

UMA ABORDAGEM MCDM PARA A LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO NO PARANÁ

FELIPE DOUGLAS ROSSETTO

FRANCIELY VELOZO ARAGÃO

Resumo

Os métodos de decisão multicritério são ferramentas muito utilizadas no dia a dia das empresas para auxiliar nas tomadas de decisões que envolvem a necessidade de uma análise baseada em alternativas e critérios. Se tratando de problemas de localização, sabe-se que há fatores que possuem influências e importâncias significativas como distâncias dos principais clientes e fornecedores, viabilidade de acesso ao modal, custos de implantações e manutenções dos empreendimentos, entre outros, os quais reforçam as relevâncias desses métodos, pois, de forma concisa, permite perfilar as experiências dos envolvidos com o arranjo matemático em prol das alternativas viáveis. Neste artigo apresentou-se a aplicação do método TOPSIS na obtenção da localização ideal para instalação de um centro de distribuição de uma empresa prestadora de serviço social. Para o alcance do objetivo foi necessário o levantamento das localizações geográficas de cada uma das trinta e cinco unidades e classificação das mesmas por porte e quantidade de serviços ofertados aos clientes. Com isso, foi possível identificar e posicionar a distribuição das unidades para facilitar a interpretação das áreas de localização e suas respectivas concentrações. Através de pesquisa junto ao gerente de logística pôde-se levantar a informação do consumo médio de cada unidade e, através destes, inferir o volume de materiais que são movimentados. Diante da obtenção das localizações, concentrações de unidades e seus respectivos consumos de materiais foi possível a aplicação do método TOPSIS baseado em critérios pré-estabelecidos pela própria gerência de logística julgados serem os principais para a análise da tomada de decisão. O resultado concebido foi a região mais adequada para instalação do centro de distribuição, considerado satisfatório, pois, adequou-se à realidade e aspiração da empresa. .

Palavras-chave: *centro de distribuição, localização de instalações, método de decisão multicritérios, Topsis.*

1. Introdução

Muito se discute a importância da competitividade entre as empresas, especialmente, quando se analisa os resultados de investimentos na cadeia de suprimentos de uma organização. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2018), o setor de logística cresceu 2,3% em 2017, uma resposta positiva frente à recessão de 6,1% e 7,6% nos anos de 2015 e 2016, respectivamente. Para Ballou (2009), logística é o processo de implantação e controle

do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, é disponibilizar o produto/serviço certo, na hora certa, no local certo e com o menor custo possível. Para Pires (1999), a logística engloba o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, custos efetivos de fluxos e estoque de matéria-prima, estoque circulante, mercadorias acabadas e informações relacionadas do ponto de origem ao ponto de consumo com a finalidade de atender aos requisitos do cliente.

Dentro do conceito de logística existe a cadeia de suprimentos definida como uma série de processos integrados, em que matéria prima é transformada em produtos acabados que são então entregues aos clientes finais pelas vias que são a distribuição, varejo ou ambos (WANKE, 2011). Centro de Distribuição (CD), por sua vez, é um armazém que consiste em estocar materiais e gerenciar o fluxo de informações de pedidos para distribuição física. Possui papel fundamental dentro da cadeia suprimentos, pois, é o elo de necessidade da distribuição eficiente, flexível e dinâmica, permite a capacidade de resposta rápida face a procura dos clientes e regulação de preços (FARAH, 2002). Segundo Hill (2003), os centros de distribuição são projetados para colocar produtos em movimento, e não apenas para armazená-los. São depósitos grandes e automatizados, projetados para receber produtos de várias fábricas e fornecedores, receber os pedidos, atendê-los com eficiência e expedir os produtos para consumidores de uma determinada região o mais rápido possível. Os CD's, em matéria de logística, são estratégicos na questão de competitividade e eficiência, pois, de acordo com Moura (2000), reduzem o *lead time* de transporte, aumentam as entregas e diminuem os volumes de inventários proporcionando redução também nos custos.

Cada empresa possui uma característica diferente, bem como cultura organizacional singular que permite uma gama de critérios a serem ponderados quando se deparam com a necessidade de implantação de um centro de distribuição. Citam-se, por exemplo, critérios econômicos como taxas de impostos em determinadas regiões, mão de obra mais vantajosa, critérios políticos como incentivo fiscal por meio da valorização e desenvolvimento da região, além de critérios estruturais, como por exemplo, a viabilidade dos canais de distribuição e a localização do centro de distribuição.

O grande desafio é definir esse local ótimo considerando a necessidade de avaliação e seleção, e para isso, existem vários critérios inerentes às tomadas de decisão tornando esse processo um problema de decisão multicritério. Desta forma, este problema abrange a

avaliação de especialistas no que tange aos vários critérios, qualitativos e quantitativos, necessários ao entendimento da situação, assim como requer métodos apropriados para a sua interpretação (ALMEIDA, 2011).

A fim de que o processo de tomada de decisão seja facilitado considerando a gama de critérios existentes, podem ser utilizados métodos como centro de gravidade, o qual se baseia no princípio de que todos os locais candidatos têm um valor resultante da soma de todos os custos incluídos (SILVA, 2004), métodos heurísticos que podem não obter a solução ótima, entretanto, aproximam-se da realidade (BALLOU, 2001), os métodos de simulação que possuem o objetivo de reproduzir uma situação real e são mais flexíveis (BALLOU, 2001; MAPA, 2007), método de programação linear que visa a maximização ou minimização de uma função objetivo considerando as restrições do cenário modelado (HEIDERICH, 2011) e os métodos multicritérios de tomada de decisão que são utilizados em casos em que existem critérios tangíveis e intangíveis ao mesmo tempo (MOUSAVI et al., 2013).

O método utilizado nesse trabalho trata-se da Análise de Decisão Multicritério que possibilita não só a avaliação quantitativa, mas também qualitativa levando em conta a experiência e as relevâncias dos gestores e investidores em geral. Conforme Kahraman (2008), a *Multiple-Criteria Decision Method* – MCDM é uma metodologia que trata problemas de escolha e tem como foco padronizar o processo de tomada de decisão por meio da modelagem matemática, auxiliando o decisor a resolver problemas nos quais existem diversos objetivos a serem satisfeitos simultaneamente.

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar a mais adequada localização geográfica para instalação de um centro de distribuição com auxílio de um MCDM tendo em vista a necessidade de a empresa tornar melhor sua gestão e controlar os suprimentos das trinta e cinco unidades de serviço no estado do Paraná. O modo de gestão de compras da empresa em estudo é centralizado e por meio de licitações com uma política muito bem definida, entretanto, percebeu-se a necessidade de instalar um centro de distribuição em um local estratégico para administrar essa cadeia de suprimentos levando em consideração os diversos critérios que norteiam sua realidade.

Como problematização tem-se que a empresa não possui um centro de distribuição, sendo as aquisições realizadas diretamente com os fornecedores licitados e as entregas realizadas

diretamente nas unidades de serviço gerando, assim, estoques excedentes e custos desnecessários de armazenagem.

O Almoxarifado Central da empresa em questão está localizado anexo a uma das instalações de serviço na cidade de Curitiba/PR e não possui capacidade de armazenamento suficiente para todos os tipos de materiais, entretanto, como teste, realizou-se a centralização dos materiais odontológicos os quais possuem volumes pequenos e constatou-se uma capacidade de controle e economia muito positiva. Desta forma, a alta direção desta empresa optou em investir na instalação de um centro de distribuição para armazenar, controlar e distribuir com melhor eficiência todos os tipos de materiais.

Tal implantação certamente garantirá uma uniformidade no fluxo dos recebimentos e redução de riscos e custos de armazenamento nas unidades garantindo assim maior controle e auditoria dos processos internos, além de qualidade no atendimento das atividades e serviços.

O objetivo deste trabalho é determinar a melhor localização geográfica com auxílio da Análise de Decisão Multicritério para instalação de um Centro de Distribuição de uma empresa do ramo de prestação de serviço social. Para isso foi caracterizado a localização geográfica das trinta e cinco unidades de serviço da empresa em questão e classificadas pelo tamanho, volume de movimentação e consumo de suprimentos por meio de pesquisa e levantamento de dados.

2. Revisão de literatura

2.1 Cadeia de Suprimentos

Segundo Novaes (2015), a cadeia de suprimentos é um segmento da logística, sendo considerada, erroneamente, como sendo responsável apenas pelo transporte e armazenagem de bens de uma empresa. O gerenciamento desse fluxo de bens, serviços e informações é definido de acordo com Ballou (2009), como *Supply Chain Management - SCM*, termo surgido mais recentemente e que capta a essência da logística integrada e inclusive a ultrapassa.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos destaca as interações logísticas que ocorrem entre as funções de marketing, logística e produção no âmbito de uma empresa, e dessas mesmas interações entre as empresas legalmente separadas no âmbito do canal de fluxo dos produtos. De acordo com Chopra e Meindl (2011), uma cadeia de suprimentos consiste basicamente de cinco atores: clientes, varejistas, atacadistas ou distribuidores, fabricantes e fornecedores de

matéria-prima. Dentre as principais atividades de um centro de distribuição, destacam-se recebimento, movimentação, armazenagem, processamento de pedidos, transporte.

A operação do CD começa com a etapa do recebimento e nela ocorre a descarga dos itens enviados pelo fornecedor e a conferência de quantidade e qualidade. Após a conferência, são emitidas as notas fiscais. É importante lançar esses novos dados no sistema o mais breve possível, a fim de atualizar o estoque. Esta função é a base para todas as outras, portanto, deve ser realizada de forma atenta e correta (RODRIGUES, 2003).

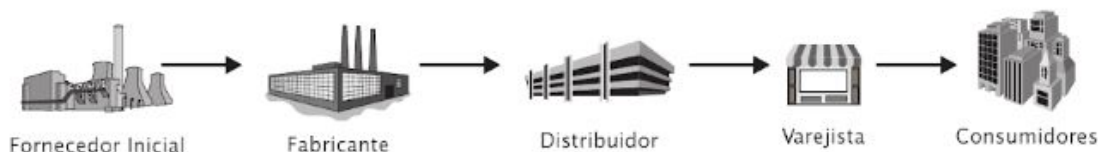
Segundo Vieira (2011), a movimentação é considerada uma das etapas mais complexas no Centro de Distribuição, pois, consiste na movimentação das mercadorias, podendo ser da área de recebimento até a área de armazenagem ou a realocação de um produto já armazenado. O processamento de pedidos é a última fase, onde ocorre a verificação das mercadorias anteriormente separadas. Após essa etapa, é realizada a pesagem das cargas, a certificação dos pedidos e a emissão dos documentos necessários (RODRIGUES, 2003).

A importância da localização do centro de distribuição é fundamentada nos níveis de satisfação dos serviços realizados e especialmente nos fatores econômicos, ou seja, a maximização da rentabilidade ou a minimização dos custos. O fator tempo também é primordial na análise do local (DIAS, 1985).

Os benefícios de um centro de distribuição são: menor tempo no processo logístico e maior segurança para o produto, pois se encontra armazenado dentro do CD. Menor custo operacional e uma maior proximidade com os consumidores. (AZEVEDO et al., 2012).

A figura 1 ilustra uma cadeia de suprimentos típica e exemplifica as definições apresentadas.

Figura 1 - Ilustração de uma Cadeia de Suprimentos Típica



Fonte: Garcia et al. (2006).

2.2 Localização de Facilidades

A localização geográfica de uma empresa é fundamental para esboçar o plano logístico dos materiais e determinar os caminhos pelos quais os produtos são direcionados. Atender a

demanda diretamente das fábricas, fornecedores ou pontos de estoque, ou direcioná-la por meio de pontos selecionados de armazenamento, são elementos que pesam nos custos totais de distribuição. Assim, encontrar a alocação de custos mais baixa ou a alternativa de maior lucratividade é a essência da estratégia de localização das instalações (BALLOU, 2006).

De acordo com Mapa (2012), os problemas de localização de instalações (do inglês, *Facility Location*) envolvem escolher o melhor local para uma ou mais instalações dentro de um conjunto de locais possíveis, a fim de fornecer um alto nível de serviço aos clientes, minimizar custos de operação, ou maximizar lucros. O que se pretende obter é uma solução, se possível ótima, que minimize o custo total de instalações e transportes (BALLOU, 2006).

Muitos são os fatores que exercem influência sobre a escolha de um local para a instalação de uma empresa industrial. Peinado & Graeml (2007), Corrêa & Corrêa (2006) e Moreira (2008) destacam que os mais significativos são: disponibilidade de matéria-prima, energia elétrica, água, mão de obra, facilidades e incentivos fiscais, qualidade de vida, serviços essenciais e a proximidade dos mercados consumidores e de seus fornecedores.

2.2.1 Problemas de Localização

Os problemas de localização são normalmente associados à escolha de um local ideal levando em consideração opções candidatas objetivando a obtenção de vantagens em aspectos que envolvem, segundo Hale e Moberg (2003), minimizar custos do transporte, maximizar a área de cobertura e minimizar o tempo de entrega ou coleta do produto, através da posterior otimização das rotas. Ballou (2001) afirma que os seguintes fatores interferem no processo de localização de um centro de distribuição:

- Demografia local, base populacional e renda potencial;
- Fluxo de tráfego e acessibilidade, número e tipos de veículos, número e tipos de pedestres, disponibilidade de transporte público, fácil acesso às vias principais e nível de congestionamento;
- Estrutura do varejo, disponibilidade, número e tipos de concorrentes e de lojas na área, lojas complementares vizinhas, proximidade de áreas comerciais e promoções conjuntas por comerciantes locais;

- Características do ponto, proximidade e qualidade do estacionamento, visibilidade, tamanho e forma do ponto, qualidade de entradas e saídas e boas condições dos edifícios existentes; e
- Fatores legais e de custo, tipo de zoneamento, períodos e cláusulas restritivas de locação, impostos locais, serviços e manutenção.

Existem vários métodos para solucionar os problemas de localização de instalações e, segundo Silva (2007), os três principais métodos utilizados são: Exatos ou otimizantes, Heurísticos e Simulação, que são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Principais métodos de solução de problemas de localização

Método	Descrição
Exatos ou otimizantes	São aqueles que avaliam todas as alternativas e selecionam a melhor, sendo possível demonstrar matematicamente que a solução encontrada é a ótima nas condições definidas pela modelagem.
Heurísticos	Esses métodos reduzem o processo de busca de soluções, de acordo com o critério adotado pela heurística desenvolvida, para encontrar uma solução satisfatória do problema com o intuito de reduzir-se o tempo de processamento; não garante, portanto, que a solução encontrada seja a ótima.
Simulação	A utilização deste método permite elaborar um modelo, muitas vezes estocástico, que apresenta as principais características da rede em estudo, o que permite avaliar o desempenho de alternativas propostas, as quais podem ser replicadas diversas vezes para gerar estatísticas que poderão ser utilizadas na seleção final.

Fonte: Adaptado de Silva (2007)

2.3 Multiple-Criteria Decision Method – MCDM

Caracterizado como um método otimizante, o MCDM possui algoritmo matemático, avalia as alternativas de acordo com os critérios e possibilita encontrar a melhor solução dentro das condições modeladas.

Independentemente do setor de atuação, sabe-se que as empresas precisam tomar decisões constantemente, e para isso, existem vários métodos que auxiliam nesse momento, os quais se aplicam a multicritérios, para chegar a melhor decisão.

Com isso, podem enfrentar as dificuldades encontradas na vida competitiva do mercado atual (TERVONEN; FIGUEIRA, 2008). Para resolver problemas de localização de instalações onde se possuem um número considerável de variáveis e critérios, os métodos de tomada e decisão multicritérios surgiram para apoiar esse tipo de decisão.

Boer, Wegen e Telgen (1998) afirmam que esses métodos contribuem na eficiência da tomada de decisão, permitem processamento mais rápido e automatizado dos dados. Os métodos que usam multicritérios agregam um valor significativo na tomada de decisão. Estes não somente permitem a abordagem de problemas considerados complexos, mas também conferem, ao processo de tomada de decisão, uma clareza e transparência inalcançada quando são utilizados procedimentos ou métodos de natureza monocritérios (MARINS; SOUZA; BARROS, 2009). Complementando, Gomes e Gomes (2012) afirmam que os MCDM's têm como princípio buscar o estabelecimento de uma relação de preferências (subjetivas) entre as alternativas que estão sendo avaliadas/priorizadas/ordenadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão.

A principal característica de um problema na utilização do MCDM é a complexidade, pois, existem vários *stakeholders* inseridos no processo de julgamento e normalmente cada um com uma experiência e vivência singular. Existem muitas classificações dos métodos MATDM, e, Kuznetsov (2015) classifica os métodos em três grandes blocos conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Modelos e Métodos MATDM

Modelos	Métodos
Modelos Mensuração de Valor	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Multi-Attribute Value Theory</i> – MAVT ● <i>Multi-Attribute Utility Theory</i> – MAUT ● <i>Analytic Hierarchy Process</i> – AHP
Modelos Foco Resultado	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i> – TOPSIS
Modelos sobreposição	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations</i> – PROMETHEE ● <i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité</i> – ELECTRE

Fonte: Adaptado de Kuznetsov et al. (2015).

2.3.1 Modelos Mensuração de Valor

Baseia-se atribuindo valores numéricos aos critérios segundo sua importância.

- MAVT (Multi-Attribute Value Theory) – método de comparação quantitativa. Este método é de fácil compreensão e utilização, apenas terá de ser especificado o valor da função v (escala de 0 a 100) e definidos pesos aos critérios w , para que seja efetivo no processo de decisão (KUZNETSOV et al., 2015).
- MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) - Método com relação de proximidade do MAVT, mas baseado na função de utilidade e não na função de valor. Pode afirmar-se que o MAUT é uma extensão do MAVT, pois incorpora uma metodologia mais rigorosa na inclusão de preferência de risco e incertezas no processo de suporte de decisão multicritério (LOKEN, 2007; KUZNETSOV et al., 2015).
- AHP (Analytic Hierarchy Process) – O método utiliza um processo estruturado para solucionar problemas complexos que podem ter critérios quantitativos e qualitativos. Utilizando a comparação dois a dois em uma escala de um a nove, o método auxilia o tomador de decisão a especificar suas preferências e definir pesos, auxiliando no processo de decisão de forma objetiva (GOMES, 2007).

2.3.2 Modelos Foco Resultado

Baseia-se na aproximação das opções de acordo com as os resultados que se desejam.

- TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) - apresentada por Hwang que visa avaliar o desempenho das alternativas possíveis através da similaridade com a solução ideal.

2.3.3 Modelos sobreposição

Comparação par a par das alternativas considerando os critérios favorecendo a alternativa de maior influência.

- PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) - Este método destaca-se por buscar envolver conceitos e parâmetros, os quais têm alguma interpretação física ou econômica, facilmente entendida pelo

decisor, tendo sido descrito numa quantidade considerável de papers e aplicado com sucesso em vários problemas de diferentes naturezas (RAJU & KUMAR, 1999).

- ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) – É um método multicritério de classificação, isto é, um método que aloca alternativas em categorias predefinidas (P.β). A alocação de uma alternativa a resulta da comparação de a com perfis definidos de limites das categorias (MOUSSEAU, 1998).

2.4 Método Topsis

O método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) ou Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com a Ideal Solução proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981) é um método que tem por finalidade ordenar as preferências de acordo com o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal e consiste em obter a alternativa que possui a menor distância da Solução Ideal Positiva (SIP) e a de maior distância da Solução Ideal Negativa (SIN). Kahraman (2008) confirma que solução é formada com os melhores valores alcançados pelas alternativas durante a avaliação em relação a cada critério, enquanto a solução ante ideal é encontrada de forma similar, selecionando os piores valores. Outra vantagem é poder ser utilizado para uma grande quantidade de critérios e alternativas e como resultado final, o TOPSIS realiza a ordenação das alternativas (ALVIM *et al*, 2015).

A seguir são descritas as etapas de acordo com Costa e Duarte Júnior (2013):

1ª Etapa: Construir a matriz de decisão

Deve-se realizar a montagem da matriz de decisão $a \times c$, em que “a” são as alternativas e “c” os critérios.

Matriz de Decisão

Alternativa i	Critério j			
	1	2	...	n
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}
...
M	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mn}
Pesos w_j	w_1	w_2	...	w_n

Alternativas: $i: 1, \dots, m$

Critérios: $j:1,\dots,n$

$$\sum w_j = 1$$

(1)

2ª Etapa: Calcular a matriz normalizada

Neste trabalho, foi utilizada a normalização linear, conforme a equação 2:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}} \quad (2)$$

Em que x_{ij} representa o j -ésimo critério para a i -ésima fonte de dados.

3ª Etapa: Calcular a matriz com os pesos

Multiplica-se a matriz normalizada pelos respectivos pesos dos critérios. A definição dos pesos é realizada de acordo com percepções de valor do decisor ou de um grupo de decisores.

Neste trabalho, se optou por utilizar peso linear, apresentado na equação 3.

$$v_{ij} = w_{ij}r_{ij} \quad (3)$$

Onde w_{ij} é o peso definido para cada atributo ou critério.

4ª Etapa: Identificação da solução ideal (SIP) e da solução anti-ideal (NIS)

Nesta etapa, determina-se os melhores níveis, que representam a solução ideal (S+) para cada um dos critérios analisados. Procede-se do mesmo modo para os piores níveis, que representam a solução anti-ideal, (S-). A seguinte equação 4 é utilizada:

$$\begin{aligned} S^+ &= \left\{ \left(\max_{j \in J} v_{ij} \right), \left(\min_{j \in J'} v_{ij} \right) \right\} \\ S^- &= \left\{ \left(\min_{j \in J} v_{ij} \right), \left(\max_{j \in J'} v_{ij} \right) \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

Onde J e J' representam o conjunto de critérios.

5ª Etapa: Calcular as distâncias entre a situação ideal positiva e cada alternativa (D+) e a situação ideal negativa e cada alternativa (D-)

Calcula-se a medida de separação para cada alternativa em relação à solução ideal e anti-ideal. Essas distâncias euclidianas entre cada alternativa e sua solução ideal positiva (D+) e sua solução anti-ideal (D-) são calculadas conforme equação 5:

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^+(x)]^2} \\ D_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^-(x)]^2} \end{aligned} \quad (5)$$

6ª Etapa: Calcular a similaridade para a posição ideal positiva

Por fim, chega-se ao coeficiente C ou resultado da aproximação da situação ideal (C_i) e a definição da ordenação das alternativas, através da equação 6:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (6)$$

As alternativas são classificadas em ordem decrescente de acordo com os valores do coeficiente de aproximação, definido no intervalo [0,0,1,0]. Considera-se que as alternativas mais próximas de 1,0 são as melhores.

Para tanto aqui, são apresentados trabalhos correlatos ao objetivo deste estudo. Arese et al. (2018) se baseou no método TOPSIS para seleção do corpo de docentes de uma instituição de ensino superior, tendo em vista que a avaliação do Ministério da Educação e Cultura - MEC trata com relevância esse ponto. A pesquisa foi desenvolvida com os coordenadores de curso, os quais quantificaram a importância dos critérios que norteiam o processo de seleção de docentes e comparados com os critérios propostos pelo próprio MEC. O método foi utilizado considerando 14 critérios e após as normalizações das matrizes e obtenção dos resultados conclui-se que das 8 primeiras alternativas ranqueadas no método (experiência como docente, empatia, formação acadêmica, prova de aula prática, experiência profissional, tempo de

docência em cursos de graduação, disponibilidade de tempo, produção científica), somente 4 delas (50%) eram consideradas pelo MEC (formação acadêmica, experiência profissional, tempo de docência e produção científica) sendo as posições 3, 5, 6 e 8, respectivamente. Ou seja, as duas melhores alternativas, no ver dos coordenadores, não estão alinhados aos critérios do ministério. Por fim, pode-se concluir, com auxílio da ferramenta TOPSIS, que há a necessidade de reavaliar os critérios utilizados pela IES no processo de seleção de docentes a fim de se enquadrar na avaliação do MEC.

DA SILVA RUFINO et al. (2018) empregou o método TOPSIS juntamente com a ferramenta curva ABC no ramo comercial de autopeças para identificar quais os itens críticos faziam parte da maior demanda de vendas da empresa. Da Silva Rufino alinhou a classificação subjetiva do TOPSIS juntamente com a análise quantitativa da ferramenta curva ABC para comparar os métodos e concluir a eficiência. O resultado de sua pesquisa constatou que os itens críticos (classe A da curva ABC) são predominantemente aqueles relacionados à função de segurança veicular o que auxiliará a empresa nas necessidades de abastecimentos, por outro lado, a contribuição do método TOPSIS foi eficiente, inicialmente aplicada a uma gama de 354 itens e 4 critérios, o artigo se restringiu a publicação das 5 melhores alternativas ranqueadas que serviram de base para a aplicação da curva ABC. Um aspecto relevante relatado é a experiência mercadológica da proprietária do estabelecimento em identificar os itens críticos, indicando a eficiência do método multicritério TOPSIS que apresentou o mesmo resultado que o conhecimento tácito da empreendedora.

César (2013) desenvolveu a técnica de métodos de multicritérios para encontrar a localização ideal de depósitos internos para resíduos sólidos hospitalares utilizando a técnica TOPSIS e seu resultado foi satisfatório podendo-se destacar que a metodologia possibilitou o grupo de envolvidos na questão definirem e julgarem os critérios que seriam abordados pela ferramenta, ou seja, uma reunião de modelo *brainstorming* foi necessária para estabelecê-los o que garante certa isonomia e democracia nas opções de critérios geradas.

Outra observação importante é que todas as alternativas devem ser consideradas viáveis e comparáveis umas às outras. A utilização dos métodos permitiu fortalecer as tomadas de decisão, envolvendo percepções e opiniões diferentes das pessoas envolvidas no processo. (ROMERO, 1996). Outro aspecto relevante constatado na objeção de encontrar os depósitos de resíduos sólidos é a facilidade de desenvolvimento da técnica, pois, percebeu-se que não se

implicou um grande tempo, pelo contrário, um de seus benefícios é que sua realização se faz por meio de folha eletrônica.

Krohling (2011) utilizou o método TOPSIS para dois estudos de casos, o primeiro, avaliar as melhores alternativas de contenção em caso de acidentes com derramamento de óleo no mar para o litoral sul do Espírito Santo, e o segundo, seleção das melhores alternativas ao avaliar um imóvel para alugar. No primeiro caso a matriz continha 10 alternativas e 2 critérios. No caso do segundo estudo, a matriz continha 15 alternativas e 8 critérios. Essas informações corroboram com as definições dessa técnica onde diz que a principal característica é sua complexidade, porém, Krohling conclui que a técnica em questão é totalmente viável e efetiva, além de muito simples em termos de implementação computacional. Uma das suas vantagens é que o algoritmo não exige sintonia de quaisquer parâmetros.

3. Metodologia

Segundo Prodanov e Freitas (2013) quanto à natureza de pesquisa, esta, é classificada como aplicada, pois fornece conhecimento e aprendizagem para adotar na prática enquadrando interesses reais. Quanto à abordagem, a pesquisa é considerada qualitativa, pois, tem o ambiente como fonte direta dos dados, além do que, o processo e o seu significado são os focos principais de abordagem. Quanto aos procedimentos, a pesquisa é um estudo de caso, que, segundo YIN (2001), a essência é tentar esclarecer uma decisão, ou um conjunto de decisões, seus motivos, implementações e resultados. A metodologia deste trabalho foi dividida em etapas, as quais serão apresentadas a seguir:

- Através de entrevista com o gerente de logística da empresa foi possível obter a caracterização de cada unidade de serviço e seu respectivo porte onde internamente são divididas nos níveis 1, 2 e 3. Sendo o nível 1 unidades que possuem grande volumes de atendimentos e oferecem aos clientes todas as atividades e serviços que são criados pelas áreas de educação, saúde, cultura, esporte e lazer. Unidades de nível 2 são menores no que diz respeito a estrutura e oferta de serviços e atividades, geralmente, possuem uma das áreas de atuação bem consolidada e as demais com menos opções de promoção. Por fim, unidades nível 3 são especialmente denominadas como núcleos de atendimento, localizadas em municípios com menor número de habitantes e com uma gama de atividades mais restrita à característica da demanda.

Assim, com suas respectivas localizações e caracterização do porte foi possível esboçar a concentração das unidades no estado do Paraná auxiliando assim a tomada de decisão do gestor no momento de avaliar as localidades e ponderar as regiões que possuem maior confluência e conseqüentemente potencial de instalação do centro de distribuição.

- Por meio de entrevista e utilizando base de dados de um *software* próprio da empresa em questão, foi possível obter os valores de consumo médio de todos os gêneros de materiais (limpeza, expediente, alimentícios, odontológicos, descartáveis, entre outros) de cada unidade de serviço. Esses dados representam a quantidade, em valores absolutos, de materiais que foram movimentados por essas unidades no ano de 2017. O objetivo desse levantamento foi integrar o fluxo dos materiais às concentrações das unidades no estado para auxiliar a tomada de decisão.
- Em entrevista com a gerência de logística determinou-se quais os critérios e seus respectivos pesos de relevâncias para tomada de decisão na instalação do centro de distribuição considerando a política de investimentos da alta administração.
- Determinou-se que a melhor forma de selecionar as alternativas seria a divisão do estado do Paraná em 4 quadrantes onde pudéssemos observar quais desses possuem maior concentração das unidades e, de modo conseqüente, necessidade de maior volume de materiais.
- Através desses critérios e alternativas, aplicou-se o método da Análise Multicriterial Topsis com a opinião do gestor da área de logística da empresa e, por meio dessa ferramenta, encontrou-se a melhor opção para tomada de decisão.

4. Desenvolvimento

4.1 Caracterização da empresa

A empresa em questão é de caráter privado e é mantida, em parte dos recursos, por empresários do comércio para realização de atividades e serviços para os seus respectivos funcionários. Possui áreas de atuação na educação, cultura, esporte, lazer e turismo e são essas que determinam os níveis de atuação de cada unidade de serviço no próprio município e nas suas respectivas regiões metropolitanas, ou seja, em municípios de grande porte, as unidades possuem todas as atividades do portfólio das áreas, sendo assim, sua estrutura física e seu

corpo de colaboradores é maior, classificadas como nível 1. Por outro lado, unidades que possuem um número menor de atividades e serviços são classificadas como nível 2 e 3. Na tabela 3 pode-se perceber que há municípios que possuem mais de uma unidade de serviço com níveis diferentes.

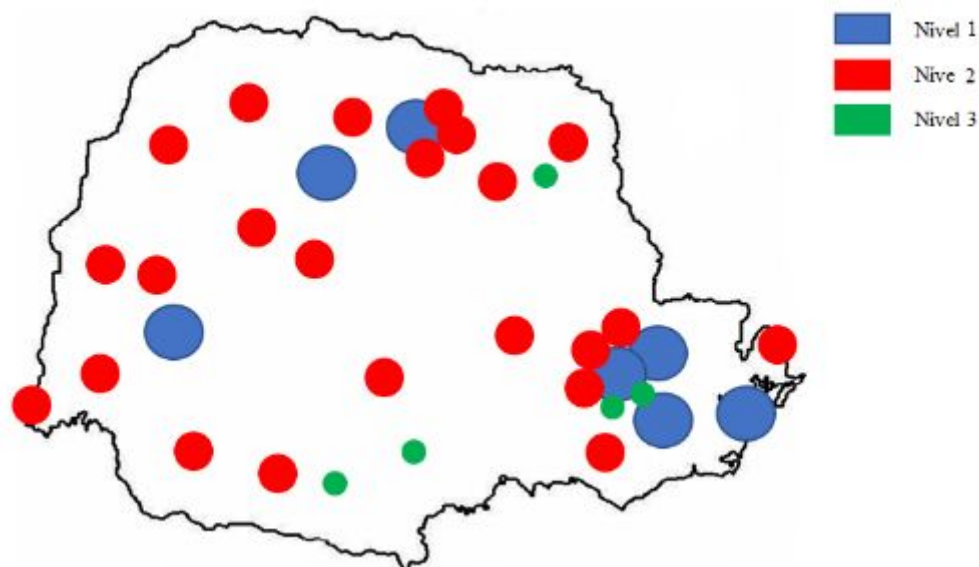
Tabela 3 - Relação das unidades, municípios e seus respectivos níveis

UNIDADE	NÍVEL	Município	UNIDADE	NÍVEL	Município
Caiobá	1	Caiobá	Londrina Norte	2	Londrina
Cascavel	1	Cascavel	Marechal C. Rondon	2	Marechal C. Rondon
Centro	1	Curitiba	Medianeira	2	Medianeira
Esquina	1	Curitiba	Paço da Liberdade	2	Curitiba
Londrina Centro	1	Londrina	Paranaguá	2	Paranaguá
Maringá	1	Maringá	Paranavaí	2	Paranavaí
São José das Pinhas	1	São José das Pinhas	Pato Branco	2	Pato Branco
Aeroporto	2	Londrina	Ponta Grossa	2	Ponta Grossa
Apucarana	2	Apucarana	Portão	2	Curitiba
Cadeião	2	Londrina	Rio Negro	2	Rio Negro
Campo Mourão	2	Campo Mourão	Toledo	2	Toledo
Cornélio Procópio	2	Cornélio Procópio	Umuarama	2	Umuarama
Educação Infantil	2	Curitiba	Água Verde	3	Curitiba
Foz do Iguaçu	2	Foz do Iguaçu	Odontologia	3	Curitiba
Francisco Beltrão	2	Francisco Beltrão	Palmas	3	Palmas
Guarapuava	2	Guarapuava	Santo Antônio da Platina	3	Santo Antônio da Platina
Ivaiporã	2	Ivaiporã	União da Vitória	3	União da Vitória
Jacarezinho.	2	Jacarezinho.			

Fonte: Autoria própria (2018).

Na figura 2 podemos visualizar o mapa do Paraná com a densidade de unidades classificadas pelos seus níveis. O mapa exposto dessa forma facilita a visualização da distribuição das localizações geográficas das unidades e suas concentrações.

Figura 2 - Unidades de serviço no estado do paraná por níveis de porte



Fonte: Autoria própria (2018).

Uma das maiores dificuldades da empresa é controlar o estoque de cada unidade de serviço, visto que, o processo de aquisição dos produtos é via licitação e há muita variabilidade no cumprimento das obrigações logísticas resultando em atrasos nas entregas, escassez de fabricação das marcas licitantes, validades com períodos curtos, entre outros problemas gerados. As tabelas 4 e 5 mostram os valores referentes às movimentações de estoques nas unidades de serviço em relação ao ano de 2017 e a alta administração compreende que muitos materiais tornam-se obsoletos nos respectivos almoxarifados e entende que instalação de centro de distribuição contribui no controle financeiro e físico dos estoques.

Tabela 4 – Movimentação de estoques das Unidades de Serviço durante o ano de 2017

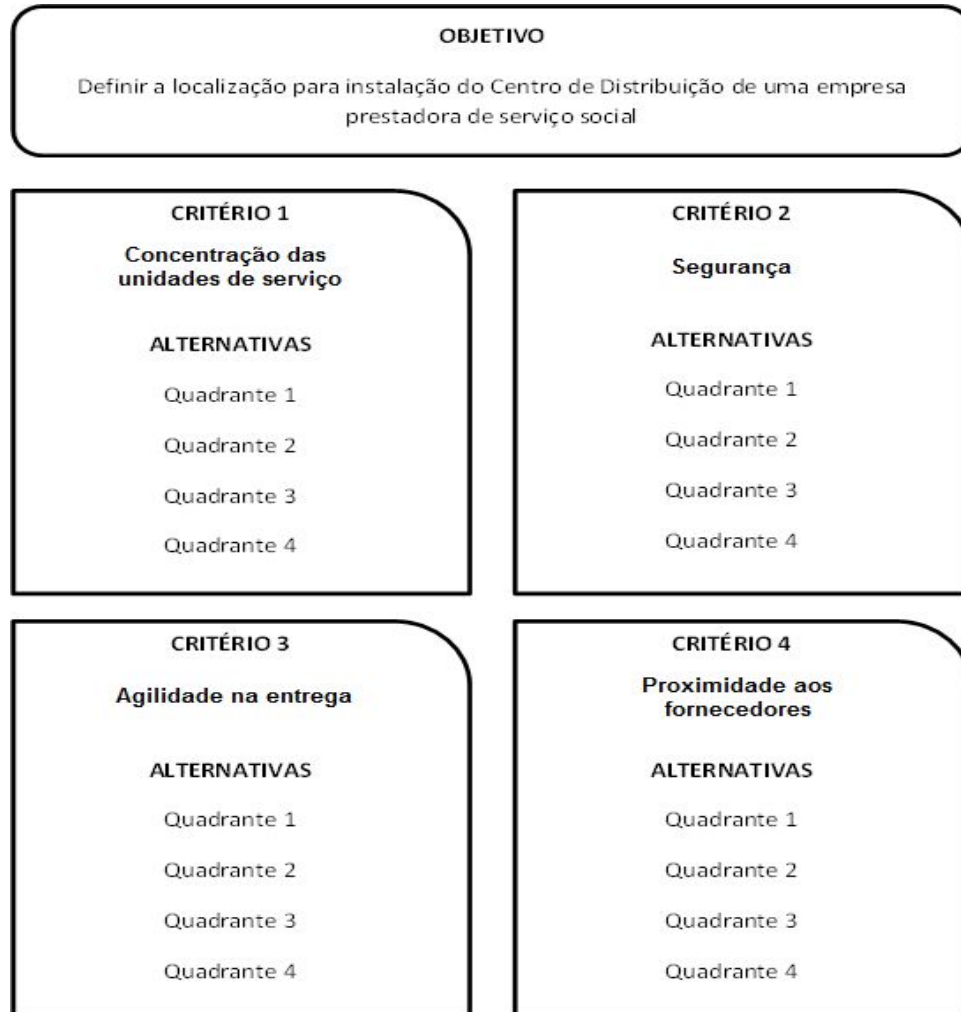
UNIDADE	Estoque Médio (2017)	UNIDADE	Estoque Médio (2017)
Caiobá	R\$ 72.954,51	Paranavaí	R\$ 13.664,29
Esquina	R\$ 68.899,54	Marechal C. Rondon	R\$ 13.458,65
Londrina Centro	R\$ 34.581,25	Medianeira	R\$ 13.449,52

Maringá	R\$	31.529,82	Umuarama	R\$	12.549,53
Centro	R\$	30.548,52	Pato Branco	R\$	11.589,67
Guarapuava	R\$	26.458,88	Jacarezinho.	R\$	11.148,22
Cascavel	R\$	25.216,64	Rio Negro	R\$	10.594,87
Londrina			Ivaiporã	R\$	10.158,62
Norte	R\$	24.125,26	Aeroporto	R\$	9.843,25
Foz do Iguaçu	R\$	23.511,36	Água Verde	R\$	9.154,22
Campo Mourão	R\$	22.496,32	Cadeião	R\$	5.415,23
Apucarana	R\$	20.415,63	Santo Antônio da Platina	R\$	4.245,66
Ponta Grossa	R\$	19.284,59	Paço da Liberdade	R\$	4.156,23
Cornélio Procópio	R\$	18.462,39	Odontologia	R\$	3.214,56
São José das Pinhas	R\$	18.259,61	União da Vitória	R\$	3.101,88
Francisco Beltrão	R\$	17.256,32	Educação Infantil	R\$	2.456,00
Toledo	R\$	16.244,31	Palmas	R\$	2.119,83
Portão	R\$	15.429,56			
Paranaguá	R\$	14.459,63			
				TOTAL R\$	640.454,37

Fonte: Autoria própria (2018).

A empresa em questão possui políticas bem definidas quanto a instalações de empreendimentos. Em entrevista com a gerência de logística, definiram-se 4 critérios que entende-se serem norteadores para a tomada de decisão levando em consideração a instalação de um centro de distribuição como podem ser vistos na figura 3 abaixo. São eles: Concentração das unidades de serviço, segurança, agilidade na entrega e proximidade aos fornecedores.

Figura 3 - Objetivo, Critérios e Alternativas



Fonte: Autoria própria (2018).

O critério concentração das unidades de serviço é fundamental para a análise de tomada de decisão do gestor, visto que, qualquer ação desse porte em determinada região afetará todas aquelas que estiverem localizadas nesta. Assim, representa uma condição essencial para a empresa no sentido que ao explorar as vantagens dessa concentração certamente sua posição no mercado se torna valorizada.

No quesito segurança, a administração da empresa entende que é fundamental que a instalação esteja em regiões que apresentem o máximo de zelo patrimonial considerando suas proximidades, histórico do município de alocação e demais variáveis que norteiam a questão. Em relação à agilidade na entrega, o fato de concentrar as entregas num ponto específico, nesse caso um CD, certamente a demanda de materiais será distribuída considerando prazos mais curtos de utilização o que facilitará o controle desses inventários e seus respectivos

custos. Esse fator está diretamente ligado ao último critério, proximidade dos fornecedores, pois, num processo de aquisição via licitação o fornecedor acrescenta ao preço dos produtos o valor considerado do transporte, portanto, a proximidade é relevante para conseguir preços mais vantajosos.

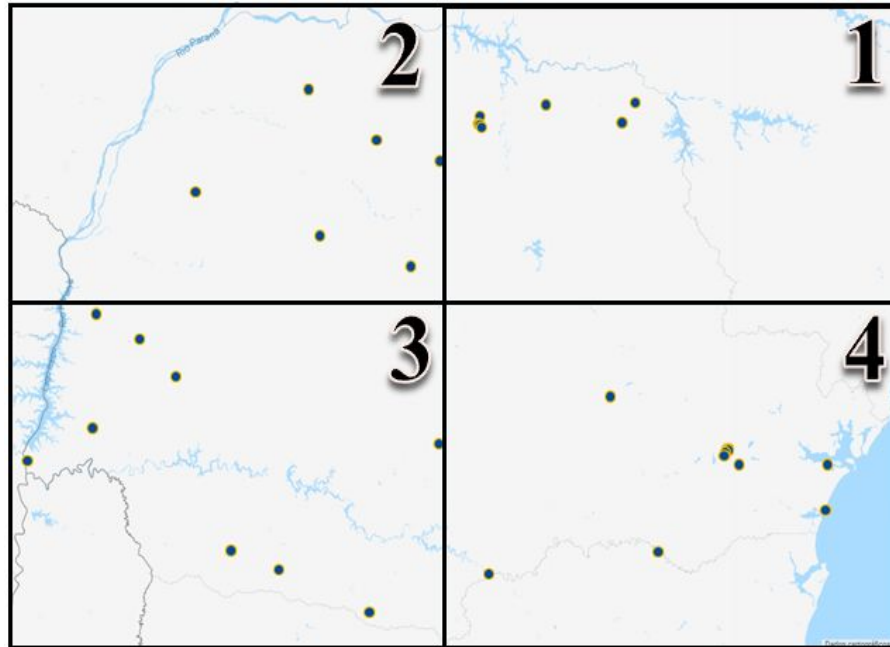
Quanto às alternativas que serão utilizadas no método TOPSIS, o gerente de logística e distribuição dividiu o estado do Paraná em 4 quadrantes iguais obtendo a configuração conforme a tabela 5 e figura 4 onde é possível, com o conhecimento que possui e a distribuição das unidades, julgar as alternativas levando em consideração a importância de cada critério definido.

Tabela 5 - Unidades de serviço divididas de acordo com os quadrantes

Quadrante 1	Quadrante 2	Quadrante 3	Quadrante 4
Londrina Aeroporto	Apucarana	Guarapuava	União da Vitória
Londrina Cadeião	Ivaiporã	Palmas	Ponta Grossa
Londrina Centro	Campo Mourão	Pato Branco	Rio Negro
Londrina Norte	Maringá	Francisco Beltrão,	São José das Pinhas
Cornélio Procópio	Paranavaí	Cascavel	Água Verde
Santo Antônio da	Umuarama.	Toledo	Educação Infantil
Platina Jacarezinho.		Marechal C. Rondon	Odontologia
		Medianeira	Centro
		Foz do Iguaçu	Paço da Liberdade
			Esquina
			Portão
			Caiobá
			Paranaguá
Total = 7	Total = 6	Total = 9	Total = 13

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 4 - Estado do Paraná divididos em quadrantes



Fonte: Autoria própria (2018).

4.1 Aplicação do Método TOPSIS

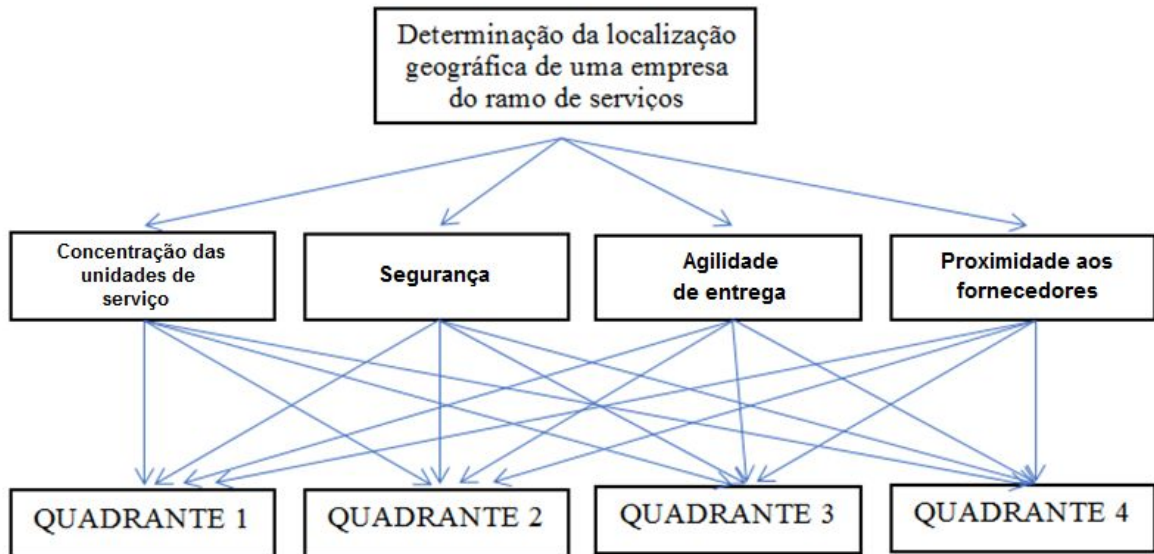
Na primeira etapa da aplicação do método Topsis como em qualquer outro método multicritério é a definição do problema a ser estudado. Assim, como o objetivo geral deste estudo, apresenta-se a problemática em como determinar a melhor localização geográfica com auxílio da ferramenta Topsis, para instalação de um Centro de Distribuição de uma empresa do ramo de prestação de serviço social.

Posteriormente, determinou-se o conjunto de critérios necessários para selecionar a melhor localização geográfica da empresa em estudo, para tanto os decisores por meio de entrevista não estruturada determinaram os critérios mais relevantes para este estudo, são eles:

- Concentração das unidades de serviço;
- Segurança;
- Agilidade de entrega;
- Proximidade aos fornecedores;

A Figura 5 apresenta a árvore hierárquica de decisão, a qual apresenta a decisão a ser tomada, seus respectivos critérios e alternativas.

Figura 5 - Árvore hierárquica de decisão



Fonte: Autoria própria (2018).

Com os critérios já definidos se fez necessário determinar os pesos dos mesmos, logo, os decisores foram consultados levando em consideração suas experiências e, sobretudo, a política de prioridades para instalação do empreendimento. Com auxílio da tabela 6, denominada escala fundamental de Saaty (1980), foram obtidos esses pesos pelo gestor considerando o respectivo critério.

Tabela 6 - Escala fundamental de Saaty

Escala numérica	Escala Conceitual	Descrição
1	Igual	Os dois elementos comparados contribuem igualmente para o objetivo.
3	Moderada	O elemento comparado é ligeiramente importante ao outro.
5	Forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente o elemento em relação ao outro.
7	Muito Forte	O elemento comparado é muito mais forte em relação ao outro, e tal importância pode ser observada na prática.
9	Absoluta	O elemento comparado apresenta o mais alto nível de evidência possível a seu favor.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos, utilizados quando o decisor sentir dificuldade ao escolher entre dois graus de importância adjacentes.	

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

Na tabela 7 encontram-se os pesos obtidos para os critérios.

Tabela 7 - Notas atribuídas aos critérios com base na escala fundamental de Saaty

Critérios x Critérios	Critérios			
	CONCENTRAÇÃO DAS UNIDADES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES
CONCENTRAÇÃO DOS ESTOQUES	1	7	8	9
SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	0,143	1	8	8
AGILIDADE NA ENTREGA	0,125	0,125	1	0,143
PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	0,111	0,125	7,000	1
	1,38	8,25	24,00	18,14

Fonte: Autoria própria (2018).

A partir dos dados foi possível normalizar a matriz encontrando, assim, os pesos no formato de porcentagem relativa como podem ser vistos na tabela 8.

Tabela 8 - Matriz com pesos normalizados

Critérios x Critérios	Critérios				Soma dos Critérios	Relativa
	CONCENTRAÇÃO DAS UNIDADES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES		
CONCENTRAÇÃO DOS ESTOQUES	0,725	0,848	0,333	0,496	2,403	0,60
SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	0,104	0,121	0,333	0,441	0,999	0,25
AGILIDADE NA ENTREGA	0,091	0,015	0,042	0,008	0,155	0,04
PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	0,081	0,015	0,292	0,055	0,443	0,11
	1,00	1,00	1,00	1,00	4,000	1,00

Fonte: Autoria própria (2108).

Na tabela 9 se encontram os valores atribuídos a cada uma das alternativas. Com base nos critérios proximidade aos fornecedores e agilidade na entrega o gestor aplicou as notas levando em consideração a escala fundamental de Saaty utilizada também para os pesos dos critérios, entretanto, neste caso foi levado em apreciação a comparação entre as próprias alternativas baseadas na experiência que o mesmo possui diante do conhecimento dos nichos de fornecedores no estado e também na viabilidade de transporte de cada região. No que se refere ao critério segurança, é indiscutível que qualquer organização leve em consideração o histórico de cada região onde se pretende instalar um empreendimento, entretanto, como nesse caso a região é muito abrangente e não estamos tratando de um ponto específico ponderou-se a atribuição de pesos iguais para todas as alternativas. Para o critério concentração de unidades de serviço os dados foram estabelecidos com base na quantidade de unidades por quadrante.

Tabela 9 - Matriz de decisão

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
	+	+	+	+
	0,11	0,25	0,04	0,6
QUADRANTE 1	5	1	7	7
QUADRANTE 2	3	1	5	6
QUADRANTE 3	3	1	3	9
QUADRANTE 4	7	1	9	13

Fonte: Autoria própria (2108).

Nesta etapa foram elevadas ao quadrado as notas obtidas no passo 1.

Tabela 10 - Matriz de decisão – valores ao quadrado

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
	+	+	+	+
	0,11	0,25	0,04	0,6
QUADRANTE 1	25	1	49	49
QUADRANTE 2	9	1	25	36
QUADRANTE 3	9	1	9	81
QUADRANTE 4	49	1	81	169

Soma	92	4	164	335
Raiz (soma)	9,59	2,00	12,81	18,30

Fonte: Autoria própria (2108).

Para que seja significativa a comparação entre as alternativas é realizada a normalização dos dados conforme equação 2 apresentada na seção 2.4 conforme tabela 11.

Tabela 11 - Matriz normalizada

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
	+	+	+	+
	0,11	0,25	0,04	0,6
QUADRANTE 1	0,52	0,50	0,55	0,38
QUADRANTE 2	0,31	0,50	0,39	0,33
QUADRANTE 3	0,31	0,50	0,23	0,49
QUADRANTE 4	0,73	0,50	0,70	0,71

Fonte: Autoria própria (2108).

Tabela 12 - Matriz normalizada e ponderada

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
	+	+	+	+
	0,11	0,25	0,04	0,6
QUADRANTE 1	0,057	0,125	0,022	0,229
QUADRANTE 2	0,034	0,125	0,016	0,197
QUADRANTE 3	0,034	0,125	0,009	0,295
QUADRANTE 4	0,080	0,125	0,028	0,426

Fonte: Autoria própria (2108).

Na tabela 13 estão os resultados do cálculo da solução ideal e anti-ideal, efetuados através da equação 4 da seção 2.4.

Tabela 13 - Determinação da solução ideal A* e solução anti-ideal A-

Solução	+	+	+	+	
A* (ideal)	0,080	0,125	0,028	0,426	Máximo
A- (anti-ideal)	0,034	0,125	0,009	0,197	Mínimo

Fonte: Autoria própria (2108).

Os resultados dos cálculos da proximidade da solução ideal e anti-ideal são apresentados nas tabelas 14, 15, 16 e 17, obtidos através da equação 5 da seção 2.4.

Tabela 14 - Determinação da distância de cada alternativa em relação à solução ideal A*

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
QUADRANTE 1	0,000526	0,000000	0,000039	0,038687
QUADRANTE 2	0,002104	0,000000	0,000156	0,052657
QUADRANTE 3	0,002104	0,000000	0,000351	0,017194
QUADRANTE 4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Fonte: Autoria própria (2108).

Tabela 15 - Determinação da distância de cada alternativa em relação à solução anti-ideal A-

Alternativas	Critérios			
	PROXIMIDADE AOS FORNECEDORES	SEGURANÇA (LOCALIZAÇÃO)	AGILIDADE NA ENTREGA	CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES DE SERVIÇO
QUADRANTE 1	0,000526	0,000000	0,000156	0,001075
QUADRANTE 2	0,000000	0,000000	0,000039	0,000000
QUADRANTE 3	0,000000	0,000000	0,000000	0,009672
QUADRANTE 4	0,002104	0,000000	0,000351	0,052657

Fonte: Autoria própria (2108).

Tabela 16 - Distância da solução ideal positiva

Distância da Solução Ideal Positiva	
QUADRANTE 1	0,198
QUADRANTE 2	0,234
QUADRANTE 3	0,140
QUADRANTE 4	0,000

Fonte: Autoria própria (2108).

Tabela 17 - Distância da solução ideal negativa

Distância da Solução Ideal Negativa	
QUADRANTE 1	0,042
QUADRANTE 2	0,006
QUADRANTE 3	0,098
QUADRANTE 4	0,235

Fonte: Autoria própria (2108).

A tabela 18 apresenta os resultados obtidos das distâncias e a solução C* de acordo com as alternativas.

Tabela 18 - Determinação da proximidade relativa da alternativa i em relação à solução ideal c*

Alternativas	Critérios		
	Si*	Si-	C*
QUADRANTE 1	0,198	0,042	0,175
QUADRANTE 2	0,234	0,006	0,026
QUADRANTE 3	0,140	0,098	0,412
QUADRANTE 4	0,000	0,235	1,000

Fonte: Autoria própria (2108).

Na tabela 19 apresenta-se o ranqueamento das alternativas de acordo com os resultados obtidos com o método Topsis.

Tabela 19 - Ranking TOPSIS

TOPSIS RANKING	Alternativas
1	QUADRANTE 4
2	QUADRANTE 3
3	QUADRANTE 1
4	QUADRANTE 2

Fonte: Autoria própria (2108).

Nota-se que a melhor alternativa apresentada pelo método utilizado é o Quadrante 4, que apresenta as unidades União da Vitória, Ponta Grossa, Rio Negro, São José das Pinhas, Água Verde, Educação Infantil, Odontologia, Centro, Paço da Liberdade, Esquina, Portão, Caiobá e Paranaguá. Logo, de acordo com o coeficiente de aproximação, a ordem de seleção para determinação do melhor quadrante para a localização é A4>A3>A1>A2. Leva-se em

consideração que este resultado reflete a atribuição dos pesos, caso haja alteração no valor dos mesmos, o resultado final de seleção do método Topsis é alterado.

Percebe-se que após a aplicação do método TOPSIS que o resultado foi muito satisfatório sugerindo a instalação do centro de distribuição no quadrante 4, o que concretiza com a ideia do gestor que aplicou as notas, pois, trata-se de uma região em que se encontra a capital do estado e a maior concentração de unidades níveis 1 (grande porte), além disso, contempla três das cinco maiores unidades em demanda de estoques no estado, sendo elas Caiobá, Centro e Esquina. Sobretudo, o quadrante contempla 13 das 35 unidades, ou seja, 37 % das unidades.

5. Conclusão

As discussões apresentadas têm como base a utilização do método TOPSIS para a obtenção dos resultados de uma técnica que tem por objetivo encontrar a solução através de critérios e alternativas, mas que, comprovadamente se torna útil na esfera de tomadas de decisões.

Em relação ao objetivo deste trabalho, conclui-se que os resultados foram totalmente satisfatórios enunciando como alternativa mais próxima da solução ideal o quadrante 4, o qual possui melhor adequação à realidade da empresa por haver o maior número de unidades de serviço, o maior quantitativo de estoque demandante comparando as unidades de maior porte e por se tratar de uma região onde se encontra a própria administração regional sendo a capital do estado, sobretudo, por tratar-se de uma solução esperada pelo gestor de logística e distribuição, o qual possui experiência na área. Aliás, observa-se como vantagem de se utilizar esse método a participação direta dos gestores e suas experiências profissionais, as quais propiciam a identificação das alternativas e critérios e os possibilitam comparar vossas convicções e conceitos com os resultados obtidos dada às necessidades da empresa.

Como recomendações para pesquisas futuras, propõe-se o aprofundamento de critérios objetivos e alternativas como as próprias unidades do quadrante encontrado como ideal para aplicação de outros métodos de apoio à tomada de decisão multicritério para apoio gerencial.

Referências

- ABEPRO. **Áreas e sub-áreas de engenharia de produção**. Disponível em: <<https://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.
- ALVIM, E. S. G.; SANTOS, I. E.; SENA, L. G.; FREITAS, R. R.; GONÇALVES, W. Modelo de apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP). In: **V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2015. Anais... Ponta Grossa, PR, 2015.
- ARESE, Marcelo Contente et al. Aplicação do método TOPSIS na avaliação dos critérios utilizados na seleção de docentes em uma instituição de ensino superior. **Conhecimento & Diversidade**, v. 9, n. 19, p. 47-58, 2018.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial** (4 ed.). Porto Alegre: The Bookman. 532 p, 2001.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2009.
- CÉSAR, Manyoma-Velásquez Pablo. **Localização de depósitos internos para resíduos sólidos hospitalares utilizando técnicas multicritério**. Ingeniería y Universidad, v. 17, n. 2, 2013.
- CHIU, Ming-Chuan; HSIEH, Min-Chih. Latent human error analysis and efficient improvement strategies by fuzzy TOPSIS in aviation maintenance tasks. **Applied ergonomics**, v. 54, p. 136-147, 2016.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Conjuntura do Transporte Desempenho do Setor**. Disponível em: <[cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Conjuntura %20do%20transporte/conjuntura-do-transporte-18mar18.pdf](https://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Conjuntura%20do%20transporte/conjuntura-do-transporte-18mar18.pdf)>. Acesso em: 06 mai. 2018.
- CORRÊA, C. A., & Corrêa, H. L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços- uma abordagem estratégica** (2. ed.). São Paulo: Atlas, 2006.
- DA SILVA RUFINO, Milena Cristina; FRACAROLLI, Rodrigo Lanzoni; JUNIOR, Francisco Rodrigues Lima. Combinando o método TOPSIS e a classificação ABC de estoques: uma aplicação em uma empresa comercial de autopeças/Combining TOPSIS method and ABC inventory classification: application in an auto parts company. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 3371-3385, 2018.
- DE BOER, L.; WEGEN, L. V. D.; TELGEN, J. Outranking methods in support of supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 4, 1998.
- DIAS, Marco Aurélio Pereira. **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. 2 Ed. São Paulo: Atlas, 1985.
- DRUCKER, Peter F. **Managing in a time of great change** - USA, New York: Truman Talley, Books 1993.
- HILL, Arthur - **Centros de Distribuição: estratégia para redução de custos e garantia de entrega rápida e eficaz** - 4ª Conferência sobre logística colaborativa, 2003.

- FARAH JR, Moisés. Os desafios da logística e os centros de distribuição física. **Revista FAE Business**, v. 2, p. 44-46, 2002.
- GARCIA, Eduardo et al. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. Editora E-papers, 2006.
- GOMES, L. F. A. M. **Teoria da Decisão - Coleção Debates em Administração**. São Paulo: ed. Thomson Learning, 2007.
- HALE, Trevor S.; MOBERG, Christopher R. Location science research: a review. **Annals of operations research**, v. 123, n. 1-4, p. 21-35, 2003.
- HILL, Arthur - Centros de Distribuição: estratégia para redução de custos e garantia de entrega rápida e eficaz - **4ª Conferência sobre logística colaborativa**, 2003.
- HEIDERICH, N. N. L. **Modelagem matemática para localização ótima de usinas de incineração com recuperação energética de resíduos sólidos domiciliares: uma aplicação para Região Metropolitana da Baixada Santista e Litoral Norte** (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- HWANG, C.L., LAI, Y.J., LIU, T.Y. **A new approach for multiple objective decision making**. **Computers Ops Res**. 20 (8), pp. 889-899, 1993.
- KAHRAMAN, C. **Fuzzy Multicriteria Decision Making - Theory and Applications with Recent Developments**. Turkey: Springer Science, 2008.
- KALBAR, P.; KARMAKAR, S.; ASOLEKAR, S.. Selection of an appropriate wastewater treatment technology: A scenario-based multiple-attribute decision making approach. **Journal of Environmental Management**, Vol. 113, pp. 158 – 169, 2012.
- KROHLING, Renato A.; SOUZA, TTM. Dois exemplos da aplicação da técnica TOPSIS para Tomada de Decisão. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, Visconde de Araújo, v. 8, p. 31-35, 2011.
- KUZNETSOV, Vladimir et al. Innovative nuclear energy systems: state-of-the art survey on evaluation and aggregation judgment measures applied to performance comparison. **Energies**, v. 8, n. 5, p. 3679-3719, 2015.
- KUZNETSOV, V.; FESENKO, G.; SCHWENK-FERRERO, A.; ANDRIANOV, A.; KUPTSOV, I. Innovative Nuclear Energy Systems: State-of-the Art Survey on Evaluation and Aggregation Judgment Measures Applied to Performance Comparison. **Energies**, Vol. 8, nº 5, pp. 3679 – 3719, 2015.
- LIMA JÚNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy -TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 17-34, 2015.
- LIU, H. T.; WANG, W. K. An integrated Fuzzy approach for provider evaluation and selection in third-party logistics. **Expert Systems with applications**, v. 38, p. 4387-4398, 2009.
- MAPA, S. M. S. **Localização-Alocação de instalações com sistema de informações geográficas e modelagem matemática** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
- MARINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais—um estudo de caso. **XLI SBPO**, v. 1, 2009
- MOUSAVI, S. M., TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R., HEYDAR, M., EBRAHIMNEJAD, S. Multi-criteria decision making for plant location selection: an integrated Delphi AHP-PROMETHEE methodology. **Arabian Journal for Science and Engineering**, 38(5), 1255-1268. [http:// dx.doi.org/10.1007/s13369-012-0361-8](http://dx.doi.org/10.1007/s13369-012-0361-8), 2013.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações** (2. ed.). São Paulo, Cengage Learning, 2008.

MOURA, Reinaldo A. **Administração de Armazéns**. Instituto IMAM, 2000.

MOUSSEAU V.; FIGUEIRA J. & NAUX J.P.; Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results. **European Journal of Operational Research**. v. 130, n. 2, pp. 263-275, 2001.

NOVAES, Antônio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PEINADO, J., & Graeml, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp. 2007.

PIRES, S. **O modelo de consórcio Modular**. São Paulo : Universidade de São Paulo, 1999

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar De. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAJU, K. S.; KUMAR, D. N. Multicriterion decision making in irrigation planning. **Agricultural Systems**, v. 62, Issue 2, p. 117-129, nov. 1999.

RODRIGUES, G. G.; PIZZOLATO, N. D. Centro de Distribuição: armazenagem estratégica. **XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção** – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de Out. de 2003.

SILVA, M. R. **Uma contribuição ao problema de localização de Terminais de Consolidação no transporte de carga parcelada** (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SILVA, Mariana Bergmann da. Otimização de redes de distribuição física considerando incentivo fiscal baseado no crédito presumido de ICMS. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2007.

TERVONEN, Tommi; FIGUEIRA, José Rui. A survey on stochastic multicriteria acceptability analysis methods. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 15, n. 1-2, p. 1-14, 2008.

VIEIRA, D. **Projetos de centro de distribuição: fundamentos, metodologia e prática para a moderna cadeia de suprimento/** Darli Rodrigues Vieira, Michel Roux- Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.