

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

RENATO DE OLIVEIRA BASTOS

PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE
FORNECEDORES:
Uma aplicação ao caso do Instituto Federal do Tocantins

São Leopoldo - RS

2016

RENATO DE OLIVEIRA BASTOS

PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE
FORNECEDORES:

Uma aplicação ao caso do Instituto Federal do Tocantins

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Dagnino
Chiwiacowsky

São Leopoldo - RS

2016

B327p

Bastos, Renato de Oliveira

Proposta de aprimoramento do processo de avaliação e seleção de fornecedores : uma aplicação ao caso do Instituto Federal do Tocantins / por Renato de Oliveira Bastos – 2016.
95 f.: il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2016.

“Orientação: Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky.”

1. Processo decisório por critério múltiplo. 2. Método AHP.
3. Método VIKOR. 4. Fornecedores. I. Título.

CDU: 658.012.4

RENATO DE OLIVEIRA BASTOS

PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE
FORNECEDORES:

Uma aplicação ao caso do Instituto Federal do Tocantins

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre, pelo Programa
de Pós-Graduação em Engenharia da Produção e
Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos
Sinos – UNISINOS

Aprovado em: _____ de _____ de 2016.

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky - UNISINOS

Prof. Dr. André Luís Korzenowski – UNISINOS

Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro – UNISINOS

Profª. Dra. Adriana Kroenke Hein – FURB

*“Dedico este trabalho aos meus pais, Eva Aparecida de Oliveira Bastos e
Manoel Inácio de Bastos, pelo apoio, incentivo e confiança
que demonstraram ao longo desta caminhada”*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por propiciar essa conquista tão sonhada e aguardada.

Aos professores do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Unisinos, da turma de 2014 do IFTO, que contribuíram imensamente com seus ensinamentos acadêmicos e profissionais, ajudando a expandir o meu conhecimento e crescimento pessoal.

Agradecer imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky, pela exemplar orientação que me foi dedicada durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, irmãos, amigos, colegas de trabalho e do mestrado que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O problema de seleção de fornecedores vem sendo abordado com maior relevância e importância pelas organizações, uma vez que por meio da escolha e seleção adequada dos fornecedores os resultados econômicos podem ser bem significativos. A necessidade de instituições públicas ou privadas de reduzir gastos, de buscar produtos e serviços de melhor qualidade, procurando melhorar sua competitividade ou mesmo sua estabilidade no mercado, vem fazendo com que o tema de seleção de fornecedores tenha um papel estratégico nas organizações. Os modelos de seleção atuais praticados pela grande maioria das organizações buscam basicamente minimizar os custos, deixando de lado outros critérios importantes para a escolha dos fornecedores. O presente trabalho propõe uma avaliação do modelo atual de seleção de fornecedores dentro do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) bem como a criação de dois modelos multicritério de apoio a decisão. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa na formulação do problema e identificação dos critérios relevantes, e quantitativa para a construção dos modelos multicritério e análises dos resultados. Os dois modelos de apoio a decisão foram construídos utilizando os métodos multicritério AHP e VIKOR. Para o estudo aplicado, foram avaliados seis fornecedores em relação aos critérios qualidade, custo, entrega e localização geográfica. Os modelos foram criados a partir de análises sobre as avaliações de entrevistas com quatro especialistas dos setores de compra do IFTO *campus* Araguaína. Com os resultados dos dois modelos construídos, foi realizada uma comparação entre eles e também em relação ao modelo de seleção de fornecedores praticado atualmente no IFTO. Após as comparações dos modelos, realizou-se uma análise de sensibilidade, onde observou-se que o modelo VIKOR mostrou-se como o mais adequado e indicado para a seleção de fornecedores no âmbito do IFTO.

Palavras-chave: Análise Multicritério. Método AHP. Método VIKOR. Seleção de Fornecedores.

ABSTRACT

The problem of selection of suppliers has been addressed with greater relevance and importance for the organizations, since a proper choice and selection of suppliers can bring significant economic results. The need for public and private institutions to reduce costs, to get better quality products and services, looking to improve their competitiveness or even its stability in the market, is causing the supplier selection issue a strategic role in organizations. The current selection models employed by the vast majority of organizations seek to minimize costs, basically leaving aside other important criteria for the choice of suppliers. The present work proposes the assessment of the current model of selection of suppliers within the Federal Institute of Tocantins (IFTO) as well as the creation of two multicriteria decision support models. The research has a qualitative approach in problem formulation and identification of relevant and quantitative criteria for the construction of the multi-criteria models and analysis of results. The two proposed models to support decision have been built using the multi-criteria methods AHP and VIKOR. For the study applied, six vendors were evaluated in relation to quality, cost, delivery criteria and geographic location. The decision models were created from analysis of the evaluations of interviews with four experts in the purchase sector of the IFTO campus Araguaína. With the results of the two proposed models, a comparison was made between them and also in relation to vendor selection model currently practiced in the IFTO. After comparisons of the models, a sensitivity analysis was conducted, where it was noted that the VIKOR model showed up as the most appropriate and suitable for the selection of suppliers within the IFTO.

Keywords: Multi-Criteria Analysis. AHP Method. VIKOR Method. Selection of Suppliers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da Hierarquia do AHP.....	31
Figura 2 – Compromissos e soluções ideais.....	35
Figura 3 – Fluxograma das atividades.....	42
Figura 4 – Entrada do campus Araguaína.....	44
Figura 5 – Fachada externa do bloco das salas de aula.....	44
Figura 6 – Estrutura hierárquica de decisão para o modelo AHP.....	52
Figura 7 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo AHP – dispensa 1.....	80
Figura 8 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo AHP – dispensa 2.....	81
Figura 9 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo VIKOR – dispensa 1.....	82
Figura 10 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo VIKOR – dispensa 2.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Matriz modelo de comparação entre os critérios definidos.....	52
Quadro 02 – Matriz modelo de comparação entre fornecedores.....	53
Quadro 03 – Matriz de desempenho para o modelo VIKOR na dispensa 1.....	54
Quadro 04 – Matriz de desempenho para o modelo VIKOR na dispensa 2.....	54
Quadro 05 – Matriz resposta do especialista 1, comparação critério x critério.....	57
Quadro 06 – Matriz resposta do especialista 2, comparação critério x critério.....	57
Quadro 07 – Matriz resposta do especialista 3, comparação critério x critério.....	57
Quadro 08 – Matriz resposta do especialista 4, comparação critério x critério.....	58
Quadro 09 – Matriz resposta do especialista 1 sobre os fornecedores – dispensa1	58
Quadro 10 – Matriz resposta do especialista 2 sobre os fornecedores – dispensa1	59
Quadro 11 – Matriz resposta do especialista 3 sobre os fornecedores – dispensa1	59
Quadro 12 – Matriz resposta do especialista 4 sobre os fornecedores – dispensa1	60
Quadro 13 – Matriz resposta do especialista 1 sobre os fornecedores – dispensa2	61
Quadro 14 – Matriz resposta do especialista 2 sobre os fornecedores – dispensa2	61
Quadro 15 – Matriz resposta do especialista 3 sobre os fornecedores – dispensa2	62
Quadro 16 – Matriz resposta do especialista 4 sobre os fornecedores – dispensa2	63
Quadro 17 – Matriz de comparação entre os especialistas.....	68
Quadro 18 – Matriz de desempenho do especialista 1 para a dispensa 1	70
Quadro 19 – Matriz de desempenho do especialista 1 para a dispensa 2.....	70
Quadro 20 – Matriz de desempenho do especialista 2 para a dispensa 1	71
Quadro 21 – Matriz de desempenho do especialista 2 para a dispensa 2.....	71
Quadro 22 – Matriz de desempenho do especialista 3 para a dispensa 1	71
Quadro 23 – Matriz de desempenho do especialista 3 para a dispensa 2.....	72
Quadro 24 – Matriz de desempenho do especialista 4 para a dispensa 1	72
Quadro 25 – Matriz de desempenho do especialista 4 para a dispensa 2.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico realizado	17
Tabela 2 – Pontuação de intensidade de comparação.....	32
Tabela 5 – Relação dos critérios mais citados por meio do levantamento	46
Tabela 6 – Questionário de levantamento de critérios	47
Tabela 7 – Ordenação dos critérios empregados no IFTO	50
Tabela 8 – Valores e medidas para o modelo Vikor.....	54
Tabela 9 – Ordenação dos fornecedores – especialista1 – dispensa1.....	64
Tabela 10 – Ordenação dos fornecedores – especialista1 – dispensa2.....	64
Tabela 11 – Ordenação dos fornecedores – especialista2 – dispensa1.....	65
Tabela 12 – Ordenação dos fornecedores – especialista2 – dispensa2.....	65
Tabela 13 – Ordenação dos fornecedores – especialista3 – dispensa1.....	66
Tabela 14 – Ordenação dos fornecedores – especialista3 – dispensa2.....	66
Tabela 15 – Ordenação dos fornecedores – especialista4 – dispensa1.....	67
Tabela 16 – Ordenação dos fornecedores – especialista4 – dispensa2.....	67
Tabela 17 – Pesos dos especialistas.....	68
Tabela 18 – Ordenação final dos fornecedores para o método AHP – dispensa 1.....	68
Tabela 19 – Ordenação final dos fornecedores para o método AHP – dispensa 2.....	69
Tabela 20 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 1 - dispensa 1	73
Tabela 21 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 1 - dispensa 2.....	73
Tabela 22 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 2 - dispensa 1	74
Tabela 23 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 2 - dispensa 2.....	74
Tabela 24 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 3 - dispensa 1	75
Tabela 25 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 3 – dispensa 2	75
Tabela 26 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 4 - dispensa 1	75
Tabela 27 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 4 - dispensa 2.....	76
Tabela 28 – Ordenação final dos fornecedores pelo método VIKOR – dispensa 1	76
Tabela 29 – Ordenação final dos fornecedores pelo método VIKOR – dispensa 2	77
Tabela 30 – Ordenação final de todos os modelos avaliados - dispensa 1	78
Tabela 31 – Ordenação final de todos os modelos avaliados - dispensa 2.....	78

LISTA DE SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
GCS	Gestão da Cadeia de Suprimentos
IC	Índice de Consistência
ICA	Índice de Consistência Aleatório
IFTO	Instituto Federal do Tocantins
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MAUT	<i>Multiattribute Utility Theory</i>
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>
MCDM	<i>Multi-Criteria Decision Making</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
QC	Quociente de Consistência
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SMART	<i>Simple Multi Attribute Rating Technique</i>
VIKOR	<i>ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos da Pesquisa.....	16
1.2 Justificativa da pesquisa	16
1.3 Delimitação do Problema	20
1.3.1 Descrição do problema	21
1.4 Estrutura do trabalho	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Processo de seleção de fornecedores	23
2.2 Processo de compra dos órgãos governamentais.....	26
2.3 Critérios para seleção de fornecedores	27
2.4 Fundamentação e métodos de decisão multicritério.....	29
2.4.1 Método AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>).....	30
2.4.2 Método VIKOR (<i>VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje</i>).....	34
2.4.3 Decisão em grupo.....	37
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 Procedimento de pesquisa	40
3.2 Elaboração da pesquisa.....	41
3.2.1 Coleta de dados	41
3.2.2 Tabulação dos dados	41
3.3 Comparação dos resultados dos dois modelos	42
3.4 Fluxograma e cronograma da dissertação	42
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	43
4.1 Caracterização da Organização	43
4.2 Identificação dos critérios.....	44
4.2.1 Critérios analisados para seleção de fornecedores	45
4.2.2 Critérios selecionados no âmbito do IFTO.....	47
4.3 Modelo AHP.....	51
4.4 Modelo VIKOR	53
5 APLICAÇÕES E RESULTADOS	56
5.1 Resultados do Modelo AHP	56
5.1.1 Resultado das matrizes de comparações entre os critérios.....	56

5.1.2 Resultado das matrizes de comparações entre os fornecedores	58
5.1.3 Ordenação dos fornecedores pelo método AHP com base nos especialistas	64
5.1.4 Ordenação final para o modelo AHP	67
5.2 Resultados do Modelo VIKOR	69
5.2.1 Resultados das matrizes de desempenho do método VIKOR	69
5.2.2 Ordenação dos fornecedores pelo método VIKOR com base nos especialistas	73
5.2.3 Ordenação final para o modelo VIKOR	76
5.3 Comparações dos resultados dos modelos AHP e VIKOR	77
5.3.1 Análise de sensibilidade realizada nos modelos	79
5.3.1.1 Análise de sensibilidade no modelo AHP para a dispensa 1	79
5.3.1.2 Análise de sensibilidade no modelo AHP para a dispensa 2	80
5.3.1.3 Análise de sensibilidade no modelo VIKOR para a dispensa 1	82
5.3.1.4 Análise de sensibilidade no modelo VIKOR para a dispensa 2	83
6 CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1 INTRODUÇÃO

A escolha dos fornecedores para uma empresa ou instituição tem um papel cada vez mais importante dentro de uma organização, e a necessidade de gerenciar as decisões sobre qual produto ou qual fornecedor contratar, exige cada vez mais empenho e dedicação de seus gestores responsáveis. Critérios para seleção de fornecedores associados a custos, qualidade dos produtos e serviços, tornam-se fundamentais para melhorar a competitividade e/ou cortar gastos dentro das organizações (KAHRAMAN; CEBECI; ULUKAN, 2003; LIMA JUNIOR, 2013).

A avaliação de fornecedores é um tema cada vez mais importante no ambiente da gestão de cadeias de suprimentos (PRESSEY; WINKLHOFER; TZOKAS, 2009; THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011). Tanto as empresas privadas como as instituições públicas necessitam de uma melhor gerência em relação aos seus fornecedores, objetivando principalmente a redução de gastos.

Em um ambiente de constantes alterações sociais, tecnológicas e econômicas, as organizações devem estar atentas às mudanças, de forma a permanecerem competitivas e atuantes no mercado. É preciso analisar as tendências e resultados do seu negócio, é necessário aceitar e enfrentar riscos, tomando decisões rápidas e seguras. As informações empregadas precisam ser atualizadas e confiáveis, permitindo ao gestor se posicionar de forma eficiente e eficaz no processo de tomada de decisão.

Nas organizações industriais, a escolha dos fornecedores é encarada como uma das principais atividades, onde a função de comprar e selecionar os fornecedores é crucial, influenciando nos custos da produção (CASTRO et al., 2009) e qualidade dos produtos, o que também afeta o desempenho da organização compradora (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011). Além de influenciar nos fatores de produção, decisões corretas com relação à seleção de fornecedores são capazes de prover ganhos decorrentes da relação com os fornecedores (HA et al., 2011), como por exemplo flexibilidade, pontualidade e qualidade dos serviços e produtos. Sendo assim, a seleção de fornecedores se constitui também como atividade-chave na gestão de cadeias de suprimentos (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011).

Para Lima Junior (2013), devido à dependência de muitos fatores, o processo de seleção de fornecedores vem constantemente sendo abordado na literatura acadêmica como um problema de decisão no qual vários critérios são considerados na escolha das eventuais empresas fornecedoras.

Para lidar com problemas de seleção de fornecedores, os critérios de escolha envolvidos costumam ser conflitantes, várias técnicas vêm sendo exploradas e aprimoradas para o desenvolvimento de modelos de decisão, sendo empregadas, por exemplo, técnicas estatísticas, métodos de decisão multicritério, inteligência artificial e técnicas de gestão (LIMA JUNIOR, 2013). Estas abordagens podem ser utilizadas de forma isolada ou combinada, mesclando diferentes métodos (HO et al., 2010).

Segundo Tramarico (2012), a tomada de decisão com relação à seleção de fornecedores, muitas vezes, é baseada nas preferências pessoais e, outras vezes, unicamente em medidas de custo. É uma das tarefas do dia-a-dia das organizações que, geralmente, consome uma pequena fração de tempo quando baseada em um processo sistemático com elementos claramente definidos em uma sequência de etapas distintas e bem definidas.

Na tarefa de selecionar fornecedores, uma preocupação das organizações, que se mostra cada vez mais relevante e importante, está relacionada às questões socioambientais, destacando-se os trabalhos de Jabbour e Jabbour (2009), que relatam preocupações com a sustentabilidade ambiental, Wahab, Mamun e Ongkunaruk (2011), que escrevem sobre os impactos ambientais, e Büyüközkan e Çifçi (2011) e Yeh e Chuang (2011), que em seus trabalhos relatam sobre aspectos de responsabilidade social e ambiental. Quando considerando tais aspectos, as organizações mostram preocupação quanto à origem dos produtos que estão sendo adquiridos, se existe uma preocupação por parte do fornecedor com normas trabalhistas e respeito pelos seus funcionários, ou ainda, se a empresa respeita normas ambientais, tornando a questão socioambiental um critério de seleção importante, exigindo dos fornecedores adequações dentro do sistema de produção.

De acordo com Tramarico (2012), o tema seleção de fornecedores tem sido amplamente estudado nas últimas décadas. Áreas e setores como comércio, agronegócio, governos, universidades públicas ou particulares dentre outros, devem, a exemplo do setor industrial, encarar a atividade de seleção de fornecedores como uma das principais atividades dentro da empresa (CASTRO et al., 2009).

A presente pesquisa visa explorar e aprimorar o processo de seleção de fornecedores realizado atualmente no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), onde o processo atual se baseia na lei federal nº 8.666/93 que trata das contratações e licitações (BRASIL, 2015). Entretanto, para as aquisições de matérias e serviços de até R\$ 8.000,00, e para obras de engenharia e construção no valor de até R\$ 15.000,00, a licitação é dispensada. Nesse sentido, a presente pesquisa visa aprimorar e auxiliar o processo de escolha desses fornecedores, em vista que nos dias atuais a escolha dos fornecedores baseia-se quase que exclusivamente no critério preço.

As técnicas de análise multicritério são importantes, onde modelos de apoio à decisão são construídos e implantados, auxiliando organizações em tarefas corriqueiras e cotidianas de seleção de fornecedores. As metodologias multicritério de apoio à decisão formam um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência da multiplicidade de critérios. (COSTA, et al, 2003).

Segundo Rodriguez, Costa e Carmo (2013) os principais métodos de análise multicritério são o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Processes* (ANP), *Electre*, *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), *Promethee* e o *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART). Lima Junior (2013) ainda destaca o *Data envelopment Analysis* (DEA) e abordagens baseadas na teoria de conjuntos *Fuzzy*.

O presente trabalho pretende aprimorar o processo de seleção de fornecedores dentro do IFTO, para isso são desenvolvidos dois modelos de análise de decisão multicritério, baseados em duas técnicas: o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (SAATY, 1980) que é um método difundido e empregado em diferentes contextos de decisão multicritério, e o método VIKOR (*VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*) (OPRICOVIC; TZENG, 2004, 2007), que é uma técnica mais recente e menos explorada na literatura acadêmica. Os resultados obtidos por meio das duas abordagens serão analisados e comparados.

1.1 Objetivos da Pesquisa

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar o atual processo de seleção de fornecedores do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) por meio de dois modelos de análise multicritério, de modo a selecionar os melhores fornecedores de materiais e serviços.

Os objetivos específicos são:

- Levantar e definir critérios para seleção de fornecedores no IFTO;
- Desenvolver e aplicar modelos de decisão multicritério para auxílio a tomada de decisão com base nos métodos AHP e VIKOR;
- Analisar os resultados obtidos com cada modelo, apontando qual deles é o mais adequado para a organização.

1.2 Justificativa da pesquisa

A tarefa de tomar decisões no processo de seleção de fornecedores, muitas vezes é baseada em preferências pessoais, escolhas aleatórias, definidas somente por um critério, normalmente pelo custo, e em muitas situações, até mesmo sem nenhum critério. Geralmente, é uma tarefa corriqueira realizada por gestores e com a sua sistematização, com etapas e critérios bem definidos, o ganho de tempo e a economia que poderia ser gerada a uma organização justifica a implantação de uma ferramenta sistemática de apoio a decisões, sendo o foco dado por esta pesquisa na tarefa de seleção de fornecedores.

O gestor encarregado pela tomada de decisão na seleção de fornecedores exerce um papel central, e o seu comportamento acaba por definir variações no processo de decisão. Sendo assim, o domínio da teoria e do processo de tomada de decisão é importante para organizações e gestores, uma vez que a complexidade dos negócios é crescente e exige respostas cada vez mais rápidas (GONTIJO; MAIA, 2004). Além disso, é essencial saber identificar todos os aspectos envolvidos na escolha de fornecedores e a importância relativa de um aspecto em relação ao outro.

Com base em estudos e levantamentos bibliográficos realizados, apresentados de acordo com a Tabela 1, assuntos pertinentes e relacionados ao presente trabalho foram divididos e organizados por temas separadamente. Os temas pesquisados foram: análise multicritério, gestão de fornecedores, trabalhos que tratam de seleção de fornecedores utilizando métodos multicritério, trabalhos que tratam aspectos socioambientais relacionados a seleção de fornecedores, compras governamentais e trabalhos que tratam da análise multicritério em instituições de ensino.

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico realizado no trabalho

Tema	Trabalho
Análise Multicritério	(CAVALCANTE; ALMEIDA, 2005), (COITINHO, 2007), (COLLATTO; MANSILHA; CHIWIACOWSKY; LACERDA, 2015), (COSTA; BRAZIL; OLIVEIRA, 2003), (FORMAN; PENIWATI, 1998), (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2002), (GOMES, 2004), (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004), (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009), (GROŠELJ; STIRN; AYRILMIS; KUZMAN, 2015), (KAHRAMAN, 2008), (MOREIRA, 2007), (KIRYTOPOULOS; LEOPOULOS; VOULGARIDOU, 2008) (OPRICOVIC, 1998). (OPRICOVIC; TZENG, 2004,2007), (RAFAELI; MÜLLER, 2007), (RODRIGUEZ; COSTA; CARMO, 2013), (SAATY, 1980, 1991, 2008), (SANAYEI; MOUSAVI; YAZDANKHAH, 2010), (SAYADI; HEYDARI; SHAHANAGHI, 2009),

	(SHIH; SHYUR; LEE, 2007), (SSEBUGGAWAWO; HOPPENBROUWERS; PROPER, 2009), (TZENG; LIN; OPRICOVIC, 2005), (TZENG; HUANG, 2011), (WADHWA; RAVINDRAN, 2007), (WAN; WANG; DONG, 2013), (WANG, 2010), (WINSTON, 2004).
Gestão de Fornecedores	(BASNET; WEINTRAUB, 2009), (BERTAGLIA, 2003), (BOSSERT, 2004), (CASTRO; GOMES; FRANCO, 2009), (CHE; WANG, 2008), (GONTIJO; MAIA, 2004), (HA; PARK; CHO, 2011), (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009), (LAMBERT, 2008), (POZO, 2007), (PRESSEY; WINKLHOFFER; TZOKAS, 2009), (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011).
Seleção de fornecedores - Métodos multicritério	(AHARONOVITZ; VIEIRA, 2014), (BASTOS; MATIAS; DAMM; LUNA, 2011), (BÜYÜKÖZKAN; ÇIFÇI, 2011), (CHAN; CHAN, 2010), (ENSSLIN; ENSSLIN; ROCHA; MARAFON; MEDAGLIA, 2013), (GIACON, 2012), (GONÇALO, 2012), (HO; XU; DEY, 2010), (KAHRAMAN; CEBECI; ULUKAN, 2003), (LIMA JUNIOR, 2013), (LIMA JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2013), (LIU; DU, 2008), (LIU; DING; LALL, 2000), (NOKES, S.; SEAN, 2007), (OLIVEIRA, 2013), (SHEMSHADI; SHIRAZI; TOREIHI; TAROKH, 2011), (TRAMARICO, 2012), (VIANA; ALENCAR, 2012), (WAN; ZHENG, 2015), (YOUA; YOUA; LIUA; ZHENB, 2015).
Aspectos socioambientais – relacionados a seleção de fornecedores	(BÜYÜKÖZKAN; ÇIFÇI, 2011), (GENOVESE; KOH; GIUSEPPE; ESPOSITO, 2013), (JABBOUR; JABBOUR, 2009), (MMA, 2009), (PINTO; RODRIGUES; MACEDO; GIRARDI, 2013), (SRIVASTAVA, 2007), (WAHAB; MAMUN; ONGKUNARUK, 2011), (YEH; CHUANG, 2011).
Compras governamentais	(BRASIL, 2015), (COMPRASNET, 2015).
Análise multicritério em instituições de ensino	(COSTA; CORREIA; SOUZA, 2011), (LYRIO; BROTTI; ENSSLIN; ENSSLIN, 2008), (MELLO; GOMES; LINS, 2002), (PEGETTI, 2014).

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com estudos realizados por Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013), onde foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema seleção de fornecedores, no período de 2002 a 2011, constata-se a predominância de estudos de Taiwan, Turquia, Irã e China, onde quase 70% das pesquisas de relevância sobre o assunto foram realizadas. Outra constatação é que nenhum estudo de origem brasileira foi encontrado pela pesquisa bibliográfica realizada pelos autores, demonstrando que estudos produzidos aqui não vêm atingindo certo nível de relevância para a comunidade científica ou que este assunto não tem sido muito discutido no Brasil. Desta

forma, constata-se a necessidade de mais estudos relacionados ao tema seleção de fornecedores no país.

Diante da variedade de técnicas existentes para modelar sistemas de apoio à decisão, verifica-se a necessidade de novos estudos e comparações de resultados para avaliar os métodos que estão em frequente utilização. O presente estudo visa contribuir neste sentido, por meio da comparação de dois métodos de apoio à decisão multicritério: o AHP e VIKOR.

A aplicação de técnicas multicritério no âmbito das organizações governamentais no Brasil não é muito frequente, não se encontram muitos registros e estudos sobre seleção de fornecedores usando análise multicritério para apoio a decisão, relacionados ao setor público. Portanto, existe a necessidade de serem feitos estudos sobre o assunto em organizações governamentais, onde a exemplo das empresas, também se tem a necessidade de redução de gastos e melhorias de serviços. Dessa forma, estudos no âmbito governamental sobre seleção de fornecedores se tornam relevantes com aplicação de técnicas e estratégias relativas ao ambiente estrutural característico de organizações desta natureza.

De acordo com Pegetti (2014), o setor de educação atual é considerado um mercado gigante, improdutivo, fragmentado, de baixo nível tecnológico e com pouca gestão profissional, mas que tem um grande potencial econômico de exploração, devendo ser gerido por visão empresarial global, com objetivo de otimizar seus resultados. Neste contexto, justifica-se estudos, esforços e novos trabalhos relacionados ao setor da educação, e a proposta de construção de um modelo de apoio a decisão para seleção de fornecedores em uma instituição de ensino pública é justificada, uma vez que a exemplo de empresas privadas, muitos objetivos são comuns, onde ambas visam melhorar sua produção, cortar custos e melhorar sua competitividade.

A escolha pelo método AHP para a implementação de um dos modelos se deve ao fato deste estar entre as mais recorrentes técnicas empregadas e estudadas na literatura para a construção de modelos de apoio a decisão multicritério (COLLATTO; MANSILHA; CHIWIACOWSKY; LACERDA, 2015, LIMA JUNIOR, 2013). O método VIKOR foi escolhido por ser uma técnica eficiente, para seleção de fornecedores em sistemas complexos (OPRICOVIC; TZENG, 2004, 2007), com a qual não foram encontrados muitos estudos acadêmicos na pesquisa bibliográfica realizada, diferentemente do método AHP, cujo emprego é verificado em estudos realizados inclusive no Brasil, com trabalhos focados em instituições de ensino pública e privada (PEGETTI, 2014, COSTA; CORREIA; SOUZA, 2011), e trabalhos relacionados a instituições de ensino públicas sobre outras abordagens de análise multicritério (LYRIO; BROTTI; ENSSLIN; ENSSLIN, 2008, MELLO; GOMES; LINS, 2002).

Além dos aspectos já apresentados, a definição por essas duas técnicas, na construção dos modelos para a aplicação do estudo realizado no âmbito do Instituto Federal do Tocantins – IFTO, também se deve à aplicabilidade ao problema de seleção de fornecedores e pela filosofia diferenciada dos dois métodos. Enquanto que o AHP é um método compensatório, que utiliza uma média dos resultados para gerar a sua ordenação, o método VIKOR se utiliza de uma medida baseada nas melhores pontuações de uma alternativa em relação a uma solução ideal, servindo de base para a ordenação final.

1.3 Delimitação do Problema

O presente trabalho foi realizado no Instituto Federal do Tocantins - IFTO, no campus de Araguaína, onde foi realizada uma avaliação sobre os fornecedores atuais, e mediante um estudo do processo atualmente realizado para escolha dos fornecedores, foi proposto um modelo novo para seleção de fornecedores. Inicialmente, foi feito um levantamento dos fornecedores atuais, visando mapear as características relevantes na escolha dos fornecedores. Com base nesse levantamento, foi proposta uma nova forma de avaliação e seleção de fornecedores para o IFTO, onde foram desenvolvidos dois modelos de análise multicritério para tomada de decisão. O primeiro modelo utilizando a técnica AHP - *Analytic Hyerarchy Process* / Método de Análise Hierárquica (SAATY, 1980). O segundo modelo utilizando a técnica VIKOR - *VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* / Otimização Multicritério e Solução de Compromisso (OPRICOVIC, 1998).

Esses dois modelos foram criados para selecionar os melhores fornecedores a partir de critérios pré-estabelecidos, onde o foco do estudo está na construção de modelos alinhados com a realidade e os anseios do IFTO. Ambos os modelos serão utilizados como protótipos para pesquisas futuras, servindo como base de comparação para a gestão dos setores de compras do IFTO. Atualmente, a escolha dos fornecedores é realizada, principalmente, com base no critério preço, em virtude da lei federal nº 8.666 de 1993 que trata de contratações e licitações do governo federal. Entretanto, de acordo com a lei federal nº 8.666/93 que trata das contratações e licitações (BRASIL, 2015), existem casos onde não existe necessidade de licitação. Desta forma, os modelos de decisão para seleção de fornecedores no IFTO serão empregados nos seguintes casos: para aquisição de materiais e para contratação de serviços com valores de até R\$ 8.000,00, para obras e serviços de engenharia com limite de R\$ 15.000,00, e para compra de suprimento de fundos (cartão corporativo) com valores abaixo de R\$ 8.000,00.

Após o desenvolvimento dos dois modelos, será feita uma comparação dos resultados obtidos em relação a seleção atual que é feita no IFTO *campus* Araguaína, para verificar qual deles é mais vantajoso, comparando as suas similaridades e diferenças com o processo empregado atualmente, visando à possibilidade de sua implantação futura.

1.3.1 Descrição do problema

Os Institutos Federais do Brasil seguem a lei federal nº 8.666 de 1993 sobre contratação de fornecedores por meio de licitação, referida na lei federal nº 8.883 de 1994, onde determina que os critérios utilizados para contratação sejam baseados no “menor preço”, “melhor técnica” ou “técnica e preço” (Brasil, 2015). Também existe a definição de “contratação mais vantajosa”, onde o critério de menor preço é quase sempre utilizado.

As seleções de fornecedores são feitas, a maioria, por licitação, sendo identificados fornecedores, de maneira separada, para três tipos de produtos: bens duráveis (mesas, sofás, cadeiras, computadores, etc), bens de consumo do dia a dia (material de limpeza, apagadores, canetas, etc) e para materiais de construção, onde estão incluídos também serviços de execução de obras.

O que mais corriqueiramente se apresenta é a necessidade de escolha de fornecedores de bens de consumo, sendo o foco de aplicação dos dois modelos que serão desenvolvidos, principalmente onde não se necessita de licitação, isto é, na aquisição de materiais e para contratação de serviços com valores de até R\$ 8.000,00, dispensando a licitação, e para obras e serviços de engenharia, onde o limite é de R\$ 15.000,00, que também dispensa a licitação.

O desenvolvimento de dois modelos utilizando duas técnicas diferentes de apoio a decisão multicritério para seleção de fornecedores, visa a auxiliar os gestores a tomar decisões importantes acerca do processo de compras no IFTO. O presente estudo contribui como uma nova opção, criando uma ferramenta que poderá ser utilizada dando esse suporte à decisão na tarefa de escolher os fornecedores, assim não ficando restrito a praticamente um único critério, comumente o preço, desconsiderando, muitas vezes, de outros fatores relevantes como a qualidade dos produtos/serviços e a pontualidade nas entregas, que, no serviço público, deveriam ser também primordiais.

1.4 Estrutura do trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos que se encontram organizados da seguinte forma:

Capítulo 1: contextualização do trabalho e definição dos objetivos geral e específicos, justificativa e delimitação do estudo;

Capítulo 2: revisão bibliográfica do tema de pesquisa, processo de seleção de fornecedores, compras governamentais, critérios para seleção de fornecedores, métodos multicritério para seleção de fornecedores, técnicas de análise multicritério que foram empregadas para construção dos modelos, e estudos para tomada de decisão em grupo;

Capítulo 3: Metodologia, apresentação do modelo conceitual de como a pesquisa foi realizada, etapas da pesquisa, coleta de dados, tabulação dos dados, construção dos modelos de decisão e sua comparação.

Capítulo 4: Desenvolvimento da pesquisa, caracterização da organização onde foi realizado o estudo, levantamento dos critérios utilizados na pesquisa, coleta e análise dos questionários aplicados, e apresentação dos modelos multicritério construídos.

Capítulo 5: Aplicações e resultados dos modelos AHP e VIKOR, comparações dos resultados dos modelos e realização da análise de sensibilidade nos dois modelos.

Capítulo 6: Considerações finais sobre os resultados do trabalho e sugestões de pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a fundamentação teórica da presente dissertação, foram abordados os seguintes conceitos importantes para o trabalho: processo de seleção de fornecedores, processo de compra dos órgãos governamentais, critérios para seleção de fornecedores, fundamentação e métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores, técnica AHP, técnica VIKOR e decisão em grupo.

2.1 Processo de seleção de fornecedores

A gestão da cadeia de fornecedores está inserida e representa um componente da Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), do termo em inglês *Supply Chain Management (SCM)*. Nenhuma empresa ou instituição é autossuficiente, elas dependem de outras empresas, terceiros e/ou parceiros para exercerem suas atividades. Elas necessitam de materiais, matérias-primas, equipamentos e máquinas para que seu sistema de produção continue operando normalmente. Esses insumos são encontrados e adquiridos fora do ambiente da empresa, num cenário externo, formando uma cadeia de suprimentos que abastece todo o sistema produtivo (CHE; WANG, 2008). Um gerenciamento eficaz do departamento de compras pode dar suporte para o crescimento e desenvolvimento da empresa / organização, melhorando a qualidade e reduzindo os custos (BOSSERT, 2004).

Para Lambert (2008), a gestão de cadeias de suprimentos representa a oportunidade de obter todo o potencial de integração e gestão empresarial, e é também uma nova forma de gerenciar os negócios e as relações com outros membros da cadeia de suprimentos. O autor ressalta que a implementação bem-sucedida da gestão da cadeia de suprimentos depende, diretamente, do desenvolvimento de relações estreitas com os principais clientes e fornecedores, ressaltando que a GCS é a gestão de relacionamentos.

De acordo com Pozo (2007), o setor de compras ou suprimentos tem responsabilidade nos resultados de uma empresa pela sua ação de suprir a organização com os recursos e materiais para seu perfeito desempenho e, assim, atender às necessidades do mercado. As atividades de uma empresa somente serão possíveis se forem abastecidas com informações e materiais. Para Bertaglia (2003), comprar é o conceito utilizado na indústria com a finalidade de obter materiais, componentes, acessórios ou serviços. É o processo de aquisição que também inclui a seleção dos fornecedores.

Outro aspecto que tem sido considerado mais seriamente, e com notória importância e relevância para a gestão de fornecedores, está relacionado a fatores socioambientais (BÜYÜKÖZKAN; ÇIFÇI, 2011, YEH; CHUANG, 2011). O Ministério do Meio Ambiente - MMA (MMA, 2009) afirma que iniciativas de compras sustentáveis garantem a preferência aos produtos que utilizam recursos naturais de forma eficiente e integrada, com os aspectos ambientais em todos os estágios do processo de compras. Produtos que cumpram as especificações de uso requeridas torna o processo de compra sustentável, pois não se trata de priorizar produtos apenas devido a seu aspecto ambiental, mas sim considerar seriamente tal aspecto em conjunto com os tradicionais critérios de preço e qualidade.

As preocupações com a sustentabilidade ambiental, onde os critérios de decisão verdes (*green criteria*) também passam a ser considerados durante a seleção de fornecedores, passa a ser um aspecto importante, onde gestores e tomadores de decisão cada vez mais levam em consideração esse tema para a escolha dos seus fornecedores (GENOVESE; KOH; GIUSEPPE; ESPOSITO, 2013, JABBOUR; JABBOUR, 2009).

A certificação socioambiental é um instrumento de mercado independente e voluntário, com potencial para construir mudanças rumo à sustentabilidade de mercado, sendo recomendada sua articulação com políticas públicas e outros mecanismos de estímulo a boas práticas (PINTO et al., 2013). Projetos ambientalmente corretos geram parcerias diretas entre clientes e fornecedores na concepção de um novo processo ou produto e podem ser considerados estratégicos (SRIVASTAVA, 2007).

Segundo estudos de Nokes e Sean (2007), Basnet e Weintraub (2009) e Ho, Xu e Dey (2010), o problema de seleção de fornecedores vem sendo fortemente debatido na literatura, sendo um tema de grande relevância atual dentro dos setores produtivos.

Quando se estabelece boas parcerias, a quantidade de fornecedores pode ser reduzida eliminando aqueles que não têm tido um desempenho adequado e, assim, reduzindo os custos associados aos riscos, manutenção de contratos e outros processos (AHARONOVITZ; VIEIRA, 2014).

Para Nokes e Sean (2007), a seleção de fornecedores é um processo no qual os fornecedores são inspecionados, avaliados e escolhidos para eventualmente tornarem-se parte da cadeia de suprimentos de uma organização. A seleção de fornecedores é uma área com muitos estudos envolvidos, e existem várias abordagens de apoio à tomada de decisão em relação a este tema (CHAN; CHAN, 2010, HO; XU; DEY, 2010, LIMA JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2013, LIU; DU, 2008, SHEMSHADI; SHIRAZI; TOREIHI; TAROKH, 2011, VIANA; ALENCAR, 2012, WAN; ZHENG, 2015, YOUA; YOUA; LIUA; ZHENB, 2015).

Em um cenário de globalização e alta competição, o resultado obtido no processo de seleção de fornecedores ganha mais importância.

De acordo com Che e Wang (2008), a atividade de seleção de fornecedores é crucial dentro da organização, influenciando na qualidade do produto final, afetando os rendimentos da cadeia de produção em geral.

Segundo Basnet e Weintraub (2009), as empresas vêm aumentando seu foco em seu negócio principal, e terceirizando as outras atividades. Esse comportamento dá mais importância ao processo de seleção de fornecedores. Enquanto pequenas empresas estão selecionando seus parceiros pelo menor custo, grandes empresas devem selecionar seus fornecedores com mais cautela, e com planos de longo prazo.

De acordo com Ho, Xu e Dey (2010), no atual estágio de desenvolvimento das cadeias de suprimentos, as qualidades dos potenciais fornecedores para uma organização não podem mais se resumir ao simples fator custo. Assim, as abordagens tradicionais que se utilizam de um critério baseado no menor custo não são adaptadas, nem robustas suficientemente, para o atual estágio de gestão de cadeia de suprimentos.

Considerando os critérios de decisão específicos, muitas organizações vêm buscando estabelecer relações colaborativas de longo prazo com seus fornecedores, conseguindo assim diversas vantagens competitivas (HA et al., 2011).

Para Giacon (2012), o problema de seleção de fornecedores tem natureza multicritério, onde se procuram vários atributos de um fornecedor, e é comum sua resolução por métodos de objetivo único. Um atributo prioritário é otimizado e todos os demais são considerados restrições do modelo, apresentando, portanto, o mesmo peso na decisão, o que dificilmente acontece na realidade. Outra dificuldade encontrada com esse formato de abordagem é a quantificação dos atributos qualitativos (WADHWA; RAVINDRAN, 2007).

Segundo Liu, Ding e Lall (2000), para que a etapa de seleção de fornecedores seja eficaz, originando assim uma parceria de sucesso entre comprador e fornecedor, faz-se necessário determinar os critérios de seleção a serem considerados em cada processo, pois são esses que vão determinar quais pontos devem ser confrontados entre os fornecedores interessados na parceria ofertada.

De acordo com Ensslin et al. (2013), pode-se dizer que a atividade de compra tem o objetivo amplo de conseguir tudo ao mesmo tempo: qualidade, quantidade, prazo de entrega e preço. Uma vez decidido o que comprar, a decisão mais importante é escolher o fornecedor certo, assim contribuindo para a competitividade da organização.

Para Viana e Alencar (2012), a atividade de seleção de fornecedores surge a partir da decisão gerencial de subcontratar fornecimentos ou serviços necessários para a operação da empresa. A qualidade dos serviços contratados influencia diretamente na capacidade de as organizações atenderem aos seus clientes. Com isso, os métodos de seleção de fornecedores tendem a ser reformulados a partir da necessidade de firmar contratos com fornecedores bem qualificados e capazes de oferecer suporte às estratégias organizacionais (VIANA; ALENCAR, 2012).

A atividade de seleção de fornecedores pode ser aplicada em diferentes contextos, em empresas privadas e órgãos públicos em geral. Nas instituições de ensino públicas e privadas, a seleção de fornecedores deve ser encarada como uma importante atividade, e que bem gerida poderá trazer grandes benefícios para a instituição (PEGETTI, 2014).

Portanto, destaca-se que o processo de seleção de fornecedores é importante e torna-se essencial à medida em que as organizações buscam melhores resultados econômicos, redução nos custos e garantia da qualidade dos produtos que são adquiridos.

2.2 Processo de compra dos órgãos governamentais

O IFTO é uma instituição de ensino federal sendo um órgão mantido e gerido pelo governo federal, onde a contratação de fornecedores para a aquisição de bens, produtos e materiais é indispensável, sendo o processo de compra regido por uma lei federal específica.

Segundo a constituição federal, em seu Art. 37, *caput* e inciso XXI e a lei federal n. 8.666/1993, em seu artigo 1º (Brasil, 2015), são obrigadas às licitações públicas as pessoas de direito público de capacidade política – União, Estados, Distrito Federal e Municípios – e suas administrações indiretas, Autarquias, Empresas Públicas, Sociedades de economia mista e fundações governamentais.

Conforme lei federal n. 8.666/1993 Art. 22, as modalidades de licitação são (Brasil, 2015):

1. **Concorrência:** é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados que, na fase inicial de habilitação preliminar, comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital para execução de seu objeto;
2. **Tomada de preços:** é a modalidade de licitação entre interessados devidamente cadastrados ou que atenderem a todas as condições exigidas para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, observada a necessária qualificação;

3. **Convite:** é a modalidade de licitação entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de 3 (três) pela unidade administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse, com antecedência de até 24 (vinte e quatro) horas da apresentação das propostas;
4. **Concurso:** é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados para escolha de trabalho técnico, científico ou artístico, mediante a instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores, conforme critérios constantes de edital publicado na imprensa oficial com antecedência mínima de 45 (quarenta e cinco) dias;
5. **Leilão:** é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados para a venda de bens móveis inservíveis para a administração ou de produtos legalmente apreendidos ou penhorados, ou para a alienação de bens imóveis previstas no art. 19, a quem oferecer o maior lance, igual ou superior ao valor da avaliação.

Segundo a lei federal Nº 9.648, de 27 de maio de 1998, os valores limites para aquisição de materiais e para contratação de serviços é de até R\$ 8.000,00 dispensando a licitação, para obras e serviços de engenharia o limite é de R\$ 15.000,00 também podendo ser dispensada a licitação. (COMPRASNET, 2015).

Não existindo a necessidade da licitação nos casos amparados pela lei federal Nº 9.648, de 27 de maio de 1998, o gestor responsável pelas compras da instituição usa quase que exclusivamente o critério de menor preço para escolher o fornecedor. Observando essa lacuna na lei, o presente trabalho visa contribuir para auxiliar na seleção dos fornecedores em uma instituição pública de ensino regida por leis federais para contratações de serviços e compras de materiais.

2.3 Critérios para seleção de fornecedores

Além da necessidade de se tomar decisões sobre a escolha dos fornecedores, é preciso que os gestores alinhem os objetivos desta atividade com uma lista de critérios que será utilizada para a seleção dos fornecedores (KRAJEWSKI et al, 2009). Lambert (2008) diz que as escolhas dos critérios não incluem somente medidas quantitativas como custos, taxas de entrega, entre outros, mas também fatores qualitativos como confiabilidade, potencial de relacionamento,

cumprimento de regulamentações ambientais, etc. Essa tarefa de selecionar fornecedores envolve diversos tipos de critérios no processo de tomada de decisão, sendo identificado como problema de decisão multicritério (WANG, 2010).

Viana e Alencar (2012) apontaram que a incorporação de um grande número de critérios torna o processo de decisão complexo, já que estes podem ser tanto qualitativos como quantitativos, além de existirem critérios conflitantes, como qualidade e custo. Isto torna importante a existência de métodos que permitam articular diversos aspectos na avaliação das alternativas de fornecedores ou que simplifiquem a tomada de decisão.

De acordo com Aharonovitz e Vieira (2014), a complexidade da construção de um modelo de seleção de fornecedores aumenta à medida que se considera um maior número de critérios conflitantes e interdependentes, o que faz com que se busquem métodos que auxiliem a escolha do tomador de decisão ou que simplifiquem a avaliação do fornecedor.

Existem diversos métodos de análise utilizados na seleção de fornecedores com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão, dentre eles, métodos de análise multicritério, teoria *fuzzy*, programação matemática e métodos estatísticos (VIANA; ALENCAR, 2012).

Para Kahraman, Cebeci e Ulukan (2003), os critérios para seleção de fornecedores são medidas utilizadas na avaliação de alternativas para a compra. A organização que faz essa compra precisa criar meios efetivos de medir cada um de seus critérios. Estes autores dividem os critérios de seleção de fornecedores da seguinte forma:

- **Critérios relativos aos fornecedores:** usados para avaliar se os fornecedores são adaptáveis às estratégias de fornecimento e da tecnologia da organização compradora, medindo assim aspectos importantes do negócio, como o poder financeiro, gerenciamento, capacidade produtiva, habilidades técnicas e os recursos de suporte do fornecedor;
- **Critérios acerca dos produtos:** usados para avaliar características funcionais importantes e verificar a usabilidade dos produtos a serem comprados. A definição dos critérios depende de quais produtos serão adquiridos;
- **Critérios acerca dos serviços:** servem para avaliar os benefícios oferecidos pelos fornecedores, visto que qualquer compra envolve algum grau de serviço, podendo ser entrega, processamento de pedidos ou mesmo suporte;
- **Critérios sobre os custos:** esta categoria é vista como a mais importante dentro das organizações, sendo entendida como o preço de compra, custo com tarifas,

transportes, dentre outros gastos que acabam influenciando e tornando este critério o prioritário na maioria das organizações.

2.4 Fundamentação e métodos de decisão multicritério

Nos dias atuais, com a globalização do mercado, aumento da concorrência e o avanço da tecnologia, as organizações são praticamente obrigadas a melhorarem seus serviços e produtos para se manterem competitivas. Em um cenário de acirrada competição entre as organizações, é cada vez mais importante que as mesmas melhorem sua eficiência no processo de decisões por parte dos seus gestores, diminuindo os riscos nas decisões que devem ser tomadas para escolher os melhores fornecedores e produtos.

Até início da década de 1970, os métodos de otimização, em ambientes de tomada de decisão, estavam baseados em modelos matemáticos de Programação Matemática que tinham por meta solucionar um problema com uma única função objetivo (MOREIRA, 2007). A necessidade em avaliar pela otimização clássica não conseguia integrar todos os critérios em uma única resposta, se preocupando com a minimização dos custos ou com a maximização do lucro (GOMES et al., 2004).

Existia uma grande necessidade de se analisar os problemas a partir de outras dimensões, onde todos os critérios poderiam ser estudados de forma conjunta. De acordo com Cavalcante e Almeida (2005), essa nova metodologia ficou conhecida como Apoio Multicritério à Decisão (AMD), a qual procura fornecer soluções para múltiplas alternativas em função de diferentes critérios que, na maioria dos casos, são conflitantes.

As siglas MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*), que significa análise de decisão multicritério, e MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*), que significa tomada de decisão multicritério, têm o mesmo significado e são amplamente utilizadas no meio acadêmico, onde é fácil encontrar trabalhos sobre o tema decisão multicritério.

Segundo Wang (2010), os métodos de decisão multicritério são um importante conjunto de ferramentas para abordar difíceis decisões em organizações porque auxiliam gestores em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes.

Para Oliveira (2013), a tomada de decisão é, na maior parte das vezes, baseada na relação entre a emoção e a razão, não sendo uma tarefa fácil de realizar, pois envolve riscos, negociações, custos e insatisfações. Métodos mais racionais levam a decisões mais lógicas, enquanto por outro lado, decisões emocionais são mais rápidas.

O processo de tomada de decisão é amplamente difundido como a realização de qualquer escolha ou seleção de alternativas e, devido à vasta abrangência, tem sua importância reconhecida em várias disciplinas das ciências sociais e naturais (GOMES, 2004; WINSTON, 2004). A importância da decisão pode ser determinada pelo seu nível estratégico, medido pela quantidade de atividades e de resultados da organização afetados pela decisão (GOMES, 2004).

Devido à ampla variedade de critérios que se tornam importantes para a tomada de decisões, e que se articulam conforme as estratégias organizacionais, é necessário criar métodos que simplifiquem e apoiem a tomada de decisão (AHARONOVITZ; VIEIRA, 2014). A modelagem de um problema de decisão pode contar com a participação de mais de um tomador de decisão (*decision maker*) e utilizar um ou mais critérios de avaliação (GOMES, 2004; KAHRAMAN, 2008).

A literatura acadêmica identifica diversos métodos que podem ser utilizados para a tomada de decisão multicritério (LIMA JUNIOR, 2013). Os métodos que mais se destacam são AHP (*Analytic Hierarchy Process*), ANP (*Analytic Network Process*), DEA (*Data envelopment Analysis*), técnicas de inteligência artificial, abordagens baseadas na teoria de conjuntos *Fuzzy*, Redes Neurais Artificiais, Algoritmo Genético e outras que são resultados de combinações destas e de outras técnicas.

No estudo realizado por Lima Junior (2013), no período de 2002 a 2011, onde foi realizada uma seleção de artigos publicados sobre técnicas de modelagem multicritério, constatou-se que 44% utilizam a abordagem *fuzzy* em seus estudos e em seguida, com aproximadamente 27%, utilizam técnicas AHP para modelos multicritério.

2.4.1 Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

O método de análise hierárquica (AHP) foi introduzido na década de 1970 por Thomas Saaty (SAATY, 1980), enquanto o mesmo trabalhava no departamento de defesa americano, e tem sido, desde então, extensivamente utilizado para tomada de decisão multicritério, tendo sido estudado, aprimorado e refinado. Oferece um quadro abrangente e racional para estruturar um problema de decisão, para representar e quantificar os seus elementos, relacionando esses elementos com as metas globais na avaliação de soluções alternativas (SAATY, 1980).

O AHP é uma técnica de auxílio à tomada de decisão em ambientes complexos, com diversos critérios considerados para a priorização de alternativas. A partir do momento em que a hierarquia lógica se encontra construída, os tomadores de decisão avaliam de maneira sistemática as alternativas por meio da comparação aos pares, em relação a cada um dos

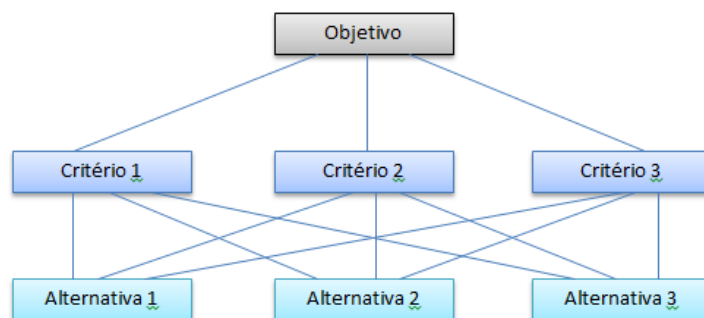
critérios, utilizando dados concretos como forma de informação (SAATY, 2008). Uma vez definida a hierarquia lógica, também é realizado o processo de ordenação dos critérios, com o objetivo de determinar a importância relativa dentro de cada nível.

Segundo Gonçalo (2012), o método AHP é baseado em matemática e psicologia, e permite a representação e a quantificação dos seus elementos, relacionando-os com objetivos gerais e avaliando soluções alternativas. O AHP é um método estruturado para lidar com decisões complexas que, dentre um conjunto de possíveis alternativas, ajuda a encontrar aquela que se ajusta às necessidades definidas no modelo, podendo não ser a decisão correta.

De acordo com Chan e Chan (2010), a técnica AHP é recomendada para o estudo onde a meta selecionar fornecedor é claramente estabelecida, e um conjunto de critérios e alternativas é avaliado. Os autores também destacam a capacidade do método em lidar com vários tipos de critérios, incluindo critérios qualitativos.

Conforme a Figura 1, segundo Saaty (1980) e Saaty (2008), no AHP a representação de um problema de decisão é feita por meio de uma estrutura hierárquica com a finalidade de evidenciar os elementos básicos do problema. Em alguns casos, os critérios de decisão são decompostos em um conjunto de atributos que também devem ser representados na hierarquia de decisão. A partir da estrutura hierárquica, os elementos são comparados par a par com os demais elementos, com a finalidade de identificar os respectivos graus de importância.

Figura 1 – Representação da Hierarquia do AHP.



Fonte: Adaptado pelo autor

De acordo com Coitinho (2007), a estrutura hierárquica pode ser construída em diversos níveis, sendo fixado o objetivo principal no primeiro nível, a definição dos critérios no segundo nível e as alternativas no terceiro nível, podendo existir níveis intermediários de subcritérios.

Segundo Gomes (2002), o método AHP tem por definição uma função que busca agregar os valores de cada alternativa em relação a cada critério, isso significa que a importância relativa de cada critério advém do conceito de *trade-off* (taxa de substituição).

Para Lima Junior (2013), em aplicações combinadas, a técnica AHP costuma ser utilizada por ser capaz de captar fatores subjetivos em decorrência de intuições e experiências de especialistas, principalmente na determinação dos pesos dos critérios. A combinação mais frequente é feita utilizando a abordagem *fuzzy* na estrutura AHP.

O processo básico de aplicação do AHP consiste em priorizar a importância relativa de n elementos de tomada de decisão em relação a um objetivo, por meio de avaliações parciais destes elementos, dois a dois, facilitando a análise pelos avaliadores (BASTOS et al., 2011). Além disso, mediante um índice de consistência de julgamento, é possível verificar se os valores atribuídos a cada par de critérios estão coerentes (RAFAELI; MÜLLER, 2007).

Segundo Coitinho (2007), o processo de análise do AHP permite estruturar hierarquicamente qualquer problema complexo, com muitos critérios e decisores. É um processo flexível que usa a lógica e a intuição. Para o autor, o ingrediente principal que tem levado as aplicações com o AHP a terem sucesso, é a capacidade de incluir e medir fatores importantes, quantitativos e qualitativos, tangíveis ou intangíveis e também pela sua facilidade de utilização.

Na etapa de julgamento e comparação par a par, entre os critérios e as alternativas disponíveis, se utiliza a pontuação da escala fundamental (Saaty, 1991), que vai de 1 a 9 conforme representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontuação de intensidade de comparação

Intensidade	Pontuação	Intensidade	Pontuação
igual importância	1	igual importância	1
um pouco mais importante	3	um pouco menos importante	1/3
muito mais importante, importância grande	5	muito menos importante	1/5
fortemente mais importante, importância muito grande	7	fortemente menos importante	1/7
absolutamente mais importante	9	absolutamente menos importante	1/9
Valores intermediários	2,4,6 e 8		

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Para Coitinho (2007), os pesos obtidos por meio dos julgamentos das comparações pareadas são dispostos na forma matricial, formando uma matriz quadrada com cada linha e cada coluna no mesmo índice correspondendo a cada um dos elementos de decisão, a exemplo da matriz A .

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Segundo os autores Saaty (1991) e Gomes et al (2009), depois que a matriz é formada, é necessário somar os valores de cada linha, e, em seguida, obter a média de cada elemento da matriz ou prioridade relativa, dividindo esta prioridade pelo número de itens considerados na matriz, sejam eles critérios ou alternativas. Em sequência, deve-se calcular o produto da matriz dos valores normalizados e os da prioridade, para obtenção do autovalor da matriz de comparação. A abordagem descrita representa o método aproximado, utilizado para resolver o problema de autovalores e autovetores, definido conforme a seguinte equação:

$$A\mathbf{p} = \lambda_{max}\mathbf{p} \quad (2)$$

A matriz A é a matriz de comparações, λ_{max} é o maior autovalor dessa matriz e \mathbf{p} é o autovetor direto. Após esse cálculo, Saaty (1991) propõem o cálculo do Índice de Consistência (IC) e do Quociente de Consistência (QC), descritos nas equações abaixo.

Equação que calcula o índice de consistência – IC é definida na forma

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Já a equação que calcula o quociente de consistência – QC é definida como:

$$QC = \frac{IC}{ICA} \quad (4)$$

Saaty (1991) explica que *ICA* é o Índice de Consistência Aleatório e pode ser obtido por meio de uma tabela pré-definida dependente do número de itens comparados na matriz, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Índice aleatório - ICA

Valores de ICA para matrizes quadradas de ordem n										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ICA	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1991).

A verificação da consistência da matriz *A* é dada pelo valor de *QC*. Caso $QC \leq 0,10$, então diz-se que há consistência e as intensidades atribuídas nas comparações são aceitáveis, caso contrário o analista deverá rever os valores utilizados.

Por último, deve-se realizar a agregação das prioridades, que é o resultado final da análise. De acordo com Saaty (1991) e Gomes et al (2009), nesta etapa as alternativas são agrupadas em ordem hierárquica em função dos valores de prioridade, gerando um vetor final de prioridade *P*, onde o maior valor indicará a melhor alternativa. Para tanto, emprega-se a matriz *PA*, contendo em suas colunas os vetores de prioridade relativa das alternativas calculados a partir das matrizes de comparação paritária dos níveis estudados, em relação a cada um dos critérios, e o vetor *PC* contendo a prioridade de cada um dos critérios definidos no modelo.

$$P = PA \times PC. \quad (5)$$

2.4.2 Método VIKOR (*VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*)

O método VIKOR (*VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*), que significa “Otimização Multicritério e Solução de Compromisso”, foi criado como uma técnica a ser implementada para auxiliar na tomada de decisão multi-atributo e resolver problemas de tomada de decisão discreta envolvendo critérios conflitantes, tanto qualitativos quanto quantitativos (OPRICOVIC; TZENG, 2004, 2007). Este método se concentra na ordenação de alternativas por meio da seleção de um conjunto de itens com a presença de conflito de critérios (OPRICOVIC, 1998). O método se concentra na construção de uma ordenação construída a partir de um conjunto de alternativas, e determina uma solução de compromisso para um

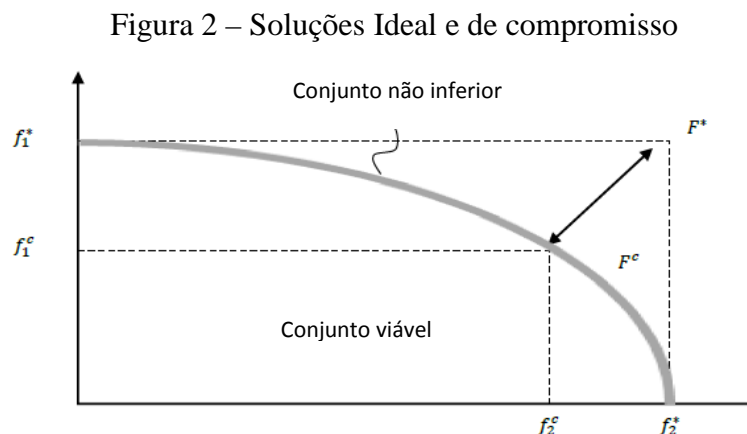
problema com critérios conflitantes, o que pode ajudar os tomadores de decisão a identificarem uma solução final (SAYADI et al, 2009).

O método VIKOR, por ser desenvolvido para otimização multicritério de sistemas complexos, é uma ferramenta adequada para avaliar cada alternativa em relação a cada critério (OPRICOVIC; TZENG, 2004, 2007; TZENG; LIN; OPRICOVIC, 2005). Todas as alternativas são avaliadas de acordo com os critérios. A classificação de compromisso é obtida por comparação da medida de proximidade com a alternativa ideal (OPRICOVIC; TZENG, 2004, 2007).

De acordo com Opricovic e Tzeng (2004), o método VIKOR possui como foco a avaliação e a seleção de um conjunto de alternativas na presença de critérios contraditórios, apresentando uma ordenação multicritério com base na medida especial de proximidade com a solução ideal. Segundo os autores, o método VIKOR introduz um índice para ordenação das alternativas, baseada em uma medida particular da proximidade a uma solução ideal ou desejada (OPRICOVIC; TZENG, 2004).

Para obter o *ranking* das alternativas, o método usa funções de agregação, formas de mensuração das distâncias e técnica de normalização. Para eliminar as unidades dos critérios, o método usa normalização linear. No entanto, adota-se somente a distância em relação à solução ideal positiva e, para sua mensuração se faz uso de um fator de ponderação do grau de satisfação (TZENG; HUANG, 2011).

A Figura 2 traz uma representação da solução de compromisso F^c , segundo os autores Opricovic e Tzeng (2004), como a solução viável "mais próxima" da solução ideal F^* , onde compromisso significa uma conformidade estabelecida a partir de ajustes mútuos, conforme é ilustrado na figura pelas grandezas $\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c$ e $\Delta f_2 = f_2^* - f_2^c$.



Fonte: Opricovic e Tzeng (2004)

Segundo Opricovic e Tzeng (2004 e 2007), as principais etapas do método VIKOR são:

Passo 1: Determinar os melhores valores f_i^* e os piores valores f_i^- em relação a todos os critérios $j = 1, 2, \dots, n$.

$$f_j^* = \max_i f_{ij}; \quad f_j^- = \min_i f_{ij} \quad (6)$$

se o critério j representar um benefício, e

$$f_j^* = \min_i f_{ij}; \quad f_j^- = \max_i f_{ij} \quad (7)$$

se o critério j representar um custo;

onde:

f_j^* : melhor valor apresentado no critério j ;

f_j^- : pior valor apresentado no critério j ;

f_{ij} : valor da alternativa i avaliada no critério j .

Passo 2: Calcular os valores S_i (valor agregado da alternativa i com a máxima utilidade de grupo) e R_i (valor da alternativa i com o mínimo desacordo), para $i=1,2, \dots, m$, por meio das relações:

$$S_i = \sum_{j=1}^m w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)}, \quad (8)$$

$$R_i = \max_j \left[w_j \frac{(f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right], \quad (9)$$

onde w_j são os pesos dos critérios.

Passo 3: Calcular os valores Q_i , $i=1, 2, \dots, m$, pela relação (10), tal que $S^* = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$ e $R^* = \min_i R_i$, $R^- = \max_i R_i$, onde v é introduzido para efetuar o balanço entre a estratégia de máxima utilidade do grupo e a medida de não conformidade individual. Aqui será utilizado $v = 0,5$, conforme sugerido em (Opricovic e Tzeng, 2004).

$$Q_i = v \left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right]. \quad (10)$$

Passo 4: Ordenar as alternativas de forma crescente, pelos valores obtidos para os índices S , R e Q , obtendo como resultados três listas ordenadas.

Cada termo tem o seu papel qualitativo no processo de ordenação das alternativas. O índice S se baseia no desempenho conjunto de uma alternativa em relação a todos os critérios, tendo um caráter compensatório. O índice R se baseia no pior desempenho da alternativa em relação a cada um dos os critérios, sendo uma medida única e não compensatória. O índice Q é um balanço entre os maiores e menores valores dos índices S e R .

Passo 5: Propor como uma solução de compromisso a alternativa melhor posicionada (a') segundo a medida Q (menor valor) se as duas condições seguintes forem satisfeitas:

C1. “Vantagem aceitável”:

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (11)$$

onde a'' é a alternativa posicionada em segundo na ordenação Q ; $DQ = 1/(m-1)$; e m é o número de alternativas.

C2. “Estabilidade aceitável na tomada de decisão”: Alternativa a' também deve ser a melhor categorizada pelas ordenações S ou/e R . Esta solução de compromisso é estável dentro de um processo de tomada de decisão, que poderia estar baseado: na “escolha pela regra da maioria” (quando $v > 0,5$), ou no “consenso” $v \approx 0,5$, ou no “veto” ($v < 0,5$). Aqui, v é considerado como o peso da estratégia de tomada de decisão baseada na máxima utilidade do grupo.

Se uma das duas condições anteriores não é satisfeita, então um conjunto de soluções de compromisso é proposto, consistindo em:

- Alternativas a' e a'' se somente a condição C2 não for satisfeita, ou
- Alternativas a' ; a'' ; ...; $a^{(m)}$ se a condição C1 não for satisfeita, onde $a^{(m)}$ é determinada pela relação $Q(a^{(m)}) - Q(a') < DQ$ para o maior valor de M , isto é, de forma que as posições dessas alternativas sejam próximas.

2.4.3 Decisão em grupo

Segundo Lima Junior (2013), as decisões sobre a seleção de fornecedores podem influenciar no desempenho das diferentes funções dentro das organizações, sendo essencial a colaboração e participação de representantes de diversas áreas no processo decisório de seleção de fornecedores. O mesmo autor afirma que a participação de especialistas de diferentes áreas agrega melhores resultados à decisão, obtendo avaliações mais confiáveis e precisas sobre os elementos do problema.

De acordo com Forman e Peniwati (1998), para empregar o método AHP em um processo de decisão com mais de um tomador de decisão é necessário:

- Identificar se, no grupo de decisores, eles atuam em conjunto na mesma unidade ou atuam de forma individual, separadamente;
- Qual procedimento de agregação (matemático ou outro modo) pode ser utilizado para combinar as decisões individuais;
- Como obter e incorporar pesos individuais na agregação e se eles não têm o mesmo peso.

Para Lima Junior (2013), existem especialistas que trabalham diretamente com os fornecedores e especialistas que podem estabelecer parcerias e práticas colaborativas com os fornecedores, e por isso possuem informações mais confiáveis e precisas. Nestes casos, pode-se aumentar os pesos dos julgamentos dos critérios de decisão, enfatizando a opinião dos especialistas de mais alto nível hierárquico dentro da empresa e também dos especialistas que trabalham diretamente com os fornecedores.

Para os cálculos das ordenações finais dos fornecedores por meio do emprego dos métodos AHP e VIKOR, adotou-se a estratégia de agregação individual das prioridades finais de cada um dos decisores envolvidos no processo de decisão. Tal estratégia é comumente empregada em cenários de decisão em grupo envolvendo o método AHP (GROŠELJ; STIRN; AYRILMIS; KUZMAN, 2015, SSEBUGGWAWO; HOPPENBROUWERS; PROPER, 2009). Por outro lado, com relação ao método VIKOR, foram encontrados trabalhos apresentando aplicações de decisão em grupo apenas envolvendo abordagens *fuzzy* (SANAYEI; MOUSAVI; YAZDANKHAH, 2010, WAN; WANG; DONG, 2013). Por conta disso, a estratégia adotada aqui para a decisão em grupo, envolvendo o método VIKOR, baseou-se em propostas da literatura empregando o método TOPSIS, por este ser, assim como o método VIKOR, um método baseado em medidas de compromisso em relação a uma solução ideal (SHIH; SHYUR; LEE, 2007).

Portanto, a abordagem de decisão em grupo adotada neste trabalho se baseou na estratégia de agregação das prioridades finais de cada decisor por meio do cálculo da média aritmética ponderada. Assim, a seguinte equação foi empregada em ambos os modelos desenvolvidos e baseados nos métodos AHP e VIKOR neste trabalho:

$$\mathbf{PF} = \sum_{k=1}^d w_k \mathbf{p}_k \quad (12)$$

onde:

\mathbf{PF} é o vetor contendo o valor de priorização final para cada fornecedor;

\mathbf{p}_k é o vetor contendo o valor de priorização de cada fornecedor segundo o decisor k ;

w_k é o valor do grau de importância (peso) do decisor k no processo de decisão.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será contextualizada a elaboração da pesquisa. Inicialmente, serão apresentados conceitos relativos aos procedimentos de pesquisa, em seguida, será abordado como a pesquisa foi elaborada, explicando-se a forma como foram construídos os modelos de decisão baseados nos métodos AHP e VIKOR. Por último, é contextualizada a estratégia empregada para comparação entre os dois modelos.

3.1 Procedimento de pesquisa

A pesquisa iniciou por meio da realização do levantamento bibliográfico acerca da gestão de fornecedores e sobre os métodos multicritério AHP e VIKOR, caracterizando a pesquisa como qualitativa na formulação do problema e identificação dos critérios adotados na pesquisa, e quantitativa na aplicação dos métodos multicritérios após a construção dos modelos para a seleção dos fornecedores, onde um conjunto de dados foram tabulados e posteriormente analisados.

Assim, a preparação do trabalho segue a formatação qualitativa e quantitativa, baseada no estudo que foi realizado no IFTO, *campus* Araguaína, onde foram feitas as pesquisas e coletas de dados utilizando questionários estruturados.

A pesquisa seguiu o seguinte roteiro;

- **Pesquisa bibliográfica:** pesquisa e coleta de trabalhos relacionados (artigos, dissertações, textos técnicos), nacionais e internacionais nas diversas bases de dados disponíveis para consulta, por exemplo, *Capes*, *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo* e *Google Acadêmico*;
- **Pesquisa de campo:** uma pesquisa de campo foi realizada nos setores de administração, compras e licitações do IFTO *campus* Araguaína, com o intuito de fazer o levantamento do processo de seleção de fornecedores atual e coletar as informações para realizar o estudo;
- **Modelagem e aplicação dos métodos de análise multicritério:** os dois modelos foram construídos aplicando as técnicas AHP e VIKOR.

- **Comparação e análise dos resultados:** ao final do processo, foram comparados os resultados dos dois modelos, buscando-se apontar qual seria a estratégia mais adequada para a instituição.

3.2 Elaboração da pesquisa

A natureza da dissertação é um estudo prático, que mediante um mapeamento inicial dos fornecedores e, com base em algumas métricas e avaliações, foi identificado um conjunto de fornecedores para fazer um estudo de caso aplicado no campus Araguaína do IFTO, construindo dois modelos de apoio a decisão multicritério, utilizando as técnicas AHP e VIKOR.

As informações necessárias para o desenvolvimento dos dois modelos foram obtidas por meio de entrevistas e com aplicações de questionários durante as visitas técnicas realizadas nos departamentos responsáveis pelas compras. A pesquisa bibliográfica auxiliou na identificação dos critérios relevantes a serem considerados nos modelos.

3.2.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas com os gestores responsáveis pelos setores de compras do campus Araguaína do IFTO. As mesmas foram feitas por meio de questionários elaborados, contendo perguntas objetivas (fechadas) e subjetivas (abertas). Os detalhes relativos ao processo de coleta dos dados, entrevistas e perguntas realizadas serão apresentados no capítulo 4, nas seções 4.2, 4.3 e 4.4.

As entrevistas seguiram etapas pré-definidas, a fim de levantar informações pertinentes, definidas pelos problemas encontrados e objetivando estruturar e organizar as informações.

3.2.2 Tabulação dos dados

A tabulação dos dados foi realizada pela planilha eletrônica *Calc* do *Libre office*, onde foram analisados dados quantitativos e qualitativos, acerca das informações coletadas nas entrevistas. A construção dos dois modelos também utilizou a planilha eletrônica *Calc* e o software *matlab*, onde foram realizados todos os cálculos e execuções de funções para obtenção dos resultados e ordenações, onde posteriormente foram feitas as comparações dos resultados.

Para a melhor apresentação dos resultados obtidos nas entrevistas com os especialistas, os resultados foram separados por dispensas. O primeiro processo de avaliação de fornecedores

foi feito assumindo as empresas distribuidoras de água mineral, onde, para um melhor entendimento, será identificado como o processo de **dispensa 1**. O segundo processo de avaliação de fornecedores foi assumido entre as empresas de fornecimento de equipamentos de uniforme, sendo denominado de **dispensa 2**. Na sequência, serão apresentadas as matrizes de comparação respondidas individualmente por cada especialista. A fim de preservar a identidade das empresas fornecedoras, as mesmas serão identificadas neste trabalho como fornecedor A, B e C para a **dispensa 1**, fornecedor D, E e F para a **dispensa 2**.

3.3 Comparação dos resultados dos dois modelos

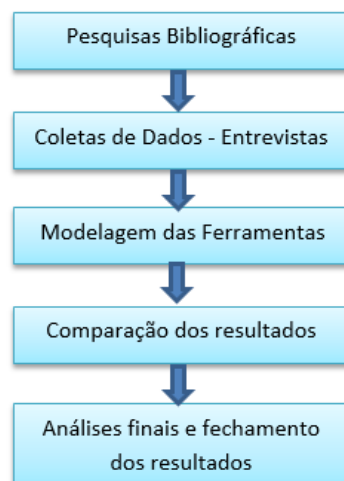
Após a construção dos dois modelos e geração das ordenações, os respectivos resultados foram confrontados com o modelo atual de seleção de fornecedores empregado no IFTO *campus* Araguaína. Com isso, foram verificadas as diferenças e semelhanças destes, permitindo identificar o modelo mais adequado para a instituição na realização do processo de seleção de fornecedores.

Por fim, realizou-se uma análise de sensibilidade para avaliação da robustez dos resultados obtidos pelos dois modelos, a fim de apontar qual modelo é o mais apropriado para o IFTO *campus* Araguaína.

3.4 Fluxograma da pesquisa

A Figura 3 apresenta o fluxograma das atividades de pesquisa desenvolvidas.

Figura 3 – Fluxograma das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, inicialmente, é contextualizada a organização onde foi realizada a pesquisa. Posteriormente, com base nos estudos realizados, são apresentados os questionários empregados no levantamento das informações relativas ao mapeamento do processo atual de seleção e avaliação de fornecedores do IFTO e, com base nessas informações, é apresentada a forma de construção dos modelos de análise multicritério.

4.1 Caracterização da Organização

A instituição onde foi realizado o estudo é o Instituto Federal do Tocantins (IFTO), que oferta cursos técnicos profissionalizantes para o ensino médio, técnico, para quem possui o ensino médio completo, e tecnólogo em nível superior. O IFTO possui 8 (oito) *campi*: Campus Araguaína e campus Araguatins, ambos localizados no norte do estado do Tocantins, Campus Colinas, localizado no centro-norte do estado, Campus Dianópolis, localizado no Sudeste do estado do Tocantins, Campus Gurupi, localizado no sul do Tocantins, Campus Palmas, Campus Paraíso do Tocantins e Campus Porto Nacional, esses três últimos localizados no centro do estado do Tocantins.

Os Institutos Federais foram criados mediante a Lei 11.892/08. Segundo o artigo 6º, os mesmo têm como característica e finalidade:

I - Ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional;

A pesquisa e elaboração dos dois modelos de decisão tiveram como foco o campus Araguaína, estabelecido no norte do estado do Tocantins, na cidade de Araguaína, com uma população estimada em 150 mil habitantes, onde os pilares de sua economia estão na agropecuária e no forte comércio regional, onde a população de cidades próximas, tanto do estado do Tocantins quanto de estados vizinhos, como Maranhão e Pará, vem em busca de serviços em geral e também para fazerem suas compras.

O IFTO campus Araguaína possui hoje 5 (cinco) cursos, sendo um curso técnico integrado com o ensino médio, de Informática, 3 (três) cursos técnicos, o técnico em Informática para internet, o técnico em Enfermagem e o técnico em Análises Clínicas, e ainda

conta com 1 (um) curso superior, o de Desenvolvimento de Sistemas Web. O campus está em expansão e estava previsto, para o primeiro semestre de 2016, a criação de mais 3 (três) cursos superiores, o de licenciatura em Computação e o de licenciatura em Biologia e Bacharelado em Enfermagem.

As figuras abaixo mostram uma vista do IFTO campus Araguaína no ano de 2015, onde a Figura 4 mostra a entrada do campus e a Figura 5 que é uma foto da fachada externa do bloco das salas de aula do campus.

Figura 4 – Entrada do campus Araguaína



Fonte: Foto registrada pelo autor

Figura 5 – Fachada externa do bloco das salas de aula



Fonte: Foto registrada pelo autor

4.2 Identificação dos critérios

Esta seção aborda os critérios para seleção de fornecedores, tendo sido feita com base em uma pesquisa bibliográfica realizada inicialmente. Nesta pesquisa bibliográfica, foram encontrados trabalhos acadêmicos de revisões (*surveys*) sobre critérios empregados no processo

de seleção de fornecedores, os quais serão melhor detalhados na próxima seção. Posteriormente, foram identificados os critérios mais utilizados e abrangentes de acordo com a área de aplicação. Em prosseguimento à etapa de enumeração dos critérios, foi iniciada a coleta de dados mediante a realização de entrevistas com o pessoal encarregado do setor de compras do IFTO campus Araguaína. Estas entrevistas tiveram o intuito de aferir se os critérios selecionados na pesquisa bibliográfica são compatíveis com os critérios atuais de seleção de fornecedores utilizados na organização.

4.2.1 Critérios analisados para seleção de fornecedores

As organizações estão se tornando cada vez mais seletivas, adotando critérios variados na escolha de seus fornecedores (VIANA; ALENCAR, 2012). Os autores Viana e Alencar (2012) fizeram um trabalho de revisão bibliográfica sobre seleção de fornecedores entre os anos de 1998 e 2011, englobando estudos sobre critérios utilizados para seleção de fornecedores. Nesse estudo, foram encontrados critérios quantitativos tais como preço e pontualidade de entrega, e critérios qualitativos como, qualidade, habilidade de solucionar problemas e compromisso do fornecedor, dentre vários outros.

Viana e Alencar (2012) identificaram que a grande maioria dos artigos pesquisados utilizam 3 (três), 4 (quatro), ou no máximo 5 (cinco) critérios em seus estudos, onde cerca de 84% dos artigos utilizam o critério de “Qualidade”, 82% o critério “Preço”, 80% dos artigos utilizavam o critério “Entrega (Pontualidade)”, 37% o critério “Capacidade tecnológica” e cerca de 28% o critério de “Capacidade de produção e instalações”.

Outro estudo que aborda os critérios de seleção de fornecedores foi o de Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013), onde os autores apresentam o trabalho de revisão de literatura sobre métodos de decisão multicritério, e destacam os critérios usados na seleção de fornecedores. Os autores identificaram critérios diferentes daqueles destacados por Viana e Alencar (2012), como por exemplo, poder financeiro, crescimento conjunto, suporte técnico, abordagem gerencial, profissionalismo, políticas ambientais, dentre outros.

A Tabela 5 destaca os 10 (dez) principais critérios de seleção de fornecedores encontrados na pesquisa de Viana e Alencar (2012) e mais 2 (dois) critérios destacados por Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013), escolhidos por não estarem presentes na relação apresentada pelos autores anteriores, somando ao todo 12 critérios que servirão de base para o mapeamento inicial e comparação com os critérios atualmente utilizados pelo IFTO.

Tabela 5 – Relação dos critérios mais citados por meio do levantamento.

Posição do critério em número de citações (Viana e Alencar, 2012).	Critério	Descrição dos critérios
1	Qualidade	Leva em consideração a qualidade dos produtos ou serviços prestados
2	Preço	Leva em consideração o valor do produto ou do serviço prestado
3	Entrega	Pontualidade e conformidade com prazos nas entregas
4	Capacidade tecnológica	Leva em consideração a capacidade tecnológica da empresa fornecedora
5	Capacidade de produção e instalações	Leva em consideração a capacidade de produção e instalações do fornecedor
6	Serviços ao cliente	Leva em consideração os serviços prestados pelos fornecedores
7	Flexibilidade	Leva em consideração a flexibilidade da empresa fornecedora, com relação a serviços prestados, e negociações diversas
8	Posição financeira	Leva em consideração aspectos financeiros da empresa fornecedora
9	Localização geográfica	Leva em consideração a distância geográfica da empresa fornecedora, bem como aspectos logísticos de entrega
10	Capacidade de relacionamento / Cooperação	Leva em consideração o relacionamento e cooperação entre as partes e terceiros para escolher os fornecedores
Critérios citados no artigo de Lima Junior <i>et al</i>, (2013).		Descrição dos critérios
-	Suporte técnico	Leva em consideração se a empresa presta serviço de suporte técnico após firmar parceria de fornecimento de produtos ou serviços
-	Políticas ambientais	Leva em consideração se a empresa fornecedora tem alguma política ambiental envolvida em sua cadeia de produção e/ou fornecimento

Fonte: Adaptado de Viana e Alencar, (2012) e Lima Junior *et al*, (2013) pelo autor

Com a pesquisa realizada sobre critérios de seleção de fornecedores, foi possível verificar que existem muitos outros critérios utilizados e que muitos critérios tem a mesma função ou se assemelham a outros. Com isso, decidiu-se optar por um conjunto de critérios com o maior número de citações, além de outros que não apareceram no mapeamento inicial, mas que podem ter importância no contexto em estudo.

4.2.2 Critérios selecionados no âmbito do IFTO

Conforme descrito na seção anterior, após levantamento na literatura acadêmica, foi identificado um conjunto de critérios relevantes para a seleção de fornecedores, tendo sido citados na Tabela 5. Os 12 critérios elencados foram selecionados para a realização da pesquisa no âmbito do IFTO. O próximo passo foi a definição de quais destes critérios elencados seriam utilizados nos modelos multicritério de apoio a decisão.

A coleta de dados foi realizada junto aos setores de Gerência Administrativa e Licitação, responsáveis pelas compras, licitações e seleções de fornecedores no Instituto Federal do Tocantins no campus de Araguaína. Os outros 8 *campi* do IFTO também utilizam essa estrutura para os setores de compra, onde o setor de gerência administrativa trabalha em conjunto com o setor de licitações.

Para levantamento dos critérios empregados por estes setores, foi utilizado um questionário com 4 (três) questões, apresentadas na Tabela 6. Optou-se por entrevistar quatro funcionários ligados diretamente à seleção de fornecedores dentro do campus Araguaína, 2 (dois) do setor de gerência administrativa e 2 (dois) do setor de licitações.

Tabela 6 – Questionário de levantamento de critérios

Questão 01	Quais são os critérios utilizados para seleção de fornecedores no IFTO nas compras com dispensa de licitação?
Questão 02	Por ordem de importância, classifique esses critérios.
Questão 03	Quantos fornecedores são requisitados para orçamento nestas compras com dispensa de licitação?
Questão 04	Para escolha do fornecedor, leva-se em consideração aspectos socioambientais para a seleção dos fornecedores?

Fonte: Elaborado pelo autor

As entrevistas com os especialistas foram individuais, em sala reservada sem a presença dos demais especialistas, onde foi informado aos mesmos os objetivos da pesquisa, onde naquele momento seria feito um mapeamento dos critérios utilizados pelos setores de compra no campus Araguaína. A seguir, são apresentadas as respostas dos entrevistados, bem como sua formação, cargo exercido, tempo de atuação no setor e sua respectiva lotação.

Especialista / funcionário 1

Formação: Geografia.

Cargo: Assistente de Administração.

Tempo de atuação na área de compras: 1 ano e meio.

Lotação: Gerência Administrativa.

Respostas

Questão 1: Qualidade, preço, suporte técnico, relacionamento com as empresas fornecedoras e entregas no prazo.

Questão 2: em ordem de prioridade, 1º Qualidade, 2º preço, 3º entrega, 4º suporte técnico e 5º relacionamento com as empresas fornecedoras.

Questão 3: para cada compra com dispensa de licitação deve-se fazer pelo menos 3 (três) orçamentos, mas em média são feitos 4 (quatro) orçamentos em empresas diferentes, seguindo os critérios mencionados.

Questão 4: Não é observado esse critério para a escolha do fornecedor nas dispensas.

Especialista / Funcionário 2

Formação: Bacharel em Direito.

Cargo: Coordenador de Licitações e Contratos.

Tempo de atuação na área de compras: 1 ano e 10 meses.

Lotação: Coordenação de Licitações e Contratos.

Respostas

Questão 1: Preço, qualidade, localização geográfica e entrega

Questão 2: em ordem de prioridade, 1º Preço, 2º Qualidade, 3º Localização Geográfica e 4º Entrega.

Questão 3: No mínimo 3 empresas e aleatório.

Questão 4: Não é um critério corriqueiramente utilizado para selecionar fornecedor, apesar de ser importante.

Especialista / Funcionário 3

Formação: Administração de Empresas.

Cargo: Assistente de Administração.

Tempo de atuação na área de compras: 3 anos.

Lotação: Coordenação de Licitações e Contratos.

Questão 1: Preço, qualidade, entrega, flexibilidade, localização geográfica e serviços ao cliente.

Questão 2: em ordem de prioridade, 1º preço, 2º qualidade, 3º entrega, 4º flexibilidade, 5º serviços ao cliente e 6º localização geográfica.

Questão 3: No mínimo 3 empresas e aleatório.

Questão 4: Não é observada a origem dos produtos e a questão ambiental para aquisição dos produtos com dispensa de licitação.

Especialista / Funcionário 4

Formação: Administração de Empresas.

Cargo: Gerente de Administração.

Tempo de atuação na área de compras: 1 ano.

Lotação: Gerência Administrativa.

Respostas

Questão 1: Localização geográfica, preço, entrega, qualidade e suporte técnico.

Questão 2: em ordem de prioridade, 1º preço, 2º localização geográfica, 3º qualidade, 4º entrega e suporte técnico.

Questão 3: No mínimo 3 empresas e aleatório.

Questão 4: Não é analisado esse critério para a escolha do fornecedor nas compras por dispensa de licitação.

Com base nos resultados coletados pelas entrevistas, constata-se que todos os participantes, envolvidos diretamente no processo de seleção de fornecedores utilizam como critérios principais preço, qualidade e entrega, uma vez que aparecem em todas as respostas. Outros critérios também se mostraram relevantes, como localização geográfica, que aparece em

3 (três) respostas como critério importante, suporte técnico, que é citado por 2 (dois) funcionários como critério importante para escolher um fornecedor. Os critérios serviços ao cliente, flexibilidade e relacionamento com as empresas fornecedoras foram citados, porém apenas uma vez, como critérios que podem ser decisivos na hora da compra. De acordo com as respostas, todos foram unânimes em afirmar que para a seleção dos fornecedores não há uma verificação sobre aspectos socioambientais, de procedência de fabricação ou se a empresa está de acordo com a legislação ambiental. A Tabela 7 apresenta os critérios identificados no levantamento de dados acerca dos critérios utilizados pelo IFTO campus Araguaína, sendo ordenados de acordo com o número de citações nas entrevistas realizadas e pela importância dada pelos entrevistados.

Tabela 7 – Ordenação dos critérios empregados no IFTO

Classificação / Citação	Critério
1°	Preço
2°	Qualidade
3°	Entrega
4°	Localização Geográfica
5°	Suporte Técnico
6°	Serviços ao cliente
6°	Flexibilidade
6°	Relacionamento com as empresas

Fonte: Elaborada pelo autor

No estudo realizado por Viana e Alencar (2012), constatou-se que aproximadamente 40% dos artigos sobre seleção de fornecedores utilizam cerca de 4 ou 5 critérios para a criação dos modelos multicritério de apoio a decisão. Com base nesse estudo dos autores sobre a quantidade de critérios utilizados nos artigos sobre seleção de fornecedores, optou-se por utilizar 4 (quatro) critérios para a construção dos modelos de decisão multicritério no âmbito do campus Araguaína do IFTO. Segundo os mesmos autores, a maioria dos trabalhos relacionados a seleção de fornecedores utiliza quatro critérios em suas propostas.

Fazendo um paralelo entre as respostas dos entrevistados e o estudo feito por Viana e Alencar (2012), onde em sua revisão bibliográfica foram avaliados cerca de 250 artigos sobre seleção de fornecedores, o critério qualidade aparece em quase 84% dos artigos citados, o critério preço aparece em 82% dos artigos e o critério entrega em 80% dos artigos selecionados,

o critério localização geográfica aparece em 16% das citações dos artigos. Assim, constata-se que os três primeiros critérios apontados pelas entrevistas no âmbito do IFTO campus Araguaína correspondem aos critérios mais usados em outros trabalhos sobre seleção de fornecedores, onde de acordo com os autores, mais de 80% dos artigos também citam os critérios qualidade, preço e entrega. Com base nas entrevistas realizadas com os especialistas e nas informações prestadas, foram definidos os quatro critérios a serem empregados no presente trabalho: preço, qualidade, entrega e localização geográfica.

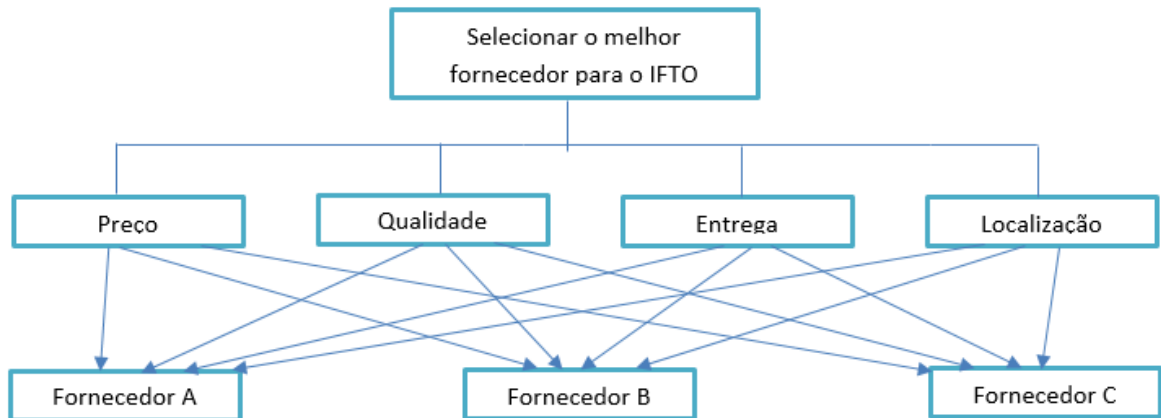
Com base nas informações obtidas nas respostas dos entrevistados e a definição dos critérios, o próximo passo foi definir a quantidade de fornecedores que seriam considerados no decorrer da pesquisa. Com as respostas dos especialistas, constatou-se que a quantidade mínima de fornecedores para fazer orçamento foram de 3 (três) empresas fornecedoras, enquanto que a quantidade máxima de fornecedores pode variar pela dispensa de licitação. No entanto, a grande maioria das vezes que ocorre dispensa de licitação, utiliza-se somente três orçamentos. Os mesmos entrevistados relataram que em compras recentes feitas pelo IFTO campus Araguaína, onde houve dispensa de licitação, a quantidade de fornecedores utilizada nos orçamentos foi de 3 (três) empresas por dispensa, e com base nisso, neste trabalho definiu-se o número de três fornecedores para cada avaliação.

Com o objetivo de construir dois modelos de decisão multicritério para dar apoio a decisão na seleção de fornecedores do IFTO, teve início a etapa de construção dos dois modelos. Na seção 4.3 são apresentados os detalhes do modelo baseado no método AHP e na seção 4.4 são apresentados detalhes do modelo baseado no método VIKOR.

4.3 Modelo AHP

Após a definição do objetivo principal do trabalho, que era de “selecionar os melhores fornecedores para o IFTO”, definidos os critérios e a quantidade de fornecedores (alternativas), passou-se a construção do modelo de decisão baseado no método AHP. Inicialmente, foi construído a estrutura hierárquica na qual se baseará o modelo, representada pela Figura 6.

Figura 6 – Estrutura hierárquica de decisão para o modelo AHP



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a criação da estrutura hierárquica de decisão, o próximo passo foi construir as matrizes de comparação utilizadas no método AHP. Para construção das matrizes de comparação do AHP, empregou-se a escala fundamental proposta por Saaty (1991) comparando “par a par” os critérios em relação ao objetivo principal, e as alternativas de fornecedores em relação a cada um dos objetivos. Os entrevistados foram questionados quanto a estas comparações, tendo respondido de acordo com a escala fundamental apresentada na Tabela 2.

Inicialmente, os especialistas / funcionários responderam sobre as comparações entre os quatro critérios definidos: preço, qualidade, entrega e localização. Essa pontuação foi coletada por meio de entrevistas individuais com os 4 (quatro) funcionários, onde foi preenchida a matriz representada no Quadro 1.

Quadro 01 – Matriz modelo de comparação entre os critérios definidos

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Preço	1			
Qualidade		1		
Entrega			1	
Localização				1

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a realização da comparação entre os critérios, a próxima etapa foi a comparação de cada fornecedor em relação a cada critério. Em levantamento feito junto aos especialistas / funcionários, a quantidade de fornecedores para realização de orçamento em compras com

dispensa de licitação foi de 3 (três) empresas, para cada dispensa de licitação. Foi definido que para a construção das matrizes de comparação dos fornecedores, cada funcionário entrevistado teria que avaliar os fornecedores em relação a cada critério separadamente, preenchendo assim as matrizes de comparação representadas no Quadro 2.

Quadro 02 – Matriz modelo de comparação entre fornecedores

Comparação em relação ao Critério Preço			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1		
Fornecedor B		1	
Fornecedor C			1
Comparação em relação ao critério Qualidade			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1		
Fornecedor B		1	
Fornecedor C			1
Comparação em relação ao critério Entrega			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1		
Fornecedor B		1	
Fornecedor C			1
Comparação em relação ao critério Localização			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1		
Fornecedor B		1	
Fornecedor C			1

Fonte: Elaborado pelo autor

Com as matrizes de comparações concluídas, o próximo passo para o modelo AHP é a geração das priorizações dos fornecedores de acordo com cada especialista, e depois a geração da ordenação final dos mesmos.

4.4 Modelo VIKOR

Para a criação do modelo VIKOR para a seleção de fornecedores no IFTO – *campus* Araguaína, primeiramente foram criadas as matrizes de desempenho de cada alternativa / fornecedor em relação a cada critério. Os modelos destas matrizes de desempenho podem ser

observados no Quadro 03, para avaliação dos fornecedores da dispensa 1, e no Quadro 04, para avaliação com dos fornecedores da dispensa 2. Observa-se que cada um dos especialistas envolvidos no estudo foi consultado quanto ao preenchimento destas matrizes de desempenho.

Quadro 03 – Matriz de desempenho para o modelo VIKOR na dispensa 1

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Fornecedor A				
Fornecedor B				
Fornecedor C				

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 04 – Matriz de desempenho para o modelo VIKOR na dispensa 2

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Fornecedor D				
Fornecedor E				
Fornecedor F				

Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores e medidas que foram adotados para o preenchimento das matrizes de desempenho estão descritos na Tabela 8, onde a definição destes valores de desempenho de cada alternativa / fornecedor em relação a cada critério foi realizada por meio de entrevistas com os especialistas. Observa-se, entretanto, que para o critério preço não houve a necessidade da definição da pontuação por parte dos entrevistados na pesquisa, pois foram utilizados dados reais levantados nos orçamentos realizados para as duas dispensas de licitação.

Tabela 8 – Valores e medidas para o modelo Vikor

Critérios	Medidas adotadas
Preço	Valores em reais R\$
Qualidade	Escala: Péssimo - 1, Ruim - 2, Regular - 3, Bom - 4, Ótimo - 5
Entrega	Escala: Péssimo - 1, Ruim - 2, Regular - 3, Bom - 4, Ótimo - 5
Localização	Escala distância ao IFTO: muito distante - 1, distante - 2, regularmente próximo - 3, próximo - 4, bem próximo - 5

Fonte: Elaborado pelo autor

No próximo capítulo, serão apresentados os resultados dos dois modelos de decisão aplicados ao caso do IFTO, obtidos com o emprego das sequências de operações apresentadas nas seções 2.4.1 e 2.4.2, que abordam os dois métodos utilizados neste estudo. O próximo capítulo também apresenta as comparações entre os resultados obtidos por meio do emprego dos modelos construídos e do modelo de seleção de fornecedores atualmente adotado no IFTO.

5 APLICAÇÕES E RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentadas as aplicações e resultados dos dois modelos de apoio a decisão, baseados nos métodos AHP e VIKOR, bem como as comparações dos resultados dos mesmos, por meio de um estudo exploratório no IFTO campus Araguaína. As entrevistas foram feitas com funcionários-especialistas da área de gestão de compras dentro do campus, sendo dois funcionários da coordenação de licitações e contratos e dois da gerência administrativa. As entrevistas foram feitas de maneira individual, buscando extrair informações pertinentes ao objetivo de selecionar os melhores fornecedores para o IFTO *campus* Araguaína.

As informações obtidas da coleta de dados são apresentadas de maneira individualizada para cada funcionário / especialista da área de compra do IFTO *campus* Araguaína. Os dados colhidos e citados na pesquisa são de fornecedores reais que participaram e concorreram nas últimas compras com dispensa de licitação realizadas pelo *campus* Araguaína.

Em prévio levantamento realizado junto aos setores de compra do IFTO *campus* Araguaína, constatou-se que no ano de 2015 foram feitas duas compras com dispensa de licitação, uma para compra de água mineral e outra para compra de uniformes roupas e jalecos para utilização em laboratórios para os cursos técnicos de análises clínicas e enfermagem, ambos voltados para área da saúde. Para cada uma dessas compras com dispensa de licitação, foram feitos 3 (três) orçamentos e todas as empresas estão localizadas na cidade de Araguaína, onde algumas das empresas utilizadas na pesquisa são locais com sede única em Araguaína e outras empresas que são filiais, mas que também têm sede própria na cidade.

5.1 Resultados do Modelo AHP

Para a apresentação dos resultados do modelo AHP, inicialmente são apresentadas as matrizes de comparações entre os critérios para cada especialista, e na sequência as comparações entre os fornecedores em relação a cada critério. As matrizes de comparação serão apresentadas em grupos separados, primeiro os resultados sobre a dispensa 1 e logo em seguida os resultados da dispensa 2.

Por fim, são apresentados os pesos e priorizações dos fornecedores gerados pelo emprego do método AHP, analisados individualmente para cada um dos especialistas.

5.1.1 Resultado das matrizes de comparações entre os critérios

As matrizes de comparação dos especialistas, comparando os critérios, foram feitas a partir de consulta individual e os resultados são apresentadas nos Quadros 5 a 9.

Matriz resposta do funcionário / especialista – 1

Quadro 05 – Matriz resposta do especialista 1, comparação critério x critério

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Preço	1	1/2	6	4
Qualidade	2	1	7	8
Entrega	1/6	1/7	1	2
Localização	1/4	1/8	1/2	1
Pesos dos critérios	Preço=31,4%, Qualidade=54,1%, Entrega=8,3%, Localização=6,1%			Resultado QC =5,6 %

Fonte: Elaborado pelo autor

Matriz resposta do funcionário /especialista – 2

Quadro 06 – Matriz resposta do especialista 2, comparação critério x critério

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Preço	1	4	5	6
Qualidade	1/4	1	2	5
Entrega	1/5	1/2	1	2
Localização	1/6	1/5	1/2	1
Pesos dos critérios	Preço=58,4%, Qualidade=23%, Entrega=11,8%, Localização=6,7%			Resultado QC =7,4 %

Fonte: Elaborado pelo autor

Matriz resposta do funcionário / especialista – 3

Quadro 07 – Matriz resposta do especialista 3, comparação critério x critério

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Preço	1	3	5	6
Qualidade	1/3	1	2	4
Entrega	1/5	1/2	1	2
Localização	1/6	1/4	1/2	1
Pesos dos critérios	Preço=56,7%, Qualidade=23,7%, Entrega=12,3%, Localização=7,1%			Resultado QC =2,7 %

Fonte: Elaborado pelo autor

Matriz resposta do funcionário /especialista – 4

Quadro 08 – Matriz resposta do especialista 4, comparação critério x critério

	Preço	Qualidade	Entrega	Localização
Preço	1	2	7	3
Qualidade	1/2	1	7	4
Entrega	1/7	1/7	1	1/2
Localização	1/3	1/4	2	1
Pesos dos critérios	Preço=46,5%, Qualidade=35,7%, Entrega=5,8%, Localização=11,9%			Resultado QC =4,9 %

Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.2 Resultado das matrizes de comparações entre os fornecedores

As matrizes de comparação dos fornecedores, em relação a cada um dos critérios considerados, para a dispensa 1, e obtidas a partir da consulta feita junto aos especialistas são apresentadas nos Quadros 9 a 12.

Resposta: funcionário / especialista – 1

Quadro 09- Matriz resposta do especialista 1 sobre os fornecedores – dispensa 1

Comparação critério Preço – QC = 6,7 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/3	4
Fornecedor B	3	1	6
Fornecedor C	1/4	1/6	1
Comparação critério Qualidade – QC = 4,4 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/5	3
Fornecedor B	5	1	9
Fornecedor C	1/3	1/9	1
Comparação critério Entrega – QC = 8,6 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/6	3
Fornecedor B	6	1	9
Fornecedor C	1/3	1/9	1
Comparação critério Localização – QC = 4,2 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/3	4
Fornecedor B	3	1	7

Fornecedor C	1/4	1/7	1
--------------	-----	-----	---

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 2

Quadro 10 – Matriz resposta do especialista 2 sobre os fornecedores – dispensa1

Comparação Critério Preço – QC = 6,6 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/5	3
Fornecedor B	5	1	8
Fornecedor C	1/3	1/8	1
Comparação critério Qualidade – QC = 5,2 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	2	2
Fornecedor B	1/2	1	1/2
Fornecedor C	1/2	2	1
Comparação critério Entrega – QC = 0,0 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/2	1
Fornecedor B	2	1	2
Fornecedor C	1	1/2	1
Comparação critério Localização – QC = 6 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/3	2
Fornecedor B	3	1	3
Fornecedor C	1/2	1/3	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 3

Quadro 11 – Matriz resposta do especialista 3 sobre os fornecedores – dispensa1

Comparação Critério Preço – QC = 2,6 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/4	3
Fornecedor B	4	1	8
Fornecedor C	1/3	1/8	1
Comparação critério Qualidade – QC = 0,9 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	3	2
Fornecedor B	1/3	1	1/2

Fornecedor C	1/2	2	1
Comparação critério Entrega – QC = 0,0 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1	1
Fornecedor B	1	1	1
Fornecedor C	1	1	1
Comparação critério Localização – QC = 1,7 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1	3
Fornecedor B	1	1	2
Fornecedor C	1/3	1/2	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 4

Quadro 12 – Matriz resposta do especialista 4 sobre os fornecedores – dispensa1

Comparação Critério Preço – QC = 4,5 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/4	3
Fornecedor B	4	1	7
Fornecedor C	1/3	1/7	1
Comparação critério Qualidade – QC = 0,0 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/2	1
Fornecedor B	2	1	2
Fornecedor C	1	1/2	1
Comparação critério Entrega – QC = 0,0 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1/3	1
Fornecedor B	3	1	3
Fornecedor C	1	1/3	1
Comparação critério Localização – QC = 0,0 %			
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Fornecedor A	1	1	3
Fornecedor B	1	1	3
Fornecedor C	1/3	1/3	1

Fonte: Elaborado pelo autor

As matrizes de comparação dos fornecedores, em relação a cada um dos critérios considerados, para a dispensa 2, e obtidas a partir da consulta feita junto aos especialistas são apresentadas nos Quadros 13 a 16.

Resposta: funcionário / especialista – 1

Quadro 13 – Matriz resposta do especialista 1 sobre os fornecedores – dispensa2

Comparação Critério Preço – QC = 0,9 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1/3
Fornecedor E	2	1	1/2
Fornecedor F	3	2	1
Comparação critério Qualidade – QC = 2,8 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/4	1/5
Fornecedor E	4	1	1/2
Fornecedor F	5	2	1
Comparação critério Entrega – QC = 1,9 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1
Fornecedor E	2	1	3
Fornecedor F	1	1/3	1
Comparação critério Localização – QC = 4,7 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1	2
Fornecedor E	1	1	1
Fornecedor F	1/2	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 2

Quadro 14 – Matriz resposta do especialista 2 sobre os fornecedores – dispensa2

Comparação Critério Preço – QC = 5,2 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1/2
Fornecedor E	2	1	1/2
Fornecedor F	2	2	1
Comparação critério Qualidade – QC = 2,1 %			

	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	2	1/3
Fornecedor E	1/2	1	1/4
Fornecedor F	3	4	1
Comparação critério Entrega – QC = 0,0 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1	1/2
Fornecedor E	1	1	1/2
Fornecedor F	2	2	1
Comparação critério Localização – QC = 0,0 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	2	2
Fornecedor E	1/2	1	1
Fornecedor F	1/2	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 3

Quadro 15 – Matriz resposta do especialista 3 sobre os fornecedores – dispensa2

Comparação Critério Preço – QC = 0,9 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1/3
Fornecedor E	2	1	1/2
Fornecedor F	3	2	1
Comparação critério Qualidade – QC = 1,7 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	3	1
Fornecedor E	1/3	1	1/2
Fornecedor F	1	2	1
Comparação critério Entrega – QC = 0,0 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1	1/2
Fornecedor E	1	1	1/2
Fornecedor F	2	2	1
Comparação critério Localização – QC = 5,2 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	2	2
Fornecedor E	1/2	1	2
Fornecedor F	1/2	1/2	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: funcionário / especialista – 4

Quadro 16 – Matriz resposta do especialista 4 sobre os fornecedores – dispensa2

Comparação Critério Preço – QC = 5,2 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1/2
Fornecedor E	2	1	1/2
Fornecedor F	2	2	1
Comparação critério Qualidade – QC = 0,9 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/2	1/3
Fornecedor E	2	1	1/2
Fornecedor F	3	2	1
Comparação critério Entrega – QC = 1,7 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	1/3	1/2
Fornecedor E	3	1	1
Fornecedor F	2	1	1
Comparação critério Localização – QC = 1,7 %			
	Fornecedor D	Fornecedor E	Fornecedor F
Fornecedor D	1	2	1
Fornecedor E	1/2	1	1/3
Fornecedor F	1	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a obtenção das matrizes de comparação, o próximo passo realizado no método AHP foi a avaliação da consistência dos dados fornecidos pelos especialistas. Para isso, foram utilizadas as equações descritas na seção 2.4.1. Todos os valores para as matrizes de comparações foram revisados juntamente com os especialistas, onde foram eliminadas todas as inconsistências encontradas. Em todas as matrizes de comparação entre os critérios, o quociente de consistência observado foi de $QC \leq 0,10$, e nas matrizes comparando fornecedores em relação aos critérios o quociente de consistência observado também foi de $QC \leq 0,10$.

Após a avaliação da consistência, foram calculadas as priorizações dos critérios e fornecedores em relação a cada um dos critérios, sendo obtidas as ordenações finais para cada especialista. Estes resultados são apresentados e analisados na próxima seção, juntamente com a ordenação final do modelo AHP, obtida da agregação das ordenações de cada especialista.

5.1.3 Ordenação dos fornecedores pelo método AHP com base nos especialistas

Nesta seção, são apresentadas as ordenações dos fornecedores de acordo com as avaliações apresentadas anteriormente. A priorização final das alternativas, para cada especialista, foi obtida por meio da agregação aditiva.

Os resultados serão apresentados separadamente por especialistas, primeiro a classificação sobre a **dispensa 1** que é a dispensa de licitação para compra de água mineral, e posteriormente a **dispensa 2**, dispensa de licitação para compra de uniformes e jalecos para laboratórios.

Ordenação – especialista 1

Analisando o resultado do auto vetor gerado pela matriz de comparação entre os critérios do especialista 1, constata-se que o critério de priorização destacado é a qualidade, com cerca de 54% de prioridade, seguido por preço 31%, entrega com 8% e localização 6%.

A Tabela 9 mostra a classificação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 1 para a **dispensa 1**, constatando que o fornecedor B está posicionado em primeiro, com cerca de 71 % de preferência, o fornecedor A com 21,3 % e o fornecedor C com 7,6 % de preferência.

Tabela 9 – Ordenação dos fornecedores – especialista1 – dispensa1

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor B	0,7096
2	Fornecedor A	0,2136
3	Fornecedor C	0,0766

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 10 mostra a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 1 para a **dispensa 2**, onde consta-se que o fornecedor F ficou classificado em primeiro, com 51 % de preferência, na sequência o fornecedor E com cerca de 34 % de preferência e o fornecedor D com quase 15 % de preferência.

Tabela 10 – Ordenação dos fornecedores – especialista1 – dispensa2

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
-----------	------------	-----------

1	Fornecedor F	0,5103
2	Fornecedor E	0,3398
3	Fornecedor D	0,1497

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 2

Com o resultado do auto vetor gerado pela matriz de comparação entre os critérios do especialista 2, constata-se que o critério prioritário é preço com cerca de 58,5 % de preferência, em seguida qualidade com 23 %, depois entrega com cerca de 12 % e localização com 6,5 %.

A Tabela 11 representa a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 2 para a **dispensa 1**, constatando que o fornecedor B tem a preferência, com cerca de 57 %, seguido pelo fornecedor A com 27 % e o fornecedor C com aproximadamente 17 % de preferência.

Tabela 11 – Ordenação dos fornecedores – especialista2 – dispensa1

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor B	0,5746
2	Fornecedor A	0,2683
3	Fornecedor C	0,1569

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 12 mostra a classificação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 2 para a **dispensa 2**, onde constata-se que o fornecedor F ficou posicionado em primeiro, com 50,6 % de preferência, em sequência o fornecedor E com 26 % e o fornecedor D com mais de 23 % de preferência.

Tabela 12 – Ordenação dos fornecedores – especialista2 – dispensa2

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor F	0,5060
2	Fornecedor E	0,2601
3	Fornecedor D	0,2337

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 3

O resultado do auto vetor gerado pela matriz de comparação entre os critérios do especialista 3, indica que o critério preço é prioritário com cerca de 56,7 % de preferência, depois qualidade com 23,7 %, em seguida entrega com cerca de 12,3 % e localização com cerca de 7 % de preferência.

A Tabela 13 apresenta a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 3 para a **dispensa 1**, constatando-se que o fornecedor B tem a preferência com cerca de 51 %, o fornecedor A em segundo com cerca de 32 % de preferência e o fornecedor C com aproximadamente 17 % de preferência.

Tabela 13 – Ordenação dos fornecedores – especialista3 – dispensa1

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor B	0,5133
2	Fornecedor A	0,3179
3	Fornecedor C	0,1687

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 14 mostra a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 3 para a **dispensa 2**, onde constata-se que o fornecedor F ficou em primeiro com cerca de 47,3 % de preferência, em sequência o fornecedor D com 26,4 %, com quase a mesma pontuação do fornecedor E que ficou com cerca de 26,2 % de preferência.

Tabela 14 – Ordenação dos fornecedores – especialista3 – dispensa2

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor F	0,4737
2	Fornecedor D	0,2640
3	Fornecedor E	0,2622

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 4

A classificação gerada pelo auto vetor da matriz de comparação entre os critérios do especialista 4, indica que o critério preço é prioritário com cerca de 46 % de preferência, seguido por qualidade com quase 36 %, depois o critério localização com cerca de 12 % de preferência e por último o critério entrega com 6 % de preferência.

A Tabela 15 apresenta a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 4 para a **dispensa 1**, onde constata-se que o fornecedor B tem a preferência com cerca de 59 %, seguido pelo fornecedor A com cerca de 25 % de preferência e o fornecedor C com 16 % de preferência.

Tabela 15 – Ordenação dos fornecedores – especialista4 – dispensa1

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor B	0,5909
2	Fornecedor A	0,2513
3	Fornecedor C	0,1577

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 16 mostra a ordenação dos fornecedores gerada pelo modelo AHP com base nas respostas do especialista 4 para a **dispensa 2**, onde constata-se que o fornecedor F tem a preferência com quase 50 %, seguido pelo fornecedor E com cerca de 30 %, e o fornecedor D com mais de 20 % de preferência.

Tabela 16 – Ordenação dos fornecedores – especialista4 – dispensa2

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor F	0,4961
2	Fornecedor E	0,2973
3	Fornecedor D	0,2065

Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.4 Ordenação final para o modelo AHP

Com o objetivo de gerar uma classificação final dos fornecedores, por meio do modelo AHP, mesclando os resultados dos quatro especialistas, existe a necessidade de identificar o grau de importância da opinião de cada um dos especialistas. Esta identificação baseou-se na experiência de cada um nos setores responsáveis pelas compras dentro do IFTO e na sua formação acadêmica. Para a definição destes graus de importância, levou-se em consideração o fato de que os especialistas 2 e 4 possuem um nível hierárquico maior que os demais, sendo respectivamente o coordenador de licitação e contratos e o gerente de administração, onde normalmente as opiniões sobre as escolhas dos fornecedores possuem maior relevância em relação aos demais funcionários / especialistas.

Para a definição dos pesos dos especialistas, foi construída uma matriz comparando cada par de especialistas, com base na escala fundamental, para posterior emprego do método AHP. Essa matriz está representada pelo Quadro 17.

Quadro 17 – Matriz de comparação entre os especialistas

	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4
Especialista 1	1	1/4	1/2	1/3
Especialista 2	4	1	3	2
Especialista 3	2	1/3	1	1/2
Especialista 4	3	1/2	2	1
Resultado QC =	1,4 %			

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 17 apresenta os pesos de cada especialista de acordo com a matriz de comparação entre os especialistas, onde especialista 2 (Coordenador de Licitações e Contratos) apresenta quase 47% de importância no julgamento decisório para selecionar o fornecedor, o especialista 4 (Gerente de Administração) com cerca de 28%, o especialista 3 (Assistente de Administração) com 16% e o especialista 1 (Assistente de Administração) com cerca de 10% de peso nas decisões.

Tabela 17 – Pesos dos especialistas

Ordenação de importância decisória	Especialistas	Peso do especialista
1	Especialista 2	0,4658
2	Especialista 4	0,2771
3	Especialista 3	0,1610
4	Especialista 1	0,0959

Fonte: Elaborado pelo autor

As Tabelas 18 e 19 apresentam as ordenações finais do modelo AHP para as dispensas 1 e 2, e foram geradas por meio da equação (12) descrita no capítulo de fundamentação teórica, na seção 2.4.3, onde as priorizações individuais de cada um dos especialistas consultados foram agregadas mediante o emprego da média aritmética ponderada, equação (12).

Tabela 18 – Ordenação final dos fornecedores para o método AHP – dispensa 1

Ordenação	Fornecedor	Pontuação - PF
1	Fornecedor B	0,5822
2	Fornecedor A	0,2663
3	Fornecedor C	0,1513

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 19 – Ordenação final dos fornecedores para o método AHP – dispensa 2

Ordenação	Fornecedor	Pontuação - PF
1	Fornecedor F	0,4985
2	Fornecedor E	0,2784
3	Fornecedor D	0,2230

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez obtida a ordenação final dos fornecedores pelo modelo de decisão que faz uso do método AHP, para a **dispensa 1**, conclui-se que a preferência pelo fornecedor B é cerca de 58 %, o fornecedor A tem cerca de 27 % da preferência e, por último, o fornecedor C com cerca de 15 % da preferência. Para a **dispensa 2**, conclui-se que o fornecedor F fica em primeiro como opção de escolha com quase 50 % da preferência, o fornecedor E em segundo com cerca de 28 % da preferência e o fornecedor D com cerca de 22 % da preferência, ficando como a última opção para escolha.

5.2 Resultados do Modelo VIKOR

Nesta seção, serão apresentados os resultados gerados por meio do método de análise multicritério VIKOR aplicado ao modelo de decisão construído para o contexto do IFTO. Inicialmente, são apresentadas as matrizes de desempenho com base na opinião de cada especialista, depois são apresentadas as ordenações dos fornecedores segundo cada especialista, para as duas dispensas. Por fim, as ordenações individuais de cada especialista são agregadas na ordenação final dos fornecedores para o modelo VIKOR.

5.2.1 Resultados das matrizes de desempenho do método VIKOR

De acordo com os autores Opricovic e Tzeng (2004 e 2007), o primeiro passo para a construção do modelo Vikor é a identificação dos piores e melhores desempenhos em cada um

dos critérios elencados. Para isso, é necessário definir quais critérios são de minimização e maximização, de forma que para um critério de minimização define que as melhores pontuações são os menores valores, ou seja, quanto menor a pontuação melhor é o seu desempenho, enquanto que o critério de maximização é o contrário, quanto maior é o valor melhor é o seu desempenho.

Os critérios empregados no modelo Vikor proposto para o IFTO, a terem seus desempenhos maximizados, foram a qualidade, a localização e a entrega, já o critério preço busca-se a minimização. De acordo com a escala de valores definidas na Tabela 8, apresentada na seção 4.4, cada especialista respondeu separadamente às perguntas para aferição das pontuações de cada fornecedor em relação a cada critério, gerando sua matriz de desempenho.

Especialista 1

As matrizes de desempenho resultantes da entrevista feita com o especialista 1, estão representadas pelos Quadros 18 e 19, acerca das dispensas 1 e 2, respectivamente.

Quadro 18 – Matriz de desempenho do especialista 1 para a dispensa 1

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor A	R\$ 6.120,00	3	3	3
Fornecedor B	R\$ 5.760,00	5	5	4
Fornecedor C	R\$ 6.840,00	2	1	2
Pior resultado	R\$ 6.840,00	2	1	2
Melhor resultado	R\$ 5.760,00	5	5	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 19 – Matriz de desempenho do especialista 1 para a dispensa 2

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor D	R\$ 8.000,00	2	3	4
Fornecedor E	R\$ 7.999,00	4	4	3
Fornecedor F	R\$ 7.960,00	5	3	3
Pior resultado	R\$ 8.000,00	2	3	3
Melhor resultado	R\$ 7.960,00	5	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Especialista 2

As matrizes de desempenho resultantes da entrevista feita com o especialista 2, estão representadas pelos Quadros 20 e 21, acerca das dispensas 1 e 2, respectivamente.

Quadro 20 – Matriz de desempenho do especialista 2 para a dispensa 1

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor A	R\$ 6.120,00	5	3	4
Fornecedor B	R\$ 5.760,00	3	5	5
Fornecedor C	R\$ 6.840,00	4	3	3
Pior resultado	R\$ 6.840,00	3	3	3
Melhor resultado	R\$ 5.760,00	5	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 21 – Matriz de desempenho do especialista 2 para a dispensa 2

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor D	R\$ 8.000,00	3	4	5
Fornecedor E	R\$ 7.999,00	2	4	4
Fornecedor F	R\$ 7.960,00	5	5	4
Pior resultado	R\$ 8.000,00	2	4	4
Melhor resultado	R\$ 7.960,00	5	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Especialista 3

As matrizes de desempenho resultantes da entrevista feita com o especialista 3, estão representadas pelos Quadros 22 e 23, acerca das dispensas 1 e 2, respectivamente.

Quadro 22 – Matriz de desempenho do especialista 3 para a dispensa 1

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor A	R\$ 6.120,00	5	4	5
Fornecedor B	R\$ 5.760,00	2	4	4
Fornecedor C	R\$ 6.840,00	3	3	3
Pior resultado	R\$ 6.840,00	2	3	3
Melhor resultado	R\$ 5.760,00	5	4	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 23 – Matriz de desempenho do especialista 3 para a dispensa 2

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor D	R\$ 8.000,00	5	3	5
Fornecedor E	R\$ 7.999,00	3	3	4
Fornecedor F	R\$ 7.960,00	4	5	3
Pior resultado	R\$ 8.000,00	3	3	3
Melhor resultado	R\$ 7.960,00	4	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Especialista 4

As matrizes de desempenho resultantes da entrevista feita com o especialista 4, estão representadas pelos Quadros 24 e 25, acerca das dispensas 1 e 2, respectivamente.

Quadro 24 – Matriz de desempenho do especialista 4 para a dispensa 1

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor A	R\$ 6.120,00	3	3	5
Fornecedor B	R\$ 5.760,00	5	5	5
Fornecedor C	R\$ 6.840,00	3	3	3
Pior resultado	R\$ 6.840,00	3	3	3
Melhor resultado	R\$ 5.760,00	5	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 25 – Matriz de desempenho do especialista 4 para a dispensa 2

	Preço (minimização)	Qualidade (maximização)	Entrega (maximização)	Localização (maximização)
Fornecedor D	R\$ 8.000,00	3	3	5
Fornecedor E	R\$ 7.999,00	4	5	3
Fornecedor F	R\$ 7.960,00	5	4	5
Pior resultado	R\$ 8.000,00	3	3	3
Melhor resultado	R\$ 7.960,00	5	5	5

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2 Ordenação dos fornecedores pelo método VIKOR com base nos especialistas

Ao serem aplicadas as equações do método VIKOR sobre as matrizes de desempenho, de acordo com os autores Opricovic e Tzeng (2004 e 2007), são obtidas três listas de ordenação S , R e Q , e as opções com os menores valores de cada lista, apontam as melhores alternativas como opções de escolha, desde que satisfeitas as condições C1 e C2 apresentadas na seção 2.4.2. Os pesos utilizados para os critérios, segundo cada especialista consultado no estudo, foram os mesmos obtidos por meio do modelo AHP, conforme descrito na seção 5.1.4.

Ordenação – especialista 1

A Tabela 20 apresenta a lista de ordenação dos fornecedores para a dispensa de licitação número 1, do especialista 1, sendo possível concluir que o fornecedor B é uma solução de compromisso, apresentando este fornecedor vantagem aceitável sobre o segundo, conforme condição C1 apresentada na seção 2.4.2, com base nos três índices, S , R e Q e assumindo a medida $DQ = 1/(3-1) = 0,5$. Além disso, esta decisão apresenta estabilidade aceitável, conforme condição C2 também apresentada na seção 2.4.2. O fornecedor A fica em segundo como opção de preferência e o fornecedor C como última opção.

Tabela 20 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 1 - dispensa 1

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor B	0,0000	0,0000	0,0000
2	Fornecedor A	0,5380	0,3612	0,6023
3	Fornecedor C	1,0000	0,5418	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Tabela 21, é apresentada a lista de ordenação dos fornecedores para a dispensa de licitação número 2, referente ao especialista 1, sendo evidenciada praticamente uma vantagem aceitável do fornecedor F sobre a segunda opção, bem como esta decisão apresenta estabilidade aceitável, com base nos três índices de ordenação S , R e Q . O fornecedor E é o segundo melhor ranqueado e por último o fornecedor D, com a pior posição.

Tabela 21 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 1 - dispensa 2

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor F	0,1442	0,0830	0,0000
2	Fornecedor E	0,5480	0,3061	0,4973

3	Fornecedor D	0,9387	0,5418	1,0000
---	--------------	--------	--------	--------

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 2

A Tabela 22 apresenta a lista ordenação dos fornecedores para a dispensa de licitação 1, referente ao especialista 2, onde o fornecedor B está melhor posicionado de acordo com os índices S e Q, porém não é possível identificá-la como uma solução de compromisso, devido à condição C1 não ser satisfeita. Entretanto, segundo (Opricovic e Tzeng, 2004), é possível definir um conjunto de soluções de compromisso formado pelos fornecedores B e A. O fornecedor com pior desempenho, ficando como última opção, é o fornecedor C.

Tabela 22 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 2 - dispensa 1

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor B	0,2306	0,2306	0,0460
2	Fornecedor A	0,3463	0,1948	0,0884
3	Fornecedor C	0,8847	0,5843	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 23 mostra a lista de ordenação dos fornecedores para a dispensa 2, referentes ao especialista 2, onde constata-se que o fornecedor F tem a melhor pontuação em todas os índices de classificação, sendo identificado como uma solução de compromisso, uma vez que atende às condições C1 e C2 definidas pelo método VIKOR, ficando o fornecedor D como segunda opção, seguido pelo fornecedor E, praticamente equiparado ao fornecedor D.

Tabela 23 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 2 - dispensa 2

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor F	0,0671	0,0671	0,0000
2	Fornecedor D	0,8560	0,5843	0,9296
3	Fornecedor E	0,9854	0,5697	0,9859

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 3

Os resultados da lista de ordenação referentes ao especialista 3 para a dispensa de licitação número 1, são apresentadas na Tabela 24. A partir destes resultados é possível concluir que os

fornecedores A e B constituem o conjunto de soluções de compromisso, uma vez que a diferença dos seus valores na lista Q é inferior a $DQ=0,5$. Já o fornecedor C é o pior ranqueado.

Tabela 24 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 3 - dispensa 1

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor A	0,1891	0,1891	0,0000
2	Fornecedor B	0,2732	0,2374	0,1212
3	Fornecedor C	0,9209	0,5674	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 25 apresenta o resultado da lista de ordenação S, R e Q referentes ao especialista 3 para a dispensa de licitação 2, onde é possível constatar que o fornecedor F é uma solução de compromisso com vantagem aceitável, pela condição C1, e esta decisão apresenta estabilidade aceitável, pela condição C2. Na sequência, o fornecedor D apresenta-se como segundo na preferência, alternando a preferência com o fornecedor E de acordo com o índice R.

Tabela 25 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 3 - dispensa 2

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor F	0,1903	0,1187	0,0000
2	Fornecedor D	0,6910	0,5674	0,8295
3	Fornecedor E	0,9500	0,5532	0,9842

Fonte: Elaborado pelo autor

Ordenação – especialista 4

A Tabela 26 apresenta a lista de ordenação S, R e Q do especialista 4 para a dispensa de licitação 1, onde observa-se que o fornecedor B é uma solução de compromisso com vantagem aceitável, pela condição C1, bem como esta decisão apresenta estabilidade aceitável, pela condição C2. O fornecedor B é o segundo na preferência e o fornecedor C fica como última opção.

Tabela 26 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 4 - dispensa 1

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor B	0,0000	0,0000	0,0000
2	Fornecedor A	0,5706	0,3575	0,6697
3	Fornecedor C	1,0000	0,4651	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

São apresentados na Tabela 27 o resultado da lista de ordenação dos fornecedores do especialista 4 para dispensa 2. Mediante os valores evidenciados, constata-se que o fornecedor F é uma solução de compromisso com vantagem aceitável, pela condição C1, bem como esta decisão apresenta estabilidade aceitável, pela condição C2. O fornecedor E tem o segundo melhor desempenho enquanto que o fornecedor D tem o pior resultado.

Tabela 27 – Lista de ordenação dos fornecedores - especialista 4 - dispensa 2

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor F	0,0290	0,0290	0,0000
2	Fornecedor E	0,7516	0,4534	0,9109
3	Fornecedor D	0,8806	0,4651	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.3 Ordenação final para o modelo VIKOR

Para a geração da classificação final do modelo VIKOR para o estudo de identificação do melhor fornecedor para o IFTO campus Araguaína, é necessária a agregação das ordenações fornecidas por cada um dos especialistas consultados. Para tanto, foram utilizados os mesmos pesos definidos para cada especialista quando empregado o método AHP, cujos graus de importância foram apresentados no Quadro 17 tendo gerado os pesos dos especialistas de acordo com a Tabela 17. Ambos os resultados foram apresentados na seção 5.1.4 deste trabalho.

Para a conclusão da classificação final da seleção de fornecedores para as duas dispensas de licitação utilizando o método VIKOR, foi aplicada a mesma estratégia de agregação utilizada para gerar a classificação final para o modelo AHP, tendo sido empregada a equação (12), definida pelo cálculo aritmético ponderado dos desempenhos de cada alternativa em cada uma das listas de ordenação geradas pelo método VIKOR.

A Tabela 28 apresenta a ordenação final dos fornecedores para a dispensa de licitação 1, onde os fornecedores B e A formam o conjunto de soluções de compromisso, o fornecedor C fica como última opção conforme os valores dos índices S, R e Q e a teoria apresentada na seção 2.4.2.

Tabela 28 – Ordenação final dos fornecedores pelo método VIKOR – dispensa 1

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor B	0,1514	0,1457	0,0410
2	Fornecedor A	0,4015	0,2549	0,2846
3	Fornecedor C	0,9335	0,5444	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 29 apresenta a ordenação final dos fornecedores para a dispensa de licitação 2. Com base nos valores apresentados, é possível concluir que fornecedor F é uma solução de compromisso com vantagem aceitável bem como esta decisão apresenta uma estabilidade aceitável. Este é o fornecedor recomendado por meio do modelo VIKOR, com o fornecedor E tendo o segundo melhor desempenho, e em sequência o Fornecedor D com o pior desempenho. Ambos fornecedores E e D tiveram resultados bem próximos, onde o fornecedor E obteve um melhor desempenho nos índices R e Q enquanto o fornecedor D apresentou melhor desempenho no índice S.

Tabela 29 – Ordenação final dos fornecedores pelo método VIKOR – dispensa 2

Ordenação	Alternativa	Resultado S	Resultado R	Resultado Q
1	Fornecedor F	0,0838	0,0664	0,0000
2	Fornecedor E	0,8729	0,5095	0,9179
3	Fornecedor D	0,8442	0,5444	0,9397

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Comparações dos resultados dos modelos AHP e VIKOR

Nesta seção é apresentada uma comparação dos resultados obtidos com os dois modelos multicritério de apoio a decisão construídos por meio dos métodos AHP e VIKOR. Além da comparação dos resultados dos modelos entre si, também é realizada a comparação de cada um deles com o resultado do modelo de seleção de fornecedores atualmente praticado no IFTO *campus* Araguaína, o qual utilizou única e exclusivamente o critério preço para selecionar os fornecedores nas duas dispensas de licitações “dispensa 1 e 2”, objetos de estudo desta pesquisa.

As Tabelas 30 e 31 apresentam as ordenações finais para as dispensas de licitação número 1 e 2, respectivamente, empregando o modelo atual de seleção de fornecedores do IFTO seguido dos modelos AHP e VIKOR.

Tabela 30 – Ordenação final de todos os modelos avaliados - dispensa 1

Modelo IFTO	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor B
2	Fornecedor A
3	Fornecedor C
Modelo AHP	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor B
2	Fornecedor A
3	Fornecedor C
Modelo VIKOR	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor B
2	Fornecedor A
3	Fornecedor C

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 31 – Ordenação final de todos os modelos avaliados - dispensa 2

Modelo IFTO	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor F
2	Fornecedor E
3	Fornecedor D
Modelo AHP	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor F
2	Fornecedor E
3	Fornecedor D
Modelo VIKOR	
Ordenação	Fornecedor / Alternativa
1	Fornecedor F
2	Fornecedor E
3	Fornecedor D

Fonte: Elaborado pelo autor

Observando os resultados, constata-se que todos os modelos apresentaram as mesmas ordenações dos fornecedores, ou seja, todos os modelos analisados apontam para uma mesma

solução, não existindo diferenças nos resultados dos modelos analisados, tanto para a dispensa de licitação 1 como para a dispensa de licitação 2.

5.3.1 Análise de sensibilidade realizada nos modelos

Nesta seção, serão apresentados os estudos e resultados da análise de sensibilidade como forma de avaliar a robustez dos resultados obtidos nos dois modelos AHP e VIKOR, construídos para auxílio à tomada de decisão para selecionar fornecedores dentro do IFTO. A análise de sensibilidade contribuiu para avaliar os modelos a fim de poder apontar qual modelo seria o mais adequado para o IFTO.

A análise de sensibilidade é realizada através da verificação do impacto da modificação na importância dos critérios, por meio da imposição de novos valores para o peso de um critério específico, sobre o qual será realizada a análise. Uma vez que o novo peso para o critério escolhido tenha sido definido, a diferença entre este novo valor de peso e o valor original é distribuído entre os demais critérios, de maneira proporcional aos seus pesos na configuração original do modelo construído. Desta forma, para cada nova composição de pesos, é calculada a nova priorização das alternativas e verificada a ocorrência de possíveis alterações na ordenação delas. Esta estratégia tem como objetivo avaliar os intervalos de confiabilidade das ordenações originais, fornecidas pelos diferentes modelos de decisão, podendo ser empregada para comparação dos diferentes modelos de decisão.

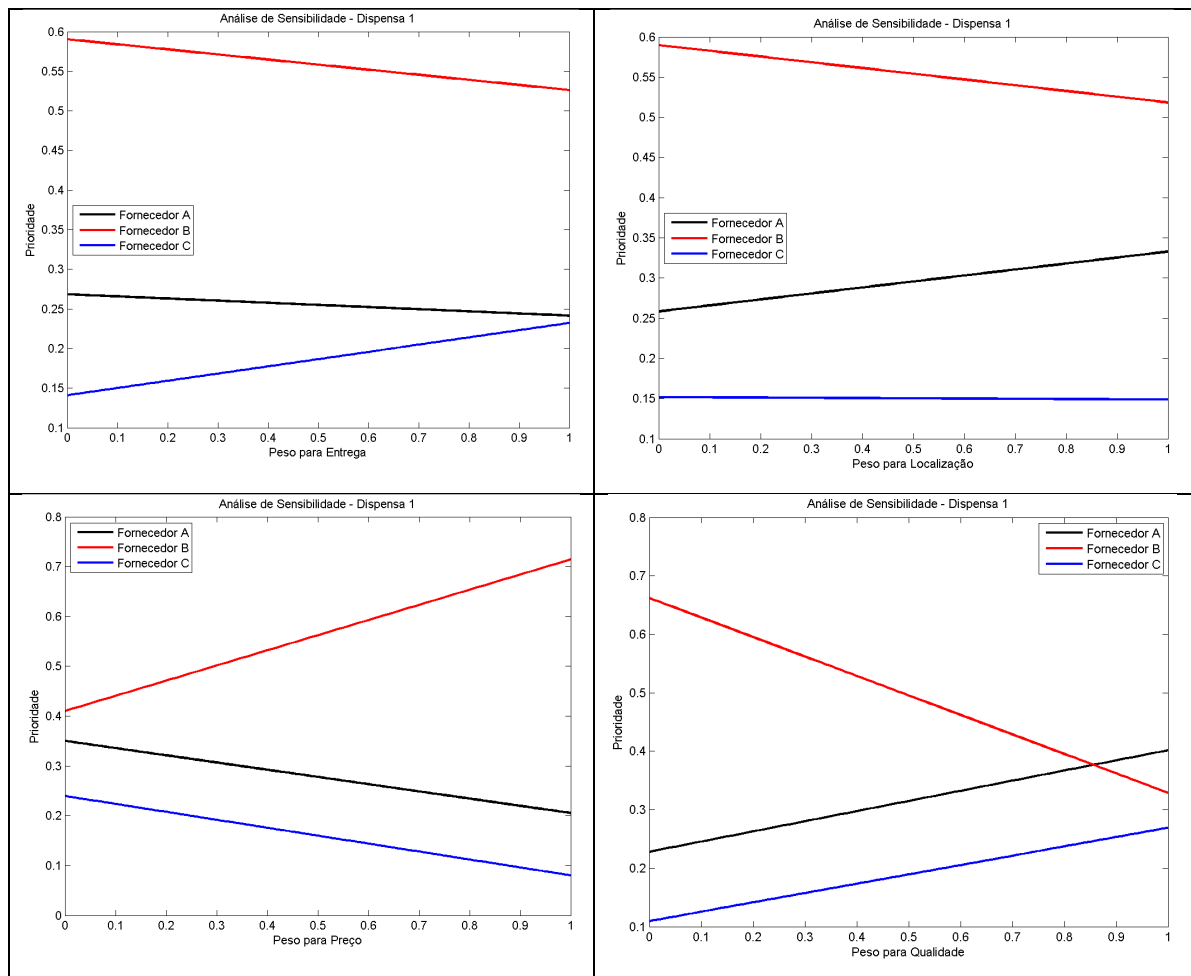
Utilizou-se o *software matlab* para execução dos cálculos, funções e gerações de gráficos para a análise de sensibilidade dos dois modelos. A análise de sensibilidade foi executada em todos os critérios adotados na pesquisa: entrega, localização, preço e qualidade, nas duas dispensas de licitação: dispensa 1 e dispensa 2, variando, individualmente, as importâncias, isto é, os pesos de cada critério em relação aos demais.

Para um melhor entendimento da análise dos gráficos, para o modelo AHP, quanto maior for o resultado na escala de prioridade melhor posicionado é o fornecedor, enquanto que para o modelo VIKOR, quanto menor for o resultado na escala do índice Q melhor posicionado é o fornecedor.

5.3.1.1 Análise de sensibilidade no modelo AHP para a dispensa 1

A Figura 7 apresenta os gráficos resultantes de análise de sensibilidade do modelo AHP para seleção de fornecedores em relação a dispensa de licitação 1.

Figura 7 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo AHP – dispensa 1



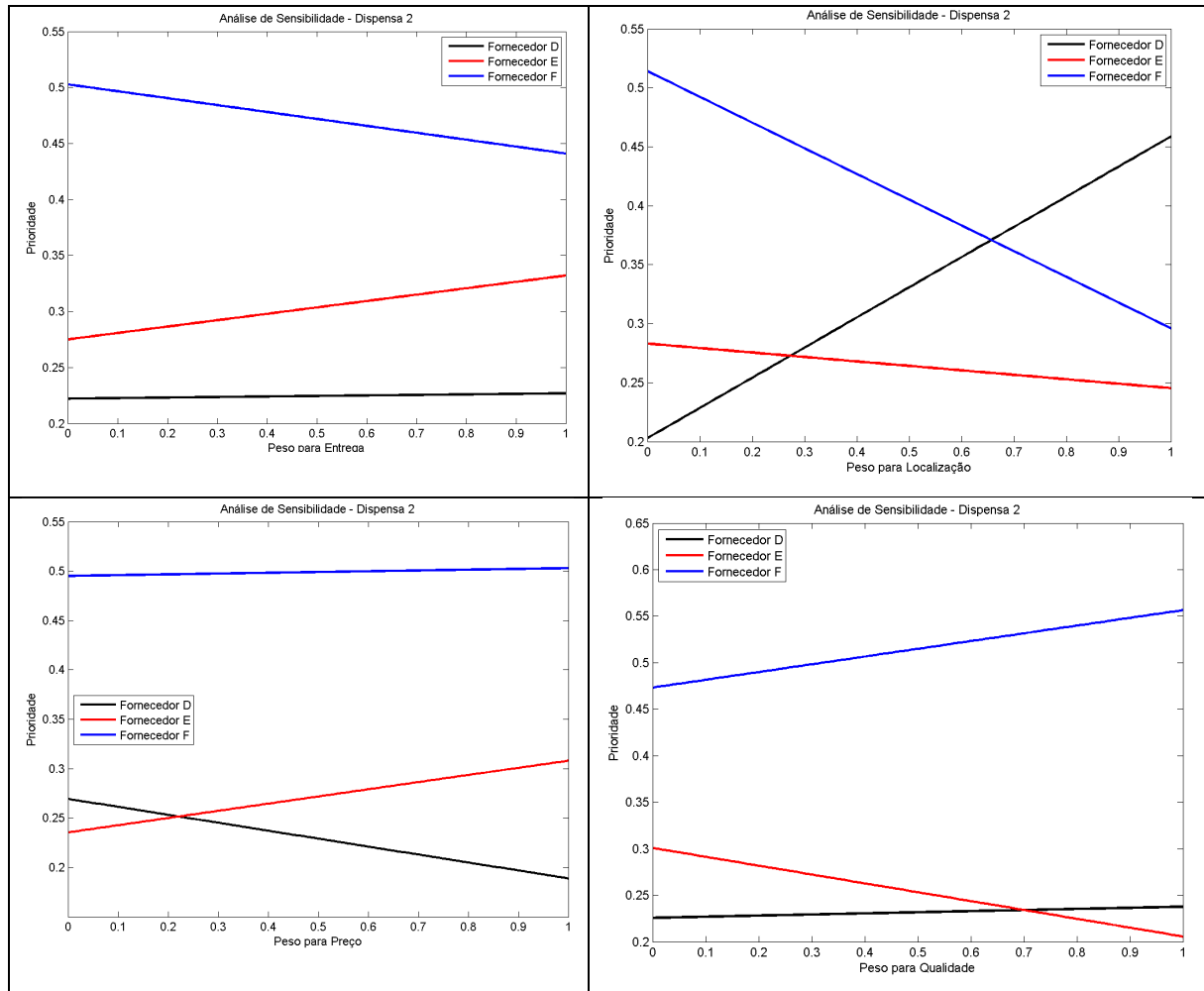
Fonte: Elaborado pelo autor

Mediante os gráficos, é possível observar que, para os critérios entrega e localização, a medida em que suas importancias são aumentadas, o fornecedor B piora e tem a sua preferência diminuída, mas não altera em nenhum momento a ordenação dos fornecedores para esse modelo, demonstrando a robustez da ordenação obtida na análise original. Aumentando a importancia do critério preço, o fornecedor B só aumenta sua vantagem sobre os demais fornecedores. Por outro lado, a medida em que a importância do critério qualidade aumenta, o fornecedor A se torna mais relevante, sendo observada uma inversão de posições na ordenação quando o critério qualidade apresentar aproximadamente 88% de importância.

5.3.1.2 Análise de sensibilidade no modelo AHP para a dispensa 2

A Figura 8 apresenta os gráficos resultantes de análise de sensibilidade do modelo AHP para seleção de fornecedores em relação a dispensa de licitação 2.

Figura 8 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo AHP – dispensa 2



Fonte: Elaborado pelo autor

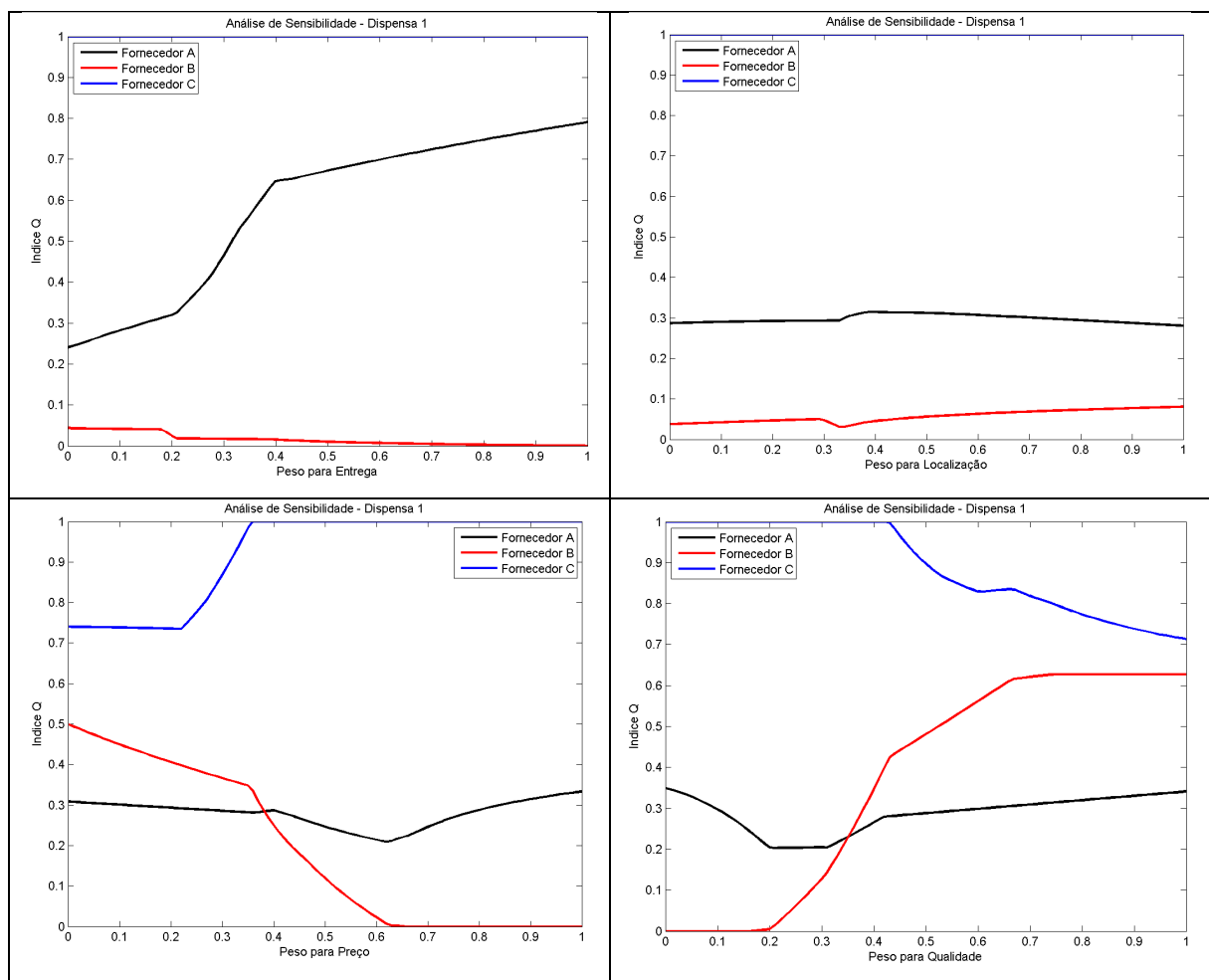
Para a dispensa 2, observa-se que para o critério entrega não há variação na ordenação dos fornecedores quando imposta variação no seu grau de importância dentro da análise, sendo assim considerado um critério robusto para essa dispensa. Com relação ao critério localização, a medida em que seu grau de importância é aumentado, o fornecedor D apresenta crescimento no seu grau de preferência, passando a ser a segunda opção quando o referido critério apresenta aproximadamente 28% de importância, e sendo o fornecedor preferível quando o grau de importância do critério localização é cerca de 68% ou superior. Paralelamente, com o aumento da importância do critério localização, observa-se um decaimento permanente da importância do fornecedor F. Com a variação da importância do critério preço, o fornecedor F se mantém como preferível, quase sem alteração do seu grau de importância, mostrando que este critério é

irrelevante para a escolha do melhor fornecedor na dispensa 2. Apesar da alternativa preferível não sofrer qualquer alteração, é possível observar alteração na ordenação da segunda preferência, onde o fornecedor E passa a ter uma preferência maior a medida que a importância do critério preço aumenta. Com relação ao critério qualidade, a medida que aumenta sua importância, o fornecedor F continua como preferencial, aumentando sua vantagem, enquanto que ocorre uma inversão de ordenação entre as demais alternativas, onde o fornecedor D passa a ser a segunda opção quando a importância da qualidade ultrapassa aproximadamente 70%.

5.3.1.3 Análise de sensibilidade no modelo VIKOR para a dispensa 1

A Figura 9 apresenta os gráficos resultantes da análise de sensibilidade do modelo VIKOR para seleção de fornecedores na dispensa de licitação 1.

Figura 9 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo VIKOR – dispensa 1



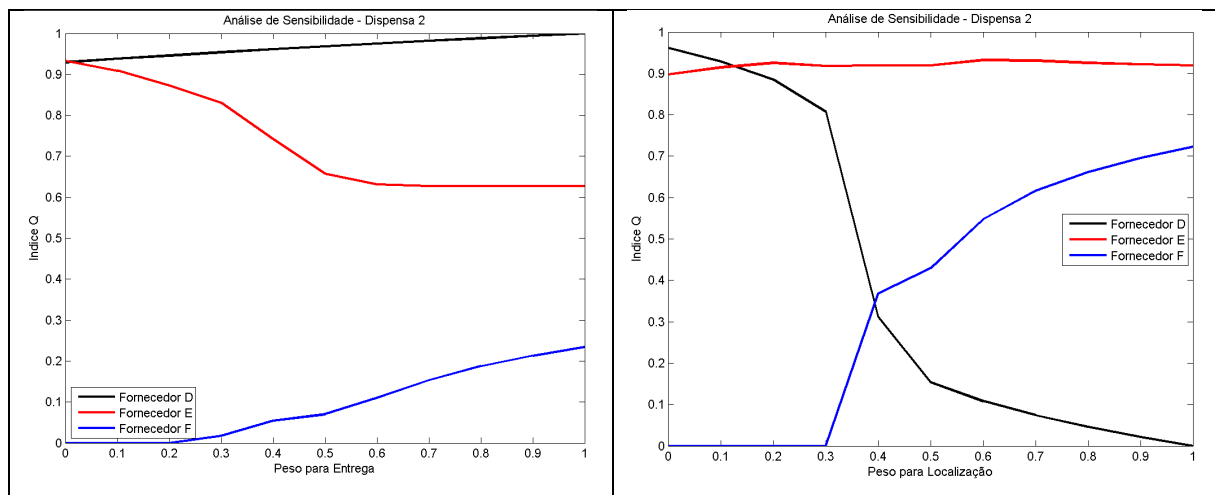
Fonte: Elaborado pelo autor

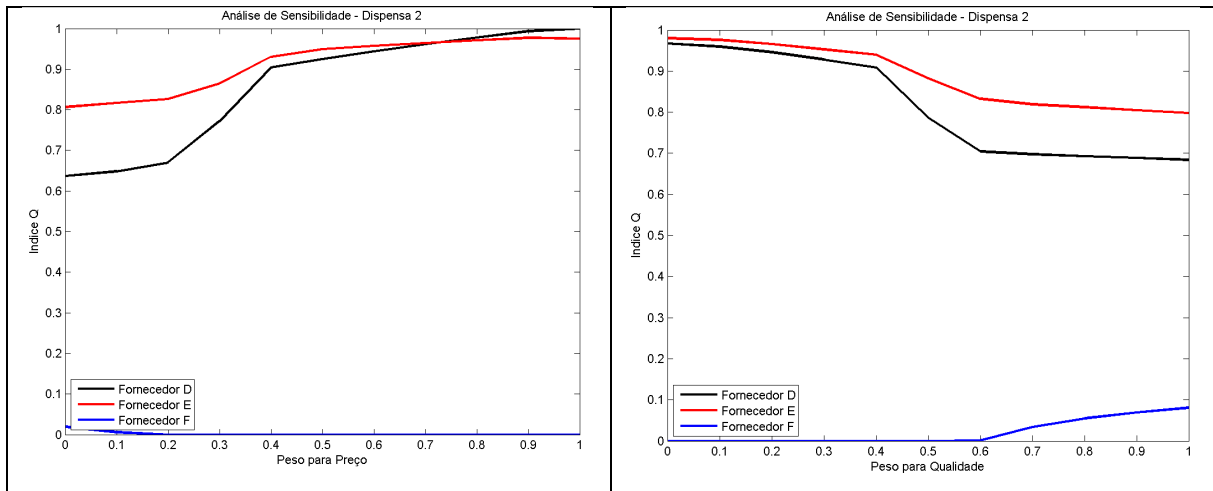
Por meio dos gráficos é possível observar que, a medida em que a importância dos critérios entrega e localização aumentam, as posições da ordenação fornecida pelo modelo não se alteram. No caso do critério entrega quando aumenta o seu peso, há uma piora considerável no índice do fornecedor A mas não chega a alterar a ordenação. No caso do critério preço, constata-se que, enquanto a importância deste critério permanece abaixo de 38%, o fornecedor A é o preferencial, porém, a medida em que a sua importância supera esse valor, o fornecedor B passa a ser o preferencial. Para o critério qualidade, à medida em que a importância do critério aumenta, o fornecedor B já não é mais a alternativa preferida, sendo observada a inversão de ordenação com o fornecedor A a partir de um grau de importância para este critério de 35% ou superior.

5.3.1.4 Análise de sensibilidade no modelo VIKOR para a dispensa 2

A Figura 10 apresenta os gráficos resultantes da análise de sensibilidade do modelo VIKOR para seleção de fornecedores na dispensa de licitação 2.

Figura 10 – Gráficos da análise de sensibilidade do modelo VIKOR – dispensa 2





Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a simulação do aumento da importância do critério entrega, observa-se que o fornecedor E melhora seu índice, e o fornecedor F, que é o preferencial piora um pouco seu grau de preferência, mas em nenhum momento altera a ordenação fornecida pelo modelo. Para o critério localização, à medida em que a importância do critério é aumentada, o fornecedor D se torna cada vez mais relevante, observando-se uma inversão de posições com os demais fornecedores. Com o critério apresentando importância aproximada de 12%, o fornecedor D tem sua posição invertida com o fornecedor E, e a partir de aproximadamente de 40% de importância para o critério, o fornecedor D se apresenta como o preferencial para o modelo. Com relação ao critério preço, observa-se que não existe variação na posição do fornecedor F, indicado como primeira opção pelo modelo, mas a medida em que a importância do critério aumenta o fornecedor E passa a ser segunda opção, isso com um de aproximadamente 82% ou mais. Na análise do critério qualidade, observa-se que não houve qualquer alteração na ordenação fornecida pelo modelo, tendo sido evidenciada a robustez deste critério no modelo para auxílio a tomada de decisão, para essa dispensa 2.

Por meio dos gráficos de análise de sensibilidade dos métodos AHP e VIKOR, é possível perceber uma diferença de comportamento das curvas de cada alternativa à medida que o critério em avaliação tem o seu grau de importância modificado. Algumas das curvas presentes nos gráficos de sensibilidade para o método VIKOR apresentam variações bruscas, que não são verificadas nos gráficos de sensibilidade do método AHP. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato do método VIKOR ter o seu índice Q definido pela soma de dois termos, um relativo à qualidade geral de uma determinada alternativa em relação ao conjunto de critérios considerados, e outro relativo à adequação de uma alternativa aos melhores desempenhos em cada um dos critérios, avaliada separadamente. Enquanto o primeiro termo

apresenta um caráter claramente compensatório, o segundo termo é capaz de penalizar alternativas que não apresentem um bom desempenho em relação a um critério específico, mesmo que apresentem desempenhos superiores nos demais critérios. Tal capacidade de discriminação não é observada no método AHP, caracterizado como um método puramente compensatório. Por esta razão, as curvas dos gráficos de sensibilidade do método AHP não apresentam as variações acentuadas observadas no mesmo tipo de gráfico para o método VIKOR.

Em função desta capacidade discriminatória, o método VIKOR mostra-se mais adequado para avaliar a qualidade geral de uma alternativa de fornecedor, identificando com mais assertividade uma solução de compromisso.

6 CONCLUSÃO

A seleção de fornecedores é uma das atividades principais dentro de uma organização, e um dos seus resultados é poder afetar o preço final de serviços e produtos. Quase que geralmente o critério adotado no momento da escolha do fornecedor é o fator custo, e na maioria das vezes, não se leva em consideração outros critérios também importantes para a tomada de decisão.

A seleção de fornecedores tem um papel estratégico e importante dentro das organizações, onde processos de seleção bem estruturados tem a capacidade de impactar positivamente o desempenho da organização (LIMA JUNIOR, 2013).

A dificuldade de selecionar fornecedores e avaliar critérios de decisão, pode ser melhor estruturada e organizada utilizando métodos multicritério de auxílio a decisão. Autores como Kirytopoulos et al (2008), que defendem a utilização das abordagens de análise de decisão multicritério para a solução de problemas de seleção de fornecedores, e Ho et al (2010), que afirmam que uma abordagem multicritério pode ser considerada bem melhor que a abordagem utilizada atualmente nos processos de seleção de fornecedores, comprovam o nível de importância destas técnicas na identificação adequada de fornecedores para a organização.

O presente trabalho fez um levantamento do processo de seleção de fornecedores no âmbito do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), e tomando como base o *campus* Araguaína, onde foi feito o estudo aplicado e toda a coleta de dados necessária para a pesquisa. Com base em todo o levantamento preliminar feito por meio de pesquisas bibliográficas, visitas técnicas aos departamentos e entrevistas com os especialistas dos setores de compra, foram construídos dois modelos multicritério de apoio a decisão para poder auxiliar os gestores de compras em suas tarefas de poder escolher o melhor fornecedor. Para a construção dos modelos, foram utilizados os métodos multicritério AHP e VIKOR.

Para o estudo aplicado, foram utilizados dados de duas compras feitas por dispensa de licitação pelo IFTO *campus* Araguaína no ano de 2015. A primeira dispensa de licitação foi para compra e aquisição de água mineral, já a segunda foi para compra de uniformes para utilização nos cursos da área de saúde do *campus*. Os nomes das empresas foram preservados e mantidos em sigilo.

Os dois modelos foram construídos baseados nas técnicas AHP e VIKOR de acordo com a literatura acadêmica, baseados nas informações coletadas nas etapas de coletas de dados com os especialistas. Alguns dados gerados e utilizados no modelo AHP, tais como os pesos dos critérios e os pesos dos especialistas, também foram empregados no modelo VIKOR.

O número limitado de fornecedores para a pesquisa, três por seleção, se deu por conta do que acontece na maior parte dos órgãos governamentais. O setor de compras por efetuar a maior parte das compras por intermédio de licitação e pregão eletrônico, em virtude de exigências legais, acaba adotando procedimento semelhante para compras com dispensa de licitação. Isto é, as compras desta modalidade são feitas, na maioria das vezes, seguindo a exigência mínima por lei que é de no mínimo três orçamentos.

Os resultados dos dois modelos foram apresentados e posteriormente comparados, onde foi comprovada a equivalência dos resultados finais de ordenação nos dois modelos, que indicaram a mesma solução. Os resultados também foram comparados ao modelo atual de seleção do IFTO, que fez a escolha dos fornecedores das duas dispensas de licitação utilizando única e exclusivamente o critério custo como prioridade, e cujo resultado final também apontou a mesma ordenação final dos dois modelos construídos.

Ao final, foi realizada a análise de sensibilidade dos dois modelos criados, simulando configurações diferentes para os pesos dos critérios, onde foi possível observar variações nos resultados nos diferentes modelos. Com a análise de sensibilidade, e por suas características próprias, o modelo VIKOR se mostrou mais adequado para o IFTO, uma vez que é capaz de mensurar tanto o desempenho geral quanto particular de um fornecedor em relação ao conjunto de critérios considerado na análise. Tal capacidade ampla de análise não existe no AHP, que agrega desempenhos individuais em uma medida única, caracterizando uma estratégia compensatória.

Desta forma, novos estudos de comparação entre resultados de modelos baseados no método VIKOR, sobre o qual ainda não existem muitos trabalhos realizados no Brasil, diferentemente do método AHP que já é amplamente difundido e explorado academicamente.

Novos estudos poderão ser feitos sob uma perspectiva maior de opções de fornecedores, aumentando a quantidade de critérios ou acrescentando outros especialistas, o que poderia, ao final, gerar novos resultados a serem explorados em trabalhos futuros.

Diante das discussões apresentadas, verifica-se que os objetivos propostos nesta pesquisa foram alcançados. Dentre os principais resultados, a construção dos dois modelos aplicados ao caso do IFTO; a comparação entre dois métodos multicritério, o AHP bem difundido e largamente utilizado no Brasil e em outros países, e o VIKOR bem menos difundido e utilizado no Brasil; a realização de estudo sobre seleção de fornecedores dentro de um ambiente governamental regido por leis federais; e, por último, a realização de estudo de seleção de fornecedores em uma instituição de ensino pública, que a exemplo do método VIKOR, não existem muitos trabalhos relacionados sobre este tema neste contexto no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHARONOVITZ, M. C. S.; VIEIRA, J. G. V. **Proposta de modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços logísticos**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 9, nº 1, p. 9-26, 2014.

BASNET, C.; WEINTRAUB, A. **A genetic algorithm for a bicriteria supplier selection problem**. International Transactions in Operational Research. v. 16, p. 173-187, 2009.

BASTOS, A. L. A.; MATIAS, K. E.; DAMM, H.; LUNA, M. M. M. **Modelo Multicritério de Apoio a Decisão para Seleção de Fornecedores**. VII Congresso Nacional de excelencia em gestão. 2011.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BOSSERT, James L. **Supplier Management Handbook: Considerations for global supplier quality**. Estados Unidos: American Society for Quality, 6 ed, 2004.

BRASIL, Presidência da República. Casa Civil. **Lei federal n. 8.666, 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da constituição federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 13 maio de 2015.

BÜYÜKÖZKAN, G.; ÇİFÇİ, G. **A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information**. Computers in Industry, v. 62, p. 164-174, 2011.

CASTRO, W.A.S.; GOMES, O.D.C.; FRANCO, L.F.O. **Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte**. Cuaderno de Administración – Bogotá (Colombia). V. 22, p. 145-167, 2009.

CAVALCANTE; C.A.V.; ALMEIDA, A.T. **Modelo Multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando Promethee II em situação de incerteza**. Pesquisa Operacional, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.

CHAN, F.T.S.; CHAN, H.K. **An AHP model for selection of suppliers in the fast changing fashion market**. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 51, 2010.

CHE, C.H; WANG, H.S. **Supplier selection and supply quantity allocation of common and non-common parts with multiple criteria under multiple products**. Computers & Industrial Engineering. n. 55, p. 110-113, 2008.

COITINHO, M. **Influência da incerteza no processo de decisão: priorização de projetos de melhoria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia); Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

COLLATTO, D. C.; MANSILHA, R.B., CHIWIACOWSKY, L.D.; LACERDA, D.P. **Avaliação de fontes de energia para o aquecimento de ambientes na produção de frango de corte no Sul do Brasil: uma análise multicritério**. Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), Porto de Galinhas - Pernambuco, 2015.

COMPRASNET. Portal de compras do governo federal. Compras governamentais. Ministério do planejamento, orçamento e gestão. **Lei federal 9.648 de 27 de maio de 1998**. Regulamenta os limites das licitações e contratos. 2015. Disponível em: <<http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/leis/limites.htm>>. Acesso em: 10 maio de 2015.

COSTA, F. S. C.; BRAZIL, C. H. A.; OLIVEIRA, M. B. **Metodologia multicritério e ECR**. Revista Produção v. 13 n. 2, 2003.

COSTA, J. F. S.; CORREIA, M. G.; SOUZA, L. T. T. **Utilização do método de análise hierárquica na escolha de software estatístico para a demanda de uma universidade pública**. Produto & Produção, vol.12, n.1, p. 42 - 59, 2011

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ROCHA, S.; MARAFON, A. D.; MEDAGLIA, T.A. **Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores**. Produção, v. 23, n. 2, p. 402-421, abr./jun. 2013.

FORMAN, E., PENIWATI, K.: **Aggregating Individual Judgements and Priorities with the Analytic Hierarchy Process**. European Journal of Operational Research. n. 108, p. 165 - 169, 1998.

GENOVESE, A. S.C.; KOH, L.; GIUSEPPE, B.; ESPOSITO, E. **Greener supplier selection: state of the art and some empirical evidence**. International Journal of Production Research, v. 51, p. 2868-2886, 2013.

GIACON, Joice Cavalheiro Ribeiro. **Seleção de fornecedores por Análise de decisão multicritério e otimização combinatória considerando aspectos de logística e sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: Enfoque multicritério**. Ed. Atlas: São Paulo, 2002.

GOMES, L.F.A.M. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Ed. Campus: São Paulo, 2004.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. Pioneira Thomson Learning: São Paulo, 2004.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. e ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. Atlas 3ª. Ed: São Paulo, 2009.

GONÇALO, Thomas Edson Spindola. **Modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços terceirizados: Um estudo de caso para fornecedores de transporte em uma rede varejista**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Recife, Recife, 2012.

GONTIJO, A. C.; MAIA, C. S. C. **Tomada de decisão, do modelo racional ao comportamental: uma síntese teórica**. Caderno de Pesquisa em Administração. v.11, n.4,p. 13-30, 2004.

GROŠELJ, P.; STIRN, L.Z.; AYRILMIS, N.; KUZMAN, M.K. **Comparison of some aggregation techniques using group analytic hierarchy process**. Expert Systems with Applications. v. 42, p. 2198–2204, 2015.

HA, B.; PARK, Y.; CHO, S. **Suppliers' affective trust and trust in competence in buyer – Is effect on collaboration and logistics efficiency**. International Journal of Operations & Production Management, v. 31, p. 56-77, 2011.

HO, W.; XU, X.; DEY, P.K. **Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review**. European Journal of Operational Research. v. 202, p. 16-24, 2010.

JABBOUR, A.B.L.; JABBOUR, C.J.C. **Are supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil**. Industrial Management & Data Systems, v. 109, p. 477-495, 2009.

KAHRAMAN, C.; CEBECI, U.; ULUKAN, Z. **Multi-criteria supplier selection using fuzzy.** Logistics Information Management. v. 16, p 382-304, 2003.

KAHRAMAN, C. **Fuzzy multicriteria decision making – Theory and Applications with Recent Developments.** Ed. Spring v. 16: Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 2008.

KIRYTOPOULOS K.; LEOPOULOS V.; VOULGARIDOU D. **Supplier selection in pharmaceutical industry: An analytic network process approach.** Benchmarking: An International Journal. v. 15, n. 4, 2008.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações.** Prentice Hall: São Paulo, 2009.

LAMBERT, Douglas M. **An Executive Summary of Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance.** Supply Chain Management Institute. Sarasota, FL, 2008.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues. **Comparação entre os métodos Fuzzy TOPSIS e Fuzzy AHP no apoio à tomada de decisão para seleção de Fornecedores.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. **Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte.** Gestão e Produção v. 20, n. 4, p. 781-801, 2013.

LIU, J.; DING, F-Y.; LALL, V. **Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvement.** Toronto: An International Journal, 2000.

LIU, P.; DU, H. **The Research of Supplier Selection Based on Hybrid Decision-Making Index and VIKOR Method.** Electronic Commerce and Security, International Symposium on. Publisher: IEEE, p. 661 - 664, 2008.

LYRIO, M. V. L.; BROTTI, V.; ENSSLIN S. R.; ENSSLIN L. **Proposta de um Modelo para Avaliar o Grau de Transparência das Demonstrações Financeiras Publicadas por uma Instituição Pública de Ensino Superior Brasileira: a abordagem da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista.** Revista UnB Contábil, v. 11, n. 1-2, p.170-186, 2008.

MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G.; LINS, M. P. E. **Análise Multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do Método Macbeth.** Produção, v. 11 n. 2, 2002.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Agenda ambiental na administração pública**. Cartilha A3P: 5. ed. Brasília, 2009.

MOREIRA, R. A. **Análise Multicritério dos projetos do Sebrae/RJ através do Electre IV**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração); Faculdade de Economia e Finanças – IBMEC, Rio de Janeiro, 2007.

NOKES, S.; SEAN, K. **The Definitive Guide to Project Management: The Fast Track to Getting the Job Done on Time and on Budget**. Pearson Education: Prentice Hall Financial Times, 2007.

OLIVEIRA, Ana Amélia Ribeiro. **Método AHP como otimização na selecção de fornecedores numa empresa de materiais de construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2013.

OPRICOVIC, S. **Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems**. Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.

OPRICOVIC, S.; TZENG, G. H. **Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS**. European Journal of Operational Research, n. 156, p. 445-455, 2004.

OPRICOVIC, S.; TZENG, G. H. **Extended VIKOR method in comparison with out ranking methods**, European Journal of Operational Research. n. 178, p.514–529, 2007.

PEGETTI, A. L. **Aplicação de mapas cognitivos e método AHP para selecção de fornecedores em instituição de ensino superior**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PINTO, L. F. G.; RODRIGUES, A.; MACEDO, D.; GIRARDI, E. A. **Contributions of socio-environmental certification to the sustainability of the citrus industry in Brazil**. Citrus Research and Technology, v.34(1), 9-16, 2013.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

PRESSEY, A. D.; WINKLHOFER, H.; TZOKAS, N. X. **Purchasing practices in small- to medium-sized enterprises: An examination of strategic purchasing adoption, supplier evaluation and supplier capabilities.** Journal of Purchasing and Supply Management, v. 15, p. 214-226, 2009.

RAFAELI, L.; MÜLLER, C. J. **Estruturação de um Índice Consolidado de Desempenho Utilizando o AHP.** Produção, v.14, n.2, 2007.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. **Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil.** Gestão & Produção. v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation.** New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica.** Makrom Books 2 Ed: Rio de Janeiro, 1991.

SAATY, T.L. **Decision making with the analytic hierarchy process.** International Journal of Services Sciences, v.1, n.1, 83-98, 2008.

SANAYEI, A.; MOUSAVI, S.F.; YAZDANKHAH, A. **Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment.** Expert Systems with Applications. v. 37, p. 24-30, 2010.

SAYADI, M, K., HEYDARI, M., SHAHANAGHI, K. **Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers.** Journal of Applied Mathematical Modelling v. 33 p. 2257–2262, 2009.

SHEMASHADI, A.; SHIRAZI, H.; TOREIHI, M.; TAROKH, M.J. **A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting.** Expert Systems with Applications, v. 38, p. 12160–12167, 2011.

SHIH, H-S.; SHYUR, H-J.; LEE, E.S. **An extension of TOPSIS for group decision making.** Mathematical and Computer Modelling. v. 45, p. 801–813, 2007.

SSEBUGGWAWO, D.; HOPPENBROUWERS, S.J.B.A.; PROPER, E.H.A. **Group Decision Making in Collaborative Modeling: Aggregating Individual Preferences with AHP.** Proceedings of the 4th

SIKS/BENAIS Conference on Enterprise Information Systems, Nijmegen, The Netherlands, 23 October, 2009.

SRIVASTAVA, S. K. **Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review.** International journal of management reviews, v 9, p. 53-80, 2007.

THRULOGACHANTAR, P.; ZAILANI, S. **The influence of purchasing strategies on manufacturing performance.** Journal of Manufacturing Technology Management, v. 22, p. 641-663, 2011.

TRAMARICO, C. L. **Avaliação multicritério de prestadores de serviços logísticos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2012.

TZENG, G. H.; HUANG, J. J. (2011). **Multiple attribute decision making: methods and applications.** United States: CRC Press, 349 p., 2011.

TZENG, G. H.; LIN, C. W.; OPRICOVIC, S. **Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation.** Energy Policy, v. 33, n. 11, p. 1373-1383, jul. 2005.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. **Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura.** Produção. v. 22, n.4, p. 625-636, 2012.

WADHWA, V.; RAVINDRAN, A.R. **Vendor selection in outsourcing.** Computers & Operations Research, v. 34, n.12, p. 3725-3737, 2007.

WAHAB, M. I. M.; MAMUN, S. M. H.; ONGKUNARUK, P. **EOQ models for a coordinated two-level international supply chain considering imperfect items and environmental impact.** Journal of Production Economics. v. 134, n. 1, p. 151-158, nov 2011.

WAN, S.P.; ZHENG, Y. **Supplier Selection of Foreign Trade Sourcing Company using ANP-VIKOR Method in Hesitant.** Fuzzy Environment. Industrial Engineering & Management 4(3):163, 2015.

WAN, S-P.; WANG, Q-Y.; DONG, J-Y. **The extended VIKOR method for multi-attribute group decision making with triangular intuitionistic fuzzy numbers.** Knowledge-Based Systems. v. 52, p. 65-77, 2013.

WANG, W. **A fuzzy linguistic approach to supplier evaluation**. Applied Mathematical Modelling. v. 34, p. 3130-3141, 2010.

WINSTON, W. **Operations research: applications and algoritms**. Editora Thompson: Duxbury, 1440p, 2004.

YEH, W. C.; CHUANG, M. C. **Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems**. Expert Systems with Applications, v. 38, n. 4, p. 4244-4253, 2011.

YOUA, X-Y.; YOUA, J-X.; LIUA, H-X.; ZHENB, L. **Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information**. Expert Systems with Applications. v. 42, p. 1906–1916, 2015.