

PROPOSTA DE METODOLOGIA APOIADA NA ANÁLISE DE AGLOMERADOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES

Giuliano Moraes (soioto@gmail.com)

Liane Werner (werner.liane@gmail.com)

Resumo

O presente artigo é um estudo de caso que tem como objetivo propor uma metodologia de análise de indicadores de desempenho de fornecedores com o uso da técnica de análise de aglomerados. Para o desenvolvimento da pesquisa, trinta e nove fornecedores considerados críticos por uma empresa de condicionadores de ar foram classificados em três grupos distintos. A partir dessa combinação, houve a análise dos indicadores de desempenho dos grupos para a identificação de possíveis padrões de comportamento. O método permitiu o apontamento de ações para minimizar os impactos do mau desempenho dos fornecedores na performance da empresa.

Palavras Chave: Análise de Aglomerados, Avaliação de Fornecedores

Abstract

This article is a case study that aims to propose a performance indicator analysis methodology suppliers with the use of cluster analysis technique. Thirty-nine suppliers considered critical for an air conditioning company were classified into three groups . Then the performance indicators of the components of each group were analyzed to identify possible patterns of behavior. From this assessment , actions were aimed at minimizing the impact of poor performance of suppliers on the company's performance.

Key Words: Cluster Analysis, Supplier Evaluation

1 INTRODUÇÃO

O impacto dos fornecedores na performance da empresa contratante torna essencial a escolha correta do método de avaliação de desempenho de fornecedores para o sustento da competitividade. O desenvolvimento contínuo da rede de fornecedores permite que a contratante concentre recursos nas próprias competências centrais e se beneficie dos conhecimentos especializados que os fornecedores detêm sobre as atividades e os produtos particulares que fornecem (DAVENPORT, 2005). Essa estratégia é chamada de externalização, por Bendor-Samuel (2005), que ainda a define como a transferência da propriedade de um processo para um fornecedor.

A prática da externalização se mostra cada vez mais comum no setor de fabricantes de ares-condicionados. Os ganhos relacionados à gestão correta destas relações interorganizacionais estão diretamente ligados, segundo Christopher (2002), com a redução de tempo de atravessamentos, de níveis de estoques e o aumento de qualidade. O gerenciamento da rede de fornecedores representa um desafio tanto para os gestores da cadeia como para a empresa focal, mas, ao mesmo tempo, oferece vantagens no resultado operacional das organizações participantes. Neste caso, não cabe à manufatura a gestão do processo de fabricação, mas a gestão de seus resultados. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2008), avaliar o fornecedor de forma robusta pode determinar a eficiência e a eficácia com as quais uma organização reage às mudanças internas e externas. E para que essa avaliação de fornecedores seja adequada, é preciso empenho para identificar os fatores críticos que devem compor a análise. Por combinar diversas variáveis de desempenho, a avaliação de fornecedores pode valer-se de técnicas multivariadas (HO et al, 2010).

Balizado nesses ponderamentos, este artigo é um estudo de caso exploratório em que o objetivo principal é propor uma metodologia para classificar fornecedores de uma empresa fabricante de condicionadores de ar com base em seus indicadores de desempenho. Tal metodologia é apoiada na análise de aglomerados - respeitando as etapas descritas no referencial bibliográfico. A análise de aglomerados é uma técnica analítica que classifica entidades em grupos, visando à homogeneidade entre os integrantes do grupo e a heterogeneidade entre membros de diferentes grupos (CORRAR, 2007).

A empresa em estudo conta com uma vasta cadeia de fornecedores. Os critérios de desempenho estão definidos e são levantados, mas o método de avaliação de desempenho destes é feita de forma fragmentada ao invés de considerar o desempenho global. Por este motivo, o presente estudo se faz relevante. Após a aplicação do método, espera-se que seja

criada uma base sólida para a individualização de classes de decisão para a gestão de fornecedores da empresa.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro é uma introdução ao tema da pesquisa, justificando a relevância da mesma. O segundo traz um levantamento dos conceitos mais importantes no estudo. Ele servirá como base teórica para o que será apresentado e discutido nos capítulos posteriores. O terceiro descreve uma metodologia de análise de dados multivariados com base na técnica de análise de aglomerados. No quarto capítulo, o estudo será aplicado à empresa em questão e os resultados da aplicação serão apresentados de forma analítica. Por fim, no quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões sobre o estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cadeia De Suprimentos

O ambiente competitivo enfrentado por empresas de diferentes setores tem como características marcantes as demandas voláteis e os curtos ciclos de vida do produto. Por isso, há a necessidade de uma concentração dos recursos nas competências centrais das empresas, porém, sem descuidar o desempenho nas demais (ANDRADE, 2005). A solução adotada por muitas organizações frente a este cenário é a externalização e, esta, por sua vez, faz surgir uma cadeia de suprimentos (ROSA et al., 2006).

A cadeia de suprimentos é o conjunto agregado de cadeias de valor associadas por relações Inter organizacionais, com o propósito de processar os fluxos de materiais, serviços e informações desde o fornecedor até o cliente (QUINN, 1997; BALLOU, 2006; OLIVEIRA, 2010). Para Bendor-Samuel (2005) e Ramos (2002), a cadeia de suprimentos é a transferência de propriedade de um processo para um fornecedor. Deste modo, a empresa contratante não instrui o seu fornecedor sobre a execução da tarefa, mas trata e determina os resultados que deseja obter (ANDRADE, 2005). Neste contexto, se faz importante a habilidade da empresa contratante em gerir a cadeia de suprimentos usando o método correto de seleção e avaliação alinhado ao posicionamento estratégico da empresa. A avaliação de fornecedores deve ser construída de forma a influenciar o processo de tomada de decisão dentro da empresa contratante e estimular a melhora do desempenho do fornecedor. A suposição é de que, se a tentativa de influenciar o comportamento do fornecedor é bem sucedida, esta irá se manifestar em ganhos na capacidade do mesmo (PRAHINSKI et al., 2004).

Viana e Alencar (2012) realizaram uma vasta pesquisa bibliográfica sobre os métodos de avaliação e seleção de fornecedores, identificando tendências e lacunas. Ao fim do estudo,

os autores observaram a predominância dos métodos de apoio à decisão multicritério. Dentro dos métodos multicriteriais, a análise hierárquica é considerada mais popular na avaliação de fornecedores (VIANA, 2012, HO, 2010, CHAI,2013). Variados autores propuseram métodos híbridos como base para a gestão da cadeia de suprimentos. O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o ANP (*Analytic Network Process*) foram combinados com programação linear para a seleção e avaliação de fornecedores (LIN, 2012, ZHANG, 2012). E a combinação da teoria Fuzzy a outros métodos com o mesmo propósito também foi encontrada como metodologia para a ponderação de critérios de performance de fornecedores (BHATTACHARYA et al., 2014; JADIDI et al., 2014).

Outra questão pertinente é que a natureza e a quantidade dos critérios elencados resultam em dificuldades de avaliação. Os critérios com maior destaque na avaliação de fornecedores são qualidade, preço e entrega. Mesmo que tenham aspectos conflitantes, indicadores como qualidade e preço devem ser balanceados (ORTT, 2012). Porém, diversos autores recomendam a aplicação de outras variáveis de desempenho, tanto quantitativas quanto qualitativas. Sellito (2013) considera os critérios qualitativos de avaliação de fornecedores baseado em aspectos que podem afetar o abastecimento da cadeia, como: (i) complexidade no gerenciamento; (ii) impacto que o fornecedor causa no resultado da empresa; (iii) relações de dependência entre comprador e fornecedor; e (iv) saúde financeira do fornecedor. Já Galliotto (2014) propõe tanto critérios quantitativos quanto qualitativos de avaliação com base na metodologia *lean* desdobrando dois fatores maiores: “qualidade” (durabilidade, confiabilidade e inovação) e “custos” (compra e inventário).

O interesse acerca do processo de seleção e avaliação de fornecedores está crescendo na literatura principalmente em função da importância e da complexidade desse processo decisório no atual ambiente de negócios (VIANA, 2012). Dentro da avaliação de fornecedores, uma metodologia de classificação pode ajudar a definir grupos de decisão para auxiliar na escolha da tratativa mais adequada a cada fornecedor (SELLITO, 2006).

2.2 Análise de Aglomerados

A análise de aglomerados é aplicada quando se deseja reduzir o número de objetos, agrupando-os. A técnica parte do princípio de que se podem reduzir os dados de uma população inteira a um número determinado de perfis (HAIR et al., 2005). Ela agrupa objetos descritos por diversas variáveis, de modo que os grupos sejam heterogêneos entre si e possuam um alto grau de homogeneidade interna. E, a partir da identificação dos principais

grupos, é possível compreender as atitudes de uma população (Everrit et al., 2009). Assim oferece alternativas de classificação e, por isso, atende a uma necessidade fundamental de pesquisadores das mais diversas áreas (HAIR et al., 2005).

Segundo Corrar (2007), a análise de aglomerados pode ser construída como um modelo de seis estágios. O primeiro estágio inicia com a pesquisa dos objetivos exploratórios ou confirmatórios. O segundo estágio é o delineamento da pesquisa, quando três perguntas devem ser respondidas: (i) Se existem *outliers*; (ii) Como será medida a similiaridade entre os objetos; (iii) Se os dados devem ser padronizados. No estágio três é realizada uma análise mais profunda sobre a representatividade da amostra e sobre o impacto da multicolinearidade no estudo. No estágio quatro, se dá início à determinação dos grupos e à avaliação dos mesmos. Nesta etapa deve ser escolhido o algoritmo e o número de grupos que irão compor o estudo. No estágio cinco é feita a interpretação dos grupos para que, então, no estágio seis, o estudo seja validado e se definam os perfis de cada grupo.

Cada caso estudado faz uso de diferentes tipos de dados, tais como variáveis contínuas, variáveis discretas, semelhanças e diferenças. Portanto, são necessários diferentes métodos de agrupamento, a fim de adaptar ao tipo de aplicação e ao tipo de aglomerado procurado (KAUFMAN, 2009).

A técnica da análise de aglomerados não é exata e admite algum grau de subjetividade. Deste modo, é importante a avaliação e a validação dos resultados, segundo o interesse da pesquisa (HAIR et al., 2005). Dois pressupostos básicos que merecem atenção na análise de aglomerados são citados por Corrar (2007). São eles: a representatividade da amostra e o impacto da multicolinearidade entre variáveis. Para a validação da representatividade da amostra, o pesquisador parte do princípio de que estas formam grupos que representam a real estrutura da população.

Para a análise de aglomerados, o conceito de similaridade é essencial porque ele representa o nível de correspondência entre dois objetos. Esta medida pode ser mensurada de diversas maneiras. Corrar (2007) aponta três métodos que são predominantemente utilizados: medidas de correlação, medidas de distância e medidas de associação. As medidas de associação são usadas para dados qualitativos, já as medidas de distância e correlação têm *inputs* de dados quantitativos. As medidas de correlação não se fixam na magnitude, e sim nos padrões das variáveis, ou seja: perfis semelhantes são reunidos mesmo que apresentem valores muito diferentes. O contrário acontece com o uso das medidas de distância: perfis diferentes podem pertencer ao mesmo aglomerado, contanto que a magnitude dos valores seja aquela definida para este aglomerado. Muitas são as medidas de distância que podem ser

aplicadas na definição dos grupos. Segundo Hair (2005), a mais comum é a distância euclidiana, que é obtida pela soma do quadrado das diferenças absolutas entre as variáveis. Outra medida é a distância de Malahanobis, que padroniza distâncias tomadas em diferentes unidades.

Os processos de aglomeração podem ser hierárquicos ou não hierárquicos. Segundo Everrit et al. (2009), na classificação hierárquica os dados não são divididos em grupos com apenas um passo. Uma série de métodos de agrupamento acontece em ordem formando uma espécie de árvore hierárquica, também chamada de dendrograma. Para Corrar (2007), as técnicas hierárquicas de aglomeração são divididas em dois métodos: divisivo e aglomerativo. No método divisivo os objetos iniciam todos em um mesmo grupo e passam por uma série de divisões para formarem o arranjo hierárquico. No método aglomerativo, inicialmente cada objeto forma o próprio grupo para depois, a cada passo, serem feitos os agrupamentos com o uso de diferentes medidas de similaridade. Segundo Hair (2005), uma característica importante deste processo é que os resultados de cada etapa se propagam para a próxima, pois, a partir de certo ponto, os aglomerados podem ser agrupados com outros aglomerados para formar um único grupo. As medidas de similaridades usadas neste método são: (i) ligação individual; (ii) ligação completa; (iii) ligação média; (iv) método do centroide; e (v) método de Ward.

O processo não hierárquico, também conhecido como *K-means*, difere por não construir um fluxograma do processo tipo árvore. Ele designa objetos a agrupamentos, segundo um número pré-definido de aglomerados a serem formados. Os resultados obtidos neste método são menos suscetíveis a dados suspeitos, à medida de distância e à inclusão de variáveis inapropriadas do que os métodos hierárquicos, (CORRAR, 2007). Tipicamente, escolhe-se uma semente como o centro inicial do aglomerado, e todos os objetos dentro de uma distância de referência são incluídos. Em seguida, outra semente de aglomerado é definida, e a designação continua até que não reste objeto isolado. Os objetos podem ser realocados se estiverem mais próximos de outro aglomerado do que do original (HAIR et al., 2005). Segundo Corrar (2007), normalmente são usadas uma das seguintes abordagens na atribuição de observações individuais dos aglomerados: (i) *Sequential threshold*; (ii) *Parallel threshold*; e (iii) *Optimization*.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo deste artigo é propor e aplicar uma metodologia para classificar fornecedores de uma fabricante de condicionadores de ar. Atualmente, o desempenho dos fornecedores da empresa é medido de forma fragmentada, ou seja, cada área considera críticos os fornecedores que têm um impacto negativo nos seus respectivos indicadores. Por isso, se faz necessário um método de classificação e avaliação global, para que o desempenho dos fornecedores possa ser monitorado e as suas deficiências identificadas e tratadas como um todo.

Este é um estudo de caso exploratório. A ideia é aprofundar a compreensão de um fenômeno pouco investigado, podendo gerar hipóteses para estudos posteriores. O estudo de caso examina um fenômeno em seu ambiente natural, visando a obter informações de uma ou mais entidades através da aplicação de diversos métodos de coleta de dados. Esta abordagem metodológica utiliza múltiplas fontes de evidência para solucionar problemas de pesquisa que ressaltam o “como” e o “por que” (SERENO et al, 2011). O estudo de caso pode ser classificado em três tipos: (i) exploratório; (ii) descritivo; e (iii) explanatório (YIN, 2005). O autor comenta que essas definições não possuem hierarquia, portanto os tipos podem se sobrepuser, não havendo limitação entre eles. Cada estratégia resolve problemas diferentes. O tipo exploratório aprofunda o conhecimento em questões pouco exploradas, gerando uma ideia inicial que pode servir de base para estudos mais detalhados no futuro. Os principais problemas relacionados ao estudo de caso são a dependência do julgamento do investigador, já que possui uma carga de subjetividade, e a sua validade externa, pois é impossível fazer generalizações a partir do estudo de apenas um caso (SERENO et al.,2011).

3.1 A Empresa

A empresa em questão iniciou suas atividades em 1934, em Porto Alegre, dedicada ao setor de manutenção de refrigeradores comerciais. Logo, o mercado se ampliou e a corporação passou a fabricar refrigeradores domésticos. Em 1950, fez história ao ser a primeira fábrica de produção seriada da América Latina a confeccionar um aparelho de condicionador de ar. Em 1984, uniu-se à organização líder mundial no segmento de condicionamento de ar, agregando, assim, um maior potencial tecnológico. Hoje, o portfólio de produtos da empresa é extenso: atende às mais diversas faixas de capacidades, desde aparelhos residenciais de 7500 BTU's, até aparelhos de alta capacidade que cumprem demandas de toneladas de refrigeração. Atualmente, a empresa está presente no Brasil,

Argentina, Egito, Índia, Indonésia, Filipinas e China. A organização opera duas plantas no Brasil: uma em Canoas (RS) e outra em Manaus (AM). Este estudo limita-se à planta de Canoas.

A empresa conta com uma ampla rede de suprimentos que fornecem os itens requeridos pela manufatura. O setor de Compras é responsável pelo desenvolvimento e manutenção dos fornecedores visando ao alinhamento junto às estratégias de produção e ao posicionamento competitivo da empresa. Antes de entrar ou não na cadeia de suprimentos da empresa, o setor de Qualidade avalia os fornecedores com a aplicação de uma auditoria própria. As não conformidades identificadas nesta auditoria devem ser tratadas antes que comece o processo de fornecimento. Passada esta fase, a Qualidade monitora a performance nos indicadores. Usando este mesmo conceito, o setor de Planejamento e Logística gerencia os processos de suprimentos como, entregas no prazo e necessidades de replanejamento. Hoje, a avaliação dos fornecedores acontece mensalmente através do “Reporte Mensal”. Esta ferramenta de *feedback* mostra os resultados na atuação dos fornecedores classificados como críticos em cada um dos critérios de Logística e Qualidade mostrados na **Figura 1**. Para cada um destes critérios, estão definidos os níveis de atendimento. No fim do ano, os índices acumulados de desempenho em Qualidade de Logística alimentam um *Balanced Scorecard*, que também indicadores de Compras. Esta ferramenta compreende indicadores mistos, qualitativos e quantitativos. Entende-se que os índices de Compras não apresentam variações representativas mensais, e por este motivo não compõem o Reporte Mensal. O *Balanced Scorecard* serve como fechamento final dos dados de desempenho, permitindo um *overview* do andamento anual dos fornecedores. A sua periodicidade é muito longa e por este motivo não permite uma reação rápida dos fornecedores que não estão atendendo aos índices de desempenho da empresa. Além disso, devido à complexidade do seu preenchimento, a população avaliada por este método é menor do que a metade presente no “Reporte Mensal”.

Área	Indicador	Conceito	Variável	Tipo	Nível 1 (Não Capaz)	Nível 2 (Bom)	Nível 3 (Muito Bom)
Qualidade	Parada de Linha	Indicador referente aos impactos de fábrica, considerando paradas de linha, em horas, resultantes de falhas do fornecedor	Horas	Menor é Melhor	$x > 4$	$4 \geq x \geq 2$	$2 > x$
	PPM	Indicador referente à proporcionalidade de peças rejeitadas x peças fornecidas, em Partes Por Milhão	PPM	Menor é Melhor	$x > 2000$	$2000 \geq x \geq 1000$	$1000 > x$
	Número de Relatórios de não conformidade	Indicador referente à quantidade de relatórios de não conformidade emitidos no mês	Unidade	Menor é Melhor	$x > 3$	$3 \geq x \geq 2$	$2 > x$
Logística	SOTD	Indicador referente às entregas dentro do prazo solicitado	Porcentagem	Maior é melhor	$x < 85\%$	$95\% \geq x \geq 85\%$	$95\% < x$
	Entregas Adiantadas	Indicador referente às entregas realizadas com até dois dias antes do prazo solicitado	Porcentagem	Menor é Melhor	$x > 5\%$	-	$5\% \geq x$
	SPM	Indicador referente aos impactos de fábrica, considerando paradas de linha, replanejamento e hora extras	Unidade	Menor é Melhor	$x > 2$	$2 \geq x \geq 1$	$0 > x$

Figura 1 – Indicadores usados no Reporte Mensal

3.2 Etapas da Aplicação

Após realizar o levantamento bibliográfico dos temas do estudo, passou-se à estruturação do artigo por meio da construção da base de dados. Então definiu-se as variáveis que fariam parte do estudo e que foram necessárias para realizar a análise de aglomerados. A técnica busca uma visão simplificada dos dados e a possível identificação de relações que não tenham sido detectadas na análise individual, para assim classificar melhor os fornecedores da empresa com base em seus indicadores de desempenho em qualidade e logística. A análise de aglomerados não diferencia variáveis relevantes das irrelevantes, portanto a pesquisa só pode prosseguir após a certificação de que as variáveis caracterizam os objetos e respeitam os objetivos do trabalho.

Na etapa seguinte, uma análise dos dados foi conduzida. Para tanto, foi plotado um gráfico de probabilidade para avaliação da normalidade dos dados e identificação de possíveis limitações do estudo.

Após o delineamento dos *inputs* do estudo, um gráfico *Scree* foi plotado para a definição do número de grupos usados. A partir destas observações, os dados encontrados serviram de apoio para a aplicação do procedimento não hierárquico *K-means*.

Na próxima etapa, os grupos foram interpretados conforme suas características de comportamento e ações de melhoria foram propostas. A elaboração desta aplicação será apoiada pelo software IBM SPSS statistics 20.

4 RESULTADOS

Este estudo buscou investigar a existência de comportamentos assemelhados entre os trinta e nove fornecedores da empresa com relação aos indicadores de desempenho mensal gerados através da ferramenta Reporte Mensal detalhada na seção anterior. A quantidade de fornecedores que recebem o *feedback* através deste relatório foi definida por especialistas das áreas de Compras, Planejamento de Logística e Qualidade.

As variáveis listadas foram coletadas do banco de dados interno da empresa. Foram consultados os sistema interno FIS (*Factory Information System*) e o ERP (*Enterprise Resource Planning*). Na **Tabela 1** encontra-se o desempenho dos fornecedores, com base nos indicadores de Logística e Qualidade considerando o desempenho dos meses de maio, abril e junho.

Fornecedores	Média SOTD	Média SPM	Média Entregas Adiantadas	Média Paradas de Linha	Média RAC	Média PPM
1	80,9%	0	9,6%	0	0	199
2	85,7%	2	28,6%	1	0	0
3	71,4%	0	8,7%	0	0	0
3	71,4%	0	0,0%	0	0	0
4	88,9%	4	7,8%	0	0	0
5	98,4%	0	4,7%	2,97	3	0
6	84,1%	0	31,6%	0	0	0
7	100,0%	0	54,6%	0,8	0	0
8	80,9%	1	11,7%	0	0	0
9	90,0%	0	20,0%	2	0	0
10	88,4%	2	16,3%	0	0	0
11	100,0%	0	50,0%	0	0	1961
12	82,1%	3	8,7%	0	0	0
13	90,0%	0	58,0%	0	0	0
14	100,0%	1	25,0%	0	0	0
15	97,7%	0	0,8%	0	0	496
16	98,8%	2	0,2%	0,5	0	447
17	89,5%	3	0,8%	9,17	2	0
18	93,8%	2	20,0%	0	1	0
19	77,8%	0	55,6%	0	1	0
20	100,0%	0	0,0%	0	0	16
21	100,0%	1	0,0%	0,8	0	0
22	100,0%	1	13,7%	0	0	0
23	97,5%	1	1,0%	1,5	0	0
24	98,1%	0	0,0%	0,5	0	3584
25	92,6%	1	38,0%	0	1	0
26	86,7%	1	21,7%	2	0	148
27	84,3%	1	2,3%	2,3	1	0
28	96,9%	0	0,5%	2,2	1	1421
29	97,6%	0	0,4%	0	1	353
30	100,0%	0	13,8%	0	0	0
31	75,0%	0	32,5%	0	1	9524
32	95,2%	0	23,5%	1,22	0	1661
33	98,1%	0	10,7%	0	0	0
34	94,9%	6	25,2%	19	3	1249
35	76,0%	3	10,0%	0	0	0
36	98,2%	2	1,6%	0	0	783
37	100,0%	0	40,0%	0	1	2419
38	98,8%	0	12,6%	0	0	7825
39	92,7%	0	23,6%	8,47	2	19620

Tabela 1 – Resultados dos indicadores

4.1 Análise dos dados de entrada

Após a definição das variáveis e com todos os dados coletados, coube realizar uma análise visando analisar as suposições para utilizar a técnica proposta. Os dados foram plotados em um gráfico de probabilidade, conforme **Figura 2**. E para todos os indicadores o p-valor do teste de normalidade de Anderson-Darling foi inferior no nível de 0,05 de significância. Através deste, é possível verificar que não há normalidade nas variáveis e, portanto o uso de um método hierárquico não é a melhor opção para este estudo. Sendo assim, o método de aglomeração não-hierárquica *K-means* será usado.

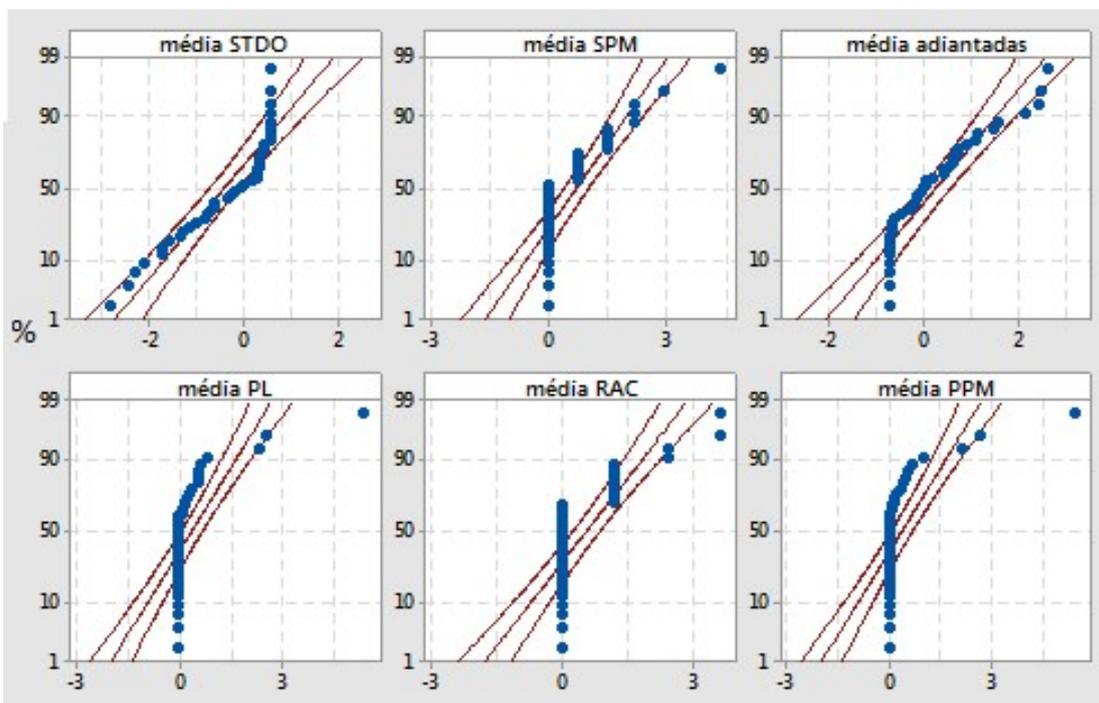


Figura 2 – Gráfico de Probabilidade

A **Tabela 3** mostra o resultado desta aglomeração. Para a definição do número de grupos que alimentou este método os dados foram plotados em um *Scree plot*, **Figura 3**. Este é um gráfico simples de linha que mostra a fração da variância total dos dados representada por cada componente. Os componentes são ordenados e a eles é atribuído um número seguindo a ordem decrescente de contribuição para a variância total. O número de grupos é indicado pelo ponto onde o autovalor é menor que um, portanto a solução de três grupos realmente se mostrou a mais apropriada.

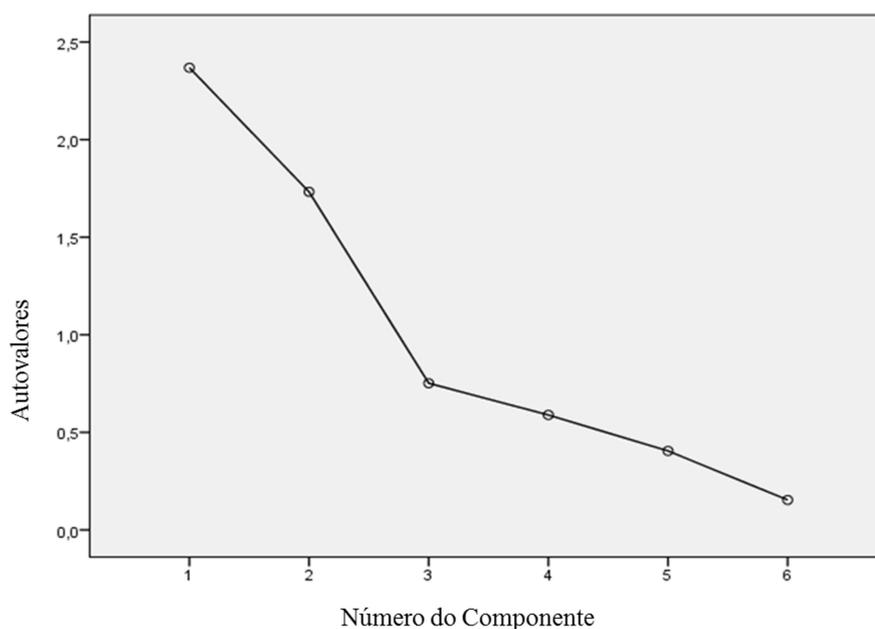


Figura 3 – Scree Plot

Grupos <i>K-Means</i>		
Case Number	Cluster	Distance
1	2	2,344
2	3	3,05
3	2	1,333
4	2	1,853
5	2	0,74
6	2	1,571
7	2	1,632
8	3	3,379
9	1	4,429
10	3	3,319
11	1	2,071
12	2	2,361
13	2	2,37
14	2	1,891
15	3	3,282
16	2	2,429
17	1	4,552
18	2	4,45
19	2	1,312
20	3	4,784
21	1	2,633
22	3	3,294
23	2	0,963
24	1	5,798
25	1	1,968
26	3	5,005
27	1	3,79
28	1	3,516
29	2	2,172
30	2	2,351
31	2	3,186
32	2	2,501
33	3	1,94
34	1	2,541
35	3	1,804
36	3	5,935
37	2	5,552
38	2	2,923
39	1	1,775

Tabela 3 – Resultado da Aglomeração – *K-means*

4.2 Análise dos grupos via *K-means*

O grupo 1 apresentou um desempenho em níveis inaceitáveis de Qualidade. Fica claro que uma ocorrência de má qualidade, gera reflexos em todos os indicadores. Ocorrências que causam Paradas de Linha também causam rejeições (PPM) e Relatórios de Ação Corretiva. O valor máximo de SPM é o maior entre os grupos mesmo com o SOTD em bons patamares. Juntando estas informações com o padrão de entregas adiantadas estar muito acima do nível estabelecido, entende-se que estes fornecedores têm pouco poder de adaptação frente aos pedidos re planejados - podendo estes gerarem um descontrole no desempenho de qualidade. Como sugestão, para este grupo auditorias de qualidade devem ser conduzidas a fim de entender quais são os controles de processo usados e avaliar o impacto de re planejamentos na qualidade dos produtos. Cabe também realizar um trabalho focado em causas especiais por motivos de planejamento no fornecedor, como a aplicação de métodos *Just in Time*.

Fornecedores	média SOTD	média SPM	média Entregas Adiantadas	média Paradas de Linha	média RAC	média PPM
9	90,00%	0	20,00%	2	0	0
11	100,00%	0	50,00%	0	0	1961
17	89,46%	3	0,75%	9,17	2	0
21	100,00%	1	0,00%	0,8	0	0
24	98,08%	0	0,00%	0,5	0	3584
25	92,59%	1	37,96%	0	1	0
27	84,30%	1	2,30%	2,3	1	0
28	96,85%	0	0,51%	2,2	1	1421
34	94,93%	6	25,20%	19	3	1249
39	92,74%	0	23,58%	8,47	2	19620
MAX	100,00%	6	50,00%	19	3	19620
MÉDIA	93,84%	0,5	11,15%	2,1	1	624,5
MIN	84,30%	0	0,00%	0	0	0
DESV	4,81%	1,83	17,23%	6	1	5725

Tabela 4 – Médias de desempenho Grupo 1

A **Tabela 5** extratifica a média do resultado de desempenho dos fornecedores do grupo 2. Nota-se que estes fornecedores possuem uma média de entregas dentro do prazo (SOTD) altíssima, mas também com diversos casos de entregas adiantadas. São fornecedores que se adaptam facilmente a re planejamentos sem grandes impactos na qualidade e entrega dos produtos. São inexpressivos quanto aos impactos nos indicadores de Parada de Linha e RAC. Como os casos de rejeição (PPM) não acompanham diretamente o desempenho destes, supomos que são peças de fácil reposição. O monitoramento deste grupo como fornecedores críticos deve ser revisto pelos gestores das áreas envolvidas.

Fornecedores	média SOTD	média SPM	média Entregas Adiantadas	média Paradas de Linha	média RAC	média PPM
1	80,86%	0	9,63%	0	0	199
3	71,43%	0	8,72%	0	0	0
4	88,88%	4	7,84%	0	0	0
5	98,37%	0	4,65%	2,97	3	0
6	84,11%	0	31,62%	0	0	0
7	100,00%	0	54,55%	0,8	0	0
12	82,12%	3	8,65%	0	0	0
13	90,00%	0	58,00%	0	0	0
14	100,00%	1	25,00%	0	0	0
16	98,76%	2	0,21%	0,5	0	447
18	93,75%	2	20,00%	0	1	0
19	77,78%	0	55,56%	0	1	0
23	97,50%	1	0,98%	1,5	0	0
29	97,55%	0	0,38%	0	1	353
30	100,00%	0	13,79%	0	0	0
31	75,00%	0	32,50%	0	1	9524
32	95,24%	0	23,53%	1,22	0	1661
37	100,00%	0	40,00%	0	1	2419
38	98,81%	0	12,60%	0	0	7825
MAX	100,00%	4	58,00%	2,97	3	9524
MÉDIA	95,24%	0	13,79%	0	0	0
MIN	71,43%	0	0,21%	0	0	0
DESV	9,35%	1,07	18,85%	1	1	2718

Tabela 5 – Médias de desempenho Grupo 2

A **Tabela 6** mostra os resultados médios de desempenho dos fornecedores do grupo 3. Estes fornecedores possuem um número baixo de Entregas Adiantadas, mas com uma média maior, ou seja, mais integrantes apresentaram ocorrências de impactos na linha por re planejamento de materiais. O setor de Planejamento e Logística deve atuar fortemente em acompanhamento de planos de ação corretiva para os casos de planejamento que resultaram nestes índices. Pode indicar diretamente a desorganização de seus processos ou até mesmo falhas na análise crítica de pedidos.

Fornecedores	média SOTD	média SPM	média Entregas Adiantadas	média Paradas de Linha	média RAC	média PPM
2	85,71%	2	28,57%	1	0	0
3	71,43%	0	0,00%	0	0	0
8	80,87%	1	11,72%	0	0	0
10	88,37%	2	16,28%	0	0	0
15	97,71%	0	0,83%	0	0	496
20	100,00%	0	0,00%	0	0	16
22	100,00%	1	13,74%	0	0	0
26	86,67%	1	21,67%	2	0	148
33	98,12%	0	10,70%	0	0	0
35	76,00%	3	10,00%	0	0	0
36	98,20%	2	1,55%	0	0	783
MAX	100,00%	2	28,57%	2	0	783
MÉDIA	88,37%	1	10,70%	0	0	0
MIN	71,43%	0	0,00%	0	0	0
DESV	10,58%	0,82	11,13%	1	0	298

Tabela 6 – Médias de desempenho Grupo 3

4.3 Discussões

A utilização da análise de aglomerados ajudou a quantificar a importância relativa dos indicadores no desempenho geral dos fornecedores avaliados. A classificação dos grupos e a análise de suas principais características construiu uma estrutura mensurável de forma padronizada, ajudando a consolidar a avaliação de desempenho dos fornecedores. Observou-se que mesmo considerados como os trinta e nove fornecedores mais críticos da empresa, o único indicador que predominantemente teve uma média insatisfatória foi o de “Entregas Adiantadas”. Este fato pode indicar que os critérios utilizados pela empresa como *inputs* para a avaliação mensal de fornecedores devem ser revistos mesmo que estejam alinhados com o recomendado por diversos autores na literatura.

Todos os indicadores usados são reativos, de forma que medem problemas que já aconteceram. Uma forma de reavaliar os critérios de medição de desempenho é considerar a incorporação de indicadores proativos, no intuito de prevenir e fortalecer os fornecedores que compõem a avaliação mensal.

A avaliação de desempenho de fornecedores deve realimentar o sistema com ações de contenção e correção frente às principais características encontradas nos grupos. O processo de aglomeração deve ser refeito e reanalisado, no intuito de monitorar a eficácia das ações aplicadas por grupo.

5 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma proposta de metodologia para análise de desempenho de fornecedores utilizando a técnica de análise de aglomerados com base em critérios de performance já estabelecidos pela empresa. Como a empresa estudada não analisa criticamente o impacto global da atuação dos fornecedores, suas ações de contenção e correção são fragmentadas por setor, levantando assim a necessidade deste trabalho. Foi apresentada uma revisão literária de conceitos pertinentes, a fim de estabelecer uma base teórica para o seguimento do artigo. Com o uso da análise de aglomerados foram definidos três grupos de comportamento. Os dados extratificados de cada grupo foram analisados no intuito de entender melhor o impacto de cada indicador no resultado e possíveis relações entre os mesmos. Entre os pontos de melhoria identificados, pode-se citar a necessidade de revisão dos fornecedores críticos e principalmente dos indicadores usados. Nenhum dos grupos de fornecedores escolhidos como críticos têm, em suas médias, indicadores abaixo da nota mínima aceita. Os critérios usados seguem o indicado pela literatura e são naturalmente

coletados na empresa pelo sistema interno. Porém, novos estudos consideram subcritérios de avaliação que podem agregar à avaliação existente.

Considera-se que o objetivo proposto neste artigo foi atendido, uma vez que foram identificados grupos com comportamentos distintos e classes de decisão foram definidas para estes. Mesmo que sejam incorporados outros fatores, a metodologia de análise pode ser generalizada para servir de auxílio a aplicação da técnica no estudo da performance de fornecedores.

REFERÊNCIAS

AMIN, Saman Hassanzadeh; ZHANG, Guoqing. An integrated model for closed-loop supply chain configuration and supplier selection: Multi-objective approach. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 8, p. 6782-6791, 2012.

ANDRADE, C.; FURTADO, João. Discutindo processos de outsourcing da manufatura: uma análise a partir de elementos das indústrias eletrônica, farmacêutica e automobilística. **Anais do XXV ENEGEP**, 2005.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial**. Bookman, 2006.

BENDOR-SAMUEL, P. What exactly is BPO. 2005.

CANTO, Rodrigo Vargas. Proposta de revisão do modelo de avaliação de desempenho dos fornecedores da GNK do Brasil Ltda. 2004.

CHAI, Junyi; LIU, James NK; NGAI, Eric WT. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872-3885, 2013.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação. In: **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação**. Pearson Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. Pioneira, 1999.

CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; DIAS FILHO, José Maria. Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. **São Paulo: Atlas**, p. 280-323, 2007.

DAVENPORT, Thomas H. The coming commoditization of processes. **Harvard business review**, v. 83, n. 6, p. 100-108, 2005.

DE OLIVEIRA, J.; LEITE, A. Modelo analítico de suporte à configuração e integração da cadeia de suprimentos. **Gest. Prod., São Carlos**, v. 17, n. 3, p. 447-463, 2010.

ENSSLIN, Leonardo et al. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-constructivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010.

GALIOTTO, Juliane Carolina. Proposta para a avaliação de fornecedores em empresas com gestão lean. 2014.

GUNASEKARAN, Angappa; PATEL, Chaitali; TIRTIROGLU, Ercan. Performance measures and metrics in a supply chain environment. **International journal of operations & production Management**, v. 21, n. 1/2, p. 71-87, 2001.

HAIR JR, Joseph F. et al. Análise multivariada de dados. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 2005.

HO, William; XU, Xiaowei; DEY, Prasanta K. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 202, n. 1, p. 16-24, 2010.

KAUFMAN, Leonard; ROUSSEEUW, Peter J. **Finding groups in data: an introduction to cluster analysis**. John Wiley & Sons, 2009.

KRAUSE, Daniel R.; SCANNELL, Thomas V.; CALANTONE, Roger J. A structural analysis of the effectiveness of buying firms' strategies to improve supplier performance. **Decision Sciences**, v. 31, n. 1, p. 33, 2000.

LIN, Rong-Ho. An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 1, p. 55-61, 2012.

MELNYK, Steven A.; STEWART, Douglas M.; SWINK, Morgan. Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. **Journal of operations management**, v. 22, n. 3, p. 209-218, 2004.

QUINN, Francis J. SUPPLY-CHAIN MANAGEMENT REPORT (I). **Logistics Management**, 1997.

RAMOS, Luiz Gustavo Teixeira. A gestão dos processos de terceirização e sua implementação na indústria automobilística. **A gestão dos processos de terceirização e sua implementação na indústria automobilística**, 2002.

- REZAEI, Jafar; ORTT, Roland. A multi-variable approach to supplier segmentation. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 16, p. 4593-4611, 2012.
- PIRES, Silvio RI. Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. **São Paulo: Atlas**, 2004.
- REZANKOVÁ, Hana. Cluster analysis and categorical data. **Statistika**, v. 46, p. 216-232, 2009.
- RODRIGUES, D. M.i; SELLITTO, M. A.. Suppliers performance analysis of a manufacturing firm supported by cluster analysis. **Produção**, v. 19, n. 1, p. 55-69, 2009.
- ROSA, E.; SELLITTO, M.; MENDES, L. **Avaliação multicriterial de desempenho e separação em aglomerados de fornecedores críticos de uma manufatura OKP**. 2006.
- SELLITTO, M. A. Análise de Risco e Classificação de Fornecedores em uma Cadeia de Suprimentos. **ENGEVISTA**, v. 15, n. 2, p. 202-213, 2012.
- SERENO, Bruno. Método híbrido CONWIP/KANBAN: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, v. 18, n. 3, p. 663-684.
- SLACK, X. CHAMBERS, X ; JOHNSTON, X **Administração da produção e operações**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H.n. Supplier selection methodologies: a literature review. **Produção**, v. 22, n. 4, p. 625-636, 2012.
- YIN, Robert K. (Ed.). **Introducing the world of education: a case study reader**. Sage, 2005.