, especialmente no que se refere à fidelidade dos resultados aos dados inseridos, considerando o contexto da empresa. O coordenador comercial destacou o diferencial e possibilidade de poder inserir os critérios diretamente, assim sendo, um método que se ajusta conforme as necessidades. Considerando que o cenário é de rápidas mudanças, eles poderiam ajustar os critérios e o peso e o método assim poderia gerar outro resultado.

A quarta questão avaliou a satisfação do usuário: “Qual a sua opinião sobre a satisfação com o uso da ferramenta?”. Os participantes reafirmaram a percepção de coerência e exatidão da ferramenta. Entretanto, destacaram que o correto entendimento das funcionalidades de cada módulo é imprescindível para a definição precisa. Esse apontamento sugere a necessidade de

suporte adicional para usuários menos experientes. A satisfação foi especialmente observada entre os usuários da área de negócios, que conseguiram extrair importantes *insight* a partir da aplicação do método.

Por fim, os participantes discutiram aspectos de aprimoramento da ferramenta. Foi sugerida a inclusão de uma descrição mais detalhada sobre as funcionalidades dos módulos e qual nível de maturidade de planejamento da cadeia de suprimentos, a empresa deve possuir para a utilização de cada funcionalidade.

Os resultados da avaliação indicam que a ferramenta foi aceita pelos entrevistados, demonstrando um elevado grau de usabilidade. No entanto, há algumas recomendações de aprimoramento da ferramenta, evidenciando a necessidade de ajustes para ampliar a acessibilidade e a confiabilidade na aplicação do método.

3.7.3 Avaliação Empresa C

A análise foi realizada com a equipe diretamente envolvida na implementação do método, composta por cinco participantes. O processo avaliativo teve uma duração aproximada de 30 minutos, sendo fundamental para a obtenção de percepções qualitativas pertinentes. Ressalta-se que o grupo era formado por profissionais com ampla experiência de mercado, o gerente de tecnologia da informação com 28 anos de experiência, o analista sênior de tecnologia da informação com 13 anos de experiência, o gerente de planejamento com 15 anos de experiência, o analista de planejamento com 5 anos de experiência e o coordenador de vendas com 10 anos de experiência profissional no total em suas respectivas áreas de atuação, conferindo maior consistência às opiniões coletadas. Ademais, os participantes possuíam um extenso histórico de atuação na empresa, o que possibilitou que suas respostas refletissem fielmente a cultura organizacional.

A primeira questão investigou a usabilidade da ferramenta: “Qual a sua percepção sobre a usabilidade da ferramenta?”. Os entrevistados relataram que a ferramenta apresenta uma interface intuitiva e de fácil navegação. Além disso, a curva de aprendizado foi considerada alta, permitindo os usuários se adaptassem rapidamente ao seu funcionamento. Assim foi comentado como ocorre com a empresa A que haveria a possibilidade de adaptar o método para aplicar para outros sistemas. Se destacando como uma solução prática e acessível conforme o contexto analisado.

A segunda questão analisou a exatidão da ferramenta: “Qual a sua opinião sobre a precisão da ferramenta?”. Os participantes afirmaram que o método demonstrou uma alta precisão e que contempla o contexto da empresa, consideraram isso muito importante, porque é uma ferramenta modular para cada necessidade. Sendo um dos seus maiores pontos fortes. A alta precisão dos resultados, aliada à flexibilidade do sistema modular, foi vista como um fator crucial para atender às diferentes necessidades e exigências da empresa. O resultado gerando foi conciso para o objetivo da empresa.

A terceira questão abordou a consistência do método: “Qual é a sua percepção sobre a coerência da ferramenta?”. Os entrevistados concordaram que a ferramenta demonstrou um elevado nível de uniformidade, especialmente no que diz respeito à correspondência dos resultados com os dados inseridos. E que as pessoas que devem utilizar a ferramenta devem possuir um amplo conhecimento das funcionalidades dos módulos e um profundo conhecimento das dores de negócio e toda a dinâmica das necessidades das empresas.

A quarta questão avaliou a satisfação dos usuários: “Qual é a sua percepção sobre a experiência de uso da ferramenta?”. Os participantes reiteraram a percepção de coerência e precisão da ferramenta; contudo, enfatizaram novamente que a compreensão adequada das funcionalidades dos módulos e escala utilizada é essencial para a definição correta dos parâmetros. Esse ponto sugere a necessidade de suporte adicional para usuários menos familiarizados com a metodologia. Assim o gerente de tecnologia da informação sugeriu que houve a inclusão de tutoriais interativos e manuais detalhados para ajudar a minimizar as dificuldades de compreensão e garantir que todos os usuários possam tirar pleno proveito do método.

Por fim, os participantes discutiram possíveis melhorias para a ferramenta. Foi sugerida a possibilidade de incluir um detalhamento dos módulos e um exemplo de aplicação com a escala para garantir o entendimento e assim consequentemente aumentar a precisão de resultados do método.

Os resultados da avaliação mostram que a ferramenta possui benefícios, após a aplicação de melhorias, as empresas se apresentaram dispostas para recomendar a aplicação para outras empresas e se colocaram à disposição para dar feedback da aplicação do método a eventuais outras empresas que venham a pleitear a aplicação do método.

CONCLUSÃO

O objetivo da presente pesquisa foi de desenvolver um método de decisão multicritério para priorização de implantação dos módulos de um sistema avançado de planejamento para a cadeia de suprimento.

Seguindo os passos previsto na metodologia adotada, a pesquisa apresentou como resultado as pesquisas bibliográficas realizadas e a construção e uso do método de priorização dos módulos de um sistema avançado de planejamento da cadeia de suprimentos proposto baseado nessas pesquisas e no método multicritério BWM (*Best-Worst Method*) escolhido como método base para a determinação de pesos dos critérios além de, como no método AHP, aplicar a mesma dinâmica para a determinação da escolha e realização de priorização dos módulos a serem implementados. O método proposto foi aplicado considerando os dados de três empresas diferentes, sendo realizada conforme disposições e exigências dos critérios de confidencialidade e privacidade.

Os resultados obtidos ao longo deste estudo evidenciaram a pertinência da combinação das abordagens BWM e baseado no AHP no processo de priorização da implantação dos módulos do sistema avançado de planejamento da cadeia de suprimentos. A utilização integrada desses métodos contribuiu significativamente para simplificar e tornar mais assertiva a definição dos pesos dos critérios, etapa que se mostrou mais ágil e intuitiva por meio da aplicação do BWM. Em complemento, a adoção baseada no método AHP demonstrou-se eficaz na estruturação do processo decisório, proporcionando maior clareza e sistematização na comparação entre as alternativas e, conseqüentemente, na seleção da alternativa mais adequada às necessidades organizacionais. Assim, a sinergia entre os dois métodos revelou-se uma estratégia metodológica robusta, capaz de aliar simplicidade e rigor analítico, potencializando a qualidade e a confiabilidade das decisões no contexto estudado.

A determinação de pesos dos critérios e a priorização de alternativas foi obtido a partir de artefato matriz deste estudo, aplicado por meio da ferramenta Microsoft Excel (versão 2410 do Office 365), baseado na determinação de pesos proposta no método BWM.

Apresentou-se como cada etapa foi realizada e os resultados obtidos ao final de cada uma com a comparação do melhor e do pior critérios com os demais. Por fim, a seleção de um módulo de um sistema APS a partir de alternativas considerando o objetivo da empresa.

Constatou-se que realmente o destaque da determinação de pesos usando o previsto no método BWM é sua facilidade de uso e a possibilidade de uso para um alto número de critérios. Para essa pesquisa, foi delineado a seleção de seis critérios de decisão específicos e acordo com a avaliação consistente do tomador de decisão.

Verificou-se que o método pode ser aplicado no planejamento estratégico da implementação dos módulos, para auxiliar a empresa na tomada de decisão de qual módulo deve ser priorizado, dado que é um alto investimento para empresas, além dos enormes impactos de mudanças nos processos.

A aplicação do método foi feita em três empresas de diferentes setores (produtos químicos, agronegócios e de produção de alimentos) de portes distinto (grande, médio e pequeno respectivamente). Para esta pesquisa, os critérios de decisão foram selecionados por cada empresa, dado que cada empresa apresenta necessidade e cenário específicos. Como resultado, obteve-se a sugestão de cada módulo dos sistemas APS, com base na avaliação do grupo de tomada de decisão e na necessidade de cada empresa. Esse resultado evidencia que o objetivo proposto foi alcançado.

Um fator de destaque para facilitação do processo é que no grupo de tomadores de decisão haja envolvidos no processo de planejamento para facilitar a compreensão das funcionalidades dos sistemas APS e as dores do processo atual da empresa.

Os resultados da avaliação destacaram que todas as empresas apresentaram concordância sobre a usabilidade, precisão, consistência e satisfação. Houve sugestão de melhorias de cada empresa, para que o método pudesse alavancar suas qualidades e assim ampliar os benefícios gerando pelo método. Foi expresso que a ideia era bem interessante dado que muitas pessoas somente têm os detalhes do fornecedor dos sistemas e assim pode haver um viés na tomada de decisão

Assim a contribuição desse trabalho implica em um método para auxiliar as empresas na tomada de decisão e ampliação do estudo acadêmicos sobre sistemas APS.

Para pesquisa futuras, sugere-se que a aplicação ocorra com outros segmentos de negócios e que se realize comparações de empresas dos mesmos segmentos para avaliar quais são os critérios e se, ao final, como resultado se apresenta o mesmo módulo do APS para ambas as empresas. Além da aplicação com empresas que possuem diferentes fornecedores de sistemas APS.

REFERÊNCIAS

- AIASSI, R.; SAJADI, S. M.; HADJI-MOLANA, S. M.; ZAMANI-BABGOHARI, A. Designing a stochastic multi-objective simulation-based optimization model for sales and operations planning in built-to-order environment with uncertain distant outsourcing. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 104, 2020.
- ALI, A. A. A.; SHARABATI, A. A.; ALLAHHAM, M.; NASEREDDIN, A. Y. The Relationship between Supply Chain Resilience and Digital Supply Chain and the Impact on Sustainability: Supply Chain Dynamism as a Moderator. **Sustainability**, v. 16, 2024.
- ARAUJO, J. V. G. A.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S. Método Multicritério de Apoio à Decisão Ahp-Topsis-2n aplicado em Licitações para Melhoria do Controle de Gastos Públicos. *In: Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção*, 10, 2022, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- BALOYI, V. D.; MEYER, L.D. The development of a mining method selection model through a detailed assessment of multi-criteria decision methods. **Results in Engineering**. v.8 2020.
- BASÍLIO, M. P.; PEREIRA, V.; COSTA, H. G.; SANTOS, M.; GHOSH, A. A systematic review of the applications of multi-criteria decision aid methods. **Electronics**, v. 11, n. 11, p. 1720, 2022.
- BAZERMAN, M. H.; MOORE, D. **Processo Decisório**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4.ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento–UPA 24 h. **Gestão & Produção**, v. 22, p. 805-819, 2015.
- CAUCHICK, P. **Metodologia Científica para Engenharia**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2019. E-book. p.108. ISBN 9788595150805.
- CHAKRABORTY, S.; CHAKRABORTY, A. Application of TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) method for under-construction housing project selection in Kolkata. **Journal of Project Management**. 2018.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2018.
- DAMAND, D.; DERROUICHE, R.; BARTH, M.; GAMOURA, S. Supply chain planning: potential generalization of parameterization rules based on a literature review. **Supply Chain Forum: An International Journal**, v.20, 2019.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2020.

ENSSLIN, L.; NETO, G. M.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Insular, 2001.

FACHINI, R. F.; ESPOSTO, K. F.; CAMARGO, V. C. B. A framework for development of advanced planning and scheduling (APS) systems in glass container industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 29, 2018.

FAÉ, C. S.; ERHART A. **Desafios e tendências na aplicação de sistemas APS**, Mundo Logística, v. 10, p 52 - 60, 2009.

FARIA, I. C. S.; FILLETI, R. A. P.; OLIVEIRA, M. C.; HELENO, A. L. Avaliação e seleção de processo de soldagem em uma empresa do setor metalúrgico por meio de métodos de tomada de decisão multicritério. **Exacta**, 2023.

FEITOSA, M. D.; SILVA, C. P. Produção Científica Sobre Sistemas Avançados de Planejamento e o Planejamento da Cadeia de Suprimentos: Um Estudo Bibliométrico. *In: Anais do XLIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP)*, 44, 2024, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para tomada de decisão: enfoque multicritério**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOYAL, A.; KARANDE, K. An Exploratory Study on Demand Sensing Approach to Develop Short-Term Forecasts Amid Covid-19 Pandemic in Cpg Industry. **Psychology and Education Journal**, v. 58, p. 5540-5545, 2021.

GUO, S.; ZHAO, H. Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. **Knowledge-Based Systems**, v. 121, p. 23-31. 2017.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisões Inteligentes: somos movidos as decisão - Como avaliar alternativas e tomar a melhor decisão**. – Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

JANNUZZI, C. A. S. C.; FALSARELLA, O. M.; SUGAHARA, C. R. Sistema de informação: um entendimento conceitual para a sua aplicação nas organizações empresariais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, 2014.

JESUS, A. F.; TADINI, A. V. W.; PEREIRA, C. M.; MARINHO, R. S.; CASTRO, W. P.; SANTAREM SEGUNDO, J. E. O uso do método Design Science Research na Ciência da Informação: uma revisão sistemática da literatura. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 12, p. 1–13, 2023.

JOHNSON, J.; MULDER, H. **ENDLESS MODERNIZATION: How Infinite Flow Keeps Software Fresh**. The Standish Group, 2020.

KIM, S.; SEO, J.; KIM, S. Machine Learning Technologies in the Supply Chain Management Research of Biodiesel: A Review. **Energies**, v.17, 2024.

KUMAR, A.; SAH, B.; SINGH, A. R.; DENG, Y.; HE, X.; KUMAR, P.; BANSAL, R.C. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.69, 2017.

LEÃO, A. P. S.; SANTOS, W. A.; SILVA, C. F.; SANTOS, W. F. B.; SOARES, J. E. V. Otimização das Cadeias de Suprimentos com Utilização de Técnicas de Inteligência Artificial: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Sociedade Científica**, v. 6, 2023.

HEVNER, A. R.; SALVATORE, T. M.; PARK, J.; RAM, S. De-sign science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, p.75–105, 2004.

MAGABLEH, G. M.; MISTARIHI, M. Z.; RABABAH, T.; ALMAJWAL, A.; AL-RAYYAN, N. A Developed Model and Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Method to Evaluate Supply Chain Nervousness Strategies. **Mathematics**, v.12, 2024.

MARQUES, A. L.; GOMES, J. S.; SILVA, M. E.; MOREIRA, M. V.; MACHADO, R. R.; GIANEZINI, M. Definições e estudos acerca da avaliação intracritério: possibilidades para aplicação na gestão universitária a partir de três casos. **Revista Gestão Universitária**, v. 9, 2018.

MARTINS, P. L.; MELO, B. M.; QUEIROZ, D. L.; SOUZA, M. S.; BORGES, R. O. Tecnologia e Sistemas de Informação e Suas Influências na Gestão e Contabilidade. In **Anais do IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET)**, 9, 2012, Resende. Rio de Janeiro.

MIN, S.; ZACHARIA, Z. G.; SMITH, C. D. Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future. **Journal of Business Logistics**, v. 40, 2019.

MOTA, V. R. R.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, M. Uso do Best-Worst Method (Bwm) para Escolha de um Local para Almoxarifado Central Dos Hospitais do Rio De Janeiro. In: **Anais do IX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMEP)**, 2021, Caruaru. Pernambuco.

MOUSAVI, B. A.; HEAVEY, C.; MILLAUER, C.; TIAN, Z.; EHM, H. Improvement of demand fulfillment in Advanced Planning System through decentralized decision support system. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 35, 2023.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PICCHIAI, D. O.; GOMES, M. S. A Implantação do Sistema de Informação (Si) E As Implicações No Clima Organizacional. **Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas**, v.7, 2018.

PIMENTA, L. P.; CEZARINO, L. O.; PIATO, É. L.; SILVA, C. H. P.; OLIVEIRA, B. G.; LIBONI, L. Supply chain resilience in a Covid-19 scenario: Mapping capabilities in a systemic framework. **Sustainable Production and Consumption**, v. 29, 2022.

POZO, H. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Uma Introdução**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2019.

RONDI, V. G.; CAMPANINI, L. Utilização de Software de Programação Avançada da Produção (APS) para Tomada de Decisões em Uma Empresa Fabricante De Eletrodomésticos Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas

Sustentáveis. *In: Anais do XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP)*, 40, 2020, Foz do Iguaçu. Paraná.

SAATY, T. L. **What is the analytic hierarchy process**. Springer Berlin Heidelberg, 1988.

SENGUPTA, S.; DREYER, H. C.; JONSSON, P. Impact pathways: technology aided supply chain planning for resilience. **International Journal of Operations & Production Management**, 2024.

SILVA, C. P.; FEITOSA, M. D. Uma Análise das Publicações Científica no ENESEP dos Métodos Multicritério de Apoio à Decisão entre 2012-2022: Um Estudo Bibliométrico. *In: Anais do XLIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP)*, 43, 2023, Fortaleza, Ceará.

SILVA, C.P.; FEITOSA, M.D.; RAMOS, M.; ARIMA, C.H. Métodos Multicritérios para Auxiliar no Processo de Tomada De Decisão Na Indústria 4.0: Uma Revisão Da Literatura. **Revista Humanidades e Tecnologia – H-TEC**, v.9, p.119-133, 2024.

SILVA, C.P.; FEITOSA, M.D. Funcionalidades dos Sistemas Avançados de Planejamento (APS): uma revisão da literatura. **REVISTA DELOS**, [S. l.], v. 17, n. 61, p. e2596, 2024.

STEGER-JENSEN, K.; HVOLBY, H.-H.; DUKOVSKA-POPOVSKA, I.; VESTERGAARD, S.; SVENSSON, C. Enabling green manufacturing using Advanced Planning and Scheduling (APS) technology. **Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)**, Naples, Italy, 2019.

STEGER-JENSEN, K.; HVOLBY. Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems. **Computers in Industry**, v. 61, p. 845–851, 2010.

STÜVE, D.; MEER, R. v. d.; AGHA, M. S. A.; ENTRUP, M. L. A systematic literature review of modelling approaches and implementation of enabling software for supply chain planning in the food industry. **Production & Manufacturing Research**, v. 10, 2022.

SYAMSUDDIN; SAHARUDDIN; YUSRIZAL; DHARMAWATI, Tuti; FATMAWATI, Endang. Utilizing Blockchain Technology in Global Supply Chain Management: An Exploration of Scalable Information Systems. **EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems**, v.11, 2023.

WANG, X.; LIANG, X.-d.; LI, X.-y.; LUO, P. Collaborative emergency decision-making for public health events: An integrated BWM-TODIM approach with multi-granularity extended probabilistic linguistic term sets. **Applied Soft Computing**, v. 144, 2023.

WOLFSHORNDL, D. A.; VIVALDINI, M.; JUNIOR, J. B. C. Advanced Planning System as support for Sales and Operation Planning: study in a Brazilian automaker. **Global Journal of Flexible Systems Management**, 2020.

XU, J.; PERO, M. E. P. A resource orchestration perspective of organizational big data analytics adoption: evidence from supply chain planning. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 53, 2023.

YU, A. S. O.; SOUSA, W. H. **Tomada De Decisão Nas Organizações**. 1ª ed. - Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011.

ZAGO, C. F. **Implantação de Sistemas Avançados de Planejamento (APS): um estudo de caso na indústria de laticínios**. São Paulo: USP, 2013. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.