



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCIELLY CRISTINA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO
UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA SELEÇÃO DE
FORNECEDORES E PLANEJAMENTO DE COMPRAS**

**SUMÉ - PB
2021**

LUCIELLY CRISTINA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO
UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA SELEÇÃO DE
FORNECEDORES E PLANEJAMENTO DE COMPRAS**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva.

Coorientadora: Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo.

**SUMÉ - PB
2021**



S586d Silva, Lucielly Cristina da.

Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão utilizando programação linear para seleção de fornecedores e planejamento de compras. / Lucielly Cristina da Silva. - 2021.

45 f.

Orientador: Professora Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva; Co-orientadora: Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Sistema de apoio à decisão. 2. Seleção de fornecedores. 3. Programação linear. 4. Planejamento de compras. 5. Sistemas de informação. 6. Visual Basic Application. I. Silva, Yuri Laio Teixeira Veras. II. Araújo, Maria Creuza Borges de. III. Título.

CDU: 004.4(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

LUCIELLY CRISTINA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO
UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA SELEÇÃO DE
FORNECEDORES E PLANEJAMENTO DE COMPRAS**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Yuri Texeira Veras Silva.
Orientador - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo.
Co-orientadora - UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Me. Pablo Ramom Matias de Andrade.
Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ
Examinador I**

**Professor Me. Lenilson Olinto Rocha.
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF
Examinador II**

Trabalho aprovado em: 18 de outubro de 2021.

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho Àquele que sempre me deu forças,
capacidade e perseverança, meu Senhor Deus, louvado
seja Teu nome.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, por ser tão bondoso e misericordioso e por ter me dado forças e capacidade de conquistar meus objetivos, mesmo diante das dificuldades. Por ter permanecido ao meu lado e feito com que nunca me sentisse só mesmo estando longe daqueles que eu amo.

Aos meus pais Neide e Humberto e a minha irmã Laís, por todo o amor e apoio durante essa trajetória. Por nunca medirem esforços para me dar o melhor, por sempre batalharem para que eu tivesse uma educação de qualidade, por sempre estarem dispostos a fazer o impossível para me ver feliz. A vocês eu dedico essa vitória, obrigada por tudo, sem vocês nada disso seria possível.

A minha mãe em especial, por sempre acompanhar, mesmo de longe, minhas noites mal dormidas, meus momentos de cansaço, por sempre me escutar durante os momentos difíceis e por sempre me dar palavras de conforto quando achava que não conseguiria. Obrigada por tudo, a senhora foi e sempre será meu alicerce.

Aos meus amigos de longa data, por permanecerem comigo em todos os momentos. Aos amigos que fiz em Sumé (Laís Vaz, Lais Barroso, Caio Sales, Ingrid Duarte, Hélio Jobson, Priscilla Kelly, Danniely Silva, Mailson e Eloísa Aquino) que se tornaram verdadeiros irmãos, por terem sido minha família nesse momento que passei longe de casa. Obrigada por estarem comigo, pela paciência e pelos momentos especiais que levarei sempre no coração.

Ao meu namorado, Junior Gustavo, pelo apoio e paciência na reta final do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Por ter me acompanhado durante as madrugadas, pelas palavras de incentivo, por todo amor e carinho durante essa etapa importante da minha vida.

À minha orientadora, Prof^a. Dr. Maria Creuza, por ter me dado a oportunidade de ser sua orientanda. Obrigada por ser uma profissional exemplar, por sempre dar o seu melhor e sempre estar disposta a ajudar seus alunos. A senhora é um exemplo para mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Yuri Laio, por ter aceitado me ajudar na reta final do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Pela paciência, eficiência, disposição e motivação, serei eternamente grata.

A todos os professores e funcionários do CDSA que contribuíram para minha formação acadêmica. Obrigada por todo aprendizado repassado, pelas experiências compartilhadas e pelos conselhos que serão levados para sempre.

RESUMO

Proporcionalmente ao aumento da complexidade da seleção de fornecedores e suas atividades, existe um crescimento da demanda de ferramentas para o auxílio da tomada de decisão, considerado como um elemento chave para o sucesso das empresas. Apesar da existência de diversos modelos matemáticos nesse sentido, a maioria não costuma ser de fácil entendimento e utilização. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um *software* utilizando programação linear inteira mista, um sistema de apoio à decisão (SAD), que auxilie os tomadores de decisão na seleção de fornecedores dos seus principais produtos estratégicos para a produção. Assim, buscou-se entender, por meio de pesquisas bibliográficas, o atual contexto dos estudos nessa vertente para embasar a seleção de um modelo matemático a ser traduzido em um SAD. A partir disso, o sistema denominado SADSf – Sistema de Apoio à Decisão para Seleção de Fornecedores, foi desenvolvido no *Microsoft Excel*, utilizando as ferramentas *Solver* e VBA (*Visual Basic Application*), considerando características de usabilidade que proporcione ao decisor autonomia para realizar uma análise completa de forma simples. A partir disso, ao utilizar um sistema de apoio à decisão, o usuário pode obter a vantagem de redução do tempo médio gasto para a seleção de fornecedores em até 50%, de acordo com Lee et al. (2006).

Palavras-chaves: sistema de apoio à decisão; seleção de fornecedores; modelo matemático.

ABSTRACT

In proportion to the increase in the complexity of supplier selection and its activities, there is a growing demand for tools to assist in decision making, considered a key element for the success of companies. Despite the existence of several mathematical models in this sense, most of them are not easy to understand and use. Thus, this work aims to develop a decision support system (DSS) to help decision makers in the selection of suppliers of their main strategic products for production. Thus, it was sought to understand, through bibliographical research, the current context of studies in this area to support the selection of a mathematical model to be translated into a WMS. From this, the system named SADSf - Decision Support System for Supplier Selection, was developed in Microsoft Excel, using the Solver and VBA (Visual Basic Application) tools, considering usability characteristics that provide the decision maker with autonomy to perform a complete analysis in a simple way. Based on this, the main advantages based on the use of SAD are cost reduction, time saving, ease of use, flexibility for changes and decisions based on a non-empirical way, thus bringing positive results to the organization.

Keywords: decision support system; supplier selection; mathematical model.

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Retroalimentação de um sistema de informação.....	15
Fluxograma 2 - Estrutura de um Sistema de Apoio à Decisão.....	17
Fluxograma 3 - Processo de seleção de fornecedores.....	20
Fluxograma 4 - Triagem de artigos.....	23
Fluxograma 5 - Classificação da pesquisa quanto à metodologia.....	27
Fluxograma 6 - Sistemática para seleção de fornecedores.....	31

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AHP	Processo Analítico Hierárquico
ERP	Sistemas de Gestão Corporativa
PO	Pesquisa Operacional
SA	Sistemas de Automação
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SADSF	Sistema de Apoio à Decisão para Seleção de Fornecedores
SE	Sistemas Especialistas
SIE	Sistema de Informações para Executivos
SIG	Sistemas de Informações Gerenciais
SIT	Sistemas de Informações Transacionais
VBA	<i>Visual Basic Application</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos.....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	11
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	14
2.2	SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO.....	16
2.3	SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	18
2.4	MÉTODOS PROMETHEE III e PROMETHEE V.....	20
2.5	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.5.1	Levantamento bibliográfico.....	22
2.5.2	SADs para seleção de fornecedores.....	24
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	27
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	28
4	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA A SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	30
4.1	DESCRIÇÃO DA SISTEMÁTICA.....	30
4.2	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (SAD).....	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
5.1	LIMITAÇÕES DO TRABALHO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Diante de um cenário organizacional cada vez mais globalizado e complexo, onde a competitividade tem crescido e tomado grandes proporções, as empresas buscam formas de gestão para desempenhar melhorias contínuas em suas atividades diante dos clientes. Neste contexto, a cadeia de suprimentos tem uma importância relevante para o sucesso do negócio. De acordo com Barros (2007), o gerenciamento da cadeia de suprimentos tem como objetivo desenvolver sistemas que proporcionem uma maior integração entre clientes e fornecedores de uma empresa através da gestão da informação. Tal integração permite que as decisões tomadas por cada setor sejam mais eficientes.

A área de seleção de fornecedores, inserida no gerenciamento da cadeia de suprimentos, tem se destacado como uma área essencial para o sucesso do negócio, sendo a base para a aquisição de produtos e serviços que atendam às necessidades dos clientes. Segundo Silva (2013), antes de contratar um fornecedor, é necessário identificar no mercado quais são os fornecedores potenciais que atendam as estratégias e as necessidades da empresa. A partir daí ferramentas serão usadas para apoiar no processo da tomada de decisão na escolha do fornecedor, para formar alianças estratégicas.

Diante do crescente impacto do desempenho do fornecedor na performance de seus contratantes, as organizações têm repensado os métodos utilizados para fazer a seleção. Viana e Alencar (2012) afirmam que a importância da decisão tem aumentado as exigências do processo de escolha, se tornando cada vez mais complexo diante da quantidade de critérios considerados na avaliação. Dessa forma, as tomadas de decisão tiveram sua complexidade aumentada, necessitando de um suporte para o processo de escolha dos fornecedores, que possa trazer mudanças significativas, tais como agilidade no processo da tomada de decisão e utilização de modelos multicritério. Portanto, nesse caso, o uso de *softwares* é importante por fornecer ao gestor informações organizadas e precisas, oferecendo relatórios periódicos com rapidez, agilizando o processo da tomada de decisão. Nesse contexto, Yokomizo (2009) afirma que o uso de *softwares* vem tomando cada vez mais espaço no âmbito empresarial. Tal ferramenta é importante para automatizar, facilitar e simplificar as tarefas executadas no dia a dia, além de ajudar na gestão de processos, no controle de prazos, na organização financeira, na integração da equipe e na tomada de decisão.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de apoio à decisão para a seleção de fornecedores, a ser utilizado pelos gestores. A partir da utilização desse sistema, espera-se selecionar os fornecedores de forma mais adequada, com o propósito

de tornar o processo mais eficaz e reduzir possíveis prejuízos decorrentes da seleção de um fornecedor que não esteja alinhando com as metas e objetivos da organização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Desenvolver um sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores baseado em um modelo de programação linear inteira mista.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico para verificar se já existem *softwares* para a seleção de fornecedores;
- Utilizar o modelo matemático baseado por Araújo (2012) para o desenvolvimento do *software*;
- Elaborar o SAD a partir do Visual Basic Application (VBA) e do Solver.

1.2 JUSTIFICATIVA

As organizações têm buscado cada vez mais notoriedade no mercado, através da realização de bons trabalhos, com objetivo de satisfazer as necessidades de seus clientes. No meio empresarial a tomada de decisão está presente no dia a dia e em praticamente todas as atividades realizadas. Diante de algumas situações, Leal (2008) assevera que a tomada de decisão fica mais difícil pelo fato do decisor ter que avaliar diversos critérios para chegar na alternativa ideal e definir sua resposta final.

Tendo em vista a falta de referências precisas para a realização dessa atividade, Souza (2020) assegura que as decisões, na prática, são tomadas de maneira subjetiva, levando em conta a experiência, a intuição e os palpites. A autora afirma ainda que a falta de informação apropriada e no tempo correto podem levar à tomada de decisão baseada em subjetividade, causando prejuízos decorrentes da falta de uma ferramenta que auxilie de forma correta e baseada em um modelo matemático, oferecendo dados corretos e precisos. Dessa forma, Cordeiro et al. (2016) afirma que os sistemas de informação são importantes por proporcionar o processamento de um grande número de dados de forma simultânea, possibilitando mais segurança e qualidade da informação, a diminuição de erros, trazendo maior precisão, produtividade, eficiência e redução de custos para a organização, além de otimizar o fluxo de

informações relevantes na organização, facilitando o processo de conhecimento e tomada de decisão.

Diante disso, este trabalho tem por finalidade desenvolver um *software*, um sistema de apoio à decisão, para auxiliar os gestores na tomada de decisão para a seleção de fornecedores, utilizando um modelo de programação linear inteira mista, no qual a decisão seja tomada por meio de dados e não de forma subjetiva e que haja uma economia considerável de tempo.

Para as organizações, este trabalho é de grande importância, pois visa auxiliar as empresas na tomada de decisão para a seleção dos melhores fornecedores, reduzindo o tempo utilizado para a escolha dos fornecedores ideais, que estejam alinhados as suas metas e estratégias, resultando no oferecimento de produtos e serviços de qualidade aos seus clientes, visando a redução de insatisfação dos clientes com produtos e serviços de baixa qualidade, preços altos e prazos que não são cumpridos.

Além disso, também traz benefícios para a área acadêmica, tendo em vista que o uso da Pesquisa Operacional (PO) é indicado para a resolução de problemas e apoio à decisão. Assim, busca desenvolver um modelo de apoio à decisão que pode ser utilizado como base de estudo e pesquisa para outros pesquisadores.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O presente trabalho foi elaborado em cinco capítulos, que são descritos de forma resumida no Quadro 1.

Quadro 1 - Estrutura do trabalho

<p>1. Introdução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos • Justificativa • Estrutura do trabalho de conclusão de curso
<p>2. Referencial teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de informação • Sistemas de apoio à decisão • Seleção de fornecedores • Métodos PROMETHEE III e PROMETHEE V • Revisão da literatura
<p>3. Metodologia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterização da empresa • Etapas da pesquisa
<p>4. Sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descrição da sistemática • Sistema de apoio à decisão (SAD)
<p>5. Considerações finais</p>

Fonte: Autoria própria (2021)

O primeiro capítulo refere-se à introdução, na qual é abordada uma contextualização a respeito do processo de seleção de fornecedores, além de apresentar os objetivos geral e específicos, a justificativa da pesquisa e a estruturação do trabalho.

O segundo capítulo exibe o referencial teórico da pesquisa, construído a partir de um levantamento bibliográfico, expondo temas referentes à sistemas de informação, sistemas de apoio à decisão e seleção de fornecedores.

O terceiro capítulo trata da metodologia utilizada para a realização da pesquisa. Esta seção descreve a caracterização do trabalho quanto a sua abordagem, sua natureza, seus objetivos e seus procedimentos técnicos. Posteriormente são descritas as etapas utilizadas para desenvolver a pesquisa e uma contextualização sobre o modelo de programação linear inteira mista utilizado como base para o desenvolvimento do SAD.

O quarto capítulo evidencia a descrição da adaptação do modelo escolhido, assim como a exposição do SAD. Por fim, o quinto capítulo mostra as considerações finais a respeito do trabalho executado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção irá apresentar o levantamento bibliográfico da literatura para o embasamento teórico da pesquisa. Serão abordados os conceitos de sistema de informação, sistemas de apoio à decisão (SAD) e seleção de fornecedores e método PROMETHEE. Por fim, será apresentada uma revisão de literatura sobre o uso de sistemas de apoio à decisão para a seleção de fornecedores.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Em um mundo cada vez mais globalizado, as empresas precisam se manter competitivas no mercado, utilizando artifícios e tecnologias para atingir altos níveis de produtividade e eficácia para atender às necessidades dos clientes. Para isso, é necessário que decisões assertivas sejam tomadas. Neste sentido, com a evolução da tecnologia da informação, os sistemas de informação estão cada vez mais presentes no âmbito organizacional, trazendo melhorias e aumentando o desempenho e agilidade nas atividades administrativas.

De acordo com Laudon e Laudon (2014), um sistema de informação (SI) pode ser caracterizado como “um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização”. Bazzotti e Garcia (2006) afirmam ainda que, um SI corresponde ao conjunto de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros agindo em uma sequência lógica para processar os dados e traduzir as informações geradas. Segundo Batista (2017), o maior objetivo de um sistema de informação é permitir que o melhor uso dos dados, utilizando cenários e filtros apropriados, possam definir as informações que representam a exceção e a maior relevância do processo organizacional.

Belmiro (2012) afirma que um sistema de informação é formado por três atividades básicas que oferecem respostas importantes para as empresas, sendo elas:

- Entrada: coleta de dados brutos, que ainda não foram organizados, a fim de gerar algum entendimento;
- Processamento: processamento dos dados brutos para que sejam geradas informações que tenham significado e utilidade;
- Saída: utilização das informações processadas para auxiliar nas tomadas de decisões.

Possebon e Ribeiro (2020) afirmam ainda que na saída das informações pode haver um sistema de *feedback*, quando há um retorno das informações com o propósito de melhoria ou refinamento dos dados de entrada, conforme representado no Fluxograma 1

Fluxograma 1 - Retroalimentação de um sistema de informação



Fonte: Adaptado de Cortes (2017)

Desse modo, Reisswitz (2020) observa que uma organização que possui um sistema de informação bem estruturado pode obter diversas vantagens, tais como:

- Otimização do fluxo de informação, possibilitando mais rapidez e organização dos dados;
- Redução dos custos operacionais, levando a um aumento da produtividade;
- Informações íntegras e com veracidade;
- Segurança de acesso à informação e estabilidade.

Cada usuário, dependendo do seu nível hierárquico dentro de uma organização, necessita de um sistema de informação com características diferentes, que atendam às suas necessidades. Portanto, de acordo com Pereira (2016), existem diferentes tipos de sistemas de informação, são eles:

- Sistemas de informações transacionais (SIT): realizam processamentos de um grande volume de dados, registrando transações rotineiras que são essenciais para o funcionamento da organização;
- Sistemas de automação (SA): utilizam recursos computacionais dando suporte ao trabalho humano para a rápida resolução de problemas;

- Sistemas de informações gerenciais (SIG): utilizam dados dos sistemas de informações transacionais para a geração de relatórios ou gráficos, possibilitando análises para realizar planejamentos, monitoramentos e controle das atividades da organização;
- Sistemas especialistas (SE): armazenam informações mais específicas para a solução de problemas sem a necessidade de intervenção humana;
- Sistemas de apoio à decisão (SAD): utilizam ferramentas da pesquisa operacional, inteligência artificial, entre outros recursos, para a solução de problemas não estruturados;
- Sistema de informações para executivos (SIE): fornecem informações específicas sobre os fatores críticos referentes ao sucesso da organização, permitindo análises mais profundas no monitoramento de indicadores;
- Sistemas de gestão corporativa (ERP): integram todos os sistemas de informação da organização em uma única base de dados.

Diante do exposto, nota-se a importância dos sistemas de informação para as organizações, trazendo-lhes informações rápidas, precisas e úteis, ajudando em uma estruturação de gestão empresarial diferenciada. Neste sentido, é fundamental o uso de ferramentas estratégicas para as tomadas de decisões assertivas por parte dos gestores para, assim, obter vantagem competitiva no mercado.

2.2 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

De acordo com Lousada e Valentim (2011), todo o indivíduo utiliza a tomada de decisão em seu dia a dia, desde atividades cotidianas como, por exemplo, a escolha da roupa ou do alimento, até decisões mais complexas, como a escolha de um fornecedor com mais vantagens para uma organização. Para Gouveia e Ranito (2004), os sistemas de apoio à decisão (SAD) são “sistemas de informação desenvolvidos para níveis de gestão da organização, que combinam dados e modelos analíticos sofisticados para o suporte da tomada de decisão semi-estruturada ou não estruturada.” Santos (2013) afirma ainda que, os sistemas de apoio à decisão realizam simulações através de modelos matemáticos, que são construídos para visualizar e trabalhar com cenários dinâmicos que estão em constante mudanças, auxiliando os decisores a escolher a melhor alternativa com base em critérios relevantes.

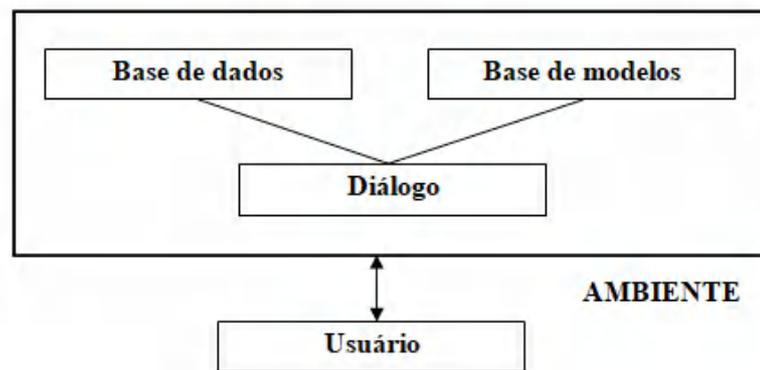
De acordo com Sousa (2012), um sistema de apoio à decisão possui características importantes e distintas entre si, como:

- Promover à organização suporte para problemas semiestruturados ou desestruturados;

- Promover suporte à decisão a diferentes níveis da organização;
- Oferecer suportes individuais ou grupais;
- Proporcionar decisões sequenciais ou independentes;
- É um sistema adaptável, flexível, interativo e de fácil manuseio;
- Utiliza um modelo para solucionar uma situação de tomada de decisão;
- Possui acesso a base de dados.

"Um sistema de apoio à decisão, para auxiliar no processo da tomada de decisão, precisa ser composto por uma base de dados, uma base de modelos e o diálogo" (FERREIRA et al., 2003). A estrutura de um SAD pode ser observada no Fluxograma 2.

Fluxograma 2 - Estrutura de um Sistema de Apoio à Decisão



Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2003)

De acordo com Lupatini (2002), na base de dados estão armazenados todos os dados e informações que serão utilizados pelo modelo, é nela que ocorrem todas as operações, tais como atualização, recuperação e processamento dos dados. Na base de modelo há diversos tipos de modelos e técnicas de modelagem, e a escolha do modelo correto depende da necessidade e dos objetivos do usuário. O autor afirma ainda que, no diálogo é decidida uma combinação de software, hardware e pessoas, permitindo a interação entre o usuário e o sistema de apoio à decisão no ambiente.

Dessa forma, de acordo com Massukado (2004), um sistema de apoio à decisão utiliza o banco de dados, as análises realizadas pelo tomador de decisão e a modelagem que será usada para o apoio da tomada de decisão. Assim, a principal vantagem do SAD é poder avaliar o comportamento do sistema, com o intuito de realizar a melhoria dos modelos que são usados pelas pessoas com o poder da tomada de decisões e não apenas executar a simulação exata do problema.

Oliveira (2007) afirma que, para desenvolver um modelo de apoio à decisão, é necessário observar os tipos de atores, seus relacionamentos e as variáveis que influenciam seus pesos. Todas as informações que são obtidas devem ser sistematizadas em um modelo de tomada à decisão, que, para ser implementado e funcionar, deve realizar a construção de um *software*, um sistema de apoio à decisão.

De acordo com Rezende (2005), o ciclo de vida de um *software* abrange as fases de:

1. Concepção: Fase em que acontece o nascimento do sistema;
2. Construção: É feita a programação do sistema e uma análise sobre sua viabilidade;
3. Implantação: Disponibilização do *software* para os usuários e o início dos testes;
4. Implementações: Ajustes realizados para a melhoria do sistema após a implantação;
5. Maturidade e utilização plena: *Software* finalizado e pronto para uso;
6. Declínio: O *software* já não corresponde às atividades que devem ser realizadas;
7. Manutenção: Tentativa de melhoria do sistema;
8. Morte: Fim da utilização do *software*.

Segundo Lobo (2008), um *software* possui um ciclo de vida porque está diretamente envolvido com as atividades do dia a dia dos funcionários de uma organização. Logo, à medida que as necessidades dessas pessoas vão se transformando, os sistemas vão se transformando na mesma proporção, garantindo a atualização constante para atender as necessidades dos usuários.

Visto isto, para que um sistema de apoio à decisão seja desenvolvido de maneira que atenda às necessidades da empresa é necessária a participação dos profissionais da área de tecnologia para a criação do *software* e dos gestores e futuros usuários para definir quais são seus objetivos.

Com base na fundamentação teórica apresentada, a presente pesquisa tem como objetivo a construção de um *software*, um sistema de apoio à decisão, que possa contribuir para a resolução de problemas gerenciais, auxiliando na seleção de fornecedores de uma organização.

2.3 SELEÇÃO DE FORNECEDORES

De acordo com Leitão et al. (2008), o conceito de logística vem evoluindo ao decorrer do tempo. No início, dava-se ênfase apenas ao transporte, mas atualmente já abrange uma diversidade de componentes relevantes para a estratégia das organizações. Neste sentido, Miranda (2013) afirma que a logística é um sistema que administra negócios de forma integrada

e estratégica, realizando planejamentos e coordenando todas as atividades, otimizando os recursos disponíveis, com o intuito de obter ganho geral nos processos operacionais e financeiros. Fernandes (2012) afirma ainda que a logística é o processo de planejar, implementar e controlar de forma eficiente o custo, a armazenagem de matérias-primas, o estoque e as informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, visando atender as exigências do cliente.

Para Filho (2006), a implementação de um sistema logístico nas organizações é essencial. A logística tem desempenhado um importante papel estrategicamente com a integração do fluxo de material, a produção e a distribuição, revolucionando a forma como as empresas gerenciam seu negócio de maneira geral. O autor afirma ainda que as estratégias logísticas podem influenciar mudanças no âmbito organizacional, nos colaboradores, nas parcerias, na seleção de fornecedores e nos clientes.

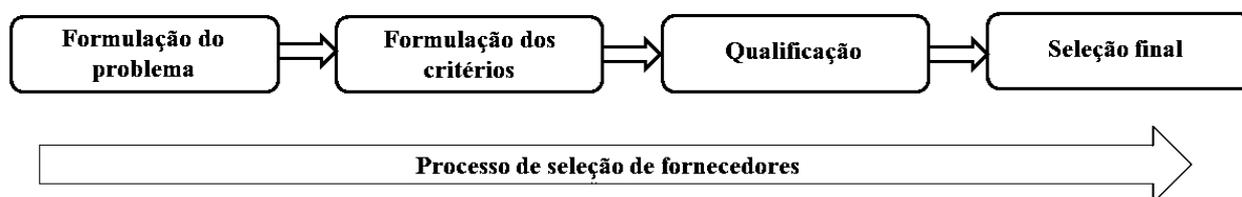
De acordo com Grant (2017), quando uma organização entra em contato com seus fornecedores, clientes e parceiros, suas atividades logísticas se expandem externamente, aumentando sua cadeia de suprimentos. Esse contato representa um gerenciamento adicional, a gestão da cadeia de suprimentos. Segundo Leite et al. (2015), a cadeia de abastecimento se trata do conjunto de processos necessários para a obtenção de materiais, agregando valor de acordo com as expectativas dos consumidores e disponibilizar os produtos para o lugar e data em que os clientes desejarem.

Portanto, diante do contexto exposto, Leite et al. (2015) afirma que a gestão da cadeia de suprimentos é um processo estratégico, que lida com a integração de todo o processo industrial e comercial, partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais. Com isso, uma das atividades chaves da cadeia de suprimentos é a seleção de fornecedores.

Viana e Alencar (2012) afirmam que a atividade de seleção de fornecedores surgiu com a necessidade dos gestores de contratar fornecimentos ou serviços necessários para o funcionamento da organização. Com base nisso, Junior et al. (2013) definem a seleção de fornecedores como “um problema de decisão multicritério cujo objetivo principal consiste em encontrar os fornecedores certos que estejam aptos a oferecer a empresa compradora, produtos e serviços com a qualidade desejada, com preço justo, no tempo certo e com a quantidade especificada.”

De acordo com Carpinetti e Junior (2015), o processo de seleção de fornecedores passa por 4 etapas inter-relacionadas, conforme mostra a Figura 04.

Fluxograma 3 - Processo de seleção de fornecedores



Fonte: Adaptado Carpinetti e Junior (2015)

Carpinetti e Junior (2015) afirmam que, na etapa de formulação do problema é definido qual o objetivo da seleção. Na etapa seguinte, os gestores devem definir quais os critérios que serão avaliados para a escolha do fornecedor. Na qualificação é reduzido o número de fornecedores para avaliar um grupo menor de forma mais detalhada. Na última etapa acontece a seleção final do fornecedor.

Junior (2013) destacam ainda que, a seleção de fornecedores se caracteriza como uma das atividades mais críticas para o estabelecimento de uma cadeia de suprimentos efetiva. Com isso, o desempenho dos fornecedores passa a exercer uma função importante na qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas organizações contratantes.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a seleção de fornecedores para auxiliar os gestores de empresas na tomada de decisão.

2.4 MÉTODOS PROMETHEE III e PROMETHEE V

Segundo Araújo (2012), o método PROMETHEE “consiste na construção de uma relação sobre classificação valorada, envolvendo conceitos e parâmetros que possuem interpretações físicas e econômicas mais facilmente entendidas pelos decisores.” A autora afirma ainda que a principal vantagem do método é a facilidade de entendimento por parte do decisor. Além disso, afirma que pequenos desvios nos valores dos parâmetros não induzem modificações importantes no *ranking* das alternativas, trazendo assim, simplicidade, clareza e estabilidade ao processo.

Araújo (2012) afirma ainda que o método PROMETHEE é dividido em: PROMETHEE I, II, III, IV, V, VI e PROMSORT. Nessa pesquisa utilizou-se a adaptação do método PROMETHEE III, que pode ser usado tanto para problemáticas de escolha quanto de ordenação, e o PROMETHEE V que, após estabelecer uma ordem completa entre as

alternativas escolhidas, onde são introduzidas as restrições, identificadas no problema para as alternativas selecionadas, produzindo uma otimização inteira.

O método escolhido para a realização do trabalho foi uma adaptação do PROMETHEE III e V, pois este método admite a atribuição de pesos para os decisores, de forma que o poder de cada um dos indivíduos com relação ao processo decisório será retratado, o que torna o processo mais realista, de acordo com Araújo (2012).

De acordo com Araújo (2012), o PROMETHEE III relaciona, para cada ação a um intervalo $[X_a, X_b]$ e define uma ordenação intervalar (P, I) , como segue:

$$\begin{cases} aPb & \text{se } x_a > y_b \\ alb & \text{se } x_a \leq y_b \text{ e } x_b \leq y_a \end{cases}$$

O intervalo $[X_a, X_b]$ é dado por:

$$\begin{cases} x_a = \Phi(a) - \alpha\sigma_a \\ y_a = \Phi(a) + \alpha\sigma_a \end{cases}$$

Onde:

$$\begin{cases} \Phi(a) = \frac{1}{n} \sum_{b \in A} (\pi(a, b) - \pi(b, a)) = \frac{1}{n} \Phi(a) \\ \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{b \in A} (\pi(a, b) - \pi(b, a) - \Phi(a))^2 \\ \alpha > 0 \end{cases}$$

Em que n é o número de ações.

Para selecionar um subconjunto de fornecedores que atendam às necessidades da empresa, em concordância com as restrições impostas, foi utilizado um método de programação inteira na fase final de seleção. O método aplicado é a adaptação do PROMETHEE V, proposto por Araújo e Alencar (2015).

De acordo com Araújo e Alencar (2015), na adaptação do PROMETHEE V o portfólio ideal é indicado pela resolução do seguinte problema de otimização inteira mista:

$$\text{Max} \sum \Phi_i x_1$$

Sujeito às restrições:

$$\sum r_i x_1 \leq R$$

$$\sum x_i = c$$

$$X_i \in \{0,1\}$$

Onde:

Φ_i = Fluxo líquido do item A_i ,

x_i = Variável binária ($x_i=0$ significa que a ação não está no portfólio e $x_i=1$ significa que a ação está no portfólio),

r_i = número de unidades de recursos exigidas pela A_i ,

R = número de unidades de recursos disponíveis,

c = Número de itens no portfólio.

2.5 REVISÃO DE LITERATURA

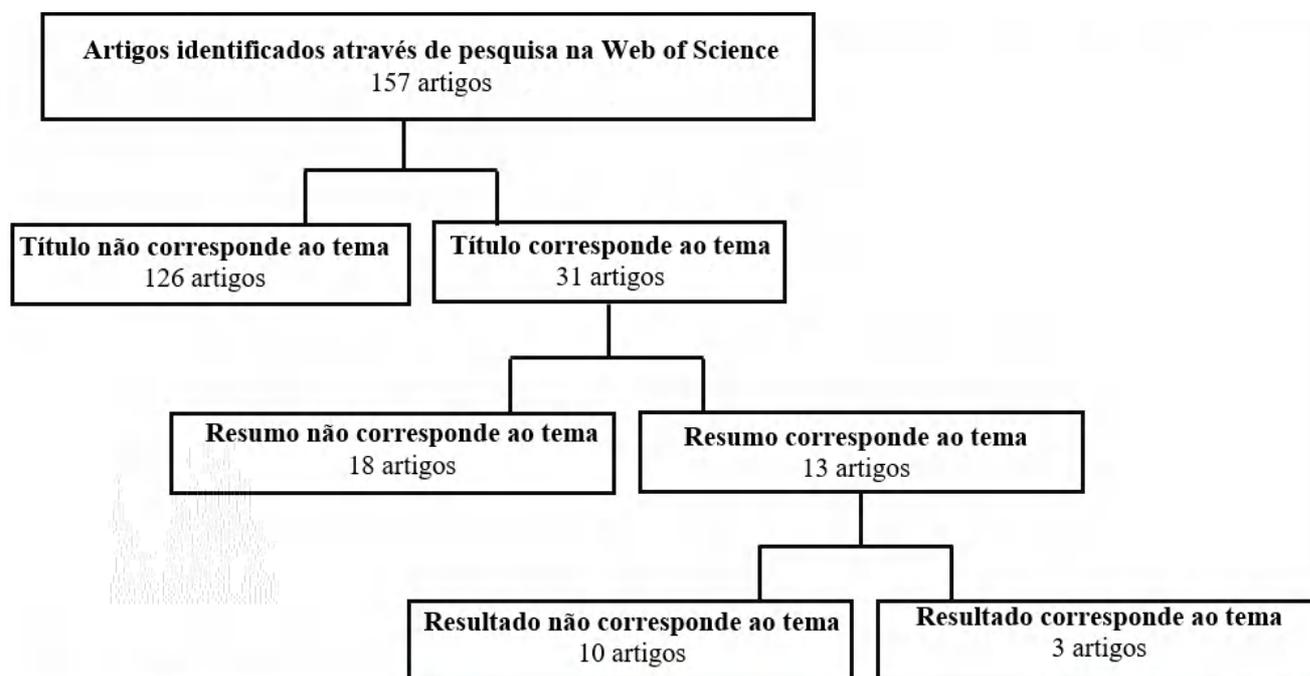
A seguir será apresentada uma revisão de literatura, contendo dados referentes às pesquisas realizadas e às produções científicas e estudos disponíveis sobre o uso de sistemas de apoio à decisão para a seleção de fornecedores.

2.5.1 Levantamento bibliográfico

A realização da revisão da literatura foi utilizada a partir da base de dados Web of Science, por se tratar de uma plataforma referencial de citações científicas com cobertura na área de ciências, incluindo revistas acadêmicas de alta qualidade revisadas e publicadas em todo o mundo. Além disso, a Universidade Federal de Campina Grande permite o acesso restrito para os alunos matriculados na instituição. Para a pesquisa de artigos na base de dados, foram utilizadas as palavras-chaves: “*Supplier selection*” e “*Decision support system*”, resultando em um total de 157 artigos. Foi realizada uma triagem dos artigos com a finalidade de selecionar apenas os que estão diretamente ligados ao tema desta pesquisa, considerando aqueles em português, inglês e espanhol.

Para a realização da triagem foram utilizados os critérios: separação por títulos, separação por resumos e separação por resultados. O Fluxograma 4 expõe os artigos relevantes e irrelevantes em cada fase da triagem.

Fluxograma 4 - Triagem de artigos



Fonte: Autoria própria (2021)

A realização da triagem dos artigos se deu através das seguintes etapas:

- I Etapa: Os artigos foram escolhidos baseados nos títulos. Caso o título correspondesse ao tema desta pesquisa, seria selecionado para a próxima etapa, caso não, seria descartado;
- II Etapa: Os artigos nos quais os títulos correspondessem ao tema desta pesquisa tiveram seus resumos lidos, caso o resumo correspondesse ao tema desta pesquisa, seria selecionado, caso não, seria descartado;
- III Etapa: Os artigos nos os resumos os resumos correspondessem ao tema desta pesquisa tiveram seus resultados lidos, caso o resultado correspondesse ao tema desta pesquisa, seria selecionado, caso não, seria descartado.

A partir da revisão da literatura foi possível observar quais critérios, modelos matemáticos e sistemas de apoio à decisão foram utilizados para a seleção de fornecedores em casos nos quais os SADs são apresentados. Foram identificados três artigos científicos em que os resultados correspondem ao tema desta pesquisa.

2.5.2 SADs para seleção de fornecedores

Para Baracho e Magalhães (2013), o desenvolvimento tecnológico das empresas promove uma melhoria no gerenciamento de dados e informações. Dentro das organizações, há incertezas nos processos decisórios, e é preciso possuir meios eficientes e atualizados para escolher os melhores fornecedores de um produto ou serviço. Os autores afirmam ainda que o sistema de apoio à decisão é uma alternativa válida para diminuir a incerteza durante a tomada de decisão.

Lima (2019) afirma que os critérios utilizados no processo de seleção de fornecedores podem ser de natureza qualitativa ou quantitativa, dependendo do contexto abordado. A autora afirma ainda que é importante considerar os critérios adequados para cada alternativa, pois são essenciais para que o resultado obtido esteja mais perto do objetivo do problema. Os critérios utilizados devem ser escolhidos pelos decisores.

Os critérios utilizados por Lee et al. (2006) como fatores decisivos para a seleção de fornecedores, foram: qualidade, entrega, histórico de desempenho, garantias, políticas de reclamações e preço. Os critérios utilizados por Chan et al. (2006) para a seleção de fornecedores foram: custo, satisfação do serviço do fornecedor, qualidade, garantia, proatividade na cadeia de suprimentos, iniciativas de *e-business*, cultura organizacional e questões estratégicas, compatibilidade, programas de melhoria contínua, riscos percebidos, problemas financeiros, questões tecnológicas, segurança, meio ambiente e educação.

Uma questão de suma importância no processo de seleção é a escolha adequada do método a ser utilizado, pois os erros de modelagem podem acontecer quando não é utilizado o método matemático adequado para solucionar o problema exposto ou quando não há um modelo adequado, podendo não considerar todas as variáveis existentes no processo. Logo, o método inadequado pode oferecer resultados que não estão de acordo com as preferências do decisor.

Neste contexto, Lee et al. (2006) desenvolveu um sistema de apoio à decisão denominado *BestChoice*, utilizado para apoiar as agências do e-market places na seleção de fornecedores. Utilizou em seu estudo o Processo Analítico Hierárquico (AHP) para a tomada de decisão. O *BestChoice* permite que o avaliador crie regras para avaliação de fornecedores baseadas na Teoria da Utilidade de Multiatributo, com a utilidade de alternativas. O sistema oferece, ainda, uma interface gráfica e uma configuração manual dos pesos utilizados nos critérios escolhidos. Essa configuração pode ser salva e reutilizada para casos de seleção semelhantes.

O sistema desenvolvido por Lee et al. (2006) utiliza um banco de dados para armazenar as informações e gerenciar os fatores e funções. Os gestores têm acesso às informações onde são realizados cálculos e as avaliações dos fornecedores. O SAD foi aplicado em uma agência de compras da Coreia. Para a integração com um sistema de compra existente, foi implementado um aplicativo baseado em Java, seguindo a arquitetura J2EE. A camada lógica foi implementada como um *Session Bean* e a camada de interface como JSP e Java Applet.

De acordo com Lee et al. (2006), a validação da eficácia do SAD se deu através de dois aspectos, a diminuição do tempo médio gasto para a seleção dos fornecedores (testado em um período de 6 meses) e a precisão da avaliação do fornecedor. Após o período de teste, constatou-se a redução do tempo médio de seleção de fornecedores em 50%, de 10 para 5 minutos. O tempo médio para a seleção do fornecedor ideal também diminuiu em 50%, de 60 para 30 minutos. A taxa média de utilização dos dados fornecidos pelo SAD para a contratação de fornecedores é superior a 90%.

Chan et al. (2006) desenvolveu um SAD, utilizando o Processo Analítico Hierárquico (AHP), para auxiliar as companhias aéreas na seleção de fornecedores. Essa indústria sofre com a falta de fornecedores nas áreas de manutenção, suprimentos de peças e serviços. Durante seu desenvolvimento, o autor implantou o sistema, com o auxílio do pacote de *software* comercial Expert Choice, em uma companhia aérea com sede em Hong Kong. De acordo com os autores, após a inserção dos dados no sistema e a avaliação através dos critérios escolhidos, foi possível obter o ranking dos fornecedores.

Tarim e Kandemir (2017) desenvolveram um sistema de apoio à decisão multicritério baseado no método AHP. Através de critérios escolhidos, os fornecedores foram selecionados através de uma matriz de comparação. Após a inserção de dados no software o fornecedor ideal foi selecionado.

De acordo com Vargas (2010), a programação multicritério através do método AHP é utilizada para a tomada de decisão em ambientes complexos, onde diversas variáveis ou critérios são considerados para priorizar e selecionar alternativas. Com isso, o AHP se inicia com a decomposição do problema em uma hierarquia de critérios onde seja mais fácil realizar as análises e comparações de forma independente. O autor afirma ainda que, devido às propriedades matemáticas da AHP e o fato de que a entrada de dados é simples de ser obtida, tem atraído o interesse dos pesquisadores. A simplicidade do método é caracterizada pela comparação par a par das alternativas segundo critérios específicos.

Segundo Schmidt (1995), o AHP possui algumas limitações que podem ser consideradas desvantagens na utilização do método, como a necessidade de realizar uma análise minuciosa

para identificar e caracterizar as propriedades dos níveis de hierarquia que afetam o desempenho do objetivo mais alto; existir subjetividade na formulação da matriz de preferência; priorizar os níveis mais altos da hierarquia, pois serão elas que dirigirão o resto da hierarquia; assegurar que em cada nível os critérios representados são independentes; estruturação de um questionário de perguntas e preferências de qualidade e o trabalho requerido aos decisores para determinar todos os pares de comparações necessárias.

A inversão de ordem de alternativas, de acordo com Monteiro e Costa (2009), se dá quando há a inclusão de uma nova alternativa idêntica à que havia inicialmente no problema, resultando em uma ordenação diferente da que havia sido obtida no problema original, após o cálculo. Os autores afirmam ainda que essa inversão “é considerada um dos mais graves problemas existentes no âmbito das modelagens baseadas em abordagens multicritério”, além de evidenciar que a eliminação de uma alternativa pode alterar significativamente o resultado.

Assim, após a realização do levantamento bibliográfico, foram encontrados apenas 03 (três) artigos que realizaram o desenvolvimento de um sistema de apoio a decisão a partir de modelos matemáticos. Entretanto, a inversão de ordem e necessidade de hierarquização de critérios e subcritérios são fatores limitantes para o uso destes SADs.

As demais pesquisas encontradas continham apenas o desenvolvimento do modelo matemático, incluindo o trabalho de Araújo (2012), que desenvolveu um modelo integrado para seleção e avaliação de desempenho de fornecedores, que será utilizado como base para a realização dessa pesquisa, devido à sua adequação às necessidades do processo decisório.

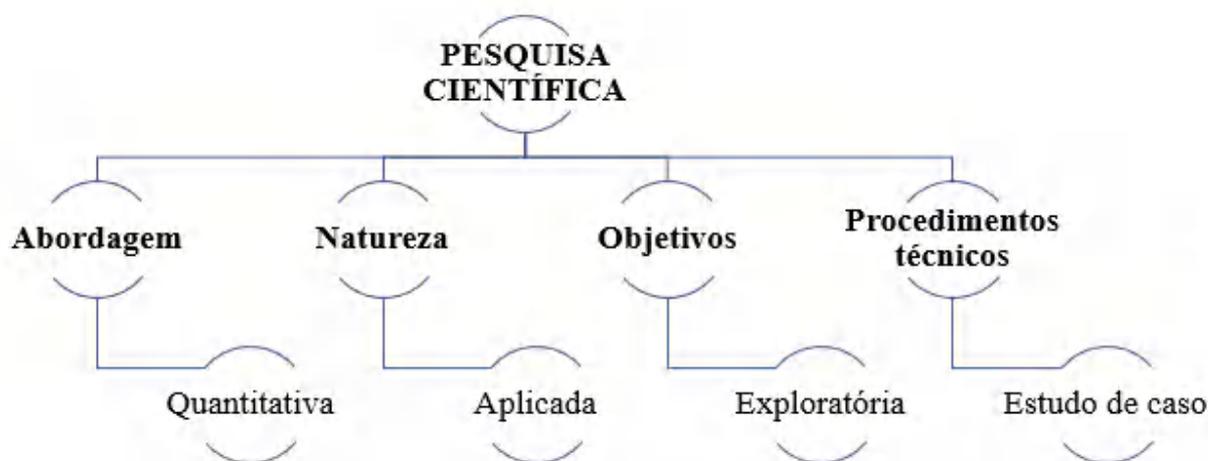
3 METODOLOGIA

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa. Neste sentido, será apresentada a caracterização da pesquisa e, em seguida, as etapas executadas durante o estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Shitsuka (2018), a pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza (básica ou aplicada), quanto à sua abordagem (qualitativa ou quantitativa), quanto aos seus objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa) e quanto aos seus procedimentos de pesquisa (estudo de caso, pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, levantamento, ex-post facto, pesquisa participante, pesquisa-ação, pesquisa etnográfica, pesquisa fenomenológica e pesquisa experimental). O Fluxograma 5 expõe a caracterização do presente estudo.

Fluxograma 5 - Classificação da pesquisa quanto à metodologia



Fonte: Autoria própria (2021)

Quanto à natureza, o trabalho se adequa em pesquisa aplicada, pois “é dedicada à geração de conhecimento para a solução de problemas específicos e é dirigida em busca da verdade para determinada aplicação prática” (NASCIMENTO, 2016). A pesquisa é aplicada, pois através dos conhecimentos adquiridos será desenvolvido um *software*, um sistema de apoio à decisão, que auxilie os gestores de empresas a escolher o fornecedor ideal.

A pesquisa enquadra-se, quanto à sua abordagem, como quantitativa. De acordo com Manzato e Santos (2018), os métodos da pesquisa quantitativa são utilizados quando se quer mensurar dados de um público-alvo através de uma amostra que o represente de forma estatisticamente comprovada. Logo, a pesquisa é quantitativa, pois, durante o estudo, pode-se

inserir métodos quantitativos como a utilização do modelo multicritério para a resolução do problema analisado.

Segundo Ramalho e Marques (2014) a pesquisa é considerada exploratória quando há uma pesquisa preliminar, que se caracteriza pela existência de poucos dados disponíveis, podendo ser um estudo inicial para a realização de outro tipo de análise para a resolução do problema do trabalho. Portanto, o trabalho em questão é considerado exploratório, pois utiliza-se de levantamentos de dados e pesquisas bibliográficas para o entendimento sobre o tema exposto e a sua resolução.

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser classificada como estudo de caso, que é definida por Gil (2002) como “um estudo profundo e exaustivo de um objeto, de forma que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa difícil mediante outros delineados já considerados.”

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A metodologia do trabalho foi dividida em 2 (duas) etapas. A primeira etapa fundamenta-se no levantamento bibliográfico e a segunda etapa consiste na escolha do modelo de programação linear inteira mista e no desenvolvimento do SAD.

De acordo com Duarte (2020), a revisão de literatura consiste em realizar um levantamento bibliográfico em busca de informações e dados a respeito do objeto de estudo da pesquisa, com o intuito de conhecer e compreender de forma mais clara e precisa suas causas e limitações. Echer (2001) afirma que a revisão de literatura ocupa a posição introdutória da pesquisa, e é por meio dela que são decididas as bases intelectuais em que a lógica da pesquisa está sendo estruturada. Assim, a primeira etapa deste estudo se deu pela escolha do tema e, em seguida, realizou-se pesquisas bibliográficas e levantamentos de dados.

Nesse contexto, buscou-se artigos que abordassem o tema de sistemas de informação, sistemas de apoio à decisão, desenvolvimento de *software* e seleção de fornecedores para estruturar o referencial teórico. Para a identificação de sistemas de apoio à decisão, baseados em modelos multicritério para a seleção de fornecedores, realizou-se uma revisão da literatura, que se deu através de pesquisas na base *Web Of Science*, utilizando as palavras-chaves: “*Supplier selection*” e “*Decision support system*”. As palavras-chaves utilizadas deu-se pelo fato de estarem diretamente ligadas ao tema da pesquisa, já que se trata do desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores. Após a pesquisa, foram obtidos 157 artigos. Então, realizou-se uma triagem com a intenção de selecionar apenas artigos relacionados ao tema do estudo, ou seja, aqueles que utilizassem um modelo matemático para

o desenvolvimento de um SAD para a seleção de fornecedores, resultando na análise de 03 (três) artigos.

Na segunda etapa foi realizada a construção de um modelo matemático de programação linear inteira mista, utilizado para o desenvolvimento do SAD, baseado na literatura estudada, levando em consideração critérios logísticos e de produtividade, como o custo do produto, a qualidade/desempenho, o custo do transporte, o tempo de entrega e a confiabilidade, que são os principais critérios utilizados para seleção de fornecedores. O método permite ao usuário adicionar outros critérios ou retirar os critérios pré-estabelecidos, adicionar inúmeras matérias-primas e também inúmeros fornecedores para serem analisados.

Após a definição do modelo a ser utilizado, o sistema foi desenvolvido em linguagem *Visual Basic Application* (VBA) e no Solver, no Microsoft Excel, por se tratar de uma linguagem acessível, de fácil compreensão e que permite novas adaptações, além de poder ser integrada a outras aplicações.

4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA A SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Em um ambiente organizacional cada vez mais complexo, as empresas têm buscado meios de gestão que auxiliem o relacionamento com seus clientes. Assim, a escolha de fornecedores adequados, que atendam os objetivos da organização, trazendo resultados que atendam às necessidades de seus clientes, são fatores fundamentais para o bom desempenho e sucesso. Nesse contexto, este capítulo apresenta a proposição de um Sistema de Apoio à Decisão para a seleção de fornecedores, baseado no modelo proposto por Araújo (2012).

4.1 DESCRIÇÃO DA SISTEMÁTICA

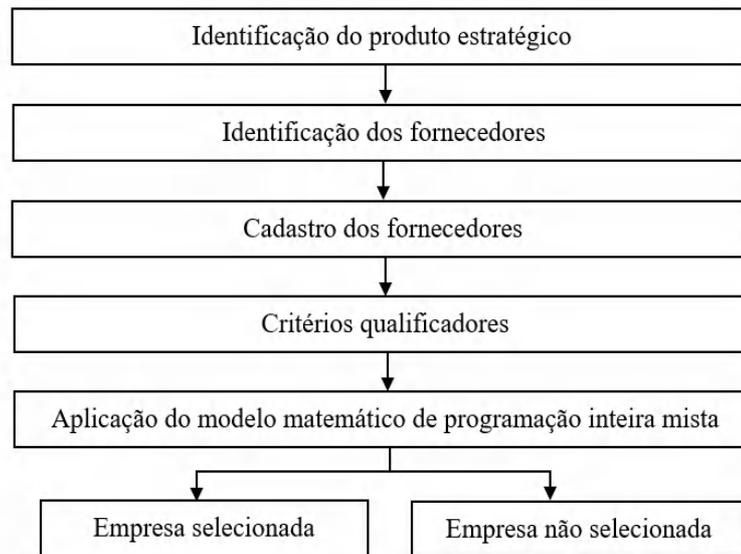
A sistemática de seleção de fornecedores utilizada como base para a criação do SAD é exposta no Fluxograma 6. A metodologia apresentará a seleção de fornecedores de produtos estratégicos, já que são os itens responsáveis pelos maiores custos e riscos na modificação de fornecedores.

Araújo (2012) afirma que o processo de tomada de decisão para a seleção de fornecedores é complicado, porque é necessário considerar muitos critérios, podendo ser relacionados tanto a questões objetivas quanto a questões subjetivas.

Desta forma, a autora observou que um grupo de decisores são responsáveis pela seleção de fornecedores, possuindo sistemas de preferências que podem ser convergentes ou não. Portanto, nesse caso, os decisores têm objetivos específicos diferentes. Logo, é preciso utilizar um modelo matemático de decisão em nível de saída.

A primeira etapa do processo de seleção equivale a identificação do fornecedor e do produto estratégico. Em seguida os critérios qualificadores são adicionados e é realizada a aplicação do modelo proposto. Portanto, o método utilizado deve se adequar a problemática. Logo, será utilizado uma adaptação do PROMETHEE com o objetivo de selecionar os fornecedores ideais.

Esta sistemática tem como finalidade a obtenção de um conjunto ou de um subconjunto de fornecedores, onde, a partir disso, serão selecionados os fornecedores que mais se adequem as necessidades da empresa. Portanto, primeiro são feitos os cadastros, depois utiliza-se a programação matemática para determinar o subconjunto de fornecedores que devem ser selecionados, de acordo com as restrições existentes, por fim é selecionado um conjunto de fornecedores que mais se adequem ao problema em questão.

Fluxograma 6 - Sistemática para seleção de fornecedores

Fonte: Autoria própria (2021)

Para a identificação do produto estratégico serão avaliados pelos gestores aqueles que possuem alto valor e baixa disponibilidade, que serão escolhidos para a empresa. Essa avaliação será realizada através de análises financeiras e análises de risco, a fim de analisar os fornecedores destes produtos.

Na identificação dos fornecedores será realizado a identificação dos potenciais fornecedores dos produtos estratégicos que serão adquiridos pela empresa. O modelo será empregado de forma separada para os fornecedores de cada item a ser comprado. Vale salientar que o mesmo vendedor poderá participar de mais de um processo de seleção desde que ofereça produtos estratégicos diferentes.

No cadastro, os fornecedores identificados serão cadastrados no sistema de acordo com o produto estratégico que oferece. Os dados de cadastro serão armazenados para o uso posterior durante o processo de seleção.

Na etapa dos critérios qualificadores serão adicionadas notas de 1 a 10 referentes a qualidade de cada critério. Os dados serão armazenados para uso posterior durante a utilização do modelo matemático.

Na etapa da seleção final será utilizada uma adaptação do PROMETHEE baseado em um modelo matemático de programação linear inteira mista para selecionar o grupo de fornecedores que mais se ajustam ao problema, com o objetivo de inserir todas as alternativas que possam melhorar o portfólio da empresa, de acordo com as restrições que foram impostas.

4.2 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO (SAD)

Batizado de SADSF, por ser acrônimo de Sistema de Apoio à Decisão para Seleção de Fornecedores, o sistema de apoio à decisão resultado desta pesquisa é iniciado com a tela de *Login* representada na Figura 1, e para iniciá-lo, é necessário que o arquivo do sistema esteja instalado no computador do usuário com uma versão do Microsoft Excel posterior à 2003, bem como a ativação dos suplementos do Desenvolvedor *Visual Basic Application* (VBA) e do módulo de análise de dados, Solver.

Figura 1 - Tela de *Login* do SADSF

A imagem mostra a interface de login do sistema SADSF. O título da janela é "SADSF | LOGIN". À esquerda, há um logotipo com o texto "SADSF" em grandes letras e "SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES" em letras menores abaixo. Abaixo do texto, há uma ilustração de uma pessoa em pé interagindo com um computador em uma mesa. À direita, há dois campos de entrada de texto: "Usuário" e "Senha". Abaixo dos campos, há dois botões: "Entrar" e "Sair". Abaixo dos botões, há um botão verde com o texto "Cadastrar novo usuário".

Fonte: Autoria própria (2021)

Na tela de *Login* do SADSF (Figura 1) é possível inserir as credenciais de usuário já cadastrado e acessar o arquivo ou utilizar a opção de cadastrar um novo usuário. Ao clicar no botão de cadastrar novo usuário, ele será direcionado para uma nova tela conforme mostra a Figura 2, onde poderá cadastrar suas credenciais.

Figura 2 - Tela de cadastro de novo usuário do SADSf

The screenshot shows a web browser window titled "SADSf | Formulário de cadastro". On the left, there is a logo for "SADSf" with the subtitle "SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES" and an illustration of a person at a computer. On the right, there are four input fields: "Nome", "E-mail", "Nome de usuário", and "Senha". Below these fields are two buttons: "Cadastrar" and "Cancelar".

Fonte: Autoria própria (2021)

Na tela de cadastro o usuário deverá informar seu nome, e-mail, o nome de usuário e a senha, sendo os dois últimos dados utilizados para a realização do *Login*. Os dados informados são armazenados em uma planilha e o usuário só poderá acessar o arquivo se possuir cadastro com as informações salvas no banco de dados do arquivo. Caso o usuário tente entrar sem as credenciais cadastradas, uma mensagem será exibida solicitando o preenchimento os dados, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Solicitação de preenchimento dos dados de *Login* do SADSf

The screenshot shows a web browser window titled "SADSf | LOGIN". On the left, there is a logo for "SADSf" with the subtitle "SISTEMA DE APOIO À SELEÇÃO DE FORN" and an illustration of a person at a computer. On the right, there are two input fields: "Usuário" and "Senha". Below these fields are two buttons: "OK" and "Sair". At the bottom right, there is a green button labeled "Cadastrar novo usuário". A modal dialog box titled "USUÁRIO" is overlaid on the screen, displaying an information icon and the message "Preencha o nome de usuário e senha!".

Fonte: Autoria própria (2021)

Se o usuário informar o nome de usuário ou senha errados, será exibida uma mensagem de erro, informando que o usuário ou senha estão incorretos, segundo mostra a Figura 4.

Figura 4 - Tela de *Login* com erro de credenciais do SADSF



Fonte: Autoria própria (2021)

Ao realizar o *login* o usuário terá acesso ao arquivo e poderá utilizar todas as funcionalidades do SAD para realizar a seleção dos fornecedores. Ao entrar, irá visualizar a tela introdutória onde poderá dar início ao SADSF.

Figura 5 - Tela de introdução do SADSF

O SADS F é um sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores que tem como objetivo auxiliar gestores de empresas na seleção de fornecedores para o seu negócio. O *software* visa selecionar os fornecedores ideais, de forma adequada, com o propósito de tornar o processo mais eficaz, reduzindo possíveis prejuízos decorrentes da seleção de um fornecedor que não esteja alinhando com as metas e objetivos da organização.

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao iniciar o programa será exibido a tela principal de interação com o usuário, onde é possível acessar os cadastros que são realizados pelo sistema, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Tela principal do SADSF

Fonte: Autoria própria (2021)

Existem três subdivisões de funcionalidades na tela principal: a primeira refere-se aos cadastros iniciais de usuários (Figura 7) e fornecedores, enquanto a segunda é composta pelo cadastro dos pesos dos critérios.

Figura 7 - Tela de cadastro de usuário do SADSF

Nome	E-mail	Função
Lucielly	lucielly@gmail.com	Estagiária
Yuri Laio	yuri@gmail.com	Professor
Junior Gustavo	gustavo@gmail.com	Monitor de qualidade

Fonte: Autoria própria (2021)

Na tela de cadastro de fornecedores (Figura 8), o usuário poderá inserir informações sobre o fornecedor que será cadastrado para participar da seleção. Será necessário adicionar o nome do fornecedor, o CNPJ, o produto/matéria-prima e a capacidade produtiva.

Figura 8 - Tela de cadastro de fornecedor do SADSf

Fonte: Autoria própria (2021)

Ainda na tela de cadastro de fornecedor, o usuário deverá atribuir notas aos critérios de avaliação que já são pré-estabelecidos para classificar a qualidade de cada critério, conforme mostra a Figura 9. Os critérios escolhidos foram: custo do produto, qualidade/desempenho, custo do transporte, tempo de entrega e confiabilidade. As notas concedidas poderão ser de 1 a 10, em uma escala onde 1 se refere à menos importante e a nota 10 à extremamente importante.

Figura 9 - Tela de cadastro de desempenho do SADSf

Fonte: Autoria própria (2021)

Após atribuir as notas dos desempenhos por produto e empresa, o usuário deverá ir para a tela de cadastro dos pesos de cada critério, como mostra a Figura 10. Será definido, através de notas qualitativas, a importância que o usuário atribui a cada critério. Serão adicionadas notas de 1 a 10, em uma escala onde 1 se refere a menos importante e 10 se refere à extremamente importante.

Figura 10 - Tela de cadastro de pesos do SADSF

SADSF | Definição dos pesos dos critérios

SADSF
SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA
SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Pesos/Importância dos critérios (1 - 10)

Defina o peso/importância dos critérios abaixo, através de notas entre 1 - 10, levando em consideração que:
1 - Menos importante
10 - Extremamente importante

Custo do produto	Qualidade/Desempenho	Custo do transporte	Tempo de entrega	Confiabilidade
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Salvar **Voltar**

Fonte: Autoria própria (2021)

Após o preenchimento de todos os dados necessários, (vale salientar que os dados utilizados nesta pesquisa são dados fictícios usados apenas para demonstração da utilização do *software*) o usuário deverá ir para o relatório da resolução do problema, já programado com as fórmulas e com a análise de dados Solver, no arquivo do Excel, conforme mostra a Figura 18. Através do Solver, será definida uma função objetivo para maximizar o problema, ou seja, encontrar o valor máximo ideal, sujeita a algumas restrições.

Tabela 1 - Relatório de resolução do SADSF

Desempenho por produtos e fornecedor						
Produto	Fornecedor	Benefício geral	Capacidade produtiva	Compra	Selecionado	% Compra
Leite condensado	Moça	301	4000	2500	1	42%
Leite condensado	Piracanjuba	292	4000	0	0	0%
Leite condensado	Triângulo	315	3500	3500	1	58%
Leite condensado	Mococa	287	5000	0	0	0%

Função objetivo	309,17	Produtos	Demanda	Total comprado
		Leite condensado	6000	6000

Fonte: Autoria própria (2021)

O benefício geral da matéria-prima de cada fornecedor será calculado através da soma do produto das notas dos pesos/importância dos critérios pelo desempenho dos produtos e fornecedor. A partir disso, o Solver é utilizado para realizar a resolução do problema, através do método LP Simples. Após definir a função objetivo (que se dá através da soma do produto do benefício geral, do item selecionado e da porcentagem de compra), alterando as células da quantidade de compra, sujeitas às seguintes restrições:

- O número de produtos comprados deverá ser menor ou igual a capacidade produtiva;
- O total de produtos comprados deverá ser igual a demanda.

Após a resolução do problema através do Solver, as informações são acrescentadas na planilha. Dentre os fornecedores cadastrados, serão escolhidos os que possuírem o benefício geral mais alto, conforme os critérios avaliados. A resolução apresentará a quantidade de produtos que serão comprados dos fornecedores escolhidos para atender a demanda da organização. Se o fornecedor for escolhido, será apresentado o número 1 na coluna “Selecionado”, caso não seja escolhido, será apresentado o número 0 na mesma coluna. Enquanto na coluna “% compra” será mostrado a porcentagem de compra que será realizado dos fornecedores escolhidos. Portanto, por fim, o total comprado será igual a demanda de produtos da organização. Esse processo indicará ao usuário quais as melhores opções de fornecedores para realizar a compra de matéria-prima de sua organização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de apoio à decisão para a seleção de fornecedores, baseado em um *software* para programação matemática, integrada ao programa do Microsoft Excel.

A problemática envolvida na pesquisa foi identificada ao verificar que a tomada de decisão nessa vertente é, na maioria das vezes, realizada na base do empirismo, o que se dá através da ausência de ferramentas que auxiliem o tomador de decisão a fazer análises de forma eficaz. Apesar da existência de uma variedade de *softwares* e modelos matemáticos, a necessidade de auxílio do decisor permanece devido à complexidade de uso dos mesmos.

No decorrer da pesquisa, buscou-se averiguar, por meio da observação da produção científica dos últimos anos, os tipos de sistemas de informações disponíveis para a seleção de fornecedores. Para isso, realizou uma pesquisa na plataforma *Web Of Science*, utilizando as palavras-chaves: “*Supplier selection*” e “*Decision support system*”. Após a pesquisa, foram obtidos 157 artigos. Então, realizou-se uma triagem com a intenção de selecionar apenas artigos relacionados ao tema do estudo, resultando na análise de 03 (três) artigos.

Para a construção do Sistema de Apoio à Decisão, realizou-se as etapas fundamentais para o desenvolvimento do *software*: a entrada dos dados, os processamentos dos dados e a saída das informações. O sistema resultante, denominado SADSF – Sistema de Apoio à Decisão para Seleção de Fornecedores, foi apresentado mostrando suas características de usabilidade, que foram feitas para dar facilidade ao usuário no manuseio da ferramenta.

A utilização da ferramenta contribui de forma significativa para o processo de decisão de uma organização, reduzindo análises baseadas apenas por meio da intuição, proporcionando conhecimento científico de forma simples. O modelo proposto teve sua concepção baseada em programação linear inteira mista, e foi implementada no *Microsoft Excel*, utilizando tanto a ferramenta denominada *Solver*, como a linguagem de programação *VBA*. A partir disso, obteve-se como resultado a construção de um programa de apoio à decisão para seleção de fornecedores, baseado em critérios logísticos trazendo para o usuário final facilidade de uso, economia de tempo por demandar pouco tempo de execução para a seleção dos fornecedores ideais, assim como relata Lee et al. (2006) em sua pesquisa, economia de recursos por utilizar um sistema gratuito e de fácil acesso, além de ser um sistema adaptável, flexível e de fácil manuseio, onde o usuário poderá realizar ajustes sempre que achar necessário, como alterar ou adicionar critérios e restrições, por exemplo.

Em virtude dos fatos citados, observou-se que o modelo SADSF desenvolvido permite auxiliar de forma eficiente o decisor a escolher os melhores fornecedores para comprar a matéria-prima de produção para sua organização, reduzindo o tempo e o esforço dispensado, proporcionando assim impactos positivos na economia e no meio empresarial, melhorando a eficiência das decisões e a melhoria da produtividade.

5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa houveram limitações tais como:

- Troca de orientador, tendo que demandar tempo para algumas alterações do tema da pesquisa;
- Falta de tempo hábil para aplicação do *software* em uma empresa.

Neste tópico serão descritas sugestões para trabalhos futuros, que podem dar continuidade a esta pesquisa ou expandi-la:

- Aplicação do *software* em uma empresa real;
- Propor o desenvolvimento de uma nova versão do SADSF, com acesso on-line, em prol do aumento da disponibilidade;
- Incrementar as funcionalidades do SADSF.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. C. B. **Modelo integrado para seleção e avaliação de desempenho de fornecedores.** Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 136, 2012.
- ARAÚJO, M. C. B.; ALENCAR, L. H. **INTEGRATED MODEL FOR SUPPLIER SELECTION AND PERFORMANCE EVALUATION.** South African Journal of Industrial Engineering August 2015.
- BARACHO, R. M. A.; MAGALHÃES, A. M. Um modelo para seleção de fornecedores baseado em lógica difusa. *In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2013.
- BARBOZA, A. O. **Simulação e técnicas da computação evolucionária aplicadas a problemas de programação linear inteira mista.** Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba – PR, p. 236, 2005.
- BARROS, A. O. **A gestão da cadeia de suprimentos como vantagem competitiva.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Comunicação Social) – Centro de Ensino Universitário de Brasília. Brasília – DF, p. 35, 2007.
- BATISTA, E. O. **Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento.** 2º Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.
- BELMIRO, J. (org.). **Sistemas de informação.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- CARPINETTI, L. C. R., JUNIOR, F. R. L. **Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy – TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores.** *Gestão & Produção. São Carlos.* vol. 22, n. 1. 2015.
- CHAN, F. T. S. *et al.* **A decision support system for supplier selection in the airline industry.** Proc. IMechE Vol. 221 Part B: J. Engineering Manufacture. p. 741-758, 2006.
- CORDEIRO, V. R. *et al.* **Sistemas de informação e inovação: um estudo bibliométrico.** *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, Vol. 13, No. 1, Jan/Abr., 2016 pp. 81-100.
- CORTES, P. L. **Administração de sistemas de informação.** Editora Saraiva Educação S. A. 2017.
- DUARTE, I. R. F. **Modelo multicritério para a classificação de municípios quanto a propensão à criminalidade.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Campina Grande. Sumé – PB, p. 74, 2020.
- ECHER, I. C. **A revisão de literatura na construção do trabalho científico.** R. gaúcha Enferm. Porto Alegre. v. 22, n. 2. p. 5-20 (2001).
- FERNANDES, K. S. **Logística: fundamentos e Processos.** 1º Edição. Curitiba – Paraná: IESDE Brasil, 2012.

FERREIRA, R. J. P. *et al.* Sistema de apoio à decisão para seleção de atividades críticas no gerenciamento de projetos com avaliação multicritério. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23. 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

FILHO, J. S. **Administração de logística integrada: materiais, PCP e marketing.** 2º Edição. Rio de Janeiro – RJ: E-papers, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4º Edição. São Paulo – SP: Editora Atlas S.A., 2002.

GRANT, D. B. **Gestão de logística e cadeia de suprimentos.** Editora Saraiva Educação S.A., 2017.

GOUVEIA, L. B.; RANITO, J. **Sistemas de informação de apoio à gestão.** Porto: Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004.

JUNIOR, F. R. L. *et al.* **Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte.** *Gestão & Produção.* São Carlos. vol. 20, n. 4. 2013.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais.** 11º Edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

LEAL, T. A. C. S. **Sistemas de informações gerenciais e sua importância para tomada de decisões.** *Administradores.com*, 11 de dezembro de 2008. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/sig-e-sua-importancia-para-tomada-de-decisoes>. Acesso em: 27/07/2021.

LEE, J. *et al.* **BestChoice: A Decision Support System for Supplier Selection in e-Marketplaces*.** DEECS, LNCS 4055, p. 198 – 208, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

LEITÃO, J. *et al.* **Dimensões competitivas de Portugal: contributos dos territórios, setores, empresas e logística.** Portugal: Editora Centro Atlântico, 2008.

LEITE, C. C. L. *et al.* A logística e a gestão da cadeia de suprimentos: Um estudo de caso de uma empresa da região Sul de Minas Gerais. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, p. 12., 2015, Resende – RJ. **Anais...** Resende, 2015.

LIMA, M. N. **Proposta de modelo para seleção de fornecedores baseado em critérios sustentáveis e nos métodos fuzzy AHP e fuzzy 2-tuple.** Tese (Mestrado em Inovação tecnológica, área de Gestão de Operações) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberlândia, p. 66, 2019.

LOBO, E. J. R. **Curso de Engenharia de Software.** São Paulo: Digerati Books, 2008.

LOUSADA, M.; VALENTIM, M. **Modelos de tomada de decisão e sua relação com a informação orgânica.** *Perspectivas em Ciência da Informação.* Belo Horizonte – MG. v. 16, n. 1, p.147 – 164, janeiro/março 2011.

LUPATINI, G. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários.** Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 166, 2002.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa.** Departamento de Ciência da Computação e Estatística – IBILCE – UNESP, 2018.

MASSUKADO, L. M. **Sistema de Apoio à Decisão: avaliação de Cenários de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares.** Tese (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 272, 2004.

MIRANDA, M. S. **Dicionário Técnico de Logística.** 1º Edição. São Paulo – São Paulo: Clube de Autores, 2013.

MONTEIRO, H. R.; COSTA, H. G. **O problema da inversão de ordem em métodos multicritérios: um experimento com o ELECTE III/IV.** In: XLI SBPO – Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. 2009.

NASCIMENTO, F. P. **Classificação da pesquisa: natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos.** Brasília: Thesaurus, 2016.

OLIVEIRA, E. P. **Modelo conceitual de um sistema de apoio à decisão, para gestores de logística e transporte em canais de exportação agrícola.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 241, 2007.

PEREIRA, N. A. (org.). **Fundamentos de Sistemas de Informação.** 1º Edição. São Carlos – São Paulo: Pixel, 2016.

POSSEBON, C.; RIBEIRO, W. S. **Sistemas de informação gerencial.** São Paulo: Editora SENAC, 2020.

RAMALHO, A. M. C., MARQUES, F. L. M. **Classificação da pesquisa científica.** 1º Edição. Rio Grande do Norte, 2014.

REISSWITZ, F. **Análises de sistemas.** Vol. 1. Editora Clube de Autores, 2020.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação.** 3º Edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

SANTOS, B. N. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para seleção de trainees baseado na abordagem multicritério.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em sistemas de informação) – Universidade Federal da Paraíba. Rio Tinto – PB, p. 68. 2013.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão abordagens: AHP e MACBETH.** Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 155, 1995.

SHITSUKA, D. M. et al. **Metodologia da pesquisa científica.** 1º Edição. Santa Maria – RS: Núcleo de Tecnologia Educacional da Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SILVA, A. L. G. **Seleção e avaliação de fornecedores: uma proposta de modelo para uma empresa de impermeabilização.** Tese (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 72, 2013.

SOUSA, P. H. C. **Desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão no Departamento de Compras na Barata & Ramilo S.A. – Parfois.** Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, p. 68, 2012.

SOUZA, C. G. B. **Sistemas de apoio à decisão de BID/NO-BID e estimação de MARK-UP em projetos.** Tese (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 104, 2020.

TARIM, E. A.; KANDEMIR, E. K. **Visual Program Application for Supplier Selection Using Fuzzy DEMATEL and Fuzzy AHP.** *In: International Conference on Computer Science and Engineering, IEEE. 2017.*

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. **Metodologias para a seleção de fornecedores:** uma revisão de literatura. *Production. São Paulo. vol. 22, n. 4. 2012.*

VARGAS, R. V. **Utilizando a programação multicritério (*Analytic hierarchy process – AHP*) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio.** *In: PMI Global Congress, p.22, 2010, Washington – DC – EUA.*

YOKOMIZO, C. A. **Avaliação de desempenho organizacional:** um estudo exploratório em empresas brasileiras de desenvolvimento de software. *Tese (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 175, 2009.*