

## MODELO PARA APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA ATRAVÉS DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS PCA E HCA SOBRE QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DE CLIENTES: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA METALÚRGICA DE EMBALAGENS METÁLICAS

Cláudio Roberto do Rosário<sup>1\*</sup>; Liane Mahlmann Kipper<sup>1</sup>; Marco Flôres Ferrão<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado, UNISC - Universidade de Santa Cruz, Avenida Independência, 2293 - Bloco 53 - 4º andar - Sala 5340, CEP: 96815-900, Santa Cruz do Sul – RS, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500 - Agronomia, Porto Alegre, RS - Brasil - CEP 91501-970 - Caixa-Postal: 15003

\*e-mails: [claudio.egs@brasilata.com.br](mailto:claudio.egs@brasilata.com.br)

Recebido em 11 de fevereiro de 2012

Aceito em 30 de abril de 2012

### RESUMO

O propósito da pesquisa consiste em aprimorar a prática de análise da satisfação dos clientes. O artigo apresenta um modelo para análise das respostas do questionário de avaliação da satisfação dos clientes de forma sistemática com auxílio de técnicas estatísticas multivariadas, especificamente, análise exploratória com PCA - Análise de Componentes Principais (Partial Components Analysis) com HCA – Análise de Agrupamento Hierárquico (Hierarchical Cluster Analysis). Buscou-se avaliar a aplicabilidade do modelo ao uso, por parte da Empresa estudada, como ferramentas para auxílio na identificação da cadeia de valor percebida pelo cliente quando da aplicação do questionário de satisfação do cliente. Verificou-se que, com o auxílio das ferramentas de análise estatística multivariada, foi possível identificar comportamentos similares entre os clientes. Permitiu, também, a motivação da empresa na realização de revisões sobre as perguntas dos questionários, possibilitando realizar análise do grau de correlação entre as perguntas, o que antes não ocorria.

**Palavras Chave:** Inovação, Cadeia de valor, Processo, HCA, PCA, Análise da Satisfação do Cliente.

### 1 Introdução

A competitividade no mercado globalizado impulsiona as Organizações a criarem estratégias voltadas à inovação. Num primeiro momento, a inovação é relacionada aos produtos, porém, inovação pode ser vista de forma mais ampla, como, por exemplo, inovação nas práticas de gestão.

Para Oliveira *et al.* [1], a prática de abordagem sistêmica na pesquisa, em engenharia de produção, é um assunto emergente. Em 1950, Bertalanffy [2] imigrou para a América do Norte. Sua idéia principal era de substituir os fundamentos reducionistas da ciência pela visão mais ampla da realidade, o que posteriormente foi formalizado na Teoria Geral de Sistemas, cuja visão considera que todos os sistemas são similares, se físico, biológico ou social. Segundo Bertalanffy [2], a Teoria Geral de Sistema tem como propósito criar teoria e auxiliar na compreensão de fenômenos complexos, mediante a formação de modelos conceituais que possam representar as situações que se apresentam na realidade.

Segundo Vieira [3], as limitações fisiológicas e paradigmáticas que determinam a capacidade humana, limitam a percepção da realidade dos fenômenos, ou seja, é utopia acreditar que podemos observar um fenômeno em sua totalidade. Só por meio de uma inovação de ruptura paradigmática é que o ser humano avança ao encontro desta utopia.

Em relação ao mapeamento da cadeia de valor, segundo Porter (1989), citado por Resende *et al.* [4], desagrega uma empresa nas atividades estrategicamente relevantes no sentido de se projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar o produto para que se possa compreender o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação. Já Silva & Kopitke [5], resumem a cadeia de valor como sendo à formação do valor do bem ou serviço, como se agrega valor no processo e como isso é percebido pelo cliente final. O artigo, por sua vez, aborda a cadeia de valor intangível. Segundo Sellitto & Ribeiro [6], os aspectos intangíveis têm sido usados na modelagem de sistema na implementação de estratégias. O estudo de campo iniciou a partir da entrevista com o responsável em realizar a pesquisa de satisfação dos clientes, o Assessor de Qualidade Assegurada Corporativo. O mesmo relatou que, ao retornar, os questionários são analisados pelo Departamento de Qualidade Assegurada, onde é verificado se o cliente apontou algum item que atende com restrição ou não atende, bem como realiza análise sobre os pontos fracos e fortes; também realiza cálculo de pontuação entre 0 a 100% correspondente aos apontamentos realizados pelo cliente, exceto a questão sobre os pontos fracos e fortes. Se alguma questão é apontada como atende com restrição ou não atende, bem como, quando o cliente aponta algum ponto fraco, o gerente da unidade, que atende o correspondente, cliente é acionado para gerar ações de melhorias. As ações de melhorias são retornadas ao cliente pelo

Departamento de Qualidade Assegurada e é finalizado o ciclo do processo de análise da satisfação do cliente.

Observou-se, a partir da entrevista com o responsável já citado, que o processo de análise da satisfação dos clientes pode ser aprimorado no que se refere à análise do comportamento dos clientes, bem como uma análise complementar que possibilita uma visão mais ampla sobre as opiniões dos clientes em relação à Empresa como um todo. O estudo foi realizado em uma Empresa Metalúrgica do ramo de Embalagens Metálicas, que possui a matriz na região Sudeste e duas filiais localizadas em outras duas regiões brasileiras. Os objetivos do artigo foram apresentar uma proposta de análise estatística do tipo exploratória através do uso de PCA (Partial Components Analysis) e HCA (Hierarchical Cluster Analysis) onde buscou-se: (i) identificar comportamentos similares entre os clientes; (ii) simular um desempenho ótimo e como consequência, medir qual a distância que a Empresa se encontra em relação ao desempenho ótimo desejado pela alta direção; (iii) realizar revisão sobre as perguntas dos questionários a partir de análise do grau de correlação entre as perguntas; (iv) montar táticas de atuação sobre os clientes de forma mais planejada, por exemplo, elaborar questionários personalizados para os clientes com grau de similaridade significativo; (v) e, ainda, montar esquemas de distribuição e direcionar foco de atuação de Vendas e Marketing.

O uso de software estatístico para realização das análises, foi necessário visto o exposto na teoria citada sobre limitações humanas para observar fenômenos em sua totalidade.

A empresa pratica atualmente pesquisa da satisfação dos clientes através de um questionário com perguntas estruturadas para captar as opiniões dos clientes em relação ao nível de satisfação correspondente às práticas realizadas pela Empresa. O questionário é constituído de treze questões fechadas e uma aberta; para as questões fechadas são colocadas 3 opções para marcar: atende, atende com restrição e não atende; já a questão aberta se refere aos pontos fracos e pontos fortes da empresa.

## 2 Abordagem Teórica

Esta seção apresenta uma breve fundamentação de técnicas de análise multivariada que foram utilizadas no desenvolvimento deste estudo. As técnicas utilizadas foram, Análise de Componentes Principais – PCA e Análise de Agrupamento Hierárquico – HCA. As técnicas de análise multivariadas de caráter exploratório (PCA e HCA) são bastante empregadas nas áreas como Bioquímica, Química, Biomedicina, Biologia, Farmacêutica, nas mais diversas aplicações, como, interação de antibiótico e DNA, análise de similaridade de componentes químicos, análise de padrão de comportamento de animais aquáticos, entre outros. O propósito do artigo é adaptar o uso das técnicas para área de engenharia de produção, especificamente gestão de processo.

### 2.1 Análise Multivariada

Técnicas estatísticas multivariadas estão sendo amplamente aplicadas na Indústria [7]. De forma geral a análise multivariada pode ser definida como uma forma estatística de análise de dados através de análise simultânea dos mesmos, levando em conta suas características e analisando se existe relacionamento entre os indivíduos ou objeto de interesse em relação à correlação entre diferentes variáveis [8]. Desta forma qualquer análise de mais de duas variáveis pode ser considerada como análise multivariada [7-8]. A técnica estatística multivariada permite a análise de aglomerados onde o pesquisador busca estruturar dados para entender o fenômeno observado [9].

#### 2.1.1 Análise de Componentes Principais – PCA

Podemos também chamá-la de análise dos fatores comuns, pois a técnica consiste em analisar a inter-relação entre um grande número de fatores comuns, entre as amostras e suas variáveis, baseado nas dimensões inerentes comuns (fatores ou componentes principais). O objetivo dessa técnica é condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informações [10].

A ferramenta permite visualização clara sobre comportamento do fenômeno de interesse através de plotagem de gráficos com associações entre amostras, variáveis e variâncias. A modelagem matemática da técnica PCA consiste em classificar se entre as variáveis existe dependência, ou seja, combinações lineares dessas variáveis e se existe correlação significativa, ao ponto de expressar o conjunto de dados em poucos fatores. Em linguagem matemática expressa uma matriz  $\mathbf{X}$  como o produto de duas matrizes, os escores  $\mathbf{T}$  e a matriz transposta  $\mathbf{L}$  conforme equação 1.1.

Nesta técnica cada nova componente passa a não apresentar correlações com as demais, o que tem a vantagem de eliminar a multicolinearidade. Neste artigo a técnica de PCA foi utilizada para verificar padrões de comportamento, os clientes (amostras) e as respectivas perguntas (variáveis).

$$\mathbf{X} = \mathbf{T} * \mathbf{L}^T \quad (1.1)$$

#### 2.1.2 Análise de Agrupamento Hierárquico – HCA

Segundo Manly [10], muitos algoritmos têm sido propostos para análise de agrupamento. Neste artigo foi aplicada a técnica hierárquica que produz um dendrograma como forma gráfica de apresentação da aglomeração dos indivíduos ou objetos.

A Análise de Agrupamento Hierárquico é uma técnica analítica para desenvolver subgrupos significativos de indivíduos ou objetos. Especificamente o objetivo da técnica é classificar os

indivíduos ou objetos em um pequeno número de grupos mutuamente excludentes, com base na similaridade entre eles. O algoritmo utilizando pela técnica consiste em calcular a distância euclidiana através dos dados das variáveis de interesse; a distância euclidiana é o estudo das relações entre ângulos e distâncias no espaço e provém da aplicação repetida da teoria de Pitágoras. A equação 1.2 apresenta como é realizado o cálculo da distância euclidiana. Ao aplicar os cálculos das distâncias a técnica inicia a configuração hierárquica do conjunto de interesse. Grupos são então formados por um processo de aglomeração ou divisão. A técnica de HCA foi utilizada para verificar o grau de similaridade dos clientes (amostras).

$$d_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{1/2} \quad (1.2)$$

**Onde:**

**d<sub>ij</sub>**= distância geométrica entre dois objetos no plano multidimensional

**x<sub>i</sub>** = objeto i

**x<sub>j</sub>** = objeto j-ésimo

**3 Metodologia**

O método empregado no artigo foi classificado como, exploratório-descritivo, pois estuda a prática atualmente adotada pela empresa no processo de análise da satisfação dos clientes buscando propor melhorias. Também foi classificado como estudo de caso, pois se verificou um comportamento através de observações sistematizadas por meio do uso de software. Para Gil [11], na pesquisa de estudo de caso relacionado a um fenômeno ou assunto pouco explorado, pode ser classificada como exploratória – descritiva.

Para Rodrigues & Sellitto [9], pode-se realizar estudos de aglomerados em seis etapas: 1ª - formular o problema, 2ª - escolher a medida de similaridade, 3ª - escolher o processo de aglomeração, 4ª - escolher o número de aglomerados, 5ª - aglomerar e 6ª - avaliar a validade da aglomeração. As seis etapas propostas por Rodrigues & Sellitto [9] foram seguidas no desenvolvimento do trabalho de pesquisa. Os dados foram auto-escalados (diferentes ordens de grandeza). Para a obtenção do dendograma foram utilizadas a distância Euclidiana e o método de conexão incremental.

**3.1 Questionário e adaptação dos dados**

Durante o segundo semestre do ano de 2010, a Empresa enviou 30 questionários, onde foi obtido um retorno de 27 destes, representando, portanto 90% de respostas enviadas. Os 27 questionários serviram como dados para a realização das análises exploratórias com técnicas estatísticas. Os dados foram

disponibilizados pela Empresa, os nomes dos clientes foram substituídos por “codinomes” cliente 1, cliente 2 até o último cliente.

Foi utilizado o software Pirouette versão 3.11 [12] para tratamento dos dados. Ao imputar os dados no software, foi criada uma matriz 27X16, sendo 27 amostras (clientes) e 16 variáveis (13 perguntas, 1 ponto fraco, 1 ponto forte, 1 pontuação geral). Ao imputar os dados no software, foi necessário transformar as marcações dos clientes sobre cada pergunta em números; foram estipuladas pontuações de (-1) até (1) conforme demonstrado na Tabela 1. O questionário é utilizado pela empresa há mais de 10 anos, segundo informações coletadas na entrevista. No anexo 1 é apresentado um modelo de questionário.

O modelo proposto consiste em analisar os dados através de ferramenta computacional que permite realizar análise estatística multivariada, analisar os dados com vistas a verificar a similaridade entre as respostas dos clientes e simular um cenário ótimo, ou seja, simular respostas com avaliação máxima e incluir nos dados, respostas reais para verificar qual (is) cliente (s) apontam como satisfação plena e qual (is) apontam como insatisfeito.

**Tabela 1** - critério para variáveis – pontuação

ATENDE	ATENDE COM RESTRINÇÕES	NÃO ATENDE	* PONTOS FRACOS	*PONTOS FORTES
1	0	-1	-1	1

\*a cada ponto fraco apontado foi somado (-1),

\*a cada ponto forte apontado foi somado (+1)

**4 Resultados**

Nesta sessão, apresenta-se os resultados e discussões sobre a pesquisa aplicada sobre as respostas do questionário de avaliação da satisfação dos clientes.

**4.1 Análise do comportamento dos clientes**

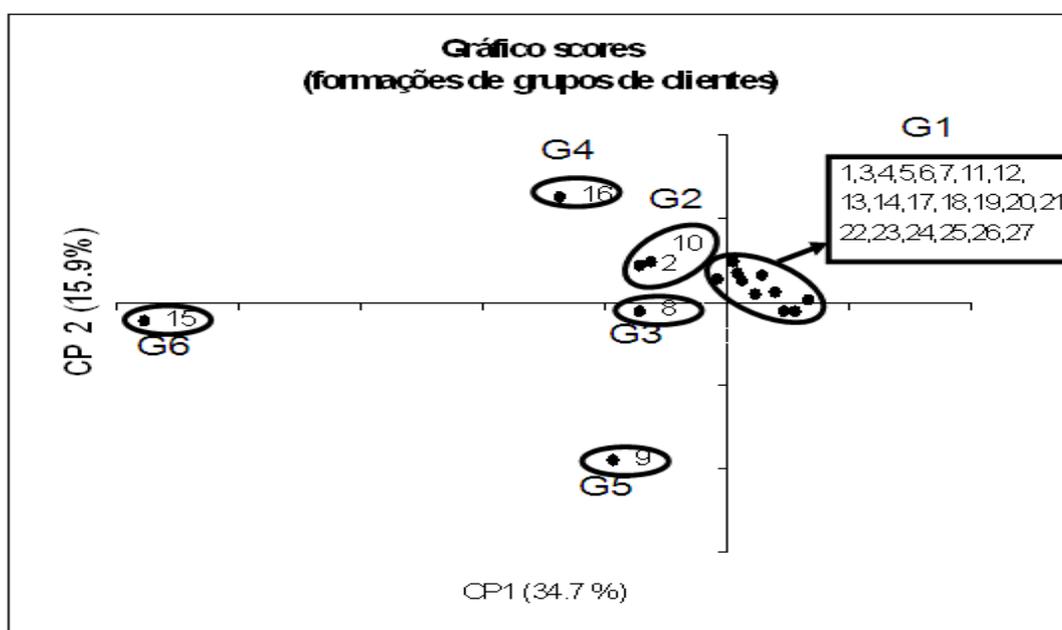
Os dados retirados dos questionários respondidos referente à avaliação da satisfação dos clientes foram processados no software Pirouette, onde foi aplicada a técnica PCA para verificar quais os Componentes Principais que melhor representaram os dados e sua respectiva percentagem de variância. A tabela 2 demonstra que as 6 primeiras Componentes Principais representam 85,60% da totalidade da informação contida nos dados. Porém, para facilitar a interpretação, as análises foram focadas nas 2 primeiras Componentes Principais que representam 50,90% da informação estudada. Através da análise dos escores para as duas primeiras PCs, os clientes foram divididos em 6 grupos, representados conforme Tabela 3. A figura 1 representa graficamente a separação destes grupos. A partir da separação dos grupos, iniciamos a análise para verificar quais foram os motivos que levaram a esta distribuição gráfica dos clientes. Usamos para tanto um recurso que o software disponibiliza que é a seleção do grupo e verificação simultânea

nos dados primários associado à análise dos *loadings* (pesos), ou seja, o gráfico correspondente às variáveis (perguntas) conforme figura 2.

A tabela 2 representa a variância considerando a similaridade dos dados entre as pontuações atribuídas ao imputar os dados no software; as CP1 e CP2 representaram aproximadamente 50,0% da informação dos dados, para uma pesquisa onde as variáveis para análise são bastante adversas, como influência do respondente do questionário, tipos de exigência diferentes, ética comercial, conflito de interesse, entre outras; considera-se o valor de 50,0% significativo para análise realizada.

**Tabela 2:** Resultados da variância obtida pela PCA.

CP's	Variância (%)	Variância Acumulada (%)
CP1	34,7	34,7
CP2	15,9	50,9
CP3	10,0	60,9
CP4	10,0	70,6
CP5	8,0	78,6
CP6	7,0	85,6



**Figura 1**– Gráfico dos escores PC1xPC2 demonstrando semelhança entre alguns clientes.

A figura 1 apresenta a distribuição gráfica dos resultados dos dados imputados no software, onde se constata um grande grupo de clientes (G1) se destacando dos demais, bem como o cliente G6 destacado de todo o grupo de clientes.

Na tabela 3 são listados os grupos de clientes representados na figura 1. Pode-se constatar o grande número de clientes contidos no grupo G1.

A seguir apresenta-se a figura 2 (gráfico de pesos) onde está apresentada a contribuição de cada uma das perguntas na distribuição dos clientes.

A figura 2 representa o agrupamento de perguntas, demonstrando semelhança entre as respostas de algumas perguntas e indicando que as pontuações (ponto forte) e (pontuação) contribuíram para a distribuição dos clientes no gráfico da figura 1.

Na sequência é apresentado na figura 3 o dendrograma resultante da HCA, onde se pode observar a similaridade entre as respostas dos clientes.

**Tabela 3:** Distribuição dos clientes em grupos.

Grupos de clientes	Cientes
G1	(1,3,4,5,6,7) (11, 12,13, 14) (17,18,19,20,21,22,23,24 e 27)
G2	2,10
G3	8
G4	16
G5	9
G6	15

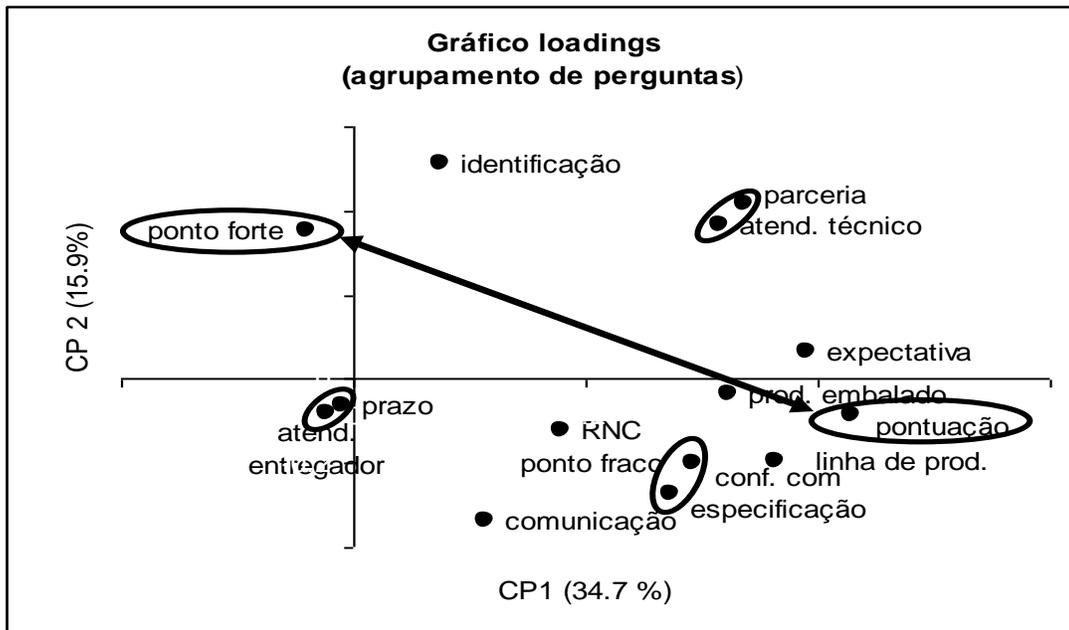


Figura 2 – Gráfico dos pesos PC1xPC2 relativo às perguntas na distribuição dos clientes.

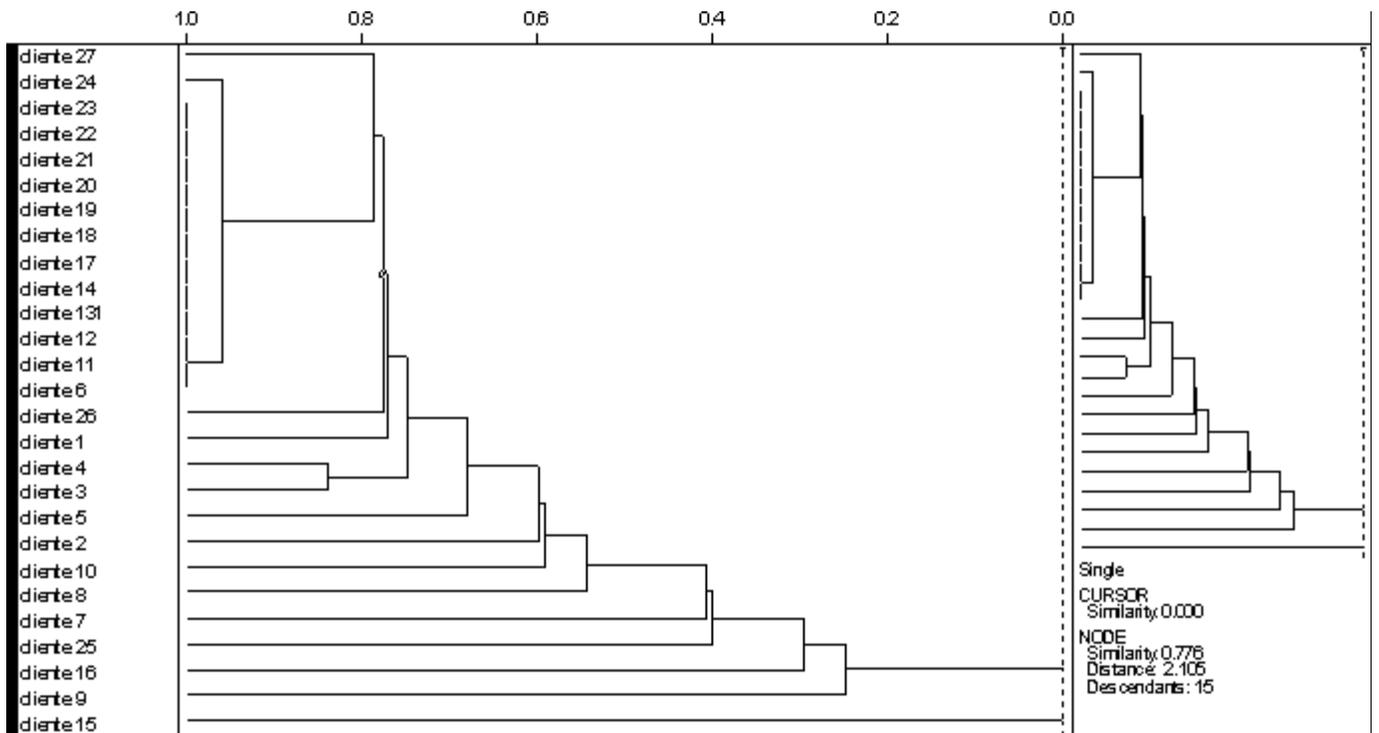


Figura 3 – Dendrograma para analisar maior porcentagem de similaridade entre Clientes – eixo y representa os clientes, o eixo x representa o grau de similaridade entre os clientes.

A partir da análise feita da figura 3, a tabela 4 apresenta as porcentagens de similaridade entre grupos de clientes.

**Tabela 4:** Valores de similaridades para os grupos formados.

Clientes	Similaridade (%)
2,10	60
(1,3,4,5,6)	
(11, 12,13, 14)	77
(17,18,19,20,21,22,23,24 e 27)	
19,20,21,22,23,24,27	78
6,11,12,13,14,17,18,19,20,21,22,23	100

#### 4.2 Simulação de cenário ótimo

O objetivo da simulação de um cenário ótimo é analisar qual (is) cliente (s) estão mais satisfeitos e quais não estão satisfeitos através da análise do PCA com a inclusão dos dados (os mesmos do questionário, com notas máximas de satisfação) simulados juntos com os dados reais (retirados das respostas reais dos questionários respondidos pelos clientes). A figura 4 apresenta o gráfico de escores para análise da distribuição dos clientes com dados fictícios.

A seguir apresenta-se a figura 5 com gráfico de pesos para análise da distribuição dos clientes com dados fictícios.

Analisando os gráfico de escores das figuras 1 e 4, pode-se concluir que não houve mudança ao incluir clientes fictícios com respostas favoráveis (ótimas), já nos gráficos de pesos das figuras 2 e 5, observa-se mudança no padrão de distribuição das perguntas; a pergunta ponto forte se deslocou para o grande grupo a pergunta prazo de entrega ficou no mesmo local, porém, no gráfico 5, esta pergunta ficou com maior peso no 1º quadrante do gráfico.

Pode-se concluir que para se obter um desempenho considerado ótimo a empresa deve possuir como ponto forte o prazo de entrega.

#### 4.3 Análise das formações dos grupos.

A partir das figuras 1, 2, 4 e 5 pode-se atribuir a formação dos grupos conforme descrição a seguir:

**Grupo 1:** Pode-se concluir a partir da análise do gráfico da figura 4, que os clientes do agrupamento maior estão próximos ao desempenho ótimo almejado pela Alta Direção.

**Grupo 2:** O comportamento dos clientes 2 e 10 são semelhantes, ambos apontaram o RNC como não atende.

**Grupo 3:** O cliente 8 apontou o atendimento técnico como deficiente e apontou 2 pontos fracos.

**Grupo 4:** Os motivos que levaram o cliente 16 a se afastar dos demais clientes foram o fato de informar 1 ponto fraco, 3 respostas apontadas como atende com restrição e pontuação geral de 87,9%.

**Grupo 5:** Já o cliente 9 apontou o atendimento técnico como deficiente.

**Grupo 6:** Os motivos que levaram o cliente 15 a se afastar dos demais clientes foram o apontamento de 3 pontos fracos, 7 respostas apontadas como atende com restrição e pontuação de 75%.

#### 4.4 Avaliando a imagem das unidades

A partir do dendograma da figura 3, verificou-se a imagem das unidades fabris da Empresa perante os clientes; usou-se, para tanto, um recurso que o software disponibiliza, que é a seleção do grupo e verificação simultânea nos dados primários; tal recurso permite que seja identificada qual unidade atende um dado cliente. Verificamos que o grupo com similaridade maior ou igual a 77% é oriundo das três unidades, a tabela 5 demonstra tal afirmação. Com isso conclui-se que a imagem das unidades é vista de forma uniforme para a maioria dos clientes. Segundo o Assessor Corporativo de Qualidade Assegurada, tal resultado vai ao encontro de uma das diretrizes da Alta Direção.

A tabela 5 apresenta os cliente distribuídos por unidade fabril, o que indica que o grupo com similaridade maior, igual a 77% é atendido pelas três unidades fabris da Empresa e possui resultados similares na avaliação da satisfação de clientes, ou seja, a imagem da empresa é a mesma perante os clientes, independente da unidade que os atendam.

**Tabela 5:** Distribuição de clientes X Unidades

Unidades	Clientes
FILIAL 1	6,11,12,13,14,20,21,24,26
FILIAL 2	17,18,19,23,27
MATRIZ	1,22

#### 4.5 Análise das perguntas do questionário

A partir da figura 2, pode-se verificar correlação entre algumas perguntas conforme descrições a seguir:

Considerando o agrupamento das variáveis e considerando-se prazo e atendimento da entrega, pode-se acreditar que o cliente associa o pronto atendimento dos pedidos à qualidade da entrega dos mesmos. Considerando o agrupamento das variáveis, ponto fraco e conformidade com as especificações, pode-se concluir que uma das deficiências da empresa é referente às especificações. Considerando o agrupamento das variáveis parceria e atendimento técnico, pode-se concluir que os clientes associam o serviço de assistência técnica prestado pela empresa com sentimento de parceria.

Analisou-se o gráfico da figura 5, onde se concluiu que mesmo com a adição de clientes fictícios, a correlação entre as perguntas, prazo e atendimento do entregar e, parceria e atendimento técnico, continuaram a apresentar similaridade significativa.

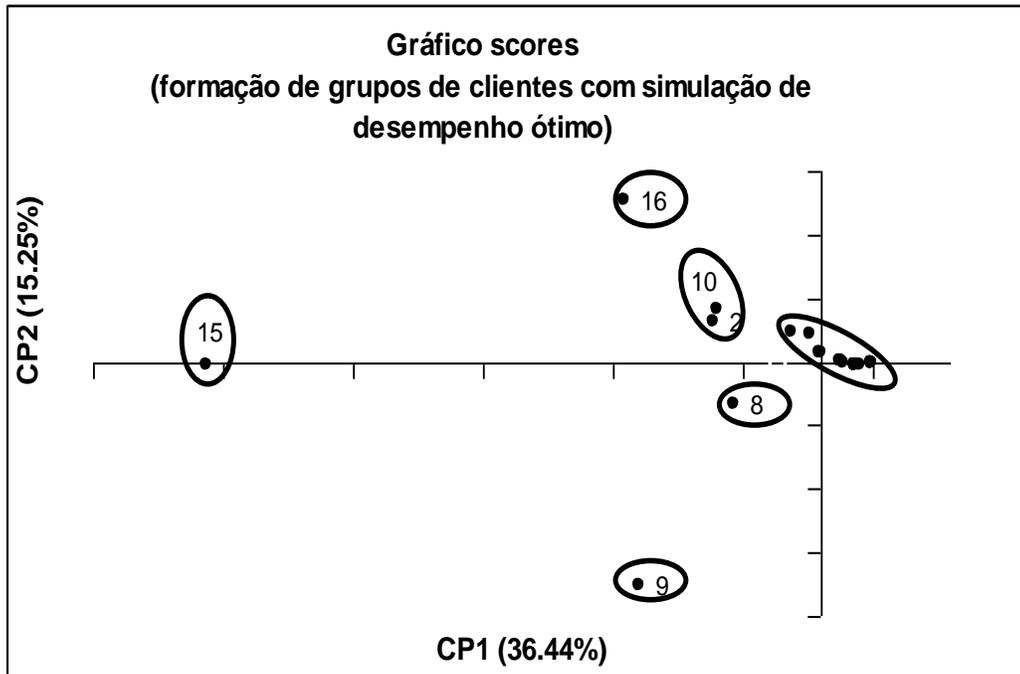


Figura 4 – Gráfico escores PC1xPC2 incluindo clientes fictícios com desempenho ótimo demonstrando semelhança entre alguns clientes.

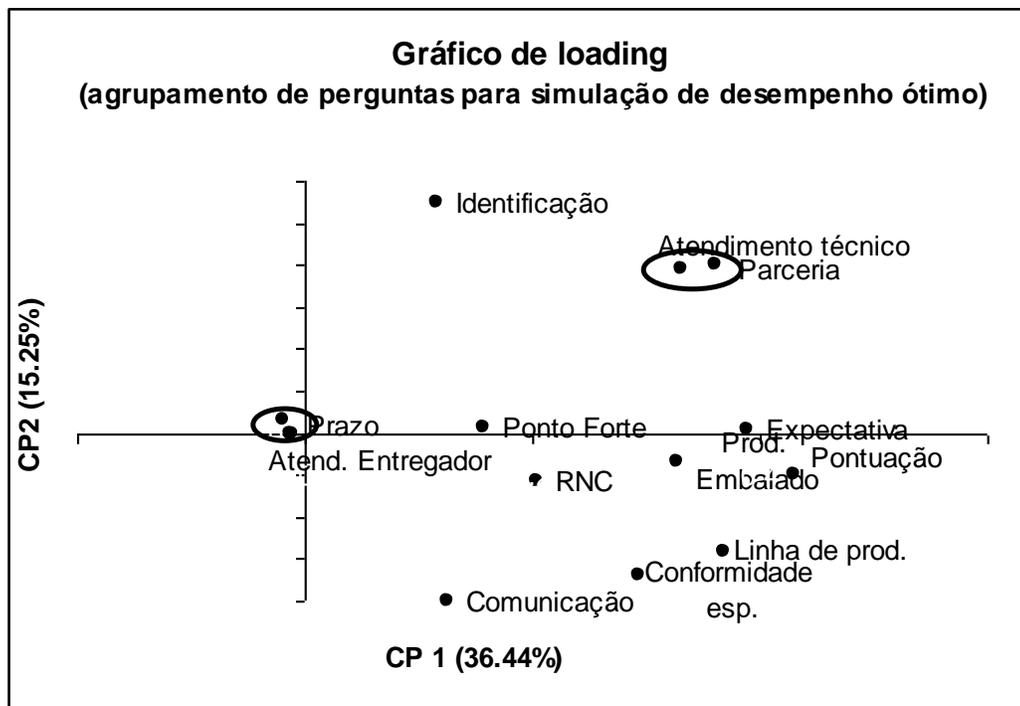


Figura 5 – Gráfico dos pesos PC1xPC2 incluindo clientes com desempenho ótimo (fictício).

## 5 Discussões

Com base nos resultados apresentados, pode-se atribuir ações estratégicas específicas e iguais para os clientes (1, 3, 4, 5, 6), (11, 12, 13, 14) e (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 27) com porcentagem de similaridade de 77%, 78% e 100% respectivamente, aos demais clientes é sugerida uma atenção especial pois não possuem comportamento padrão.

Quanto à cadeia de valor, neste contexto, denominamos como sendo *cadeia de valor intangível*, é compreendida como sendo a utilização de recursos, como mão-de-obra e financeiro, empregados em atividades que gerarão lucro a médio ou longo prazo, sem desperdício de tempo e de forma eficaz. Portanto, o mapeamento da cadeia de valor, para este processo de avaliação da satisfação dos Clientes, deu-se a partir da avaliação dos gráficos de escores e pesos da PCA e do Dendrograma (HCA), onde observou-se agrupamentos de clientes e suas particularidades; num segundo momento, ao incluir clientes fictícios para simular um desempenho ótimo, pode-se verificar que a maior parte dos Clientes estão próximos ao desempenho ótimo. Com essa constatação pode-se direcionar ações estratégicas apenas para os clientes com comportamento distintos do grande grupo.

As variáveis, prazo, quantidade entregue e atendimento de vendas foram automaticamente excluídos pelo software, pois apresentaram o mesmo valor (1), sendo assim, sem valor estatístico representativo para análise, mostrando que tais perguntas poderiam ser reformuladas ou trocadas por outras perguntas. Considerando, desta forma, que a empresa evoluiu para estes critérios, na opinião de todos os clientes analisados. Uma atenção especial deve ser dada às variáveis parceria e atendimento técnico, pode-se concluir que os clientes associam o serviço de assistência técnica prestado pela empresa como sentimento de parceria. A Empresa, por sua vez, pode intensificar os serviços pós-vendas para fortalecer ainda mais as relações com os clientes.

## 6 Conclusão

O modelo apresentado pelo artigo permite que a empresa futuramente desenvolva estratégias de atuação sobre os clientes de forma mais planejada, por exemplo, elaborar questionários personalizados para os clientes com grau de similaridade significativo, bem como desenvolver esquemas de distribuição e direcionar foco de atuação de *stakeholders* do processo junto aos clientes.

Em uma visão mais ampla, o modelo pode ser empregado como um módulo otimizado nos Software de Gestão Empresarial e/ou de Negócios. Pode se concluir que o modelo pode promover inovação no processo de avaliação da satisfação dos clientes. A seguir apresentam-se algumas sugestões de estratégias que poderão ser empregadas a partir das conclusões do trabalho de pesquisa.

### *Clientes 15 e 16:*

Tais clientes necessitam de maior atenção por parte da empresa; pode-se aplicar acompanhamento de *stakeholders* de processo, a fim de acompanhar o processo de manufatura desde os fornecedores de insumos até a entrega do produto, bem como avaliação da aceitação pelo mercado consumidor final.

### *Clientes 2 e 10:*

Ambos os clientes apontaram o retorno das não conformidades como não atende; deve-se estudar a sistemática empregada no sistema de qualidade adotada pelo cliente a fim de estreitar as práticas de tratamento de não conformidade ao ponto da satisfação do cliente.

### *Clientes 8 e 9:*

Ambos apontaram o Atendimento do Assistente Técnico como deficiente. Conforme foi identificado pelo gráfico de pesos, figura 2, os clientes associam a prestação de serviço pós-vendas como forma de parceria. A Empresa deve intensificar as visitas preventivas aos clientes em questão.

### *Demais Clientes (grupo maior – G1)*

Para os demais clientes, onde apresentaram 77% de similaridade apontados pelo dendrograma, sugere-se a utilização do mesmo questionário de satisfação e, para os clientes 2, 8, 9, 10, 15 e 16, sugere-se a utilização de questionários personalizados para a próxima avaliação da satisfação.

Enquanto contribuição científica, acredita-se que o estudo realizado contribuiu, no sentido de adaptação do uso de técnicas usualmente utilizada na área química e ciências biológicas, para a área da engenharia de produção.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao FAP-UNISC e à empresa parceira nesta pesquisa.

---

## MODEL APPLICATION MULTIVARIATE ANALYSIS OF STATISTICAL TECHNIQUES PCA AND HCA ASSESSMENT QUESTIONNAIRE ON CUSTOMER SATISFACTION: CASE STUDY IN A METALLURGICAL COMPANY OF METAL CONTAINERS.

**ABSTRACT:** The purpose of this research is to improve the practice on customer satisfaction analysis. The article presents an analysis model to analyze the answers of a customer satisfaction evaluation in a systematic way with the aid of multivariate statistical techniques, specifically, exploratory analysis with PCA – Partial Components Analysis with HCA – Hierarchical Cluster Analysis. It was tried to evaluate the applicability of the model to be used by the issue company as a tool to assist itself on identifying the value chain perceived by the

customer when applied the questionnaire of customer satisfaction. It was found with the assistance of multivariate statistical analysis that it was observed similar behavior among customers. It also allowed the company to conduct reviews on questions of the questionnaires, using analysis of the degree of correlation between the questions that was not a company's practice before this research.

**Keywords:** *Innovation, Value Chain, Process, HCA, PCA, Analysis of Customer Satisfaction.*

---

## Referências

- [1] OLIVEIRA V.; CAVENAGHI V.; MÁSCULO. F.; Tópicos Emergentes e Desafios Metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, Experiências e Proposições; p. 56 – 257; v.2; Rio de Janeiro: Abepro, 2009.
- [2] BERTALANFFY, L VON; Teoria Geral dos Sistemas; p. 52 – 63; Petrópolis: Vozes, 1973.
- [3] VIEIRA, J. A. Revista Filosofia, v.14, n.14, p. 55-61, 2002.
- [4] RESENDE, S. R; OLIVEIRA, A. C.C; CABRAL, A. S.; LEITE, M. S. A., OLIVEIRA, J. B.; A Cadeia de Valor e a Gestão de Custos como Ferramentas para Sustentabilidade das organizações; Rio de Janeiro: XXVIII ENEGEP, 2008.
- [5] SILVA, C. L.; KOPITKE, B. H., Revista FAE, v.5, n.1, p. 43 – 59, 2002.
- [6] SELLITTO, M. A.; RIBEIRO, J. L. D.; Gest. Prod. vol.11, nº 1, p.75-90; 2004.
- [7] HAIR, JOSEPH F.; TATHAM, RONALD L.; ANDERSON, ROLPH E.; BLACK, WILLIAM et al. tradução, Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chave Neto, Análise Multivariada de Dados, pp. 25 – 33, 5ª ed. - Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [8] GIL M. V.; CALVO L. F.; BLANCO D.; SÁNCHEZ M. E. Bioresource Technology 99, 5763–5772.2007.
- [9] RODRIGUES D. M.; SELLITTO, M. A.; Produção, v.19, n.1, p 55-69, 2009.
- [10] MANLY, BRAYAN F, J, Métodos Estatísticos Multivariados – Uma Introdução, pp. 71- 104, 139 – 155, 3ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [11] GIL, A. C. Como elaborar Projetos de pesquisa, São Paulo Atlas 1991.
- [12] PIROUETT 3.11, Multivariate Data Analysis for IBM PS Systems, Infometrix, Seattle, WA, USA. version 3.11, 1997.