

A seleção de localização de um centro de distribuição utilizando o método AHP: um estudo de caso

Pedro Henrique Vianna (Universidade Federal do Paraná) pedrovianna@ufpr.br
Tiago Bernardino Vargas (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) tiagobvargas@utfpr.edu.br
Nicolle Christine Sotsek (Universidade Federal do Paraná) nicolleramos@ufpr.br
José Eduardo Pécora Junior (Universidade Federal do Paraná) pecora@ufpr.br

Resumo:

Os limites geográficos de atuação de muitas empresas têm se tornado cada vez mais sutis nos últimos anos. Ter o conhecimento sobre eles tem se tornado cada vez mais importante, pois podem representar um diferencial de mercado para elas. Dessa forma, o estudo de logística, que terá um enfoque na localização de centros de distribuição neste artigo, é fundamental, já que pode vir a oferecer oportunidades tanto aos consumidores, como um menor tempo de entrega por um menor custo, quanto à empresa, com a diminuição de seus gastos. O presente trabalho analisa a viabilidade de implantação de um centro de distribuição (CD) de uma indústria de plásticos situada na região metropolitana de Curitiba e que atua em um raio de dois mil quilômetros da localização de sua fábrica. A metodologia utilizada foi de natureza descritiva aplicada, por meio da realização de um estudo de caso. Para condução da pesquisa foi feita uma análise da empresa, bem como a escolha dos indicadores que seriam sujeitos a aplicação do método AHP (*Analytical Hierarchical Process*, do inglês, Processo de Análise Hierárquica), por meio do software Access. Com o estudo, foi possível determinar que a região 9 fosse escolhida para a instalação do Centro de Distribuição. Essa, localizada em uma região que a empresa ainda não atua, apresenta um grande potencial de vendas, além de ostentar o melhor resultado nos indicativos financeiros.

Palavras chave: Localização, Centro de Distribuição, método AHP.

Localization selection case of a distribution center applying AHP method

Abstract

The geographical limits of action of many companies have become increasingly subtle in the recent years. Having the knowledge about them has become increasingly important as they can represent a market differential for them. Thus, the logistics study, which will focus on the location of distribution centers in this article, is fundamental, since it may offer opportunities to consumers as well as a shorter delivery time at a lower cost, with the decrease of its expenses. The present work analyzes the viability of the implantation of a distribution center (CD) of a plastics industry located in the metropolitan region of Curitiba and that operates within a radius of two thousand kilometers of the location of its factory. The methodology used was descriptive applied, quantitative, by means of a case study. In order to conduct the research, an analysis of the company was made, as well as the choice of indicators that would be subject to the application of the AHP (*Analytical Hierarchical Process*) method, through Superdecision software. With the study, it was possible to determine that region 9 was chosen for the installation of the Distribution Center. This, located in a region that the company does not yet operate, has a great sales potential, besides having the best result in the financial indicative.

Key-words: Localization, Distribution Center, AHP

1. Introdução

A competitividade desafia as indústrias a oferecerem, além de produtos de qualidade inovadores, serviços diferenciais de atendimento com menores tempos de entrega. Este *trade-off*, serviço a oferecer e custo para se oferecer tais serviços como diferenciação do produto, tem permeado estudos, pois decisões tomadas em curto prazo afetam o futuro do negócio e a rentabilidade a longo prazo (CHEN E QU, 2006).

Desde a década de 90, o estudo de logística tem se mostrado importante, já que pode oferecer uma possibilidade de vantagem competitiva para as empresas. Isso acontece já que seu principal objetivo é o atendimento ao cliente com os níveis de serviço desejados, entregando o produto certo, na hora certa, nas condições desejadas por um menor preço. Nesse contexto, o estudo da instalação de centros de distribuição pode ser uma alternativa promissora para as indústrias, já que esses se instalados de maneira correta e planejada, podem contribuir para a diminuição de gastos e tempo de entrega do produto (PALOMARES, 2016).

Assim, a primeira questão motivadora deste estudo está centrada em: é financeiramente vantajoso ter um centro de distribuição (CD) para atender regiões pouco distantes? Entende-se que o ganho financeiro de um CD está no seu ganho de escala de transferência de material da fábrica até o CD, percorrendo uma grande distância com um custo menor, para então fazer sua distribuição do CD local a partir de um custo de transporte local (KUO, 2010).

Adicionalmente, uma segunda pode ser expressa: existe alguma região ótima onde possa se localizar um CD, de forma que ela atenda a custos mais baixos outras regiões? A discussão neste ponto é refletir sobre a capacidade de atuação de um CD em outras regiões, lucrativamente. Ou seja, que a entrega dos produtos aos clientes seja feita prioritariamente através do CD e não da fábrica. Que outros fatores podem ser analisados para avaliar a melhor localização de um CD? Como avaliar os indicadores, e como ponderar os indicadores na avaliação?

Existem diferentes abordagens para responder a estas questões como por exemplo o julgamento da gestão baseado em seu conhecimento e experiência, métodos de afazeres (*checklists*) e modelos de regressão de acordo com Chen e Qu (2006). O modelo utilizado neste trabalho é o de decisão multicritério proposto por Saaty (1991), referenciado aqui como AHP (*Analytical Hierarchical Process*, do inglês, Processo de Análise Hierárquica).

Segundo o trabalho de Sipahi e Timor (2010), a técnica AHP é definida como uma que: “realiza comparações em pares para medir a importância relativa dos elementos em cada nível da hierarquia e avalia alternativas no nível mais baixo da hierarquia para que seja feita a melhor decisão entre múltiplas alternativas (Sipahi e Timor, 2010, p. 775).

É importante destacar que o método busca modelar a solução dos problemas e não os resolver. Caberá ao gestor a responsabilidade de tomada de decisões a partir dos resultados da aplicação do AHP. Um diferencial dele é a possibilidade de trabalhar com dados qualitativos e quantitativos. Mas independentemente do tipo, o conjunto de entrada será transformado em números, o que torna os modelos de decisão bastante objetivos (SPAK, 2012).

Embora a aplicação do AHP tenha se mostrado bastante eficiente, há de se ter confiança nos gestores responsáveis pela atribuição de pesos aos critérios estabelecidos. É esperado que eles tenham um conhecimento a cerca do assunto para que sua opinião seja fidedigna a realidade e que desse modo os resultados do estudo contribuam para a empresa (MACHADO, 2012).

Assim, por meio do método, este trabalho faz a análise de um estudo de caso de uma seleção de um CD que responda as questões levantadas, orientando a empresa dentro de suas estratégias logísticas.

2. Método de pesquisa

Este estudo se trata de uma pesquisa aplicada, uma vez que produz conhecimentos com o objetivo de utilizá-los para fins práticos. No caso desse artigo, a escolha de qual região deve ser instalado o Centro de Distribuição de uma empresa. Tem natureza descritiva, porque foram captados dados, referentes as características da empresa e houve o estudo de indicadores, cuja análise e interpretação contribuíram para obter os resultados da pesquisa. É caracterizada como quantitativa e qualitativa já que os dados coletados foram transcritos em números a fim de gerar informações claras e objetivas.

O trabalho enquadra-se como um estudo de caso, pois segundo Gil (2008), este tipo de estudo visa investigar de maneira profunda um objeto específico da empresa, a viabilidade da instalação de um CD para obter melhorias no setor de distribuição, a fim de ter amplo e detalhado e conhecimento a cerca. A pesquisa foi conduzida, portanto, por meio de cinco etapas, são elas: descrição do problema e objetivo; seleção de indicadores; avaliação dos indicadores; aplicação do método AHP e por fim, análise e discussão.

Na primeira etapa, descrição do problema e do objetivo, buscou-se caracterizar a empresa que será estudada no artigo. Procurou-se também determinar quais regiões serão avaliadas para verificar a viabilidade da instalação do CD, assim como a distância máxima que essas devem estar localizadas da fábrica.

Na segunda etapa, seleção dos indicadores, buscou-se identificar quais deles serão considerados para análise da localização do CD, esta seleção foi estabelecida em conjunto com os gestores da empresa. A avaliação financeira foi pontuada como o principal indicador, considerando a importância nas negociações industriais. Entretanto, apesar de central, não é a única. Assim, uma avaliação de outros indicadores deve ser analisada complementando a decisão com apoio das diretrizes estratégicas. No estudo o foco da avaliação de outros fatores se deu em três indicadores: potencial de mercado, concorrência e gestão.

Após seleção dos indicadores, passou-se para a terceira etapa, a avaliação deles. Mensurou-se a avaliação financeira pela estimativa da diferença entre o custo projetado com a instalação de um CD e o custo atual que a fábrica possui em cada uma das regiões de estudo. Para os outros indicadores, buscou-se traduzi-los em variáveis mensuráveis. O potencial foi avaliado como a possibilidade de se atingir novos clientes. Foi avaliado o nível de concorrência a partir da quantidade de fábricas existentes do produto na região. Por fim, no indicador gestão, procurou-se determinar o quão difícil seria encontrar disponibilidade de mão de obra para instalação do CD, além de uma avaliação da diretoria da empresa para cada região.

Em posse desses dados, a quarta etapa, aplicação do método AHP, em que os diretores da empresa foram consultados para que esses atribuíssem pesos aos indicadores, por meio da escala de Saaty, que avalia em pares os dados com um grau de importância que varia de 1 a 9 conforme o Quadro 1.

Intensidade de
importância

Definição

1	Igual importância
3	Importância fraca de um em detrimento de outro
5	Essencial ou forte importância
7	Demonstrou importância
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermédios entre os dois julgamentos adjacentes

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

Quadro 1. Escala de classificação de Saaty

A quinta e última etapa, análises e discussões, buscou determinar as regiões viáveis a partir da plotagem de um gráfico que compara os indicadores financeiros com os resultados da aplicação do método AHP. Esse gráfico é separado em quadrantes a fim de determinar as regiões financeiramente viáveis além daquelas com boa avaliação do método empregado.

3. Resultados

Nesta seção serão apresentadas as etapas que foram percorridas para condução deste estudo de caso.

3.1 Descrição do problema e objetivo

O caso estudado é de uma indústria do ramo plástico situado na região metropolitana da cidade de Curitiba, capital do Paraná, Brasil. Os perfis plásticos que ela produz têm baixa densidade. Esta caracterização é particularmente necessária para uma análise logística. De modo prático, a baixa densidade implica que o transporte (por exemplo, rodoviário) será sub otimizado em sua capacidade de carga (peso máximo permitido), e otimizado em sua capacidade em volume (m^3 transportado). Assim, independente do material dos produtos transportados, de sua forma e conteúdo, para a análise logística que se objetiva, ressalta-se como preponderante a sua baixa densidade.

A empresa atua em um raio de dois mil quilômetros de sua fábrica – dentro do mesmo estado e em estados vizinhos. Os produtos industrializados e comercializados pela empresa concorrem com pequenos fabricantes, que têm vantagem competitiva por terem menores custos logístico, situados nas diferentes regiões que a empresa atua, além de grandes concorrentes de regiões mais longínquas, que também atuam no mesmo mercado.

Devido ao peso específico dos produtos serem baixo, há um limite de atuação da empresa em regiões distantes. Portanto, a empresa busca atuar em regiões pouco distantes com melhor competitividade através da redução de seu custo logístico e de seu prazo de entrega.

Para tal, a empresa se indagou sobre a possibilidade de criar um CD em uma das regiões pouco distantes. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar se um CD teria menores custos projetados de entrega comparado com o modelo atual, de entrega direto da fábrica. Outra questão a ser avaliada seria analisar em qual região seria a melhor alternativa de localização deste CD.

As soluções alternativas propostas são as possíveis regiões onde o CD seria localizado. A divisão em regiões foi baseada na estrutura comercial da empresa, e agrupada através das regiões geográficas definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, conforme

Tabela 1:

Número da Região	Localização e Característica da Região	Distância da Fábrica (Km)
1	Outro Estado	480
2	Outro Estado	132
3	Outro Estado	360
4	Mesmo Estado	493
5	Mesmo Estado	338
6	Mesmo Estado	119
7	Região da Fábrica (referência)	0
8	Subregião da Fábrica	92
9	Outro Estado, região não atendida	544

Fonte: Os autores

Tabela 1 - Regiões Alternativas como solução para localização do CD

Os valores de distância da fábrica da Tabela 1, são as distâncias entre o centro comercial da região e a fábrica. Três referências foram acrescidas na análise: a própria região da fábrica, uma sub-região da fábrica onde a participação de mercado da empresa é baixa e uma região onde a empresa não comercializa seus produtos.

Das distâncias descritas na Tabela 1 se traduz o conceito apresentado desde o começo do trabalho de distâncias “pouco distantes”. Todas as regiões se situam em um raio menor do que seiscentos quilômetros da fábrica.

3.2 Seleção de Indicadores

Para confrontar as regiões foram selecionados indicadores em conjunto com a direção da empresa, tendo como norte a estratégia da empresa. As análises e os resultados dos indicadores foram divididos em dois grupos: financeiros e outros indicadores.

3.2.1 Seleção de Indicadores Financeiros

O primeiro indicador selecionado foi o custo variável de operação em cada uma das regiões. A avaliação financeira dos custos variáveis inclui os custos variáveis envolvidos na operação. Há uma diferenciação, então, do modelo logístico para cada empresa, de forma que fatores como a terceirização alteram a análise.

No caso estudado, o custo logístico atual de entrega em diferentes regiões é explícito no histórico da empresa. Para regiões desconhecidas o custo de operação foi realizado através de extrapolação a partir dos custos de regiões conhecidas.

Na análise de custos variáveis, além do custo de transportes inerente, devem ser consideradas as diferenças de impostos vigentes em cada região estudada. A diferença de encargos entre regiões pode limitar ou promover uma alternativa. Mas nesse caso, o estudo está concentrado em um único país, no Brasil, não havendo necessidade de considerar impostos taxas aduaneiras. Assim, esta avaliação se limita a comparar o custo variável da operação de entrega de produtos da fábrica ou centro atual de distribuição com o custo projetado passando

por um novo CD.

Além disto, o CD pode abastecer todas as regiões próximas, de forma que ao final desta análise uma matriz seja gerada com todos os valores de custos variáveis logísticos de abastecimento para as demais regiões. O CD simulado que obter os menores valores de custo logístico para abastecer as regiões desejadas será a solução financeira ótima do problema.

3.2.2 Seleção de Outros Indicadores

O primeiro indicador, potencial de mercado, foi tido como prioritário na instalação de um novo CD. A justificativa desta escolha está relacionada na capacidade de atendimento com melhor nível de serviço através de um CD, ou seja, menores prazos de entrega. A empresa acredita que prazos menores são um grande diferencial e que o CD possibilitaria um ganho de mercado na região do CD.

O segundo indicador, concorrência, traduz a facilidade de penetração na região. Em uma região com produtores locais há uma dificuldade de concorrer pois mesmo com um CD os custos logísticos dificultam a participação neste mercado.

O terceiro indicador foi a de gestão do CD nas diferentes regiões. Este indicador é uma particularidade do caso estudado, pois sua medição inclui uma avaliação subjetiva, realizada por um consenso entre a diretoria com relação a cada região.

3.3 Avaliação

Nesta etapa são avaliados os indicadores selecionados para cada região. Eles serão descritos divididos em Indicadores Financeiros e Outros Indicadores.

3.3.1 Avaliação de Indicadores Financeiros

Para avaliar o resultado financeiro de um CD em cada umas das regiões foi simulado um mesmo volume com o preço final percebido pelo cliente na região também igual. Assim, as diferenças entre as regiões estão, principalmente, no custo de transporte da fábrica até o CD e as cargas tributárias incidentes em cada região.

Desta forma, é possível estimar o percentual de custo variável aplicado a cada região utilizando um CD. A Tabela 2 expressa o resultado financeiro do transporte projetado por meio de um CD, e o custo do transporte sem a utilização de um CD.

Região	% do Custo do Transporte até o CD em relação ao valor da carga	% do Custo do Transporte até o Cliente em relação ao valor da carga	% do Custo do Transporte direto da fábrica	Diferença entre o % do custo projetado e % do custo atual (direto da fábrica)
1	3,34	2,5	6,00	-0,16
2	2,09	2,5	3,50	1,09
3	3,34	2,5	6,00	-0,16
4	3,11	2,5	6,00	-0,16
5	3,11	2,5	6,00	-0,39
6	1,91	2,5	4,00	0,41
7	-	-	-	-

8	1,30	2,5	2,50	1,30
9	2,40	2,5	6,00	-1,1

FONTE: Histórico da empresa

Tabela 2 – Resultado financeiro de custo de transporte para cada região

O custo do transporte através de um CD é resultado de valores simulados, acrescido do transporte realizado do CD até os clientes. Este último componente do cálculo foi arbitrado através do histórico de custo da empresa dentro de entregas em distâncias semelhantes. Portanto, para todas as regiões tomou-se um acréscimo de 2,5% do valor do produto, como custo de transporte do CD até o cliente. Este último custo do transporte sem a utilização de um CD foi determinado a partir de histórico da empresa.

No entanto, os custos apresentados até então só expressam o atendimento na própria região do CD. A questão não respondida pela análise é a capacidade de atendimento de cada CD para outras regiões. De forma semelhante ao processo de estimativa de custo de transporte do CD até sua própria região, foi feito para o atendimento do CD até outras regiões. O custo histórico foi linearizado de forma que haja uma relação entre o custo a distância da entrega do centro ao cliente.

O resultado dos custos variáveis simulados para cada região é uma matriz onde a coluna representa a localização do CD e a linha a localização do cliente (Tabela 3). A atenção que deve ser dada na interpretação da Tabela 3 é que a região 7 é a própria fábrica. Com isto, a comparação feita para ser achar a melhor opção financeira é encontrar a região onde o CD tenha menores valores (custo de entrega) do que a fábrica.

Neste caso em estudo é vantajoso utilizar o CD apenas para atender a região de localização do próprio CD. A entrega para outras regiões é desvantajosa financeiramente de qualquer região para outras regiões.

	Região de Localização do CD								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5,34	9,29	8,64	8,49	8,76	8,34	6,80	8,86	12,89
2	10,54	4,09	8,38	11,38	10,28	6,36	3,32	5,25	11,15
3	8,64	7,13	5,34	11,43	10,20	7,92	5,60	7,70	12,71
4	8,72	10,36	11,66	5,11	8,73	7,94	6,93	9,25	10,97
5	8,99	9,26	10,43	8,73	5,11	6,64	5,88	8,17	7,30
6	9,77	6,54	9,35	9,14	7,84	3,91	3,19	5,46	8,70
7	10,14	5,41	8,94	10,04	8,99	5,10	2,00	4,22	9,84
8	10,90	6,04	9,74	11,06	9,98	6,07	2,92	3,30	10,75
9	13,83	10,84	13,65	11,98	8,01	8,21	7,44	9,65	4,40

Fonte: Os autores

Tabela 3 - Custo de Transporte do CD até o Cliente em percentual (%)

A hipótese para este resultado está relacionada com as distâncias de atuação da fábrica, de forma que o ganho de escala oferecido pelo transporte de materiais até o CD não é grande

suficiente para minimizar o custo de transporte nas demais regiões. Este resultado confirma a necessidade de avaliação de outros indicadores pois, estando o CD apto a entregar apenas para sua própria região, o ganho financeiro não traduz a real solução do problema.

3.3.2 Avaliação dos Outros Indicadores

Seguindo o modelo de Saaty (1991), quando um problema não é solucionado através da avaliação matemática, devemos aprimorar o modelo incluindo e medindo fatores importantes, sejam eles tangíveis e intangíveis. Para avaliar os outros três indicadores selecionados - potencial de mercado, concorrência e gestão – há que os traduzir em variáveis mensuráveis. Somente o indicador gestão terá uma avaliação subjetiva da diretoria, conforme estipulado pela empresa.

Assim, os indicadores foram desmembrados conforme árvore de Saaty, representados na Figura 2.

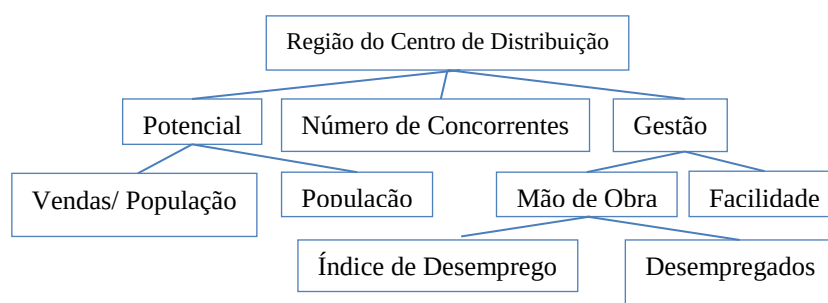


Figura 2 - Árvore de Critérios para avaliação AHP (Saaty, 1991)

O indicador “Potencial” é a tradução do objetivo do CD na estratégia da empresa. Para a diretoria, o CD deve tornar o serviço de atendimento da empresa na região de atuação um diferencial. Este diferencial permitirá um ganho de mercado, e este ganho será maior quanto maior o potencial de venda no mercado.

Formulou-se um indicador que identifica o tamanho da população e a quantidade de produtos vendidos por população em cada região estudada. O indicador “Tamanho da população” é por si só uma medida da quantidade de consumidores para o produto em uma localidade. No entanto, ele não informa se destes consumidores quantos já são compradores do produto da empresa e quantos não são.

Por isto, o indicador “Vendas/população” visa avaliar a razão entre o número de produtos vendidos na região em um determinado período e o tamanho da população. Este indicador é tão importante quanto menor o seu valor. A medição dos critérios foi feita a partir do censo divulgado pelo governo através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o tamanho da população e o histórico de vendas para um período fornecido pela empresa. O indicador do censo utilizado foi o número de domicílios, pois tem melhor relação que o número de habitantes, devido as características do produto. A avaliação dos dois indicadores para cada região está representada na Tabela 5.

Regiões	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Número de Domicílios (x1000)	372	1168	422	572	1058	388	1062	80	796
Venda/Domicílio	0,80	0,08	0,15	0,26	0,11	1,06	1,21	0,89	0

FONTE: IBGE e histórico de vendas da empresa

Tabela 5 - Avaliação dos sub-indicadores de potencial

Um outro fator influente na possibilidade de ganho de mercado em uma área é o nível de concorrência nela. O raciocínio que justifica a avaliação do número de concorrentes é a premissa de que fábricas de produtos concorrentes possuem capacidade de serviço de atendimento elevado em sua região de localização.

Para medição deste indicador se utilizaram dados internos da empresa de inteligência de mercado com a localização dos fabricantes concorrentes. A Tabela 6 explicita o número de concorrentes por região.

Regiões	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Número Concorrentes	3	11	1	5	5	1	7	0	6

FONTE – Documentos da empresa estudada

Tabela 6 - Avaliação do indicador “Número de concorrentes” por região

Por último, na análise do indicador “Gestão” foi considerado sub-indicadores estatísticos e um indicador intangível. De acordo com Saaty (1991), precisamos nos preocupar em avaliar todos os fatores mesmo que intangíveis:

Para sermos realistas, nossos modelos têm de incluir e medir todos os fatores importantes, qualitativa e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis. É exatamente isto que fazemos na aplicação do método de análise hierárquica. Também consideramos as diferenças e os conflitos de opiniões como nos casos da vida real. (SAATY, 1991, pág 1). Com isto, além de fatores racionais vinculados a estratégia da empresa, é necessário medir os fatores intangíveis para esta tomada de decisão. É justamente esta a intenção do indicador “Gestão”.

Ele foi dividido em dois sub-indicadores, um de disponibilidade de mão de obra e o outro baseado numa avaliação subjetiva da diretoria. A disponibilidade de mão de obra também é um dado divulgado pelo censo brasileiro através do IBGE. Este indicador é mais uma consideração preventiva, dado a proximidade entre as regiões.

Ainda assim ele é necessário, pois a indisponibilidade de mão de obra poderia inviabilizar a instalação do CD. Não houve para este caso consideração sobre a qualificação da mão obra, visto que não é um pré-requisito para a operação necessária.

Também foi desmembrado este indicador em dois sub-indicadores, semelhante a análise feita ao “Potencial”, de forma que seja medido o número total de desempregados e a relação do número de desempregados pelo número total da população. O sub-indicador “Facilidade”, é o consenso da diretoria sobre a facilidade de gestão de um CD em cada região analisada, avaliada em uma nota de 0 a 10, sendo 0 uma dificuldade que impossibilita a instalação e 10 uma alta facilidade de gestão de um CD na região.

Por se tratar de uma avaliação subjetiva não se investigou o mérito do resultado da avaliação, com a premissa que o conhecimento tácito da diretoria perante o problema merecesse uma atenção diferenciada nesta tomada de decisão. Apesar disto, alguns fatores se tornaram evidentes nesta avaliação como, por exemplo, a estrutura comercial atual na região ou a facilidade de se criar uma nova estrutura comercial.

O resultado dos subcritérios da avaliação de gestão está expresso na Tabela 7. Pela região 8 ser uma sub-região onde está localizado a fábrica os dados do censo não foram possíveis. Porém, se tratando de uma região referência, esta falta de medição não interferiu no resultado.

Regiões	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Número de Desempregados (x1000)	33	43	30	22	21	96	96		94
% de Desempregados	2,41	2,61	2,9	3,07	3,73	3,23	3,23		3,85
Gestão	9	4	1	4	10	7	10	1	6

FONTE – IBGE e consenso da diretoria

Tabela 7 - Avaliação dos subcritérios de potencial

Definida a avaliação de cada região para cada critério estabelecido, o método AHP sugere que sejam feitas as priorizações dos critérios e subcritérios. O modelo realizado de priorização foi o mesmo apresentado por Saaty (1991): um consenso da diretoria e do corpo técnico envolvido, capaz de julgar a relação entre os critérios. Logo, avaliando em pares de indicadores, definiu-se as prioridades e importância entre os indicadores, conforme avaliação da diretoria da empresa.

3.4 Aplicação do AHP

Para a avaliação dos indicadores, foi utilizado o método AHP que operacionaliza os dados avaliados nas etapas anteriores obtendo a pontuação das regiões com as condições estabelecidas. Os diretores respondentes eram responsáveis pelas áreas: financeira, comercial, operação e administrativa (que inclui áreas de suporte como recursos humanos e contabilidade). A análise dos critérios foi feita através da discussão e consenso entre os respondentes. As respostas foram avaliadas em grau de importância de 1 a 9, conforme Quadro 1. O Quadro 2 expressa o peso estabelecido entre os critérios pelo grupo de diretores. Para efetuar os cálculos foi utilizado o programa Microsoft Access.

Critério A	Critério B	Julgamento
C1 – Potencial	C2 - Número de Concorrentes	5
C1 - Potencial	C3 - Facilidade Gerencial	7
C2 - Número de Concorrentes	C3 - Facilidade Gerencial	3
C1.2 Número de Residências da Região	C1.1 Indicador de Atuação de Mercado	5
C3.1 - Disponibilidade de Mão de Obra	C3.2 – Facilidade	1
C1.2 Número de Residências da Região	C.3.1.2 - Número Total de Desempregados	5

Fonte: Os autores

Quadro 2. Pesos estipulados pelos especialistas entre os critérios analisados, comparando o grau de importância entre o Critério A em relação ao Critério B

O Gráfico 1 resume o resultado sendo que a região de melhor pontuação é a região pretendente a escolha e a região com menor pontuação é uma região menos sujeita a escolha. Regiões de grande potencial tenderam a ter melhores resultados, porém foram minimizados conforme número de concorrentes. Assim, a região tida como melhor escolha para esta tomada de decisão baseada unicamente nos critérios avaliados é a região 5.

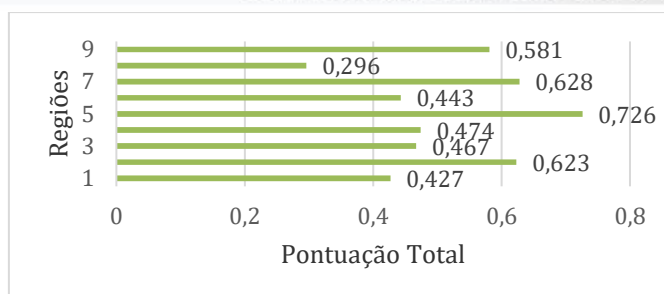


Gráfico 1 - Representação do Resultado utilizando o método AHP por regiões
Fonte: Os autores

3.5 Análise e Discussão

Para avaliar o resultado dos indicadores utilizando o AHP em conjunto com a avaliação financeira se plotou os dois resultados num gráfico de pontos (GRÁFICO 2), tendo o eixo das ordenadas o percentual de ganho de custo variável e nas abscissas o resultado da avaliação dos critérios.

Distingue-se no gráfico três quadrantes. No quadrante 1 estão todas as regiões que têm uma operação de resultado financeiro negativo. Este resultado negativo inviabiliza a implantação de um CD. Portanto, por mais que a região 2 tenha uma obtido uma boa avaliação nos indicadores, a sua operação tem resultado financeiro negativo, inviabilizando como uma alternativa. O segundo e terceiro quadrante representam as operações que obtêm operação financeira positiva, sendo mais vantajoso ter uma CD que utilizar o modelo logístico atual. A diferença entre um e outro quadrante está no resultado da avaliação dos critérios. No segundo quadrante, apesar dos resultados positivos, a avaliação dos critérios diminui a prioridade de instalação de um CD frente as demais regiões.

Já o terceiro quadrante representa as regiões com resultado financeiro positivo e regiões prioritárias pela avaliação dos critérios. Duas regiões, se destacaram: a região 5 e a região 9.

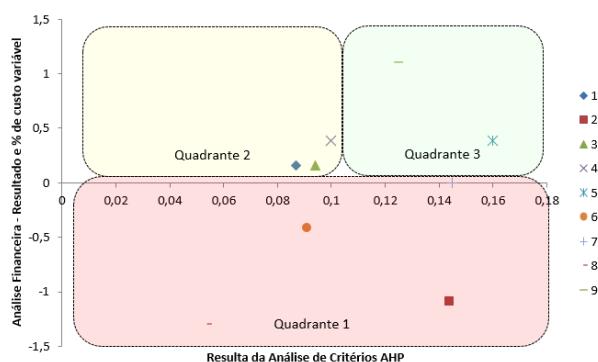


Gráfico 2 - Avaliação do Resultado Financeiro vs. Resultado dos Critérios por AHP (FONTE: Os autores)

A região 9 teve o melhor resultado financeiro e o segundo melhor resultado dos critérios. Tal resultado se deve ao fato de ela ser uma região não atendida atualmente, portanto, com alto potencial de vendas. E na avaliação financeira ela é uma região situada em um estado distinto das demais cabendo, então, uma tributação distinta e mais vantajosa.

A região 5 é uma região já atendida que possui uma grande população e uma atuação pequena por parte da empresa. Além disso, na avaliação subjetiva da diretoria ela recebeu uma boa avaliação e após a compilação do resultado mostrou uma aderência da avaliação subjetiva

com os resultados da análise.

4. Considerações Finais

A proposta deste trabalho é a aplicação do método AHP para o problema de localização de um centro de distribuição (CD), com particularidades pouco abrangidas em pesquisas anteriores: pequenas distâncias, produto leve (de baixa densidade) e mercados inexplorados. Dentre as evoluções acadêmicas dos modelos de multicritérios foi selecionado uma alternativa de resolução de simples, porém, que supriu a necessidade do problema, indicando com robustez a solução.

Na análise financeira do caso ficou evidente que, dentro do panorama logístico brasileiro e das limitações do caso estudado, distâncias menores que seiscentos quilômetros são pequenas suficientes para não justificar um CD que atenda outra região além da região de localização do centro.

Como consequência a esta conclusão as regiões destacadas como melhores opções para instalação são as que, além de um resultado financeiro positivo da operação, agregam uma possibilidade de expansão de mercado. Vale ressaltar que foram utilizados três referências alternativas para base comparativa e uma das referências, um mercado não explorado, foi tido como candidata de melhor opção. Ela compete com um mercado onde a empresa atua com baixa participação de mercado.

Por fim, a maior evidência deste estudo é que além de ser uma operação financeiramente lucrativa, o CD também é uma estratégia válida para atingir novos mercados e o método aplicado pode ser replicado sem complexidades para outros casos em busca da melhor alternativa de localização.

Referências

CENSO, I. B. G. E. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Consultado em 12/01/2016, v. 12, 2010.

CHEN, Y.; QU, L. *Evaluating the Selection of Logistics Centre Location Using Fuzzy MCDM Model Based on Entropy Weight*. Dalian, China: Intelligent Control and Automation, June 21 - 23, 2006.

CHEN, Y.; QU, L. *An Interactive Integrated MCDM Based on FANN and Application in the Selection of Logistic Center Location*. Harbin, China: International Conference on Management Science & Engineering (14th) August 20-22, 2007.

KUO, M. *Optimal location for an international distribution center by using a new hybrid method*. Expert Systems with Application, 2010.

MACHADO, L. C. R. *O Apoio Multicritério à Decisão por meio do Método de Análise Hierárquica (AHP): Aplicação de um Problema de Localização*. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Administração, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2012.

PALOMARES, M. *Alternativas de Instalação de Centros de Distribuição de uma Empresa Multinacional de Grande Porte Utilizando Modelagem Matemática*. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016

SAATY, L.T. *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo: Mcgraw-Hill, Makron, 1991.

SIPAH, S.; TIMOR, M. *The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications*. Management Decision Vol. 48 No. 5, 2010.

SPAK, M. D. S. *Proposta de uma metodologia de apoio à tomada de decisão para localização de centros de distribuição no setor varejista de móveis e eletrodomésticos*. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.