

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**ESCOLA DE ENGENHARIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MANOEL MENDONÇA SILVEIRA**

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE ANÁLISE  
ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO  
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Porto Alegre

2010

Manoel Mendonça Silveira

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO  
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas da Qualidade.

Orientador: Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.

Porto Alegre

2010

MANOEL MENDONÇA SILVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO  
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Profa. Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.**  
Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dr.**  
Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Danilo Marcondes Filho, Dr. (DEST / UFRGS)

Istefani Carísio de Paula, Dra. (PPGEP / UFRGS)

Jandyra Maria Guimarães Fachel, Dra. (DEST / UFRGS)

## Dedicatória

A minha esposa Marisol e a minha filha Omayra  
pelo amor, compreensão e apoio redobrado  
durante o período de elaboração deste estudo.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Márcia Elisa Soares Echeveste pela orientação, pelo incentivo, apoio e ensinamentos durante este curso.

À Professora Istefani Carísio de Paula pelos ensinamentos e pelo exemplo de profissionalismo.

À Professora Jandyra Maria Guimarães Fachel pela compreensão e ensinamento que foram muito além do conhecimento acadêmico.

Aos colegas Diego Fettermann, pelas leituras e pelas sugestões apresentadas que muito contribuíram para este trabalho, João Aguiar, Vera Martins e Patrícia Magnago pela companhia e presença nas horas decisivas.

A todos os funcionários, professores e colegas do PPGEP.

À Direção e aos colegas do Instituto de Matemática.

Aos meus pais, Paulo e Bernardina, meu eterno agradecimento.

## RESUMO

No processo de desenvolvimento de novos produtos e serviços, o entendimento de quais demandas são exigidas pelo mercado conduz ao desenvolvimento de projetos com melhores soluções aos clientes. Na busca deste entendimento, técnicas estatísticas multivariadas são utilizadas como suporte para identificar e valorar os requisitos derivados destas demandas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem para aplicação de técnicas estatísticas multivariadas no processo de desenvolvimento de novos produtos (PDP). Estas técnicas podem auxiliar as empresas no gerenciamento de requisitos, contribuindo para: (i) coletar e organizar os requisitos do produto; (ii) identificar os requisitos considerados como mais relevantes; (iii) identificar os segmentos de mercado baseado nas características valoradas pelo público-alvo; (iv) verificar associações entre requisitos de um produto e determinadas características do público-alvo. Este trabalho apresenta um exemplo de aplicação contemplando o uso combinado de técnicas estatísticas tais como o método CHAID (*Chi-squared Automatic Interaction Detector*), análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência. A demonstração do emprego destas técnicas é realizada no desenvolvimento de um novo produto de limpeza doméstica produzido com características de sustentabilidade.

Palavras-chave: estatísticas multivariadas, pesquisa de mercado, PDP

## ABSTRACT

The deep understanding of market's requirements, during the manufacturing of new products and/or services, leads to the creation of products of better configuration attend customers' necessities. Multivariable analysis techniques can be employed to help identifying such consumer preferences. Therefore, the aim of this study is to illustrate an approach to the employment of multivariate statistical procedures on the development of new products (DNP). These techniques can assist companies in managing products' requirements by helping them to: (i) assemble and categorize products' requirements; (ii) identify those requirements considered more relevant among all; (iii) identify market sectors based on the aspects most valuable to consumers; (iv) check on associations between one given product and certain features of general customers. The present work illustrates the combined use of statistical techniques such as the CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector), factorial analysis, conjoint analysis and correspondence analysis. The successful application of these techniques is exemplified with the development of a new domestic cleaning environmental-friendly product.

**Key-words:** multivariate statistics, market research, products design and development

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
CHAID	Chi-squared Automatic Interaction Detector
SSCs	Sistemas, Subsistemas e Componentes
PSS	Product Service System
SPSD	Sustainable Product and Service Development
EMD	Escala Multidimensional
ID	Iterative Dichotomiser
C&RT	Árvore de Classificação e Regressão
QUEST	Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree
AID	Automatic Interaction Detection

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1 - Modelo DP.....	18
Figura 2 - Atividade de identificação dos requisitos do produto no projeto informacional.....	22
Figura 3 – Escopo de desenvolvimento do trabalho.....	28
Figura 4 – Escopo dos artigos.....	29
<b>ARTIGO 1: ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA EM PESQUISA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO</b>	
Figura 5 - Escopo da metodologia de pesquisa .....	36
Figura 6 - Frequência de cenários na 1º preferência.....	47
Figura 7 - Utilidades por atributo .....	49
Figura 8 - Utilidade dos atributos por sexo .....	50
Figura 9 - Utilidade dos atributos por faixa etária.....	50
Figura 10 - Representação gráfica da associação faixa etária e atributos .....	51
<b>ARTIGO 2: UTILIZAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO (CHAID) PARA ALINHAMENTO DE ATRIBUTOS NO DESENVOLVIMENTO DE NOVO PRODUTO</b>	
Figura 11 - Exemplo de desdobramento da informação.....	74
Figura 12 – Cenários com maior preferência entre os entrevistados.....	76
Figura 13 - Representação do diagrama CHAID.....	77
Figura 14 - Representação gráfica do ganho .....	80

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. TEMA E OBJETIVO .....	14
3. JUSTIFICATIVA.....	15
4. MÉTODO DE PESQUISA .....	16
5. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	17
6. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	27
CAPÍTULO 2 .....	31
ARTIGO 1 .....	31
Estratégias de Análise Estatística Multivariada em Pesquisa para Desenvolvimento de um Novo Produto .....	31
ARTIGO 2: .....	57
Utilização de árvores de Decisão (CHAID) para Alinhamento de Atributos no Desenvolvimento de Novo Produto.....	57
CAPÍTULO 3 .....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
REFERÊNCIAS .....	90
APÊNDICE A – Questionário sobre aquisição, uso e descarte de produto sustentável.....	93
APÊNDICE B – Questionário com cenários apresentados na pesquisa de preferência .....	95

## **CAPÍTULO 1**

### **1. INTRODUÇÃO**

O entendimento do mercado pode trazer uma vantagem competitiva para diferenciar e destacar uma empresa sobre as demais no desenvolvimento de novos produtos e serviços. Entende-se por mercado todos os segmentos que participam e influenciam o relacionamento comercial: os consumidores, os concorrentes e os fornecedores. O conhecimento do mercado pode ser vantajoso se obtido nas fases iniciais do desenvolvimento de um novo produto ou serviço. Este conhecimento, em geral, é obtido por meio de pesquisas de mercado qualitativas ou quantitativas. As informações e dados provenientes destas pesquisas são essenciais para o sucesso do produto e também auxiliam na busca pela eficiência e eficácia das atividades das fases iniciais de desenvolvimento de produto ou serviço (MALHOTRA, 2001; BUSS, 2008).

A pesquisa de mercado tem participação fundamental no desenvolvimento de um produto, no lançamento e em projetos de melhoria, auxiliando na identificação da percepção e satisfação do cliente. Compreender e buscar atender a satisfação dos clientes é fundamental para que uma empresa oriente suas ações e decisões de melhoria. Satisfação é a sensação de prazer ou desapontamento resultante da comparação entre o desempenho (ou resultado) percebido de um produto e as expectativas do comprador (KOTLER e KELLER, 2006). O levantamento de informações sobre o cliente possibilita agregar requisitos ao produto que possam elevar o nível declarado de satisfação do cliente.

A utilização correta das técnicas de pesquisa de mercado auxilia na tarefa de dimensionar um grande número de variáveis envolvidas. Aplicada no desenvolvimento de produtos serve como mecanismo de captação das necessidades dos clientes, monitoramento de seus hábitos e atitudes, avaliação de conceitos, protótipos e produtos (POLIGANNO e DRUMOND, 2001). Trabalhos como o de Lehmann (1988) e Dolan (1993) têm elucidado a importância da aplicação de técnicas de pesquisa de mercado no desenvolvimento de produtos sendo que vários estudos afirmam que um dos principais fatores de sucesso de novos produtos é uma profunda compreensão do mercado (GRIFFIN, 1993; URBAN e HAUSER, 1980; COOPER, 1994, 2005; GRIFFIN, 2005).

Conforme mencionado, a fase inicial de desenvolvimento de um produto é a mais crítica para a configuração de produtos de sucesso, uma vez que é nesta fase que as necessidades dos clientes são identificadas e traduzidas em forma de requisitos que esse cliente, por hipótese, desejará ver agregados ao produto (BUSS e CUNHA, 2001). Contudo, a identificação correta dos requisitos e a valoração destes pode não ser uma tarefa fácil. É preciso levantar as necessidades dos clientes em todas as fases do ciclo de vida do produto atribuindo prioridades. Na literatura sobre desenvolvimento de produto, autores como, por exemplo, Crawford e Benedetto (2003), Urban e Hauser (1980), Kotler (1998); Ulrich e Eppinger (2000) propõem o uso de técnicas estatísticas para balizar escolhas e estimar o valor dos requisitos em produtos ou serviços.

Desta forma, técnicas estatísticas são utilizadas como suporte na análise e priorização de requisitos do produto. Contudo, a utilização destas técnicas alinhadas às atividades do processo de desenvolvimento de produto não são suficientemente explicitadas.

Este trabalho visa contribuir com esta questão demonstrando de forma mais detalhada a aplicação de análises estatísticas no contexto de desenvolvimento de um novo produto. Mais especificamente, apresentam-se técnicas estatísticas multivariadas as quais são amplamente utilizadas, segundo autores mencionados anteriormente, em dados de pesquisa de mercado que geralmente envolvem muitas variáveis e deseja-se conhecer a associação entre elas. A Análise Multivariada é uma técnica estatística que processa as informações de modo a simplificar a estrutura dos dados e a sintetizar as informações, quando o número de variáveis envolvidas é muito grande, facilitando o entendimento do relacionamento existente entre as variáveis do processo (FACHEL, 1976). No Processo de Desenvolvimento de Produtos as técnicas estatísticas multivariadas estão bem ajustadas porque o processo envolve muitas variáveis, como por exemplo, configurações de mercado, especificações técnicas e satisfação dos consumidores.

Quanto às abordagens que tratam do desenvolvimento do produto, estas provêm de diferentes áreas interrelacionadas, porém, com focos específicos. As mais significativas são: (i) pesquisas na área da qualidade que focalizam a prevenção e controle de erros no projeto; (ii) trabalhos na engenharia e administração, respectivamente com o foco na tecnologia do produto e de processo de fabricação e na gestão e estratégias; (iii) área de gestão de ciência e

tecnologia, com o foco na inovação tecnológica; (iv) os trabalhos de *marketing*, que focalizam a captação e o atendimento dos desejos do cliente (SILVA, 2002).

Este trabalho se insere na área de conhecimento (iv), descrita por Silva, mais especificamente na captação, tratamento e análise de dados de mercado no atendimento a demandas do cliente. Visando atender as demandas do cliente, a empresa desenvolvedora de produto deve identificar quais os requisitos que esse consumidor mais valoriza no produto. Nesse sentido, a aplicação de pesquisas de mercado é fundamental junto à utilização de técnicas estatísticas que, com seus resultados mais robustos devido a aplicação de testes probabilísticos, podem minimizar custos e tempo além de evitar o desenvolvimento de um produto sem atrativos para o mercado consumidor.

O mercado tem se caracterizado por consumidores com demandas e necessidades cada vez mais específicas. A Gestão de Requisitos tem como objetivo identificar e registrar alterações das necessidades que o produto terá que atender (requisitos do produto), além de orientar a avaliação de impactos destas mudanças nos planos do projeto. Sendo assim, a criação de uma sistemática de gestão de requisitos pode aumentar a eficiência do PDP, uma vez que a qualidade da geração dos requisitos pode acarretar impactos positivos ou negativos sobre o processo de desenvolvimento do produto (MARX, 2009). Um método de gestão de requisitos torna as primeiras fases do PDP mais objetivas, facilitando as etapas posteriores do processo.

Para as empresas disporem de certa vantagem competitiva devem se adaptar às tendências de fragmentação do mercado, na identificação e atendimento a demandas customizadas de cada segmento. Esta adaptação tem sido discutida em temas que abordam desenvolvimento de produtos como, por exemplo, a gestão de requisitos e customização de produtos. A estratégia para utilização da customização é atender os anseios mais específicos de seus clientes oferecendo produtos a custos comparáveis aos produtos não customizados sem precisar alterar seus meios de produção ou aumentar o custo de fabricação (PINE, 1993).

Assim, quanto mais tiverem informações sobre os clientes e o segmento ao qual eles pertencem, maior a possibilidade de terem sua capacidade de individualizar produtos ou serviços. A customização atende um segmento de consumidores que atribui maior valor específico a determinados requisitos presentes no produto. Conforme Kotler e Keller (2006), segmento de mercado é formado por um grande grupo de compradores identificáveis em um

mercado. Os segmentos diferem em seus desejos de acordo com seu poder de compra, localizações geográficas, atitudes ou hábitos de compra. É importante para as empresas definirem segmentos de mercado para se direcionarem com compostos de marketing específicos. Assim, a empresa viabiliza uma vantagem competitiva.

Neste trabalho, após esta introdução, é apresentado o tema e o objetivo, justificativa da pesquisa e um breve contexto teórico no qual alguns conceitos chave são apresentados. A seguir, apresenta-se o método de pesquisa, estrutura de trabalho e o planejamento dos artigos. Na sequência são apresentados dois artigos que abordam a aplicação de técnicas estatísticas nas fases iniciais do PDP. Após, as considerações finais são tecidas.

## **2.TEMA E OBJETIVO**

O tema deste trabalho é técnicas estatísticas aplicadas no processo de desenvolvimento de novos produtos. O uso de técnicas estatísticas, nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto, tem sua aplicação para a prospecção de mercado, segmentação de mercado e gestão dos requisitos como principais práticas. Ainda, em fases posteriores no detalhamento do projeto, têm aplicação na análise dos resultados de experimentos realizados a partir de protótipos virtuais e físicos que permitam a experimentação, a priori, com diferentes configurações de produtos para encontrar a melhor solução.

Considerando o tema citado, o objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem para a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas no desenvolvimento de novos produtos, relacionando técnicas estatísticas multivariadas às atividades do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). A ênfase de aplicação é a fase informacional PDP demonstrada no desenvolvimento de produto sustentável.

Como objetivos específicos, este trabalho contempla:

- apresentar uma estratégia de pesquisa quantitativa que inclua a análise conjunta de atributos para determinar quais as características são mais valorizadas pelos consumidores no desenvolvimento de um produto;
- apresentar o método CHAID (*Chi-square Automatic Identifier Detector*) inserido nas fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produto por meio de uma aplicação prática

para determinar os requisitos de um produto que estão associados a determinados segmentos de consumidores.

Estes objetivos específicos correspondem aos dois artigos, anexados a este trabalho.

### **3. JUSTIFICATIVA**

As fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto são aquelas que apresentam maiores riscos devido às incertezas do mercado, da aceitação do público consumidor, questões legais, tecnológicas e da adequação do produto quanto à sua formatação, entre outros fatores. Normalmente, argumenta-se que as escolhas de alternativas ocorridas no início do ciclo de desenvolvimento são responsáveis por cerca de 85% do custo do produto final (ROZENFELD et al., 2006). Como, nessas fases iniciais, o levantamento de informações sobre o produto costuma ser intenso, pesquisas qualitativas ou quantitativas podem ser importantes para determinar o sucesso do lançamento de um produto (MARX, 2009).

A pesquisa qualitativa abrange um conjunto de métodos e técnicas para compreender a motivação do cliente (AAKER, 2001). Estas motivações podem ajudar a inferir quais ativos e competências são necessários para um produto competitivo. Por sua vez, a pesquisa quantitativa auxilia na identificação do que é importante para o cliente e sua análise é realizada por meio de técnicas estatísticas. Técnicas estatísticas compreendem a coleta e interpretação de dados transformando dados em informações e estas em conhecimento.

A motivação inicial para o desenvolvimento deste trabalho surgiu da necessidade de aplicação teórica e prática na definição de requisitos de um produto a ser desenvolvido com características de sustentabilidade.

As análises descrevem o desenvolvimento real de um produto de limpeza resultante do projeto intitulado “Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis em Ambiente do Product Service System”. Este projeto é coordenado e desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Este trabalho justifica-se pela importância da utilização de técnicas estatísticas associadas à pesquisa de mercado e, também, porque os resultados destas análises auxiliam nas decisões tomadas durante o PDP.

Acredita-se que profissionais de empresas e acadêmicos da área de desenvolvimento de produto possam valer-se desse trabalho como orientação na inserção de técnicas estatísticas na gestão deste processo. O respaldo da utilização de técnicas estatísticas oferece maior robustez na análise de requisitos e tratamento das informações, ampliando o entendimento do mercado. Sem o entendimento claro dos requisitos e o acompanhamento destes durante o PDP, a empresa expõe-se ao risco de desenvolver algo que não atenda as especificidades do mercado o que pode resultar uma visão limitada das possíveis soluções de projeto.

#### **4. MÉTODO DE PESQUISA**

Quanto à natureza, a pesquisa neste trabalho se classifica como aplicada porque gera conhecimento derivado de um caso real de desenvolvimento de produto. A pesquisa aplicada é também uma investigação original realizada para adquirir novos conhecimentos e é dirigida principalmente para uma finalidade específica ou objetivo prático (FRASCATI, 2002). Quanto às variáveis trata-se de uma pesquisa quantitativa que utiliza análise de dados quantitativos por meio de técnicas estatísticas.

Quanto ao método de trabalho, inicialmente foi realizado um estudo sobre princípios referenciais do processo de desenvolvimento de produtos levando em consideração os conceitos e concepções de autores das áreas de desenvolvimento de produto ou marketing. Neste trabalho, adotou-se o modelo de referência para o desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld et al. (2006). Com base neste modelo, foram relacionadas técnicas estatísticas multivariadas e, para cada etapa, investigou-se na literatura quais técnicas estatísticas multivariadas eram recomendadas por diferentes autores do PDP como Crawford e Benedetto (2003), Hurban e Hauser (1980), Kahn (2005), Kotler (2000), Rozenfed et al (2006), Ulrich e Eppinger (2000), Polignano e Drumond (2001) e Rocha e Christensen (1999). Para este trabalho, foram consideradas as etapas pertencentes às fases iniciais até a fase informacional do desenvolvimento do projeto de um produto.

Com base nos objetivos das atividades pertencentes às fases iniciais do PDP passíveis de tratamento de dados, gerou-se um quadro que demonstra os propósitos das atividades alinhados aos objetivos das técnicas estatísticas multivariadas.

A partir desta correspondência, estabeleceu-se uma estratégia de aplicação para o uso combinado de algumas técnicas estatísticas multivariadas no desenvolvimento de um novo produto. Embora esta estratégia possa ser aplicada ao desenvolvimento de qualquer produto manufaturável, este trabalho trata sobre o projeto de desenvolvimento de um produto de limpeza doméstica orientado à sustentabilidade.

Para contemplar os objetivos de entender melhor o mercado, comparar os requisitos entre consumidores autodeclarados eco-orientados ou não, desenvolveu-se o primeiro projeto de pesquisa proveniente deste trabalho publicado no Artigo 1, parte desta dissertação. Neste artigo, demonstra-se a aplicação de técnicas como análise conjunta, análise fatorial e análise de correspondência.

Na sequência, para relacionar os requisitos a diferentes segmentos de mercado no desenvolvimento de limpeza doméstica, desenvolveu-se o segundo projeto de pesquisa, na qual se propôs o uso da técnica CHAID (*Chi-square Automatic Interaction Detector*) gerando o Artigo 2, parte desta dissertação.

## **5. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Este trabalho insere-se num contexto de gestão do processo de desenvolvimento de novos produtos. Para melhor compreensão é necessário, num primeiro momento, delinear e discutir alguns pontos relevantes como as etapas e principais atividades do processo de desenvolvimento de produtos.

### **5.1 Processo de Desenvolvimento de Produto**

O desenvolvimento de produtos é considerado um processo de negócio cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, principalmente com a crescente internacionalização dos mercados, aumento da diversidade e variedade de produtos e redução do ciclo dos produtos no mercado (ROZENFELD et al., 2006). Segundo Lawson (1980), o processo de desenvolvimento de produtos, normalmente, é considerado desordenado e de difícil gestão. Na verdade, o processo contempla uma sequência de atividades muito características, que permitem a identificação de tarefas distintas, como coleta de informações, análise do problema, proposta e desenvolvimento da solução e avaliação do produto gerado.

Para Pahl et al. (2005), a atividade crucial no PDP consiste em um processo de análise e síntese, que passa por etapas de trabalho e de decisão. Processo é uma seqüência de fases que transforma um conjunto de entradas em um conjunto de saídas (ULRICH e EPPINGER, 2000). Diferentes autores propõem modelos de desenvolvimento (seqüência de etapas e forma de gestão deste processo), contudo as etapas diferem na nomenclatura e em algumas atividades desenvolvidas.

Neste trabalho, optou-se por um modelo mais atual publicado em 2006, por pesquisadores brasileiros: o modelo referencial de Rozenfeld e colaboradores. Destaca-se a completude deste modelo, abrangendo mais fases do PDP em relação aos modelos existentes, sendo este um compêndio das melhores práticas dos autores precursores.

O modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) contempla três macro-fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Essas três macro-fases, por sua vez, contam com nove fases, conforme Figura 1.

PRÉ-DESENVOLVIMENTO		DESENVOLVIMENTO					PÓS-DESENVOLVIMENTO	
Planejamento Estratégico do DP	Planejamento do Projeto	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Detalhado	Preparação da Produção	Lançamento do Produto	Acompanhar o Produto	Descontinuar o Produto

Figura 1 - Modelo DP - Rozenfeld et al., 2006

Fonte: Rozenfeld et al., 2006

O objetivo do **Planejamento Estratégico** do PDP é obter um plano contendo o portfólio de produtos da empresa a partir do Planejamento Estratégico da Unidade de Negócios. O resultado é uma lista descrevendo a linha de produtos da empresa e os projetos que serão desenvolvidos de maneira a atingir as metas estratégicas do negócio. Esta fase contém atividades como geração de idéias, identificação dos consumidores, segmentação do mercado e a gestão do portfólio dos projetos de produtos que seleciona e prioriza os projetos a serem desenvolvidos pela empresa.

Nesta fase, ocorre o estudo de oportunidades, através de um acompanhamento do ambiente e a geração de ideias para o desenvolvimento de produtos associados com conceitos de inovação. A identificação da oportunidade para desenvolvimento de um produto está

fortemente relacionada com a atividade de identificar as necessidades dos consumidores (ULRICH e EPPINGER, 2000).

A identificação de oportunidade começa com a definição de mercado (URBAN e HAUSER, 1980) e na busca de soluções no planejamento estratégico. Dickson (1997) propõe algumas formas para a identificação de novas oportunidades: (i) inovações de fornecedores; (ii) ideias de funcionários; (iii) inovações da concorrência; (iv) nova tecnologia proveniente de pesquisa; (v) ideias de consumidores; (vi) inovações de mercados externos; (vii) simplificação de alguma tecnologia já existente. Muitas vezes, uma lenta e gradual reestruturação nas práticas de negócios pode influenciar em estratégias para novos produtos mesmo sem nada de efetivo ainda ter sido feito para isso (CRAWFORD e BENEDETTO, 2003). Assim, uma oportunidade pode começar a ser criada através da análise de demanda por produtos e a coleta de informação sobre os consumidores.

Como, geralmente uma empresa não realiza estudo de viabilidade para um único produto, nesta fase é realizado o estudo do portfólio de produtos da empresa. Portfólio de produtos é o conjunto de produtos que a empresa está desenvolvendo ou que comercializa (ROZENFELD et al., 2006). Todo projeto de produto que uma empresa desenvolve tem um risco inerente associado então, para avaliação do portfólio de produtos são caracterizados três grupos de técnicas: (i) análise do valor comercial esperado, que é a avaliação através de modelos de matemática financeira considerando investimento, retornos e riscos; (ii) modelos baseados em notas, quando é utilizado um conjunto de critérios pré-definidos e baseados em notas para avaliar os projetos; (iii) modelo de gráficos de bolhas, que são gráficos separados em quadrantes onde os eixos, geralmente, representam o retorno financeiro e a probabilidade de sucesso técnico e o raio significa a quantidade de investimento necessário para o projeto.

**O Planejamento do Projeto** é a fase em que se realiza o planejamento macro dos projetos de produtos conforme portfólio. O objetivo desta fase é, entre outros, definir as atividades e sequência, os recursos necessários e avaliar riscos considerando a melhor forma de integrá-las (Rozenfeld et al., 2006) para que o projeto siga em frente com o mínimo de erros.

Os projetos que são aprovados têm seu desenvolvimento em paralelo sendo que a empresa pode desenvolver simultaneamente vários projetos de produtos dependendo da sua capacidade. O portfólio de projetos de uma empresa, em geral, é resultado de um balanceamento entre projetos mais inovadores, projetos incrementais e projetos com pequenas melhorias (ROZENFELD et al., 2006). Assim, para cada projeto inicia-se o desenvolvimento, percorrendo as fases a seguir.

Na fase denominada de **Projeto Informacional** são realizadas algumas atividades como atualizar o Plano do Projeto Informacional, identificar e definir os requisitos dos clientes do produto. Como resultado, esta etapa gera a declaração do escopo do produto, os requisitos dos clientes e do produto e as especificações-meta do produto. Requisitos do produto são características que o produto deve atender segundo os valores-meta, desdobrados a partir dos requisitos do cliente e especificações-meta que são parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto projetado deverá atender.

Na sequência, segue a fase do **Projeto Conceitual** na qual é atualizado o Plano do Projeto Conceitual. Nesta fase é desdobrado funcionalmente o produto e são desenvolvidos princípios de solução e alternativas de solução para as funções do produto. O resultado é a concepção definida do produto.

Na fase do **Projeto Detalhado** são criados e detalhados os SSCs (Sistema, Subsistema e Componentes) que são os elementos (partes) constituintes do produto detalhadas com características, parâmetros de cada parte com as respectivas especificações e tolerâncias. Também é planejado o processo de fabricação e montagem juntamente com um projeto de custos de fabricação. Nesta fase ocorre a homologação do produto.

A **Preparação da Produção do Produto**, na sequência, é a fase que foca o desenvolvimento do processo, planejamento, controle da produção, desenha os processos de logística e relação de entrega de produtos aos clientes e seleciona ou desenvolve ferramentas de apoio. É gerado um lote piloto que busca atender os requisitos dos clientes durante o ciclo de vida do produto. Entre outros resultados, procede-se a otimização dos parâmetros do processo e a certificação do produto.

A fase de **Lançamento do Produto** tem como objetivo a colocação do produto no mercado. O lançamento deve ser planejado e deve contemplar aspectos de marketing como processo de atendimento ao cliente e assistência técnica.

Na terceira e última macro-fase, que é o **Pós-Desenvolvimento**, seguem duas fases que são: **Acompanhar Produto e Processos**, na qual deve ser avaliada a satisfação do cliente e monitorado o desempenho do produto considerando aspectos técnicos, econômicos, de produção e de serviços. Com esse acompanhamento é possível verificar as necessidades de modificações e as oportunidades de melhoria no produto desenvolvido ou **Descontinuar o Produto**. A descontinuidade do produto pode ocorrer considerando dois momentos distintos que são o de encerramento da produção e o de retirada do produto do mercado. Normalmente a empresa para de produzir um produto embora ele ainda permaneça no mercado durante um tempo. Essa meta é temporal para a vida do produto ou de lucratividade que o produto deveria gerar.

No processo de desenvolvimento do produto, a geração e determinação dos requisitos e a interação entre eles relacionam-se às fases denominadas Projeto Informacional e Projeto Conceitual no modelo de Rozenfeld et al. (2006). Como neste trabalho, foi dada a ênfase na fase de projeto informacional, apresentam-se as atividades relativas a esta fase.

A Figura 2 representa as atividades de identificar os requisitos de um produto e a ideia é tratar as necessidades obtidas diretamente com os clientes. As principais atividades do projeto informacional compreendem a identificação dos requisitos dos clientes, a translação destes em requisitos do produto e a definição das especificidades do produto. A atividade de identificação de requisitos do cliente compreende desde a compreensão das necessidades dos clientes em cada fase do ciclo de vida até a valoração dos requisitos do produto.

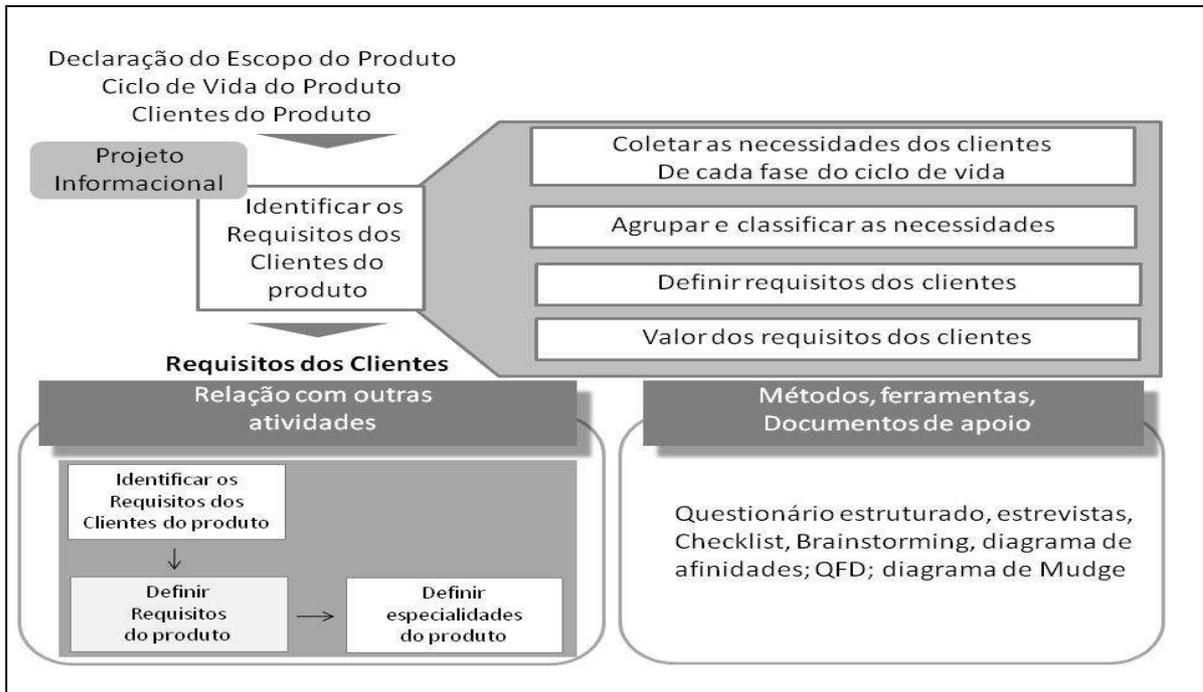


Figura 2 - Atividade de identificação dos requisitos do produto no projeto informacional

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Os requisitos podem estar relacionados a vários fatores como (i) desempenho funcional, que representam os elementos de desempenho que descrevem o comportamento desejado para o produto; (ii) fatores humanos, relacionados com a interface do produto com as pessoas; (iii) propriedades físicas, elétricas, térmicas, mecânicas, químicas e nucleares; (iv) confiabilidade; (v) requisitos do cliente; (vi) ciclo de vida, aborda aspectos das fases pelos quais o produto irá passar (ROZENFELD et al., 2006).

Requisitos são o ponto de partida para o desenvolvimento de um produto de sucesso no mercado, compondo uma das bases de sustentação de um processo dinâmico e associado a muitos riscos.

## 5.2 Técnicas Estatísticas nas Fases Iniciais do PDP

Uma empresa pode investir em diversas possibilidades de solução para novos produtos direcionados para vários mercados e ter que decidir quais produtos desenvolver em determinado período. Para auxiliar a tomada de decisão, análises estatísticas multivariadas podem ser realizadas e seus resultados utilizados como critérios de decisão.

Análise Multivariada refere-se a todo método estatístico que analisa simultaneamente medidas múltiplas sobre cada indivíduo ou sobre o objeto em investigação. Esse tipo de análise dos dados envolve a partição, identificação e medição da variabilidade num conjunto de variáveis, entre as variáveis ou entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (HAIR et al., 1995).

Técnicas estatísticas multivariadas podem ser utilizadas em todas as etapas do PDP que mensuram os níveis de expectativas dos consumidores através de pesquisas de mercado, para evidenciar suas preferências e necessidades. Estas técnicas são capazes de fornecer informações importantes para as empresas sobre quais características são mais valorizadas pelos consumidores e os levariam a aquisição desses produtos.

O Quadro 1 apresenta técnicas estatísticas sugeridas por autores de desenvolvimento de produto e marketing relacionando-as com as atividades do PDP propostas por Rozenfed et al. (2006). A aplicação destas técnicas estatísticas são relevantes para identificação, priorização e análise de *trade-off* dos atributos ou requisitos. Entende-se por análise de *trade-off* como o processo de análise pelo qual o consumidor compara e avalia marcas baseado em seus requisitos ou características (CRAWFORD e BENEDETTO, 2003).

O Quadro 1 é resultado da compilação da literatura investigada pelo autor deste trabalho e se constituiu no primeiro resultado desta pesquisa que será utilizado como base para as publicações derivadas e anexadas a este volume.

Os autores apresentados desenvolvem trabalhos na área de desenvolvimento de produto descrevendo atividades realizadas nas etapas iniciais do PDP ou desenvolveram trabalhos de pesquisa com utilização de técnicas estatísticas. A ideia do Quadro 1 é apresentar de maneira sucinta uma associação entre a técnica estatística sugerida, as etapas e as atividades nas quais as técnicas estatísticas foram inseridas para obtenção de resultados. As macro-fases representadas são as do pré-desenvolvimento e desenvolvimento.

Quadro 1 - Técnicas estatísticas associadas a etapas do PDP

FASE	ETAPA	ATIVIDADE	TÉCNICA	AUTORES	
PRÉ-DESENVOLVIMENTO	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PRODUTO	Revisar segmentação de mercado	Análise Fatorial	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kahn (2005)	
			Análise de <i>Cluster</i>	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kotler (1998); Rocha e Christensen (1999)	
			Análise de Correspondência	Kahn (2005)	
			Análise estatística de dados de Pesquisa de Mercado; Amostragem, estatística descritiva	Kotler (1998); Rozenfeld et al. (2006)	
		Revisar posicionamento de mercado	Mapa Perceptual	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kotler (1998); Kahn (2005); Ulrich e Eppinger (2000); Dolan (1993); Polignano e Drumond (2001)	
			Escala Multidimensional	Crawford e Benedetto (2003); Kahn (2005)	
DESENVOLVIMENTO	PROJETO INFORMACIONAL	Identificar necessidades dos clientes e requisitos do produto	Coletar as necessidades dos clientes	Pesquisa de Mercado	Kotler (1998); Rozenfeld et al. (2006); Polignano e Drumond (2001)
			Agrupar e classificar as necessidades	Análise Fatorial	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kahn (2005); Polignano e Drumond (2001)
				Análise de <i>Cluster</i>	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kotler (1998)
			Definir requisitos dos clientes	Análise Fatorial	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kahn (2005); Polignano e Drumond (2001)
			Definir requisitos do produto	Árvore de Decisão (definição de conceitos)	Ulrich e Eppinger (2000)
				Análise Fatorial	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kahn (2005); Polignano e Drumond (2001)
			Analisar e classificar os requisitos do produto	Análise Fatorial	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kahn (2005); Polignano e Drumond (2001)
			Valorar requisitos do produto	Análise Conjunta Análise de Regressão	Crawford e Benedetto (2003); Urban e Hauser (1980); Kotler (1998); Kahn (2005); Ulrich e Eppinger (2000); Urban e Hauser (1980)
Hierarquizar os requisitos do produto					

Para melhor compreensão do leitor segue a apresentação de uma breve descrição da técnica estatística e possibilidade de aplicação dentro do PDP.

A **Análise Fatorial** é uma técnica estatística cuja proposta principal é definir uma distribuição subjacente para uma matriz de dados, através da análise da estrutura de intercorrelações sobre um grande número de variáveis (HAIR et al., 1995). Nesta técnica substitui-se um conjunto inicial (não ordenado) de p-variáveis, correlacionadas, por um conjunto menor de fatores comuns (ou variáveis hipotéticas) que podem não ser correlacionados ou correlacionados. Deseja-se determinar um número mínimo de fatores

necessários para explicar a maior parte da variância do conjunto original de variáveis (POSSOLI, 1984).

No processo de desenvolvimento de produto, a análise fatorial é utilizada para reduzir o número de atributos associados a um produto num pequeno número de dimensões subjacentes, ou fatores, que podem ser utilizados como eixos na construção de mapas perceptuais (CRAWFORD e BENEDETTO, 2003).

Para a construção de mapas perceptuais, é utilizada a **Escala Multidimensional** cujo objetivo é transformar o julgamento de similaridade ou preferência dos consumidores em distâncias representáveis em um espaço multidimensional (HAIR et al., 1995). Segundo Steyvers (2002), esta escala se aplica à análise exploratória de dados para descobrir a representação mental do estímulo que explica como os julgamentos de similaridade são produzidos.

O **Mapa Perceptual** representa num gráfico o resumo das dimensões que os consumidores utilizam para perceber e julgar produtos e identificar como determinados valores para produtos competitivos estão posicionados em relação aquelas dimensões. O conceito de valor se baseia sobre o benefício versus o preço pago (URBAN e HAUSER, 1980). O objetivo é transformar o julgamento de similaridade ou preferência do consumidor em distâncias que podem ser representadas em um espaço multidimensional (HAIR et al., 1995). O mapa de percepção facilita a interpretação do posicionamento de uma empresa em relação aos seus concorrentes, proporcionando um diagnóstico mais preciso de como as marcas e produtos/serviços são percebidos pelos clientes (CHURCHILL, 1995).

A **Análise Conjunta de Atributos** é a técnica estatística mais difundida para análise de *trade-off* entre requisitos de um produto. A grande vantagem da análise conjunta é que os requisitos são representados por atributos avaliados simultaneamente num mesmo cenário. O objetivo é identificar quais requisitos, nos aspectos da característica, função ou benefícios, são mais valorados pelos consumidores. A análise conjunta de atributos reúne requisitos determinantes de um produto em um novo conjunto, denominados cenários ou perfis, que são apresentados aos consumidores para que estes realizarem uma classificação de preferência. Através dos resultados obtidos na análise conjunta de atributos, a gerência pode identificar a

oferta mais atraente, a participação esperada de mercado e o lucro que a empresa pode obter (KOTLER e KELLER, 2006).

A **Análise de Regressão** pode auxiliar o pesquisador na análise de mercado quando o problema envolve uma variável dependente presumidamente relacionada com duas ou mais variáveis independentes. O objetivo é prever alterações na variável dependente devido a alterações ocorridas nas variáveis independentes (HAIR et al., 1995). A previsão é mais fácil para aquele produto cujo nível absoluto ou tendência de demanda seja razoavelmente constante e para os quais a concorrência seja inexistente (serviços públicos) ou estável (oligopólios puros). Quanto mais instável a demanda, mais importante a exatidão das previsões e mais complexa sua realização (KOTLER e KELLER 2006).

A **Análise de Correspondência** é uma técnica multivariada de interdependência que facilita tanto a redução dimensional da classificação de objetos em um conjunto de atributos quanto o mapeamento espacial de objetos relativos a esses atributos (HAIR et al., 1995). Esta é uma técnica exploratória que faz a associação entre variáveis de uma tabela cruzada utilizando como peso as frequências observadas desta tabela. Considerando uma medida de associação entre as linhas e colunas, é gerada uma representação gráfica que permite um estudo pela proximidade ou distanciamento dos pontos. Estes pontos representam níveis das variáveis linha e coluna, quanto maior a proximidade dos pontos considerados verifica-se a evidência de associação entre eles.

No desenvolvimento de novos produtos e serviços, esta análise é particularmente útil para associar características do produto à características do consumidor, analisar relações de perfis de consumidores com hábitos de uso ou tipos de produtos, associar segmentos de mercado a características e à escolha de determinados produtos (KOTLER e KELLER 2006).

A **Análise de Cluster** é utilizada para definir consumidores, a partir de observações particulares de suas preferências, em grupos relativamente homogêneos. É um método de redução de dados, já que é uma técnica analítica para classificar uma amostra em um número reduzido de grupos mutuamente exclusivos, baseada na similaridade entre seus indivíduos, (HAIR et al., 1995). A análise de *cluster* é utilizada para gerar classes agrupando objetos com base no princípio de maximizar a similaridade intra-classe e minimizar similaridade inter-classes (HAN e KAMBER, 2001). Segundo Hair et al. (1995), é possível compreender as

atitudes de uma população pela identificação de um grupo principal dentro da população, assim, reduzindo os dados de toda população em grupos de perfis. Os grupos afins, no contexto de pesquisa de mercado são identificados como possíveis segmentos do mercado.

Com este propósito, o **método CHAID** (*Chi-squared Automatic Interaction Detector*) é também aplicado para segmentação de mercado. Outra utilização é sua aplicação sobre o entendimento dos requisitos do produto. Neste sentido, seu resultado pode gerar um alinhamento desses requisitos, definindo, de maneira hierarquizada, as preferências do consumidor. O método CHAID é uma alternativa baseada numa sucessão de testes qui-quadrados cujo resultado, apresentado de maneira gráfica, tem interpretação direta (KASS, 1980). Neste trabalho é apresentado o método CHAID embora não ter sido encontrado referenciado na literatura do PDP, entende-se esta uma oportunidade de esclarecer o método a este público, apontando as vantagens e demonstrando sua utilização.

## 6. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em três capítulos. O Capítulo 1 apresenta, na sua introdução, uma contextualização sobre o tema proposto e situa o leitor na etapa em que se enquadra essa proposta no processo de desenvolvimento de produto. A seguir, é apresentado o tema e objetivos. Na sequência, a justificativa seguida de uma contextualização do tema proposto. O resultado da revisão de literatura preliminar é apresentado no tópico 5.2: Inserção das técnicas estatísticas nas fases do PDP. A seguir, é apresentada a estrutura do trabalho bem como o planejamento dos artigos.

O Capítulo 2 apresenta dois artigos que, no seu conjunto, contextualizam a proposta desse trabalho. A Figura 3 representa o escopo deste trabalho no PDP, que está delimitado entre as etapas iniciais do processo de desenvolvimento do produto desde o seu início até o projeto informacional.

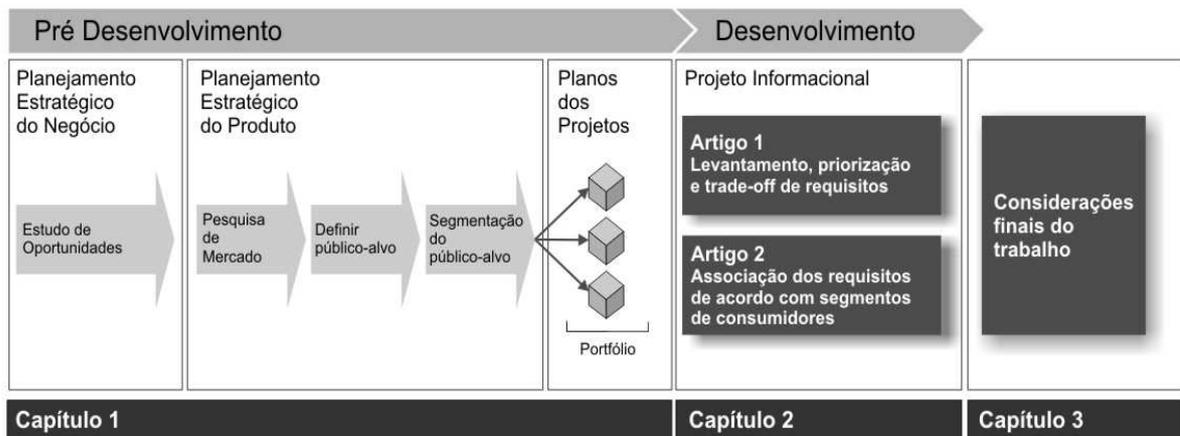


Figura 3 – Escopo de desenvolvimento do trabalho

O artigo 1 aborda uma pesquisa de levantamento e valoração dos requisitos de um produto, numa aplicação prática das técnicas estatísticas como análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência. O artigo 2 aborda o método CHAID utilizando como variáveis independentes os requisitos de um produto. O capítulo 3 apresenta as considerações finais, conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

Os artigos, apresentados no Capítulo 2, abordam a problemática de conciliar a ampliação de mercado a novas necessidades de consumo. No desenvolvimento tecnológico em relação a produtos e serviços, as empresas têm aplicado novos conceitos de produção para o desenvolvimento de produtos.

Atualmente, uma das discussões é o desenvolvimento de produtos sustentáveis considerando para os quais uma das premissas é acompanhar todas as etapas no ciclo de vida deste produto. As etapas consideradas são aquisição, uso e descarte para que resíduos da sua manufatura sejam minimizados ao retornarem para a natureza.

Antigas abordagens de desenvolvimento de produtos enfatizavam exclusivamente o desenvolvimento sustentável como redução dos impactos ambientais. Abordagens holísticas, como o Sistema Produto Serviço (*Product Service System – PSS*) e o Desenvolvimento de Produtos e Serviços Sustentáveis (*Sustainable Product and Service Development - SPSD*) focam na integração dos princípios da sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Portanto, uma das informações basilares que as empresas devem buscar conhecer são os requisitos sustentáveis demandados pelos clientes, sobretudo os da fase de aquisição,

uso e descarte. A fase de uso do produto, no seu ciclo, é a mais visível e lembrada pelos clientes.

Esse estudo contextualiza, na sequência, dois artigos que apresentam a aplicação das técnicas estatísticas no desenvolvimento de um produto de limpeza a ser produzidos com características de sustentabilidade. A Figura 4 detalha o escopo dos artigos. Contudo, a aplicação e interpretação das técnicas estatísticas utilizadas nestes artigos podem ser aplicadas a outros exemplos de desenvolvimento de produtos manufaturável.

A aplicação do método CHAID pode ser utilizada para atender a dois diferentes objetivos de pesquisa no PDP: (i) segmentação de uma população visando identificar características demográficas de grupo de consumidores mais predispostos à aquisição de produtos. Esta aplicação ocorre no planejamento estratégico de produto e (ii) evidenciar os requisitos do produto de acordo com as frequências observadas sobre as preferências de segmentos de consumidores pré-determinados. Esta aplicação ocorre no Projeto Informacional. A abordagem (ii) foi adotada neste artigo.

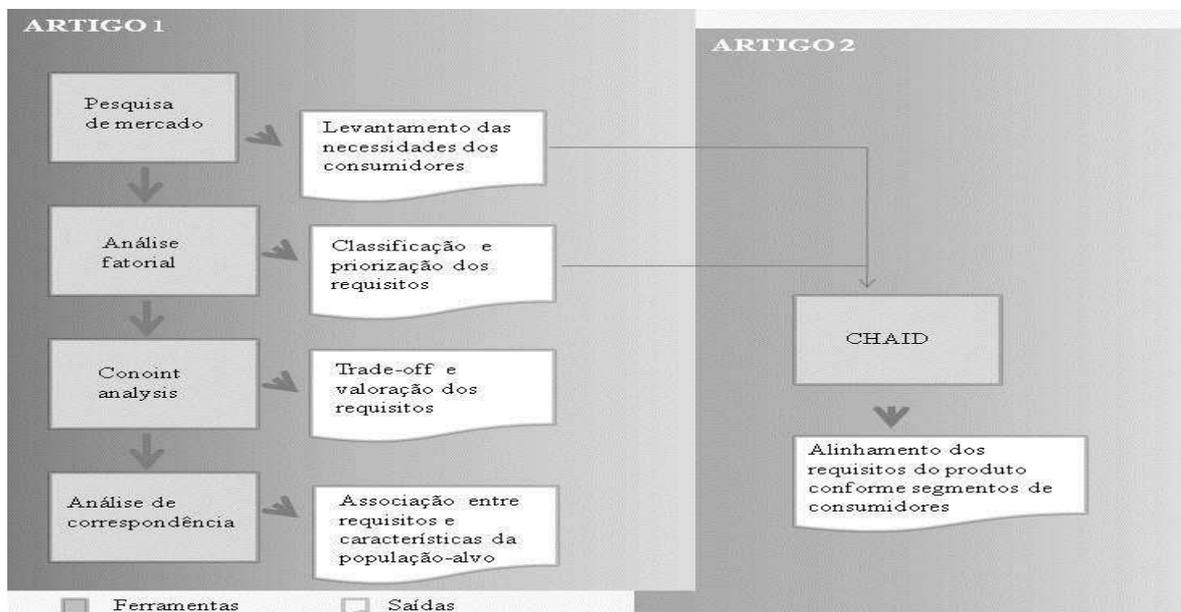


Figura 4 – Escopo dos artigos

Como forma de apresentação, ambos os artigos desta dissertação adotam uma estrutura de trabalho que começa com uma contextualização e definição do problema proposto. Dentro de cada artigo, são apresentados objetivos específicos buscando atingir os resultados

esperados em cada etapa do processo de pesquisa. Segue-se, então, um referencial sobre a metodologia da ferramenta estatística utilizada. Após, são apresentados os resultados das técnicas estatísticas aplicáveis no processo de desenvolvimento de produto, as discussões pertinentes e, finalizando, com as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

## **CAPÍTULO 2**

### **ARTIGO 1**

**ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA EM PESQUISA PARA  
DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO**

## Estratégias de Análise Estatística Multivariada em Pesquisa para Desenvolvimento de um Novo Produto

**Resumo:** O desenvolvimento de produtos que não agridam ao meio ambiente tem se tornado uma preocupação das empresas de manufatura. O entendimento de como incorporar requisitos que estimulem o consumidor a migrar ou para fidelizar o consumo de produtos com estas características é parte fundamental para a conscientização de empresas e da sociedade. Pesquisas de mercado e técnicas estatísticas são utilizadas para entender as preferências do consumidor e fornecer informações importantes para as empresas sobre quais características são mais valoradas no desenvolvimento de um novo produto. Esse artigo apresenta uma proposta de pesquisa para a fase inicial de desenvolvimento de um produto de limpeza doméstica produzido com características de sustentabilidade. Técnicas estatísticas multivariadas como análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência são utilizadas para o levantamento e priorização de requisitos e análise de conflito entre os requisitos. O uso combinado dessas análises gera resultados que contribuem para o entendimento da percepção dos consumidores e levantar requisitos para inserção de um produto no mercado.

**Palavras-chave:** análise multivariada, produto eco-orientado, pesquisa mercado, análise conjunta

**Abstract:** The development of products that do not harm the environment has become a major concern of manufacturing companies. The understanding of how to incorporate requirements that stimulates the consumer to change or become faithful to the consumption of products with these characteristics is fundamental for the awareness of companies and society. Market research and statistical techniques are used to understand the preferences of the consumer and to provide important information for the companies about which characteristics are more valuable in the development of a new product. This paper presents a research proposal for the initial stage in the development of a domestic cleaning product produced with environmentally eco-friendly characteristics. Multivariate statistical techniques such as factorial analysis, cluster analysis and correspondence analysis are used for the survey and prioritization of the requirements and analysis of the conflicts among them. The combined use of these analysis generates results which contribute for the understanding of the consumers perception and identify requirements for introducing a new product in the market.

**Key-words:** multivariate analysis, eco-friendly, market research, conjoint analysis

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento de produtos eco-orientados tem se tornado uma questão discutida em altas esferas de governos mundiais devido, não só ao que se refere à redução de custos como também à conscientização de que as riquezas naturais são esgotáveis. Entende-se por produto eco-orientado aquele que, desenvolvido de forma manual ou industrializada, não seja poluente, não seja tóxico, não acarrete prejuízos à saúde e ao meio-ambiente e ao mesmo tempo contribua para o desenvolvimento de um modelo social e economicamente sustentável (ARAÚJO, 2009). A utilização indiscriminada dessas riquezas traz consequências negativas ao meio ambiente. É preciso, então, buscar a sustentabilidade, que é o aumento da produtividade e utilização de recursos para atender as necessidades do ser humano sem comprometer as limitações do planeta (SELIGER et al., 2008).

Essa consciência faz parte de vários segmentos da sociedade onde se destacam leis governamentais e incentivos dados à indústria para regularizar e impulsionar empresas a projetarem produtos considerando a sustentabilidade um de seus requisitos. O consumidor é parte deste processo e alguns fatores que influenciam sua avaliação são a utilidade, preço, qualidade e *design* (CLARO et al., 2008). A sustentabilidade traz uma visão de desenvolvimento que busca superar o reducionismo e estimula um pensar e fazer sobre o meio ambiente diretamente vinculado ao diálogo entre saberes, à participação, aos valores éticos como valores fundamentais para fortalecer a complexa interação entre sociedade e natureza (JACOBI, 2003).

O conhecimento sobre os hábitos dos consumidores é de fundamental importância para determinar as preferências no momento da aquisição, uso e descarte de produtos eco-orientados. A questão é quais são as características que realmente impactam no produto ou negócio que os fariam migrar ou fidelizar para o consumo de produtos sustentáveis.

Dentro desta perspectiva faz-se o levantamento de atributos demandados pelo público consumidor de produtos ecológicos, da sua aquisição ao descarte, para que o desenvolvimento desses produtos seja realizado de maneira sustentável. De acordo com Boyd e Westfall (1987), a pesquisa mercadológica procura todos os fatos importantes relacionados ao problema, não se restringindo a um problema específico. Na literatura sobre desenvolvimento

de produto, autores como Crawford e Benedetto (2003) propõem uso de ferramentas estatísticas para balizar escolhas e estimar o valor dos atributos em produtos ou serviços e técnicas estatísticas como análise de regressão (Gujarati, 2000) e séries temporais (Morettin e Tolo, 2004) são utilizadas no processo de desenvolvimento de produto. Entretanto, poucas referências bibliográficas exemplificam a utilização dessas ferramentas estatísticas por meio de uma aplicação prática.

Neste trabalho, são utilizadas técnicas como análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência para atendimento ao objetivo proposto. A análise conjunta de atributos tem como objetivo estimar o valor e a utilidade dada a cada atributo de um produto, podendo ser utilizada com os seguintes propósitos: (i) definir uma combinação ótima para os atributos que representem conceitos ou objetivos (HAIR et al., 1995; MALHOTRA, 2001); (ii) quantificar a importância relativa dos atributos em desenvolvimento de conceito de produtos e serviços, além da melhoria destes (KOTLER, 2000); (iii) revelar a preferência de maneira mais concreta, capacitando o pesquisador a inferir valores julgados no processo de decisão do consumidor (INTELLIQUEST, 2000).

Destaca-se que neste trabalho o objetivo não é aprofundar na explicação ou desenvolvimento de ferramentas específicas, mas demonstrar a aplicação dessas ferramentas ao longo das fases iniciais do PDP.

O objetivo deste artigo é apresentar uma estratégia de pesquisa quantitativa que contempla a análise conjunta de atributos para determinar quais as características são mais valorizadas pelos consumidores no desenvolvimento de um produto

Esse artigo está subdividido em 7 seções. A partir dessa breve introdução, segue na seção 2 uma descrição de métodos de análises de valorização de produtos. Na sequência, na seção 3 apresentam-se os procedimentos metodológicos e estratégias de análise, na qual são descritas as fases propostas nesse trabalho: levantamento de requisitos, priorização dos requisitos e análise de conflitos entre os requisitos (análise de *trade-offs*), inseridos nas fases iniciais do desenvolvimento de produto. Nas fases iniciais de desenvolvimento, o conceito do produto é avaliado quanto à sua viabilidade, aceitabilidade, vulnerabilidade ou risco (WHEELWRIGHT e CLARK, 1992). A sessão 4 desenvolve a estratégia de análise proposta

nesse trabalho seguida das sessões 5, 6 e 7 que apresentam resultados, considerações finais e sugestões para futuros trabalhos, respectivamente.

## 2. SELEÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE PARA VALORAR ATRIBUTOS

Na literatura, encontraram-se diferentes métodos para mensurar os atributos, segundo a classificação dos consumidores, através da preferência declarada como, por exemplo, análise *trade-off* e método *transfer-price* (HAIR et al., 1995). Tais métodos se baseiam na avaliação de aspectos de produtos e serviços considerados importantes para o processo de escolha de preferência do consumidor (FREITAS, 1995).

A análise de *trade-off* ocorre quando a escolha por determinado produto ou serviço deve ser feita por uma escolha compensatória devido a incompatibilidade entre dois ou mais critérios, ou seja, as situações em que a melhoria de um critério poderá implicar impacto negativo em outro (PAIVA et al., 2004). Por exemplo, trabalho desenvolvido por New (1992) defende a existência do *trade-off* entre customização e tempo de entrega, argumentando que a estratégia de customização eleva os custos de produção, devido à maior complexidade do sistema de produção.

O *Transfer-price* é o modo utilizado pelas empresas do mesmo grupo para limitar as receitas e custos de exportações e importações respectivamente. Este é baseado em negociações entre compradores e vendedores que refletem no sucesso ou não de determinado investimento (JOHNSON, 2006). O trabalho desenvolvido por Guttorm e Lars (1997), exemplifica o caso de uma empresa multinacional que permite à determinada filial decidir os preços em relação as condições nacionais locais.

Outro método muito utilizado em pesquisas de valor é a escala multidimensional (EMD) que determina as utilidades atribuídas pelo consumidor aos níveis de atributos de um produto. Utilidade é uma base conceitual para medir um valor de julgamento de preferência subjetivo e único para cada indivíduo (HAIR et al., 1995). Essa escala provém de uma família de técnicas de análise de proximidade de dados, obtida por meio do julgamento do participante que compara vários estímulos em vários traços, concomitantemente (SILVA et al., 2009). A EMD é utilizada por psicólogos, sociólogos, antropólogos, economistas,

educadores (KRUSKAL e WISH, 1991), e nas áreas de marketing, área social e ciências do comportamento (CHATURVEDI e CARROLL, 2006).

Nesse trabalho, optou-se pela aplicação da análise conjunta de atributos por ser a técnica apropriada para avaliação de conceitos de novos produtos e pode auxiliar o gerente a decompor os conceitos em seus elementos mais básicos e avaliar a importância relativa de cada um (MOTTA, 1987). A análise conjunta de atributos tem sido amplamente utilizada por fabricantes de computadores para entrega de produtos que agreguem valor aos consumidores (MOORE, 1999; PALMER, 2000). Outras áreas também fazem aplicação do método de preferência declarada como no sistema de transporte público, estimativas de demanda de vários serviços incluindo tempo de viagem, preço de viagem, operação de gerência de aeroportos, produtos específicos (por exemplo, carros e bicicletas), entre outros (KROES e SHELDON, 1998). Nestes estudos busca-se uma quantificação da preferência individual ou em grupo sobre atributos que possam acarretar algum impacto ao meio ambiente.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse trabalho percorreu três fases sequenciais que foram: (i) pesquisa qualitativa exploratória: para levantamento dos atributos e entendimento de quais são os aspectos levados em consideração para aquisição, uso e descarte de um produto eco-orientado (aplicação no entendimento de características de mercado em um produto de limpeza); (ii) pesquisa quantitativa: para priorização dos atributos (fatorial) e (iii) análise conjunta de atributos e de correspondência: no estudo da preferência declarada, conforme Figura 5.

Fase do PDP	Projeto Informacional		
Atividade	Levantamento e organização dos Requisitos	Priorização dos Requisitos	Análise dos <i>Trade-Offs</i>
Técnica	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Quantitativa para requisitos	Pesquisa Quantitativa para atributos
Fonte de Evidência	Árvore de Demanda	Análise Fatorial	Análise Conjunta
Resultado	Requisitos que serão categorizados para a elaboração do questionário com questões fechadas	Atributos para os quais os consumidores estimam maior valor de utilidade	Utilidade dos atributos e relações de associação

Figura 5 - Escopo da metodologia de pesquisa

A seguir, é apresentada uma discussão mais detalhada dos procedimentos de cada uma das etapas da pesquisa.

### **3.1 Levantamento e organização dos requisitos**

O objetivo desta fase é o levantamento e organização dos requisitos para um produto de limpeza doméstica projetado com características de sustentabilidade. O método de pesquisa utilizado nesta etapa do trabalho é de natureza qualitativa, com a finalidade de obter uma resposta espontânea dos entrevistados em relação às suas preferências.

O método de coleta de dados utilizado foi entrevista direta com o respondente. Os entrevistados declararam suas manifestações referentes à motivação ou dificuldades para a utilização de um produto eco-orientado. O instrumento de coleta de dados compreende três grandes questões sobre os fatores que motivam ou que dificultam a aquisição, uso e descarte dos produtos eco-orientados. Estas questões ilustram as fases do ciclo de vida do produto. As entrevistas foram aplicadas num público universitário de alunos na sede da Entidade UNIPAZ-SUL.

Nesta fase, busca-se conhecer características gerais do mercado, possíveis segmentos, bem como formular cenários prospectivos simplificados para o novo produto e, também, avaliar a viabilidade técnica, o montante de recursos humanos, materiais e tempo necessários para o desenvolvimento (GARCEZ et al., 2007).

Os principais resultados gerados nesta fase indicam os requisitos que facilitam ou dificultam a utilização, uso e descarte de produto produzido com orientação ecológica. Estes requisitos, posteriormente, foram categorizados e organizados numa árvore de desdobramento da qualidade demandada (MARX, 2009).

### **3.2 Priorização dos Requisitos**

O objetivo desta etapa é estimar a importância para os requisitos levantados na fase anterior. O método de pesquisa utilizado nesta fase é de natureza quantitativa, no qual foram utilizadas escalas de medidas para avaliar a importância de cada item.

A pesquisa contou com um questionário (APÊNDICE A) que foi enviado para uma listagem de *e-mails* dos frequentadores da Instituição de ensino UNIPAZ-SUL. O método de coleta de dados procedeu-se por meio do envio de um questionário via web<sup>1</sup>. Os questionários

foram enviados para todos 2.500 integrantes da lista de alunos cadastrados, retornando 102 respondidos, sendo que destes, 95 foram considerados válidos para a análise.

### **3.3 Construção do Instrumento de coleta de dados**

O instrumento de pesquisa elaborado partiu do levantamento dos dados obtidos na fase qualitativa, na qual foram levantados os requisitos considerados pelos consumidores no momento de adquirirem ou não produtos de higiene e limpeza eco-orientados. O questionário (APÊNDICE A) abordou três aspectos básicos, de acordo com o ciclo de vida do produto, conforme mencionado anteriormente: (i) hábitos de compra: referindo-se ao impacto que os componentes dos produtos para limpeza doméstica e suas embalagens exercem sobre a saúde; (ii) hábitos de uso: quanto ao uso correto dos produtos de limpeza doméstica em relação à concentração, diluições indicadas, não exposição da embalagem a condições adversas de temperaturas, luz, umidade, conforme recomendações do fabricante e (iii) hábitos de descarte: a forma mais adequada de descartar a embalagem do produto utilizado.

O questionário contempla questões de identificação como sexo e grau de instrução, que podem determinar uma possível segmentação em relação à preferência entre os consumidores. Os respondentes foram avaliados quanto à relação existente entre o grau de conhecimento que possuem e o grau de utilização prática deste conhecimento. Essa questão tem como objetivo inferir sobre o possível desnível entre o grau de conhecimento e o grau de aplicação do quanto o indivíduo realmente pratica. Esta escala é também um indicativo para confirmar o grau de conscientização que classifica o respondente como eco-orientado. Foi utilizada uma escala variando de 1 até 9 para ambas questões, onde o escore 1 indicava saber pouco ou usar pouco o que sabe, seguindo de maneira crescente até o escore 9. Os respondentes cujo quociente entre o grau de consciência e o grau de aplicação foi maior do que 1, foram considerados eco-orientados. Isso ocorreu em 65% da amostra.

## **4. ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE**

Na terceira fase, a proposta é a utilização de ferramentas estatísticas (análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência) no entendimento e tratamento de requisitos em pesquisas de mercado para o desenvolvimento de um produto desde sua fase inicial até o projeto conceitual. A utilização correta de técnicas de pesquisa de mercado pode

auxiliar a tarefa de desenvolver produtos, servindo como mecanismo de captação das necessidades dos clientes, monitoramento de seus hábitos, atitudes, avaliação de conceitos, protótipos e produto (POLIGANNO e DRUMOND, 2001).

O objetivo da fase de análise é verificar quais são os atributos mais valorados e o impacto individual de cada um deles na escolha de um produto, de acordo com a preferência do consumidor. A análise conjunta de atributos confere valores-utilidade para os atributos revelando a percepção do entrevistado. Utilidade ou utilidade parcial é uma expressão numérica que o consumidor atribui a um determinado nível de um atributo. Uma baixa utilidade indica pouca apreciação por parte do consumidor e uma alta utilidade indica maior apreciação (CRANE, 1991).

A análise de correspondência representa graficamente associações relativas entre os atributos e determinada característica da população. A análise de correspondência é uma técnica que representa graficamente a relação entre variáveis definindo uma tabela de contingência da qual derivam um conjunto de coordenadas representando as categorias das linhas e colunas da tabela (EVERITT, 1991). De acordo com Greenacre (1988), pode-se dizer que um dos propósitos da Análise de Correspondência é reduzir a dimensão do espaço vetorial conservando a configuração inicial. Essa técnica utiliza a função qui-quadrado como distribuição adjacente adotando a decomposição do valor esperado. Nessa proposta foram utilizadas as utilidades dos atributos como peso na relação entre as categorias consideradas. Para verificar a significância das associações foi utilizado o resíduo ajustado que é uma medida adimensional com distribuição normal padrão (EVERITT, 1991). A representação da associação se faz graficamente e parte de um processo de decomposição simples da variável resposta, nesse caso a utilidade, conduzindo às coordenadas. As coordenadas são denominadas dimensão e representam as linhas e colunas da tabela de contingência, respectivamente (EVERITT e DUNN, 1991). Os resultados serão apresentados de acordo com as fases deste trabalho.

#### **4.1 Categorização dos requisitos**

Na fase de categorização dos requisitos, o objetivo é levantar, junto aos entrevistados, os aspectos mais importantes quanto à motivação ou dificuldade encontradas para utilização

de um produto eco-orientado. Nesta fase, recomendam-se grupos focados e entrevistas em profundidade com o objetivo de levantar os principais atributos. Recomenda-se que se observe o ciclo de uso do produto. Com base no levantamento dos requisitos, as palavras-chaves são identificadas nas respostas dissertativas dos entrevistados. Desta maneira, é possível gerar a árvore de requisitos demandados.

#### **4.2 Priorização dos Requisitos: Análise Fatorial**

O objetivo desta fase é priorizar os requisitos a serem utilizados na construção dos cenários utilizados com ferramentas de análise de preferência, como a Análise Conjunta de Atributos. A análise fatorial utilizada nesta fase visa reduzir a dimensão do problema de múltiplas respostas em cada constructo gerado. A utilização da técnica estatística alfa de Cronbach (HAIR, et al., 1998) mede a fidedignidade em relação à questão que um conjunto de itens procura responder. Posteriormente, dentro de cada constructo validado a Análise Fatorial pode ser realizada para cada fator (HAIR, et al., 1998), para verificar quais itens seriam de maior relevância para os entrevistados.

#### **4.3 Metodologia da análise conjunta de atributos**

O objetivo dessa fase é aplicação da metodologia da análise conjunta de atributos para medir a preferência do consumidor a respeito dos atributos de um produto. A análise conjunta de atributos é uma pesquisa de marketing que utiliza conceitos de projeto de experimentos e modelos de regressão para planejar, coletar, analisar, apresentar e estimar as preferências dos consumidores (BATTESINI e CATEN, 2005).

##### **4.3.1 Definição dos atributos e níveis dos atributos**

Nesta etapa, definem-se atributos e níveis dos atributos que serão utilizados. O levantamento dos atributos pode ser realizado por meio de pesquisas exploratórias em profundidade como os grupos focados (CHURCHILL e NIELSEN, 1996), pesquisas descritivas conclusivas (GREEN e KRIEGER, 1991), a experiência do contratante aliada à do pesquisador (GUSTAFSSON et al., 1999) ou a realização de um piloto seguido de pesquisa de análise conjunta de atributos (BATTESINI e CATEN, 2005).

### **4.3.2 Identificação dos cenários**

Nesta fase, os cenários (combinações ou perfis) são gerados para apresentação aos entrevistados. Os cenários são disponibilizados ao respondente por meio de cartões nos quais são apresentados combinações dos níveis dos atributos. Os cartões podem ter representações pictográficas (ou iconizadas) dos níveis dos atributos para facilitar o entendimento do entrevistado. Os cenários podem ser balizados por um valor monetário estimado sobre o valor de mercado.

### **4.3.3 Forma de coleta de dados**

Para a coleta das informações de preferências dos entrevistados, a técnica utilizada é solicitar ao respondente que ordene os cenários em ordem de preferência, do mais preferido até o menos preferido. Nesse momento de escolha, os respondentes, em geral, adotam estratégias para reduzir o seu esforço de decisão (SHETH et al., 1999). Quando o respondente assume preferência por um cenário de um produto, a decisão é tomada baseada em *trade-offs* entre as características dos atributos. Esse método é largamente utilizado por ser considerado mais realístico já que todos os fatores são considerados ao mesmo tempo.

### **4.3.4 Análise e Validação do Questionário para análise conjunta de atributos**

A análise conjunta de atributos utiliza o método de estimação dos mínimos quadrados e no seu resultado são obtidas as utilidades parciais para cada nível de cada fator. Essas utilidades são escores análogos aos coeficientes de regressão e podem ser utilizados para achar a importância relativa de cada fator.

Para validação e verificação de quanto os fatores estão ajustados no modelo utilizam-se as preferências estimadas entre os valores observados e a correlação de Pearson e de Kendall's tau. Os testes devem resultar numa associação significativa estatisticamente e os coeficientes devem ter valor próximo a um para que o ajuste dos fatores seja considerado adequado (BITTENCOURT, 1997).

#### 4.3.5 Geração das Utilidades

O objetivo dessa fase é determinar as utilidades parciais que quantificam as preferências associadas aos níveis dos atributos. O software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS16®) possui uma rotina padrão para aplicação da análise conjunta de atributos. Esse software disponibiliza uma rotina interna onde o usuário determina e indica os atributos e seus níveis para geração dos cenários. Essas estruturas são consideradas quando ocorrem somente dois níveis em cada tratamento.

Quando os atributos do produto são constituídos de dois níveis, isso caracteriza um delineamento denominado fatorial  $2^k$  e em Análises que possuem muitos atributos pode-se aplicar um procedimento denominado fracionamento. Desta maneira, se reduz o número de combinações entre os atributos o que possibilita oferecer ao entrevistado um número menor de cenários para realizar os *trade-off*, (*user's guide* SPSS16®). As pesquisas não são usualmente planejadas para apresentar todos os cenários (Gustafsson et al., 1999), mas parte deles, chamada de fatorial fracionário, que são frações do total de cenários. Conceitos de planejamento de experimento fatorial  $2^k$  podem ser vistos em Milliken e Johnson (2000).

#### 4.4 Análise de Correspondência

A análise de correspondência possibilita visualizar graficamente as associações entre duas variáveis categóricas (EVERITT, 1991). A finalidade é evidenciar associações entre atributos e estratos da população. A análise de correspondência é uma técnica multivariada de associação de interdependência que reduz a dimensão de categorias de um objeto sobre um conjunto de atributos e mapa perceptual dos objetos relativos a esses atributos (HAIR, 1995).

### 5. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO DE LIMPEZA ECO-ORIENTADO

Nos itens seguintes, serão apresentados os resultados da aplicação da estratégia de análise proposta. Serão apresentados resultados associados às técnicas multivariadas descritas aplicadas no desenvolvimento de um produto de limpeza doméstica produzidos com características de sustentabilidade. Esse trabalho aplica técnicas estatísticas multivariadas para a análise de dados provenientes de uma população já conhecedora dos conceitos de

sustentabilidade e produtos eco-orientados. A população na qual se baseia a pesquisa são os alunos da Instituição de Ensino UNIPAZ-SUL, que por receberem uma orientação transdisciplinar e holística no seu programa, se caracterizam por ser um grupo eco-orientado.

A finalidade é determinar as características para as quais os consumidores eco-orientados atribuem maior importância desde sua aquisição até seu descarte, utilizando ferramentas estatísticas.

### 5.1 Categorização dos Requisitos

Os requisitos relacionados foram agrupados em blocos que, posteriormente, foram categorizados por similaridade. Os blocos se constituíram de sete constructos sobre a percepção a respeito da utilização de um produto eco-orientado Quadro 2.

Quadro 2 – Demandas parciais evidenciadas quanto à aquisição, uso e ao descarte

Quanto a/ao	Destacaram observações sobre	Fator Motivador	Dificuldade
Aquisição	Estabelecimento de Vendas	Bom quantidade de estabelecimentos no meu bairro	Horários de funcionamento
	Fator Pessoal	Benefício à saúde	Hábito e estilo de vida
Uso	Fatores Técnicos	Aspectos visuais eficientes da propaganda	Embalagem com informação insuficiente sobre o produto
	Caráter Estético	Aparência da embalagem é adequada	Aspectos visuais ineficientes da propaganda
	Caráter Simbólico	Aspectos visuais eficientes da propaganda	Visão preconceituosa a respeito dos produtos ecológicos
Descarte	Fatores Pessoais	Existência da responsabilidade social e ambiental em relação ao descarte	Desinteresse dos consumidores por hábitos eco-orientados não fazerem parte do seu dia-a-dia
	Fatores Externos	Existência de postos de coleta seletiva	Dificuldade de formação de opinião

Os constructos foram nomeados de acordo com as características dos itens que o compuseram, sendo estes: estabelecimento de vendas, fator pessoal de uso, fator técnico, caráter estético, caráter simbólico, fator pessoal de descarte e fatores externos, conforme

## 5.2 Priorização dos Requisitos: Análise Fatorial

Foi utilizado o coeficiente de consistência interna alfa de Cronbach para os constructos aquisição, uso e descarte. Esse coeficiente indica se os itens individuais da escala estão medindo o mesmo constructo avaliando se esses estão altamente inter-correlacionados (HAIR, et al., 1995). De acordo com Peter (1979), o limite inferior para o alfa de Cronbach geralmente aceito é de 0,70. Os valores do coeficiente alfa de Cronbach foram 0,783; 0,810 e 0,669 para os blocos aquisição, uso e descarte, respectivamente. Assim, considera-se que os blocos estão constituídos por itens pertinentes às questões propostas.

A análise fatorial foi gerada para cada construto separadamente com o intuito de estimar a carga fatorial. A carga fatorial representa o impacto individual de cada item sobre os constructos aquisição do produto, uso do produto e descarte do produto. Dessa maneira, observando-se a carga fatorial de cada item, foi possível discriminar quais itens contribuam com maior explicação sobre a variabilidade total do conjunto, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos com cargas fatoriais

Componentes da Matriz	
<b>Cargas Fatoriais das perguntas referentes à compra do Produto</b>	Componente 1
Visibilidade dos produtos ecológicos nos estabelecimentos	0,743
Disponibilidade (quantidade) de produtos ecológicos nos estabelecimentos	0,701
Consciência e opinião formada por você sobre a aquisição de produtos ecológicos	0,673
Prazer e Bem-estar desencadeados em você pela compra de produtos ecológicos	0,635
Influência dos seus hábitos e estilo de vida sobre a compra de produtos ecológicos	0,627
Divulgação dos estabelecimentos na região onde moro, estudo ou trabalho	0,558
Preço em relação ao produto não ecológico	0,553
Variedade (diferentes tipos) de produtos ecológicos nos estabelecimentos	0,552
Quantidade de estabelecimentos na região onde moro, estudo ou trabalho	0,508
Ter confiança na ética de divulgação e venda dos produtos ecológicos	0,496
Benefícios/serviços oferecidos pelos estabelecimentos	0,459
Sua responsabilidade social e ambiental em relação à compra de produtos ecológicos	0,396
Horários de funcionamento dos estabelecimentos na região onde moro, estudo ou trabalho	0,337
Aspecto estético dos estabelecimentos	0,148
Sua necessidade de deslocamento para aquisição de distintos produtos ecológicos, por não existirem todos no mesmo estabelecimento	0,095
<b>Cargas Fatoriais das perguntas referentes à compra do Produto</b>	
Aspectos visuais da propaganda do produto ecológico	0,791
Aspectos do produto ecológico (aromáticos, de textura, visuais, etc)	0,778
Aparência da embalagem	0,761
Durabilidade do produto ecológico em relação ao produto existente no mercado	0,647
<b>Produtos ecológicos que você consome tenham marca famosa/conhecida *</b>	0,591
<b>Eficiência em relação aos produtos existentes no mercado *</b>	0,571

... continua

... continuação

Influência de idéias prontas de que o produto ecológico não atende às expectativas	0,544
Quantidade de informação contida na embalagem sobre o produto ecológico	0,524
A idéia que a propaganda do produto ecológico passa para a sociedade	0,494
Aquisição de status do consumidor pelo uso de determinado produto ecológico	0,462
<b>Praticidade de uso *</b>	0,454
Conseqüências à saúde/natureza promovidos pelo produto ecológico	0,022
<b>Cargas Fatoriais das perguntas referentes ao Descarte do Produto</b>	
Influência dos seus hábitos e estilo de vida sobre a forma como descarta os produtos ecológicos	0,862
Consciência e opinião formada por você sobre o descarte de produtos ecológicos	0,839
Ter responsabilidade social e ambiental em relação ao descarte	0,802
Geração de renda obtida pela venda dos resíduos para reciclagem/reutilização por você ou por comunidades carentes	0,623
Incentivos governamentais para o reuso e descarte de produtos ecológicos	0,564
Ter informações sobre o descarte correto de produtos ecológicos	0,503
Acesso aos postos de coleta seletiva	0,362
Existência de coleta seletiva residencial	0,224
Dificuldade de armazenamento dos resíduos até o descarte	0,198
Número de operações necessárias para descartar o produto ecológico corretamente	0,073

Os requisitos com referência direta ao produto (assinalados com \*) com maior carga fatorial foram adotados como requisitos do produto para análise conjunta. Como resultados da análise fatorial, foram obtidos e valorados os atributos de um produto de limpeza doméstica desenvolvido com preocupação ecológica.

### 5.3 Análise Conjunta de Atributos

Nessa fase foi utilizado o procedimento *default* do pacote estatístico SSPS.16 que se resume essencialmente em três procedimentos que são a geração do delineamento ortogonal, demonstração do delineamento e *conjoint*. O primeiro passo, para condução desta análise conjunta, é a identificação de atributos.

#### 5.3.1 Definição dos atributos e níveis dos atributos

Três atributos foram gerados por esse método: marca, praticidade e rentabilidade. Os atributos certificação e estabelecimento foram incluídos pela equipe de pesquisa por serem variáveis de interesse no desenvolvimento do produto. Da mesma forma, a equipe definiu os níveis dos atributos, apresentados no Quadro 3. Para cada um desses atributos foram definidos dois níveis que identificam um nível com menor associação às características de sustentabilidade e outro nível com maior associação.

Quadro 3 - Atributos e respectivos níveis

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO	NÍVEL	
Certificação	Ter informação sobre o quanto o produto é sustentável/ Quanto ao tipo de certificação do produto	+	Selo verde: o produto tem certificação, oferece garantia de possuir características de sustentabilidade.
		-	Não tem selo verde: o produto não tem certificação não oferece garantia de possuir características de sustentabilidade.
Marca do Produto	Quanto à divulgação e conhecimento da marca	+	Marca reconhecida: o produto é oferecido por uma marca conhecida no mercado. A marca é reconhecida.
		-	Marca não conhecida: o produto é oferecido por uma marca nova no mercado.
Praticidade	Quanto à facilidade de uso do produto	+	Pronto para o uso: o produto pode ser utilizado diretamente, não precisando nenhum preparo antes do uso.
		-	Exige preparo para o uso: o produto não pode ser utilizado diretamente, precisa ser preparado antes do uso.
Rendimento	Quanto à rentabilidade do produto sustentável em relação ao produto comum	+	Rendimento igual: o produto eco-orientado tem rendimento igual ao produto comum, vendido no mercado
		-	Rendimento 30% menor: o produto eco-orientado tem rendimento 30% menor do que o produto comum, vendido no mercado.
Estabelecimento	Forma de realizar a compra	+	Loja física: o produto é vendido em uma loja física, e você compra diretamente no balcão.
		-	Via internet: o produto é vendido através da internet, você compra acessando uma página na web.

A cada cenário, estimou-se o valor monetário baseado no valor comercial comparativo do produto. Esta estimativa não representa necessariamente o valor real do mercado, mas sim para relativizar a escolha, tendo a função de balizar as escolhas dos respondentes com o preço que custaria cada cenário para o consumidor.

### 5.3.2 Identificação dos cenários

Para geração dos cenários, foi utilizado o procedimento *gerenate orthogonal design* do pacote estatístico SPSS16® que gerou os cenários com os efeitos principais de um delineamento fatorial fracionado no qual as interações são assumidas como não significativas.

### 5.3.3 Forma de coleta de dados

Para o levantamento dos dados, os respondentes foram estimulados a ordenar oito cenários formados pela combinação dos níveis dos atributos considerados (marca, certificação, praticidade, rendimento e meio de compra). No APÊNDICE B são apresentados os cenários oferecidos aos entrevistados. O entrevistador registrou as preferências classificadas e quanto menor o nível da classificação (preferência variando de 1 até 8) maior a

preferência do respondente pelo cenário. Assim, a escala de mensuração resultante foi ordinal, determinada pela classificação dos cenários atribuída pelos respondentes.

### 5.3.4 Análise e validação do questionário para análise conjunta de atributos

Nesse estudo, verificou-se associação significativa entre os valores observados e as preferências estimadas. Desta forma, os fatores se ajustam adequadamente ao modelo proposto, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Correlações entre preferências observadas e estimadas

Coefficiente	Valor	Significância (p valor)
Pearson's R	0,999	0,000
Kendall's tau	0,909	0,001

Quanto aos cenários, verificou-se que o cenário cinco foi o mais preferido entre os entrevistados conforme representado na Figura 6.

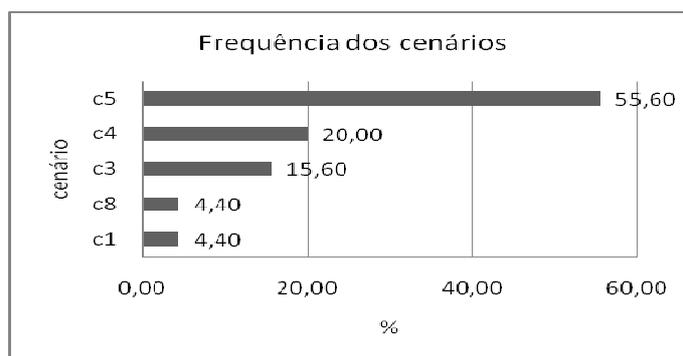


Figura 6 - Frequência de cenários na 1ª preferência

O cenário cinco contempla um produto com as seguintes características: a) marca não reconhecida; b) o produto já está pronto para o uso; c) possui selo verde; d) o rendimento é igual ao rendimento de um produto comum oferecido no mercado; e) a compra ser realizada em loja física.

### 5.3.5 Geração das Utilidades

Analisando o resultado gerado, conforme Tabela 3, por exemplo, observa-se que a maior utilidade foi dada para a característica de praticidade do produto, 0,409 (o produto exige preparo antes de sua utilização ou o produto já estar pronto para o uso). À medida que

umenta a utilidade parcial de um determinado nível do fator mais o indivíduo prefere esse nível (BURKOWSKI, 2009).

Tabela 3 - Utilidades parciais e importância dos atributos

Atributo	Nível do atributo	Utilidade estimada	Importância
<b>Certificação</b>	sem selo	-1,523	45,829
	com selo	1,523	
<b>Marca</b>	marca nova	-0,063	9,881
	marca conhecida	0,063	
<b>Praticidade</b>	exige preparo	-0,409	15,446
	uso direto	0,409	
<b>Rendimento</b>	30% menos	-0,301	10,491
	rendimento igual	0,301	
<b>Compra</b>	internet	-0,244	18,353
	loja física	0,244	

As utilidades podem fornecer resultados de interesse e possibilita fazer simulações de preferências. Essas simulações de preferências por algum produto ocorrem pela soma das utilidades atribuídas aos níveis de determinados atributos. As simulações possibilitam ao pesquisador identificar as melhores oportunidades para um produto, estimar os efeitos da reconfiguração de um produto, estimar o efeito da canibalização de produtos tanto quanto o entendimento de sua competitividade e o levantamento de outras questões do tipo condicionais e investigatórias.

Os dados obtidos, através das escolhas dos respondentes sobre as escolhas possíveis, resultam numa informação importante que é a utilidade para cada nível de cada atributo.

Para cada cenário proposto é possível determinar o valor da utilidade total. O cenário com maior utilidade atribuída (2,414) pelos entrevistados são de um produto com marca nova no mercado, pronto para o uso, com certificação, comprado em loja física e que tenha rendimento igual a um produto comum oferecido no mercado, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Cenários com valores de utilidades associadas

Cenário	Marca	Uso	Certificação	Compra	Rendimento	Valor	Utilidade
1	Marca Conhecida	Exige Preparo para uso	Selo Verde	Loja Física	Rendimento 30% Menor	R\$ 7,85	1,120
2	Marca Conhecida	Pronto para uso	Sem Selo Verde	Via Internet	Rendimento Igual	R\$ 3,80	-0,994
3	Marca Conhecida	Pronto para uso	Selo Verde	Via Internet	Rendimento 30% Menor	R\$ 7,15	1,450
4	Marca Não Conhecida	Exige Preparo para uso	Selo Verde	Via Internet	Rendimento Igual	R\$ 6,30	1,108
5	Marca Não Conhecida	Pronto para uso	Selo Verde	Loja Física	Rendimento Igual	R\$ 8,00	2,414
6	Marca Não Conhecida	Exige Preparo para uso	Sem Selo Verde	Via Internet	Rendimento 30% Menor	R\$ 2,65	-2,540
7	Marca Conhecida	Exige Preparo para uso	Sem Selo Verde	Loja Física	Rendimento Igual	R\$ 4,50	-1,324
8	Marca Não Conhecida	Pronto para uso	Sem Selo Verde	Loja Física	Rendimento 30% Menor	R\$ 4,35	-1,234

Na Figura 7, são apresentados os escores de importâncias associadas ao atributo sobre a preferência total. Cada atributo está associado a um valor de importância relativo ao total de importância. Destaca-se a certificação como tendo maior importância (45,829) e a marca (9,881) com menor importância.

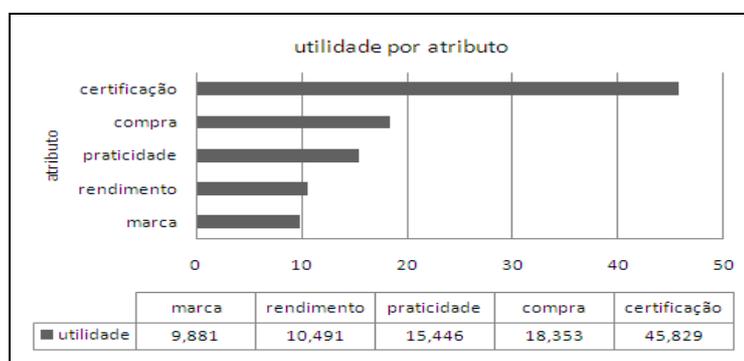


Figura 7 - Utilidades por atributo

Na análise da utilidade dos atributos por sexo, percebe-se que a certificação tem maior utilidade tanto para o sexo feminino (1,519) como para o masculino (1,625), assim como destaca-se a praticidade e o rendimento, conforme Figura 8.

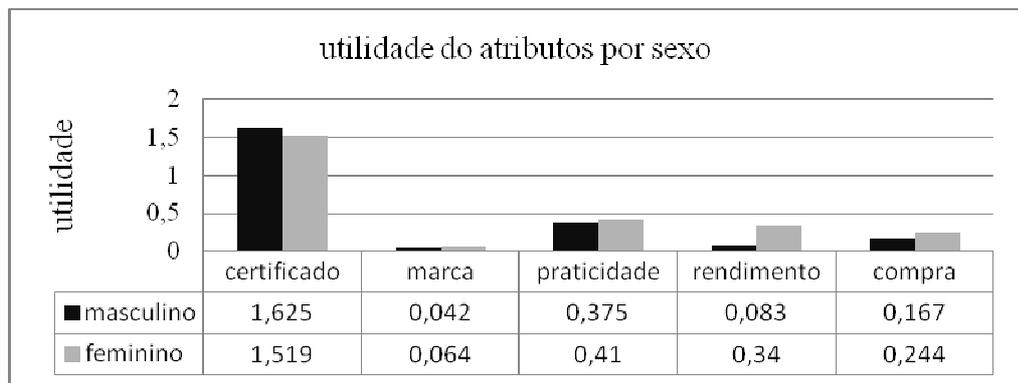


Figura 8 - Utilidade dos atributos por sexo

Observando-se as utilidades em função de faixas etárias, constata-se que todas atribuem maior utilidade para o atributo certificação. Isto significa que um produto com certificação pode ter maior aceitação entre os consumidores, Figura 9.

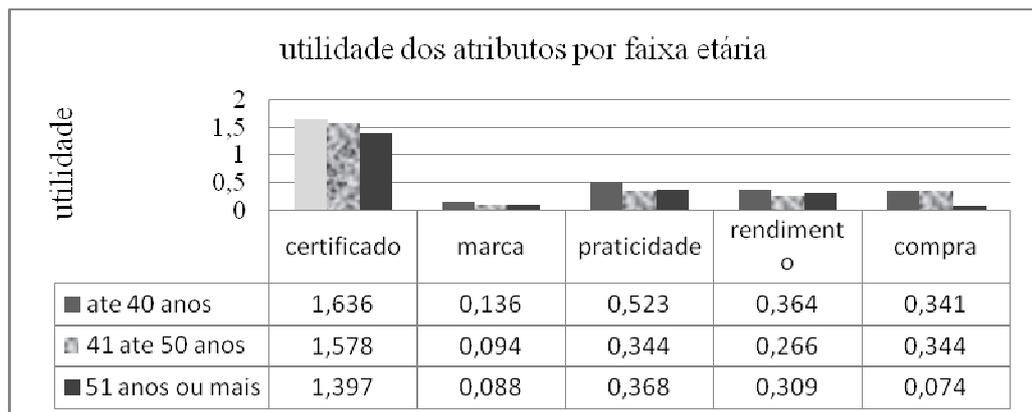


Figura 9 - Utilidade dos atributos por faixa etária

Os requisitos mais relevantes foram discriminados e as suas utilidades foram geradas. A importância da análise conjunta de atributos foi fundamental nessa determinação porque possibilitou o entendimento que diferentes grupos podem atribuir utilidades diferentes para as mesmas características de um produto. Este entendimento pode ser decisivo para o sucesso de um novo produto ou serviço.

#### 5.4 Análise de Correspondência

Para exemplificar a utilização da análise de correspondência, utilizou-se como medida de ponderação a utilidade conferida a cada um dos atributos. Considerando três categorias de faixa etária, (até 40 anos, de 41 a 50 anos e mais de 51 anos) existem relações distintas em

relação aos atributos. O atributo compra (compra do produto via Internet ou loja física) está associado com as faixas etárias de **até 40 anos** (resíduo ajustado = 4) e faixa etária de **41 até 50 anos** (resíduo ajustado = 7,3). A faixa etária **51 anos ou mais** está associada com os atributos certificação (resíduo ajustado = 4,3) e rendimento (resíduo ajustado = 3,2), conforme Figura 10.

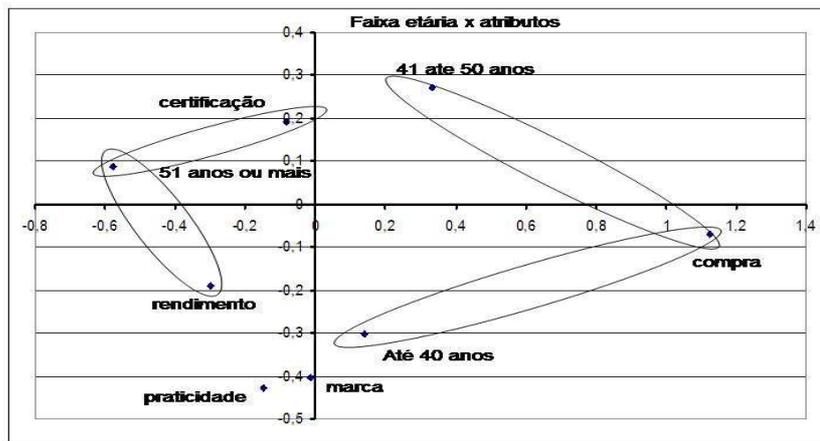


Figura 10 - Representação gráfica da associação faixa etária e atributos

Considerando a variável sexo, obteve-se que o sexo feminino está associado aos atributos de rendimento e compra, com resíduos ajustados de 11,8 e 2,7, respectivamente. O sexo masculino está associado ao atributo certificação, com resíduo ajustado de 8,7. Neste caso, não foi possível a representação gráfica por não ficar definida uma dimensão válida. Neste caso, a empresa que desenvolve o produto deve investir nos requisitos rendimento e certificação para conquistar novos segmentos de mercado ou fidelizar os consumidores ao seu produto.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo tem como objetivo apresentar uma estratégia de pesquisa quantitativa que contempla a análise conjunta de atributos para determinar quais as características são mais valorizadas pelos consumidores no desenvolvimento de um produto eco-orientado. Em última análise pretende-se demonstrar numa perspectiva didática, uma estratégia de análise para utilização de técnicas estatísticas ligadas à pesquisa no desenvolvimento de novos produtos e serviços.

A primeira etapa proposta, de levantamento de requisitos, contemplou as características demandadas pelos entrevistados. Através da elaboração de uma árvore de demanda, foi possível levantar os requisitos e organizá-los de maneira informativa para a pesquisa.

Na segunda etapa, de priorização de requisitos, houve aplicação da análise fatorial, técnica estatística multivariada para se obterem os requisitos mais valorizados pelos consumidores. Foram considerados atributos mais valorizados aqueles associados às maiores cargas fatoriais resultantes da análise. Os atributos considerados foram a marca, praticidade, rentabilidade, certificação e local de compra.

Na terceira etapa, priorização dos requisitos e análise *de trade-offs*, a técnica da análise conjunta de atributos foi aplicada e revisada para responder o objetivo de determinar os atributos de maior utilidade para os consumidores. Foram feitas considerações sobre a modelagem da técnica e aplicação sobre uma população que já tem conhecimento sobre o conceito de sustentabilidade. A análise de correspondência foi aplicada para demonstrar sua aplicação e sua utilidade na determinação de associação entre os atributos e alguma característica da população.

O método utilizado mostrou-se adequado na busca das informações junto aos entrevistados, definindo as utilidades para os níveis dos atributos levantados. Um conjunto de oito cenários, balizado por um valor monetário, foi oferecido para os entrevistados ordenarem de acordo com sua preferência. O valor monetário não foi agregado ao modelo já que serviu somente como um referencial no momento da escolha. De maneira geral, é possível considerar que: os entrevistados apresentaram diferentes preferências com relação aos

estímulos apresentados, de acordo com os atributos e seus níveis; os atributos relacionados à aquisição do produto de limpeza doméstica apresentam diferentes graus de importância, sendo a certificação o mais importante para esse público e os níveis de atributos estudados apresentam diferentes graus de utilidade.

Nas fases iniciais de desenvolvimento de produto é importante o entendimento e os valores que levam à satisfação do cliente e ao mesmo tempo conciliar esse desenvolvimento com a conservação ambiental. Assim, é fundamental levar em consideração vários fatores, que influenciam na decisão de compra, simultaneamente. O resultado foi uma leitura realística sobre a intenção e preferências de compra do produto com base numa população já conhecedora dos conceitos de sustentabilidade. A opção de escolha dos consumidores é realizada por meio de valores dados aos atributos enquanto o processo de decisão é determinado. A contribuição deste trabalho é a utilização de métodos estatísticos que, utilizando testes probabilísticos, oferecem maior confiança e imparcialidade às informações que auxiliam tomadas de decisões. Sugere-se que outros trabalhos possam ser desenvolvidos no emprego de técnicas estatísticas ao desenvolvimento de produtos que contribuam para o bem estar do consumidor e a conservação ambiental.

O respaldo da utilização de técnicas estatísticas, desta forma, auxilia na análise de requisitos e tratamento das informações, contribuindo no entendimento do mercado. Muitas vezes, os pesquisadores e engenheiros supõem ter conhecimento dos requisitos e do consumidor. Contudo, quando a empresa não tem o entendimento claro dos requisitos e sobre o consumidor, a empresa expõe-se ao risco de desenvolver algo que não atenda as especificidades do mercado o que pode resultar uma visão limitada das possíveis soluções de projeto.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO M. A. **Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica - IDHEA**. Disponível em <<http://www.idhea.com.br>>. Acesso em 20/12/2009.

BATTESINI M.; CATEN C.T. Análise Conjunta com Estimulação em duas Etapas. **Produto & Produção**, vol. 8, n.1. p 31-51, 2005.

BITTENCOURT, H. R. **Análise conjunta de atributos**. Porto Alegre. 64 f. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

BOYD Jr. H. W.; WESTFALL R. **Pesquisa Mercadológica: textos e casos**. 7ª edição. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 1997.

BURKOWSKI E.; PEROBELLI F.F.; ZANINI A. A Identificação de Preferências e Atributos Relacionados à Estrutura de Capital em Pequenas Empresas. **RAE electron**, vol.8. n.1 São Paulo, 2009.

CHATURVEDI, A.; CAROLL, J. D.; CLUSCALE (Clustering and multidimensional Scal[ing]): A Three-Way Hybrid Model Incorporating Overlapping Clustering and Multidimensional Scaling Structure. **Journal of Classification**. vol. 23, p. 269-299, 2006.

CHURCHILL G. A.; NIELSEN, Jr. A. C. **Marketing Research: Methodological Foundations**. 6 ed. Wisconsin: The Dryden Press, 1996.

CLARO P. B. O.; CLARO D. P.; AMÂNCIO R. Entendendo o Conceito de Sustentabilidade nas Organizações. **Revista de Administração – USP**. São Paulo. vol. 43, n.4, p.289-300, 2008.

WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality**. New York: The Free Press, 1992.

CRANE, M. **Conjoint Analysis: A Guide for Designing & Interpreting Conjoint Studies**. Austin Texas: Intelliquest, Inc, 1991.

CRAWFORD C. M.; DI BENEDETTO C. A. **New Products Management**. 7th ed. Chicago: McGraw-Hill, 2003.

EVERITT B.S. **The Analysis of Contingency Tables**. ed 2. Chapman & Hall. London, 1991.

EVERITT B. S.; DUNN G. **Applied Multivariate Data Analysis**. Edward Arnold. Sevenoakes, 1991.

FREITAS, A. A. F. **Modelagem Comportamental dos Decisores através de Técnicas de Preferência Declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis-SC**. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis, 1995.

GARCEZ M. P.; R.; Ramos M. Y.; Dias M. V. B.; Moura E. Gestão do Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: o caso Braskem. **Revista de Administração – USP**. São Paulo, vol. 42, n.1, p.19-30, 2007.

GREEN, P. E.; KRIEGER A. M.; AGARWAL, M. K. Adaptive Conjoint Analysis: some caveats and suggestions. **Journal of Marketing Research**, vol. 28. p.215-222, 1991.

GREENACRE M. J. Correspondence Analysis of Multivariate Categorical Data by Weighted Least Squares. **Biometrika**. p.457-467, 1988.

GUJARATI D. N. **Econometria Básica**. Editora Makron Books. São Paulo, 2000.

GUSTAFSSON A.; FREDERIK E.; BERGMAN B. **Conjoint Analysis: a Useful Tool in the Design Process**. Total Quality Management. vol. 10. No. 3. p 327-343, 1999.

GUTTORM S.; LARS S. **Transfer Pricing as a Strategic Device for Decentralized Multinationals**. Institute of Economics, Norwegian School of Economics and Business Administration, Helleveien 30, N-5035. International Tax and Public Finance. vol. 4. p.277–290, 1997.

HAIR J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM R. L.; BLACK W. C. **Multivariate Data Analysis**. Forth edition. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

INTELLIQUEST. **Preference Structure Measurement: Conjoint Analysis and Related Techniques**. New York: 2.ed. American Marketing Association, Marketing Research Techniques Series. 29 p., 2000.

JACOBI P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa. n.118. p. 189-206, 2003.

JOHNSON N. B. **Divisional Performance Measurement and Transfer Pricing for Intangible Assets**. Review of Accounting Studies. vol. 11, n. 2-3. Springer Netherlands, 2006.

KOTLER P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. 10ª ed. São Paulo. Prentice Hall, 2000.

KROES E. P.; SHELDON J.R. **Stated Preference Methods. An Introduction. Journal of Transport Economics and Policy. Stated Preference Methods in Transport Research**. vol. 22, n. 1, 1998.

KRUSKAL J. B.; Wish M. **Multidimensional scaling**. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1991.

MALHOTRA, N. K. **Marketing Research: an applied orientation**. ed. 2. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

MALHOTRA N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre. Bookman, 2001.

MARX A. M. **Proposta de Métodos de Gestão de Requisitos para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS. Porto Alegre, 2009.

MILLIKEN G. A.; JOHNSON D. E. **Analysis of Messy Data**. Chapman & Hall/CRC. vol. 2, 2000.

MOORE L. W. **Using Conjoint Analysis to Help Design Product Platform**. The journal of Product Innovation Management. 16 (1). p. 27-39, 1999.

MORETTIN P. A.; TOLOI C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. 1ed. Editora Edgard Blücher. ABE-Projeto Fischer, 2004.

MOTTA P. C. **Análise Conjunta: modelo e aplicação**. Revista de Administração. vol 22. n. 2. p. 17-24, 1987.

NEW C. World-class **Manufacturing versus Strategic Trade-offs**. International Journal of Operations & Production Management. vol 12. n. 6. p. 19-31, 1992.

PAIVA E. L.; CARVALHO J. M. J.; FENSTERSEIFER J. A. **Estratégia de Produção e de Operações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PALMER J. **The Best Notebook Computers**. Barren's, 80(46); (v16-v17), 2000.

POLIGNANO L. A. C.; DRUMUND F. B. O Papel da Pesquisa de Mercado durante o Desenvolvimento de Produtos. **3º Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produtos**. Florianópolis, SC, 2001.

SELIGER G.; KIM H. J.; KERNBAUM S.; M. ZETTL. Approaches to Sustainable Manufacturing. **International Journal of Sustainable Manufacturing**. vol. 1, n. 1-2. p. 58-77, 2008.

SILVA, R. C.; BUENO J. L. O.; BIGAND, E.; MOLIN P. **Escala Multidimensional Aplicada aos Estudos de Apreciação Musical**. Paidéia (Ribeirão Preto) [online]. vol.19. n.43.. ISSN 0103-863X. p. 153-158, 2009.

SILVA, S. M. et al. **O Uso do Questionário Eletrônico na Pesquisa Acadêmica: Um Caso de uso na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. II Semead – Seminários em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA/USP. p.408-421, 1997.

SHETH J.; MITTAL B.; NEWMAN B. **Costumer Behaviour**. Fort Worth. The Dryden Press, 1999.

Statistical Package for the Social Sciences. SPSS Inc. Release 16.0 for Windows, 2008.

1. Mangen Research Associates Inc. Conjoint Analysis. Disponível na Internet. Disponível em: <http://www.mrainc.com>. Acesso em 20/12/2009.

**ARTIGO 2:**

**UTILIZAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO (CHAID) PARA ALINHAMENTO DE ATRIBUTOS NO DESENVOLVIMENTO DE NOVO PRODUTO**

## Utilização de árvores de Decisão (CHAID) para Alinhamento de Atributos no Desenvolvimento de Novo Produto

**Resumo:** Técnicas estatísticas são aplicáveis como suporte nas análises de informações que alimentam o Processo de Desenvolvimento de Produto. Nas fases iniciais auxiliam na segmentação da população e na determinação dos requisitos do produto identificando aqueles que agregam maior valor para o consumidor. O objetivo deste artigo é apresentar uma análise de árvore de decisão, inserido nas fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produto por meio de uma aplicação prática para determinar os requisitos de um produto que estão associados a determinados segmentos de consumidores. Para tanto, é construída uma árvore de decisão que utiliza como critério o desmembramento de sucessivas tabelas cruzadas considerando os resultados obtidos da aplicação do teste estatístico qui-quadrado. Neste trabalho o método CHAID é aplicado a um caso que utiliza uma variável dependente, na qual os níveis representam dois segmentos populacionais (eco-orientado e não eco-orientado). Adotou-se como variáveis preditoras os requisitos de um produto com características sustentáveis. O resultado é a definição dos requisitos associados aos dois segmentos definidos.

Palavras-chave: CHAID, árvore de decisão, segmentação de mercado, requisitos do produto

**Abstract:** Statistical techniques are applied as a support in the information analysis which feed the Development Process of the Product. In the initial stages help in the population segmentation and in the determination of the product requirements identifying those which has more value for the consumer. The objective of this article is to show one decision tree analysis, inserted in the initial stages of the Development Process of the Product by a practical application to determine the requirements of a product that are associated with certain consumers segments. For it, a decision tree is built that uses as a criterion the dismemberment of successive crossed tables considering the obtained results of the application of the chi-square statistical test. In this paper the CHAID method is applied to a case which uses a dependent variable, in which the levels represent two populations segments ( eco-friendly and no eco-friendly ). It was adopted as variables predictors the requirements associated with a product with eco-friendly characteristics. The result is the definition of the requirements associated with two definite segments.

Key-words: CHAID, decision tree, market segmentation, product requirements

## 1. INTRODUÇÃO

Em razão da crescente competição e das constantes mudanças nos padrões de consumo, as empresas têm a necessidade de desenvolver produtos com base em informações provenientes do ambiente mercadológico (YAMAN e SHAW, 1998). Uma forma de aprofundar o conhecimento sobre o mercado é encontrar quais são os segmentos com características similares e aprofundar os estudos em grupos específicos.

Para as empresas disporem de certa vantagem competitiva devem se adaptar às tendências de fragmentação do mercado, na identificação e atendimento a requisitos customizados a cada segmento. A segmentação do mercado leva ao melhor atendimento das necessidades dos consumidores e entendimento de seu comportamento. Um segmento de mercado consiste em um grande grupo de consumidores que possuem as mesmas preferências (KOTLER e KELLER, 2000). Na teoria, segmentação de mercado tende a oferecer suporte aos negócios, pois sua detecção pode auxiliar no posicionamento quanto a promoções, atributos ou estratégias de serviços para seus clientes (CHEN, 2003). Segundo Boone e Kurtz (1998), o comportamento do consumidor é o processo no qual os consumidores e compradores organizacionais tomam decisões de compra. É importante conhecer esse comportamento para avaliar as necessidades dos clientes e posteriormente agregar requisitos ao produto que possam favorecer a aquisição no momento da decisão da compra do produto ou serviço (SANTOS e OLIVEIRA, 2008).

Esta adaptação tem sido discutida em temas atuais na área de desenvolvimento de produtos com pesquisas aplicadas a novos produtos e serviços, gestão dos requisitos e customização de produtos, entre outros. Entende-se por requisito do produto características mensuráveis que o produto deve atender segundo os valores-meta e faixa de valores que garantam a qualidade de cada característica, desdobrado a partir das necessidades do cliente (ROZENFELD et al., 2006). A Gestão dos Requisitos parte da identificação de um problema nos requisitos que desencadeia o estágio de análise resultando numa proposta de mudança nas especificações. A viabilidade da mudança proposta é medida em relação ao tempo, aos custos e à forma como essa mudança afeta os demais requisitos. Caso as mudanças sejam aprovadas, estas são implementadas e os novos requisitos são validados (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000).

Enquanto, customização é uma estratégia para atender os anseios mais específicos de seus clientes oferecendo produtos a custos comparáveis aos produtos não customizados sem precisar alterar seus meios de produção ou aumentar o custo de fabricação (PINE, 1993).

Um exemplo de produto destinado a um público específico são os produtos eco-orientados. Entende-se por produto eco-orientado aquele que, desenvolvido de forma manual ou industrializada, não seja poluente, não seja tóxico, não acarrete prejuízos à saúde e ao meio-ambiente e ao mesmo tempo contribua para o desenvolvimento de um modelo social e economicamente sustentável (ARAUJO, 2009). Esse tipo de produto é preferencialmente utilizado por segmentos de consumidores que valorizam requisitos que minimizem prejuízos à natureza.

Neste sentido, empresas que atendam princípios de sustentabilidade devem conscientizar o consumidor apresentando-lhe produtos atrativos a custos acessíveis. Descobrir o processo de decisão dos consumidores pró-ativos ou não pró-ativos à sustentabilidade pode trazer conhecimento aos desenvolvedores de produto. Este artigo compara os valores atribuídos a requisitos por segmentos de consumidor eco-orientado e não eco-orientado. A questão por trás desta problemática é, a partir desta análise, descobrir quais características são valoradas pelos segmentos. Parte-se do pressuposto que a incorporação destas características aos produtos pode fidelizar ou fazer o consumidor comum migrar para um consumidor eco-orientado.

Para determinar a segmentação de mercado, a técnica estatística mais referenciada é Análise de *Cluster*. Esta análise tem como objetivo associar categorias encontrando grupos com características homogêneas a respeito de um determinado critério do produto/serviço, dependendo do objetivo de aplicação. A utilização da análise de *cluster* é citada por vários autores da área de desenvolvimento de produto como, por exemplo, Urban e Hauser (1980) e Crawford e Benedetto (2003). Embora a análise de cluster tenha sido referenciada nesta área, este trabalho utiliza o método CHAID como alternativa para a segmentação de mercado. A diferença básica entre o a Análise de Cluster e o método CHAID é que este pode fazer predição e associa probabilidades aos indivíduos de pertencerem aos subconjuntos (nódulos) gerados na análise. Entende-se que esta é uma oportunidade de trazer esta técnica à área de desenvolvimento de produto.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar o método CHAID (*Chi-square Automatic Indentificator Detector*) inserido nas fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produto por meio de uma aplicação prática para determinar os requisitos de um produto que estão associados a determinados segmentos de consumidores.

O método CHAID é uma árvore de decisão que tem como critério os resultados do teste estatístico qui-quadrado. Geralmente, este método é aplicado para definir segmentação de mercado utilizando como variáveis dependentes do modelo características sócio-demográficas. Neste artigo a proposta é que as variáveis dependentes sejam requisitos de um produto. Para análise dos dados, utilizou-se o software estatístico SPSS 18® para execução do método CHAID. Salienta-se que existem outros *softwares* estatísticos que apresentem árvores de classificação entre seus procedimentos como, por exemplo, SAS 9.0® e o Statistica 10.0®.

Esse artigo é organizado da seguinte forma: inicialmente são tecidas considerações sobre árvores de decisão e segmentação de mercado. Na sequência apresenta-se uma revisão teórica sobre o método CHAID, considerações sobre a amostra, vantagens, limitações e validação do método. A seguir é apresentado o método de pesquisa e uma estratégia de aplicação que servirá como um guia para uso do método. Posteriormente, é apresentada uma aplicação no desenvolvimento de um produto produzido com características de sustentabilidade. Finalmente, são feitas algumas considerações que encerram o trabalho.

## **2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Na seção de contextualização teórica serão abordados os temas de árvores de decisão e segmentação de mercado. A partir desses tópicos, a seção seguinte apresenta o método CHAID e sua estrutura teórica de desenvolvimento.

### **2.1 Árvores de decisão**

Árvores de Decisão são uma sequência de partições de um banco de dados de maneira a maximizar diferenças sobre uma variável dependente (HAIR et al., 1995) Estas árvores tem semelhanças com o dendograma da análise de *Cluster*, como possibilitar uma representação e interpretação gráfica, mas são construídas e interpretadas de maneiras diferentes. Uma árvore de decisão é um instrumento de apoio à tomada de decisão que consiste numa representação

gráfica que apresenta um único nóculo inicial. Esse nóculo inicial, que possui a informação total de uma população considerada, é dividido de acordo com um primeiro critério estipulado gerando novos nóculos. Por sua vez, esses novos nóculos são subdivididos em um novo conjunto de nóculos, a partir de um segundo critério adotado. Assim, cada novo nóculo conterá como informação uma percentagem de seu nóculo de origem. As subdivisões ocorrem de maneira sequencial enquanto existirem critérios diferentes que justifiquem novas divisões ou até os valores mensurados nos nóculos não permitirem novas divisões.

Árvores de decisão são amplamente utilizadas na área de marketing no entendimento e segmentação do mercado. Diversas áreas a utilizam para seus fins como, por exemplo, a área de medicina para determinação de diagnósticos, ciência da computação na estruturação de dados, biologia para classificação ou psicologia na teoria da decisão (MAGIDSON, 1993). Estas árvores podem ser utilizadas para duas finalidades que são previsão e descrição da interação entre variáveis (GONÇALVES, 2008).

Dentre as árvores de decisão é possível destacar as seguintes: (i) árvore de classificação e regressão (C&RT); (ii) *Quick, Unbiased, Efficient Statistical Tree* (QUEST); (iii) *Commercial Version 4.5* (C4.5); (iv) *Interactive Dichotomizer Version 3* (ID3); (v) *Chi-square Automatic Identifier Detector* (CHAID) e (vi) ID3).

C&RT é um método de partição recursivo utilizado tanto na regressão quanto na classificação. O C&RT é aplicável quando existem variáveis dependentes contínuas (DIEPEN e FRANSES, 2005). Esse procedimento é construído pela partição em subconjuntos de dados usando todas as variáveis preditoras para criar duas novas divisões repetitivamente, a partir dos dados originais. O objetivo é determinar subconjuntos de dados que são tão homogêneos quanto possível considerando a variável dependente (BREIMAN et al., 1984).

O QUEST é um algoritmo de árvore de decisão de divisão binária para classificação de dados que pode ser utilizado considerando de modo univariado ou fazendo partições de combinações lineares. No modo univariado é considerada uma variável como resposta, por exemplo, cliente bom pagador ou mau pagador, em relação a uma única variável independente, por exemplo, o número de cartões de crédito. No modo de partições, são feitas estruturas de combinações de modos univariado, e no resultado da análise só é considerada

uma parte de maior interesse. Um aspecto importante desta técnica é que seu método de seleção das variáveis possibilita, aproximadamente, a mesma chance de serem selecionadas para terem seu nóduo subdividido (LOH e SHITH, 1997).

O C4.5 utiliza a abordagem de dividir para avançar etapas no crescimento da sua árvore de decisão (BENJAMIM et al, 2000). Isto significa que um problema complexo é decomposto em subproblemas mais simples e recursivamente a mesma estratégia é aplicada a cada subproblema. A diferença em relação a outros algoritmos de árvores de decisão está em testar a seleção e o processo de avaliação (TURE et al., 2006).

Por fim, o método ID3 é um algoritmo de árvore de decisão desenvolvido por Quinlan (1993). Esse algoritmo constrói árvores de decisão usando o método *top-down* e a diferenciação está no fato de que o conjunto de dados testa cada atributo em cada nóduo da árvore (TURE et al., 2006).

Dentre as árvores de decisão, este trabalho apresenta o método CHAID pelos seguintes motivos: não ter sido encontrado referenciado na literatura do PDP sendo esta uma oportunidade de esclarecer o método e, avaliando como árvore de decisão, o CHAID não apresenta complexidade nos cálculos.

## 2.2 Método CHAID

Neste trabalho, foi realizada uma revisão teórica sobre o método CHAID, procedimento de execução, considerações sobre a amostra, vantagens e limitações e validação do método. Esta revisão contempla os principais tópicos para um entendimento sobre este método.

O CHAID (*chi-square automatic interaction detection*) é um método utilizado para segmentação de uma população de interesse. Esta árvore é, geralmente, utilizada quando a segmentação é definida em termos de características demográficas ou variáveis categóricas com poder de predição (MAGIDSON, 1993). Para cada segmento é associada uma probabilidade de resposta. Essas probabilidades são posteriormente usadas para ordenar os segmentos e selecionar o mais promissor para alguma característica de pesquisa (DIEPEN e FRANSES, 2005). Este algoritmo aceita somente variáveis categóricas nominais ou ordinais

como variáveis dependentes. Normalmente, este tipo de variável é utilizada em pesquisas tradicionais de marketing, aplicadas em questões demográficas como sexo, faixa-etária e renda salarial, grau de instrução ou outra variável dependente previamente definida. Uma aplicação do método CHAID pode ser verificada em Hsu e Kang (2007). Quando os preditores são contínuos, eles são transformados em um preditor categorizado para posterior utilização do algoritmo, como por exemplo, renda salarial (TURE et al., 2006).

Alguns aspectos a respeito dos dados coletados ou do universo no qual esses provêm devem ser considerados, como, por exemplo: (i) existe uma grande variedade de informações a respeito de cada indivíduo na pesquisa; (ii) na maior parte das vezes não é tratada diretamente a variável e sim a sua classificação; (iii) os dados são oriundos de uma amostra, geralmente coletada através de um delineamento experimental; (iv) muitas vezes os fatores exploratórios utilizados na análise podem estar correlacionados; (v) pode existir interação entre os efeitos; (vi) na realidade, existem propriedades lógicas e relação de causa e efeito entre as variáveis (MORGAN e SONQUIST, 1963).

O CHAID é construído por partições da população em subconjuntos de maneira repetitiva em dois ou mais nós a partir dos dados originais (MICHAEL e GORDON, 1997). O método CHAID é baseado nos testes de associação qui-quadrado e particiona o conjunto de dados em subconjuntos mutuamente exclusivos que melhor descrevem a variável resposta exhaustivamente (TURE et al., 2006). O CHAID é um método oriundo do AID (*Automatic Interaction Detection*) que foi descrito por Morgan e Sonquist (1963), Sonquist and Morgan (1964), Sonquist (1970), Sonquist et al., (1971). O AID opera em uma variável dependente de escala intervalar e maximiza a soma de quadrados entre grupos, usando como distribuição subjacente a distribuição F-snedecor (KASS, 1980) ou a estatística de Kruskal-Wallis como uma alternativa não paramétrica para a estatística F (BIGGS et al., 1991).

O algoritmo do CHAID é originalmente proposto por KASS (1980). O *exhaustive* CHAID, proposto por Biggs et al. (1991), é uma variante do método CHAID. O *exhaustive* se caracteriza por realizar combinações sucessivas entre duas categorias até encontrar uma combinação ótima. Esta mescla de categorias ocorre até ser determinada a maior significância estatística do teste qui-quadrado. O método *exhaustive* CHAID requer mais tempo de computação (HILL e LEWICKI, 2006).

### 2.3 Procedimento

O procedimento teórico de aplicação do método CHAID começa com a definição de uma a variável dependente tendo  $d \geq 2$  categorias e um preditor para análise com  $c \geq 2$ . A questão imediata é reduzir a tabela de contingência  $c \times d$  em uma tabela  $j \times d$  com associação mais significativa resultante da combinação das categorias do preditor. Conceitualmente, primeiro é preciso calcular a estatística  $T_{(j)}^{(i)}$ , estatística qui-quadrado para o  $i$ -ésimo método de formação de uma tabela  $j \times d$  ( $2 \leq j \leq c$ ). Então, se  $T_{(j)}^{(*)} = \max T_{(j)}^{(i)}$ , é o maior valor da estatística qui-quadrado encontrado para a tabela  $j \times d$ , escolhe-se o  $T_{(j)}^{(*)}$  como valor de maior significância associada (KASS, 1980).

Essa técnica tem muito em comum com outras técnicas estatísticas como Análise Discriminante e o dendograma da Análise de Cluster (HAIR JR, 1995). No método CHAID as variáveis denominam-se monotônicas quando as variáveis dependentes são categóricas ordinais e denominam-se livre quando a variável dependente está em escala nominal. A variável é chamada flutuante quando existe alguma informação desconhecida ou *missing*, um valor desconsiderado na análise (BIGGS et al, 1991).

O método CHAID opera em uma variável dependente de escala nominal ou ordinal e maximiza a significância da estatística qui-quadrado em cada partição, caracterizando o CHAID como uma estrutura de testes de significância (SPSS18)®. Devido aos sucessivos testes de comparações aplicados nessa técnica, é calculado um fator de correção na desigualdade de Bonferroni utilizado para obter-se um nível de significância ajustado. O multiplicador de Bonferroni é o número de possíveis caminhos que “c” categorias podem originar em  $r$  categorias da variável preditora. Para  $r=c$ ,  $B = 1$ . Se a variável preditora é monotônica, o multiplicador de Bonferroni é obtido da definição do coeficiente binomial, equação (1).

$$B_{monotonic} = \binom{c-1}{r-1} \quad (1)$$

Se a variável é do tipo livre, o multiplicador é apresentado como na equação (2),

$$B_{free} = \sum_{i=0}^{r-1} (-1)^i \frac{(r-i)^c}{i!(r-i)!} \quad (2)$$

e se a variável é do tipo flutuante, o multiplicador é calculado como na equação (3),

$$B_{float} = \binom{c-2}{r-2} + \binom{c-2}{r-1} = \frac{r-1+r(c-r)}{c-1} = B_{monotonic} \quad (3)$$

Segundo Magidson (1993), o multiplicador é útil no ajuste para testes múltiplos, e está baseado sobre o grupo de categorias com o maior nível de significância. A proposta dessa correção é resguardar o erro tipo I de não ultrapassar um valor de nível de significância ( $\alpha$ ) estipulado no teste. A desigualdade de Bonferroni provê um conjunto de métodos e níveis de significâncias para determinado grupo que garantem que o erro tipo I não ultrapasse um determinado  $\alpha$  (MILLER, 1981). Então, pela desigualdade de Bonferroni,  $\alpha_0$  é o valor com o qual o grupo de categorias deve ser testado, equação 4, onde  $N_B(c)$  é o fator de ajuste de Bonferroni, (BIGGS et al, 1991).

$$\alpha_0 = \frac{\alpha}{N_B(c)} \quad (4)$$

A proposta de KASS (1980) é pesquisar por um  $\mathbf{T}_{(j)}^{(*)}$  (estatística qui-quadrado) máximo utilizando o método *stepwise*, avaliando a entrada de cada variável no modelo e verificando se sua contribuição é significativa ou não, entre as variáveis preditoras. A proposta pode ser resumida em 5 passos, como segue: (i) para cada preditor, fazer uma tabela cruzada das categorias do preditor com as categorias da variável dependente. (ii) encontrar os pares de categorias dos preditores (somente considerando pares determinados pelos diferentes tipos de preditores) para os quais 2xd tem diferença menos significativa. Caso essa significância não tenha um valor crítico alto, unir as duas categorias, e repetir esse passo; (iii) para cada categoria constituída a partir das três ou mais categorias originais, encontrar a partição binária mais significativa para os quais a mescla das categorias pode ser resolvida. Caso a significância esteja além de um valor crítico, implementar a divisão e repetir (ii); (iv) calcular a significância de cada preditor considerado e isolar o mais significativo de todos. Caso a significância seja maior que um valor crítico, subdividir os dados de acordo com o número de categorias do preditor seguinte. Esse passo requer um teste de significância da

tabela de contingência reduzida; (v) para cada partição dos dados que ainda não foi analisada, retornar ao passo (i).

Para realização dos passos sugeridos para o método, é necessário um tamanho de amostra que garanta uma frequência suficiente nos cruzamentos das categorias da variável dependente e as demais variáveis preditoras. Quando o número de observações em determinada categoria é pequeno, esses passos podem ser modificados, excluindo-se esta categoria da análise.

## **2.2 Considerações sobre Amostra**

Para aplicação do procedimento CHAID é preciso amostras relativamente grandes para gerar resultados mais seguros e para formar os subgrupos que viabilizem a seqüência da análise. Em determinadas condições, para tamanhos de amostras consideradas pequenas, pode-se fazer uso de testes como teste exato de Fisher (Conover, 1971) em alternativa ao teste qui-quadrado.

## **2.3 Vantagens e Limitações**

Os resultados obtidos utilizando o CHAID são apresentados de forma gráfica sendo de fácil interpretação e leitura (HOARE, 2004). Uma importante consideração dos resultados do CHAID é que este pode ser usado para gerar escores individuais de probabilidade dos indivíduos da amostra pertencerem a determinado nóculo. Como os segmentos ou a resposta de interesse são definidos pelas combinações de variáveis preditoras, novos casos podem ser classificados para certo segmento pelos valores dessas variáveis, assim, as probabilidades para novos casos podem ser estimadas. Ainda, este método pode fazer estimação para toda a população considerada ou somente parte dela (DIEPEN e FRANSES, 2005).

Uma das limitações do CHAID é que os segmentos são definidos com base em somente uma variável utilizada como critério de decisão. Magidson (1993) mostrou que a segmentação utilizando uma variável resposta ordinal difere de segmentos derivados de algoritmo utilizando variável nominal. Todas as variáveis independentes (preditoras) são consideradas de modo seqüencial e não simultâneo, o CHAID não garante uma única solução ótima (PERREAUL e BARKSDALE, 1980).

Diepen e Franses (2005) indicam dois problemas em relação ao método, os quais são: a instabilidade da árvore CHAID e o *over-fitting*. Quanto à instabilidade, a árvore pode ajustar um conjunto de dados de maneira aceitável, mas se a tabela original de dados sofre alteração, uma nova árvore completamente diferente é criada. A qualidade de precisão de suas previsões em um novo conjunto de dados, nesta situação, não é garantida (BULT e WANSBEEK, 1995). Enquanto, *over-fitting* ocorre em duas situações: quando o modelo tem um bom ajuste com os dados originais, mas não garante este ajuste quando aplicado em outro conjunto de dados. Este último ocorre quando a variância entre o valor médio gerado por um estimador e os valores observados é muito grande.

## 2.4 Validação

Para validação do método, aplica-se o procedimento CHAID sobre parte da amostra tomada por simulação denominada *holdout*. Após, compara-se os resultados da *holdout* com os que foram preditos pelo método CHAID. Caso exista grande diferença entre as amostras, observadas e as simuladas, os resultados podem estar viesados (DIEPEN e FRANSES, 2005).

Este método apresenta um ajuste de medida que indica a probabilidade de confiança na predição de um conjunto de indivíduos. Como as respostas do CHAID são percentagens, essas podem ser tomadas em forma de erro padrão e intervalos de confiança. As categorias de respostas mais precisas para predição são aquelas com menores erros padrões (DIEPEN e FRANSES, 2005).

## 3. DIRETRIZES DE APLICAÇÃO DO CHAID

Os itens seguintes se referem à aplicação do método CHAID baseado na sequência de passos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. As diretrizes de aplicação podem resumir-se em oito passos: (i) definição do problema de pesquisa; (ii) caracterização amostral; (iii) determinação da variável dependente; (iv) determinação das variáveis preditoras; (v) avaliação descritiva das variáveis; (vi) representação gráfica do CHAID; (vii) avaliação da tabela do CHAID; (viii) representação gráfica do ganho. Como recurso computacional, foi utilizado o pacote estatístico SPSS 18®.

Na etapa de **definição do problema de pesquisa** para aplicação do método CHAID, o problema é determinado de maneira que evidencie e caracterize as variáveis necessárias ao modelo. Neste momento contextualiza-se o problema e, a partir deste, identificam-se as variáveis envolvidas, os respectivos níveis de mensuração e a utilidade das informações geradas pela variável para solução do problema.

Na sequência, procede-se a **caracterização amostral**. O tamanho da amostra tem que ser suficientemente grande para garantir a aplicação do teste estatístico qui-quadrado. Esta exigência ocorre porque este teste é aplicado para verificar associação entre as variáveis dispostas em tabelas cruzadas oriundas das subdivisões dos nódulos em relação à próxima variável inserida no modelo.

A **determinação da variável dependente** para o modelo é consequência direta da determinação do problema de pesquisa e da clareza que o pesquisador tem em relação aos seus objetivos. Esta variável é a base de interpretação de todos os resultados, sua definição de forma equivocada compromete todo o desenvolvimento da árvore de decisão. Isto corre porque o valor mensurado nesta variável contém a informação inicial para todas as demais partições da árvore.

A **determinação das variáveis preditoras** para o modelo CHAID corresponde à seleção das variáveis independentes se o problema fosse de análise de regressão. A única condição para escolha destas variáveis é que elas sejam categóricas. Contudo, se a variável se apresentar de maneira quantitativa é possível categorizá-la para realizar o procedimento do método como mencionado em seções anteriores.

O primeiro estudo realizado sobre os dados amostrais considerados é a realização de uma **análise descritiva das variáveis**, de forma univariada, para evitar incongruências ou detectar algum aspecto que possa ser relevante para a pesquisa. Tabelas de frequência podem trazer informações iniciais sobre as proporções e frequências absolutas das categorias estudadas em cada variável. Um exemplo de análise descritiva é o gráfico de barras que serve para fazer comparações de frequências entre determinada característica de interesse.

Uma das grandes vantagens da aplicação do método é que seu resultado pode ser interpretado através de uma **representação gráfica do CHAID** de fácil entendimento. A

árvore de decisão deste método começa com um único módulo inicial que reserva um valor mensurável de uma variável dependente. Este valor contido no primeiro nóculo é dividido em outros nóculos que por sua vez também são subdivididos de acordo com alguma característica associada. A leitura da árvore é *bottom up*, inicia no último nóculo subdividido chamado nóculo final e segue pelos seus nóculos precursores até chegar ao nóculo inicial.

Além da representação gráfica dos resultados do método CHAID esta árvore de decisão pode ser apresentada em forma de tabela. Na **representação em tabela do CHAID**, as colunas indicam as proporções de frequências das categorias em cada nóculo. Consta também como informação na tabela, os percentuais da categoria referência e as demais categorias em relação à subdivisão que está sendo realizada e em relação ao total da amostra.

Três critérios podem ser considerados para validação do modelo adotado: (i) avaliação gráfica, que é a representação do ganho acumulado (*gain chart*). Este gráfico se caracteriza por ter forma de arco sobre uma reta diagonal. O eixo da abcissa do gráfico varia de 0 (zero) a 100%; (ii) risco estimado, indica o risco associado à classificação errada da categoria de referência da variável dependente; (iii) porcentagem de classificação correta que o modelo confere à categoria tomada como referência. Tanto para (ii) e (iii), os valores aceitáveis fazem parte das decisões a serem tomadas pelos pesquisadores levando em conta a categoria utilizada como referência na sua pesquisa.

As etapas e as análises propostas descritas anteriormente serão melhores detalhadas concomitantemente ao exemplo de aplicação a seguir.

#### **4. APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO PRODUTO LIMPEZA ECO-ORIENTADO**

A aplicação do método CHAID é apresentada através do estudo realizado no desenvolvimento de um produto limpeza com características de sustentabilidade. Conforme mencionado, a apresentação do desenvolvimento é realizada de acordo com as etapas descritas na seção 3.

#### 4.1 Definição do Problema de Pesquisa

Diante da problemática de conciliar ampliação de mercado às novas necessidades de consumo, desenvolvimento tecnológico em relação a produtos e serviços, as empresas têm se ajustado a novos conceitos de produção e desenvolvimento de novos produtos. Numa visão sistêmica, a preocupação no desenvolvimento de produtos está atendendo as exigências do novo paradigma da sustentabilidade. Este paradigma é de um estado de equilíbrio social, econômico e ambiental em um sistema produtivo que se perpetue no tempo garantindo a existência deste para as futuras gerações. Para um empreendimento humano ser sustentável, deverá atender a quatro requisitos básicos: ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito (BRUNDTLAND, 1987).

Assim, é importante identificar as características do consumidor voltado para a temática contemporânea relativa à preservação do meio ambiente no que diz respeito à aquisição, utilização e descarte de produtos. Contudo, sabe-se que mudar hábitos de consumo não é uma tarefa fácil para os desenvolvedores de produto. Além disso, é necessário buscar o entendimento de quais características referentes ao produto fariam um consumidor migrar para um produto eco-orientado. Uma das maneiras de entender é analisando os fatores que diferenciam os consumidores eco-orientados dos consumidores não eco-orientados. Assim, as empresas podem focar sua atenção nos requisitos mais valorados pelos consumidores eco-orientados ou definir melhores estratégias para conquistar os consumidores não eco-orientados. Uma estratégia seria agregar requisitos ou atrativos ao produto que possibilitem ao consumidor comum mudar ou fidelizar sua opção para um produto ecológico. Desta maneira, os desenvolvedores de produtos podem produzir produtos com características mais atrativas ao mercado e ao mesmo tempo atender questões de sustentabilidade.

Assim, para associar os requisitos do produto aos segmentos de interesse, utilizou-se o método CHAID. Este método é capaz de fornecer suporte para responder a questão de pesquisa descrita identificando os requisitos que um produto de limpeza pode agregar para satisfazer as expectativas dos consumidores de ambos os segmentos.

O instrumento de pesquisa utilizado foi elaborado a partir de cinco requisitos de um produto de limpeza denominados “certificação”, “marca do produto”, “praticidade”,

“rendimento” e “estabelecimento”. Os requisitos foram definidos pela aplicação da técnica estatística Análise Fatorial sobre um conjunto que contava com 37 requisitos do produto. Selecionou-se os requisitos negociáveis do produto (aqueles não obrigatórios, não normativos e que podem ser ajustados para atender a um segmento mercado específico) com maior carga fatorial. Os requisitos certificação e estabelecimento foram inseridos no modelo devido ao interesse da equipe pesquisadora nos seus resultados. Cada requisito em questão foi dividido em dois níveis, (+) representa a presença e (-) a ausência do atributo, que são as categorias que resumem suas principais características, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Atributos e respectivos níveis

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO	NÍVEL	
Certificação	Ter informação sobre o quanto o produto é sustentável/ Quanto ao tipo de certificação do produto	+	Selo verde: o produto tem certificação, oferece garantia de possuir características de sustentabilidade.
		-	Não tem selo verde: o produto não tem certificação não oferece garantia de possuir características de sustentabilidade.
Marca do Produto	Quanto à divulgação e conhecimento da marca	+	Marca reconhecida: o produto é oferecido por uma marca conhecida no mercado. A marca é reconhecida.
		-	Marca não conhecida: o produto é oferecido por uma marca nova no mercado.
Praticidade	Quanto à facilidade de uso do produto	+	Pronto para o uso: o produto pode ser utilizado diretamente, não precisando nenhum preparo antes do uso.
		-	Exige preparo para o uso: o produto não pode ser utilizado diretamente, precisa ser preparado antes do uso.
Rendimento	Quanto à rentabilidade do produto sustentável em relação ao produto comum	+	Rendimento igual: o produto eco-orientado tem rendimento igual ao produto comum, vendido no mercado
		-	Rendimento 30% menor: o produto eco-orientado tem rendimento 30% menor do que o produto comum, vendido no mercado.
Estabelecimento	Forma de realizar a compra	+	Loja física: o produto é vendido em uma loja física, e você compra diretamente no balcão.
		-	Via internet: o produto é vendido através da internet, você compra acessando uma página na web.

A partir da combinação destes níveis foram construídos oito cenários ou perfis conforme Tabela 5. A construção dos cenários foi determinada por um delineamento fatorial fracionado  $2^{5-2}$ . Detalhes sobre projetos fatoriais, ver em Montgomery (1996). Assim, os cenários foram apresentados aos respondentes que ordenaram os cenários de acordo com sua preferência.

Tabela 5 - Cenários utilizados na pesquisa de preferência

Cenário	Marca do produto	Praticidade	Certificação	Estabelecimento	Rendimento	Valor
1	Marca Conhecida	Exige Preparo para uso	Selo Verde	Loja Física	Rendimento 30% Menor	R\$7,85
2	Marca Conhecida	Pronto para uso	Sem Selo Verde	Via Internet	Rendimento Igual	R\$3,80
3	Marca Conhecida	Pronto para uso	Selo Verde	Via Internet	Rendimento 30% Menor	R\$7,15
4	Marca Não Conhecida	Exige Preparo para uso	Selo Verde	Via Internet	Rendimento Igual	R\$6,30
5	Marca Não Conhecida	Pronto para uso	Selo Verde	Loja Física	Rendimento Igual	R\$8,00
6	Marca Não Conhecida	Exige Preparo para uso	Sem Selo Verde	Via Internet	Rendimento 30% Menor	R\$2,65
7	Marca Conhecida	Exige Preparo para uso	Sem Selo Verde	Loja Física	Rendimento Igual	R\$4,50
8	Marca Não Conhecida	Pronto para uso	Sem Selo Verde	Loja Física	Rendimento 30% Menor	R\$4,35

A cada cenário, estimou-se o valor monetário baseado no valor comercial comparativo do produto. Esta estimativa não representa necessariamente o valor real do mercado, mas sim a base para relativizar a escolha dos respondentes, apontando o preço que o consumidor estaria disposto a pagar pelo produto representado em determinado cenário.

A estruturação dos dados para aplicação do método CHAID percorreu os seguintes passos: i) para cada entrevistado destacou-se os três primeiros cenários de sua preferência (banco A), onde  $p_1$  significa o cenário mais preferido,  $p_2$  o segundo mais preferido e assim por diante; ii) desta maneira, uma nova ordenação é definida, contando com 306 casos de cenários preferidos; iii) um novo banco de informações (banco B) foi definido no momento em que cada cenário foi desdobrado especificando os requisitos que o compõe, conforme Figura 11.

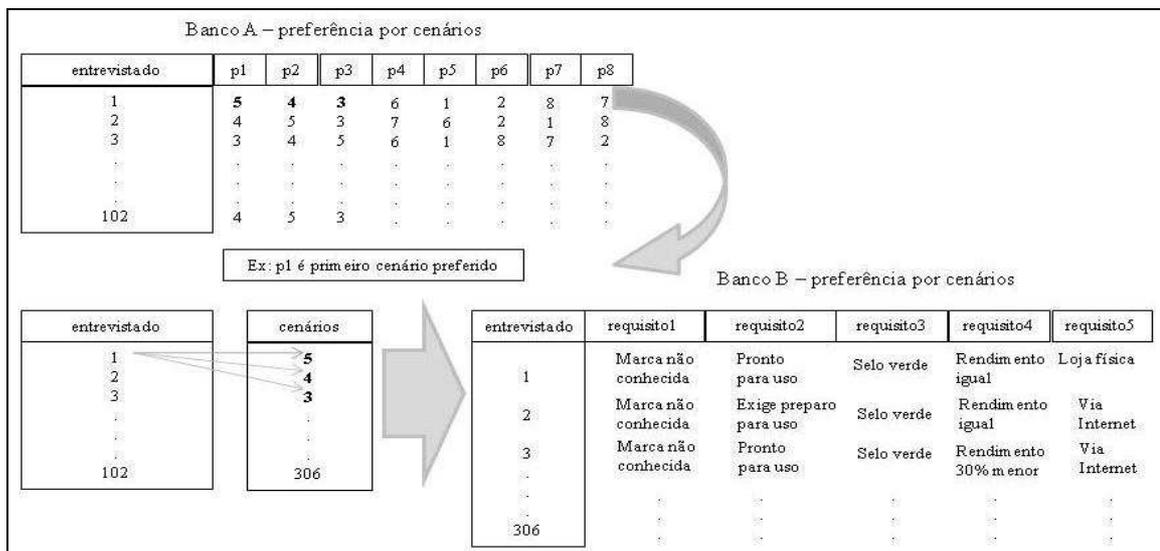


Figura 11 - Exemplo de desdobramento da informação

A estratégia de considerar os três primeiros cenários preferidos pelos respondentes foi privilegiar o *trade-off* realizado pelo respondente. Ao realizar o *trade-off*, o respondente faz opções por diferentes requisitos do produto dependendo do cenário no qual estes se apresentam. Desta maneira, contempla-se o processo de escolha e a priorização dada a cada requisito associada ao processo de decisão. Este procedimento para determinar as informações para aplicar o método CHAID apóia-se no fato deste método não fazer considerações quanto à dependência dos dados, uma vez que esta associação será verificada através dos consecutivos testes qui-quadrados utilizados no método. Os critérios de decisão considerados e mencionados para aplicar o método são: i) significância da categoria: valor do p-valor acima do qual uma categoria é considerada não significativa; ii) significância do preditor: valor do p-valor abaixo do qual uma variável é significativa para permanecer no modelo; iii) dimensão do nóculo inicial: número mínimo de elementos que um grupo tem que ter para poder ser segmentado; iv) dimensão dos nóculos: número mínimo de elementos que um grupo tem que ter para permitir nova segmentação (KASS, 1980); v) muitas vezes os fatores exploratórios utilizados na análise podem estar correlacionados (MORGAN e SONQUIST, 1963).

## **4.2 Caracterização amostral**

A amostragem foi realizada no período de 04/10/2010 a 30/10/2010. Considerou-se como consumidor eco-orientado aquele constituído pelos alunos da Entidade de ensino UNIPAZ-Sul, uma Instituição que tem uma proposta holística de atuar na educação, saúde, organizações e meio ambiente. Este grupo, teoricamente, recebe palestras, treinamentos sobre sustentabilidade tendo conhecimento maior sobre práticas de sustentabilidade que demais consumidores. O consumidor não eco-orientado é formado por consumidores comuns sem preocupações ambientais declaradas.

O grupo eco-orientado foi entrevistado em reuniões promovidas na sede da Entidade de ensino UNIPAZ-SUL e o grupo não eco-orientado foi entrevistado aleatoriamente em ambientes como supermercados e parques. A pesquisa compilou dados de uma amostra de 102 elementos, sendo 44 classificados como eco-orientados e 58 declarados como não eco-orientados. O tamanho da amostra foi considerado satisfatório para os propósitos do trabalho.

## **4.3 Determinação da Variável dependente**

A variável dependente neste trabalho é denominada “segmento” e possui duas categorias que definem os segmentos em estudo que são os consumidores definidos como eco-orientados e não eco-orientados. A categoria de interesse (referência) neste estudo são os consumidores considerados eco-orientados.

## **4.4 Determinação das variáveis preditoras**

As variáveis preditoras, neste estudo, são os requisitos do produto (certificação, marca do produto, praticidade, rendimento e estabelecimento). Estas variáveis foram definidas como preditoras porque, com a aplicação do método CHAID, o resultado identificará as características do produto associadas aos segmentos de consumidores eco-orientados e não eco-orientados.

## **4.5 Avaliação descritiva dos dados**

Como primeiro resultado, é apresentado o gráfico com as frequências dos cenários de acordo com a preferência dos entrevistados. Figura 12 Os cenários 5 (C5), 4 (C4) e 3 (C3)

apresentaram maior frequência de escolha com 55,60%, 20,00% e 15,60% respectivamente. Analisando os cenários preferidos pelos entrevistados e desdobrando os níveis dos requisitos que os definem, observa-se que, em geral, os consumidores não apresentam preferência por produto oferecido por uma marca reconhecida no mercado.

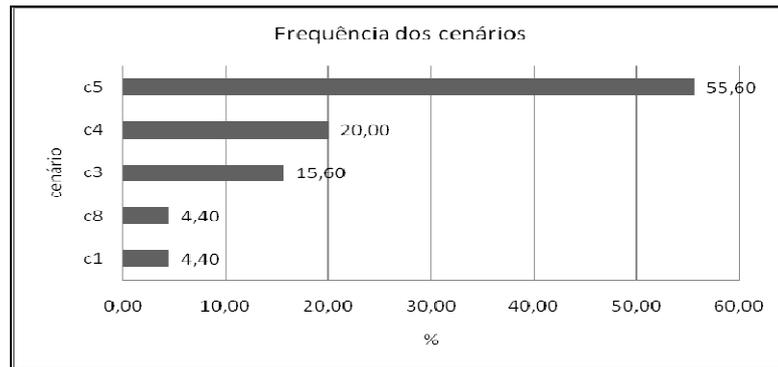


Figura 12 – Cenários com maior preferência entre os entrevistados

Conclui-se, por meio desta análise descritiva, que houve predisposição para pagar um valor maior pelo produto quando este apresenta requisitos como possuir um selo verde que o certifique como sustentável, esteja pronto para uso, tenha rendimento igual a outro produto oferecido no mercado e a compra ser feita em loja física.

#### 4.6 Representação gráfica do CHAID

A representação gráfica do CHAID se assemelha aos ramos de uma árvore. Cada nó final (sem subdivisão) representa segmento ou grupo diferenciado da população em estudo e, considerando a árvore, determina os requisitos que este segmento mais valoriza no produto. O nó zero traz um resumo de toda a amostra em relação à variável dependente. A partir das categorias deste nó, as variáveis preditoras são testadas através de tabelas cruzadas seguindo a metodologia do CHAID. O diagrama do CHAID é apresentado na Figura 13.

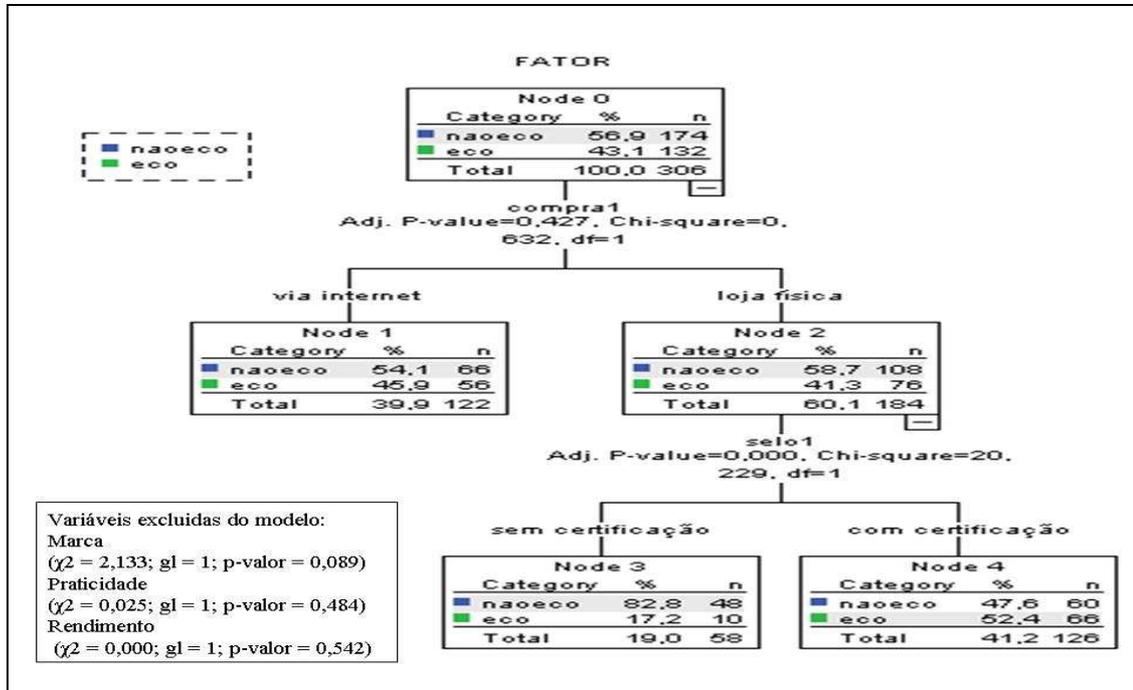


Figura 13 - Representação do diagrama CHAID

Utilizando o método CHAID, evidenciou-se que os requisitos **estabelecimento** e **certificação** são os mais relevantes para o produto. A variável independente, estabelecimento, foi inserida no modelo por ser uma variável de interesse de investigação para desenvolvimento de trabalhos futuros. Dessa maneira, pela Figura 13 observa-se que o nó quatro está associado aos entrevistados declarados eco-orientados e esses, por sua vez, evidenciam preferência por um produto que apresente um certificado de garantia quanto ao seu caráter ecológico e ainda preferem fazer a compra do produto em loja física.

#### 4.7 Representação em tabela do CHAID

O diagrama de árvore pode ser representado através de uma tabela com o resumo dos resultados. Nessa tabela são apresentadas as informações relevantes disponíveis no diagrama CHAID. Baseada na árvore de decisão, a tabela apresenta para cada nó, a categoria de maior frequência e sua porcentagem, conforme a Tabela 6, evidenciando a categoria predita em cada nó.

Tabela 6 - Tabela da árvore CHAID - I

nódulo	não-eco		eco		Total		categoria predita	nódulos prévios
	N	porcentagem	N	porcentagem	N	porcentagem		
0	174	56,9%	132	43,1%	306	100,0%	não-eco	
1	66	54,1%	56	45,9%	122	39,9%	não-eco	0
2	108	58,7%	76	41,3%	184	60,1%	não-eco	0
3	48	82,8%	10	17,2%	58	19,0%	não-eco	2
4	60	47,6%	66	52,4%	126	41,2%	eco	2

Método: exhaustive CHAID - variável dependente: segmento

A categoria predita é aquela que apresenta mais de 50% da frequência entre as duas categorias da variável dependente no nóculo final. O nóculo 4, por exemplo, apresenta os consumidores eco-orientados como categoria predita. Para este nóculo, a coluna eco (N) indica uma frequência de 66 casos que representa 52,4% da frequência total do nóculo. O nóculo 4 possui no total 126 casos que representam 41% do número total de todos casos analisados. A leitura o nóculo 4, como resposta de interesse, é que consumidores eco-orientados têm preferência de compra por produtos sustentáveis que apresentem um selo de certificação e que o local de compra do produto seja realizada em loja física. Na Tabela 7 é possível identificar todas as variáveis que fizeram parte do modelo, sua significância e o valor do teste qui-quadrado associado para cada nóculo.

Tabela 7 – Tabela da árvore CHAID - II

nóculo	variável	Significância	variáveis predictoras		
			qui-quadrado	gl	categoria
1	compra1	0,427	0,632	1	via internet
2	compra1	0,427	0,632	1	loja física
3	selo1	0,000	20,229	1	sem certificação
4	selo1	0,000	20,229	1	com certificação

Método: exhaustive CHAID - variável dependente: segmento

É possível verificar que a variável compra não satisfaz um critério de seleção do método, não apresentando diferença significativa. Entretanto, como mencionado anteriormente, esta variável foi fixada devido ao interesse de desenvolvimento de trabalhos futuros, na qual a equipe de desenvolvimento tem a intenção de comercializar o produto pela internet. A Tabela 8 apresenta um resumo das informações sobre os nósculos terminais. A coluna nóculo se subdivide em duas colunas que apresentam o número de casos em cada

nódulo e a percentagem deste em relação ao total da amostra. A coluna ganho se subdivide em duas colunas que apresentam a frequência da categoria referência em cada nóculo e o ganho. Entende-se por ganho como a percentagem do total de casos da categoria referência em cada nóculo. O ganho é obtido pelo percentual entre o número de elementos da categoria referência no nóculo e o número de elementos da categoria referência considerando o total da amostra. A coluna chamada indicador é obtida pelo percentual entre a porcentagem da categoria referência no nóculo e a porcentagem da categoria referência considerando o total da amostra.

Tabela 8 - Tabela da árvore CHAID - III

Nóculo	nóculo		ganho		resposta	indicador
	N	porcentagem	N	porcentagem		
4	126	41,2%	66	50,0%	52,4%	121,4%
1	122	39,9%	56	42,4%	45,9%	106,4%
3	58	19,0%	10	7,6%	17,2%	40,0%

Método: exhaustive CHAID - variável dependente: segmento

O nóculo 4 tem uma ganho de 50%. Este ganho é obtido pela razão entre a frequência de consumidores eco-orientados no nóculo 4 pela frequência de consumidores eco-orientados no nóculo inicial. As informações da Tabela 8 serão utilizadas para construção do gráfico de ganhos, como apresentado a seguir.

#### 4.8 Representação gráfica do ganho

A Figura 14 representa o gráfico do ganho acumulado para o modelo apresentado. O eixo vertical do gráfico do ganho é a percentagem acumulada da coluna ganho da tabela de ganhos, enquanto o eixo horizontal representa a percentagem acumulada ordenada dos casos da amostra. Então, por exemplo, considerando como referência no eixo das abcissas o valor 50, verifica-se o correspondente valor na curva de ganho é aproximadamente 50%. Entende-se que a proporção da categoria referência não teve acréscimo em relação ao nóculo inicial.

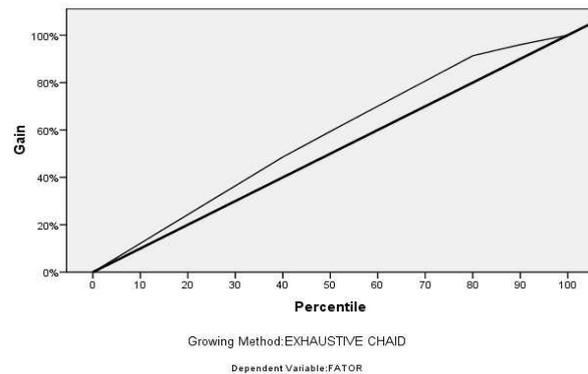


Figura 14 - Representação gráfica do ganho

Numa interpretação visual do gráfico do ganho, quanto mais a curva apresentar um aspecto abaulado em relação à reta referência melhor é a predição da categoria predita no desenvolvimento do modelo. Caso a curva não apresente aspecto abaulado acentuado, isto sugere uma reconsideração da amostra utilizada.

A Tabela 9 apresenta o risco estimado. Pelo valor observado do risco, estima-se que a categoria predita (eco-orientados) está mal classificada em aproximadamente 41% dos casos considerados.

Tabela 9 - Tabela do risco estimado

estimativa	erro-padrão
0,412	0,028

Método: exhaustive CHAID - variável dependente: segmento

A avaliação do risco estimado é realizada pela equipe de pesquisa que, de acordo com seu entendimento, pode determinar a aprovação dos resultados ou considerar a possibilidade de uma nova investigação. Neste trabalho, um risco de 0,412 significa que o critério adotado para caracterizar os grupos de consumidores eco-orientados e não eco-orientados pode não ter sido suficientemente discriminatório para detectar esta distinção. Para tanto, seriam necessários critérios mais fidedignos para classificar os consumidores eco-orientados e não eco-orientados, como este não é o foco do presente trabalho, esta é uma sugestão futura para replicação do experimento proposto neste trabalho, posto que a ênfase aqui é o método de aplicação e não os resultados propriamente ditos.

Na tabela de classificação, Tabela 10, as linhas correspondem às categorias observadas pelos respondentes e as colunas representam as categorias preditas utilizando o modelo

CHAID. O modelo apontou aproximadamente 58,8% de exatidão total para classificar corretamente os entrevistados em relação à sua condição de ser eco-orientado ou não eco-orientado

Tabela 10 - Tabela de classificação

observado	Predito		
	Não eco-orientado	Eco- orientado	Porcentagem correta
não eco-orientado	114	60	65,5%
eco-orientado	66	66	50,0%
Porcentagem total	58,8%	41,2%	58,8%

Método: EXHAUSTIVE CHAID - variável dependente: segmento

A tabela de classificação merece uma consideração: para os consumidores considerados eco-orientados é predito corretamente aproximadamente 50,00% dos casos. Isto leva a considerar que os critérios utilizados para definir os segmentos eco-orientados e não-eco-orientados não foram suficientemente discriminatórios. Os respondentes distinguem-se através de seus hábitos de consumo e quanto à sua postura em relação ao meio ambiente. Desta forma, em muitos casos seus comportamentos acabam sendo tão similares que as diferenças não são captadas por testes aplicados. São necessários critérios mais específicos sobre o comportamento e hábitos dos consumidores para após segmentá-los, sem que esta informação seja tomada previamente.

A aplicação do método CHAID contribuiu para definir que consumidores eco-orientados têm preferência de compra por produtos sustentáveis que apresentem selo de certificação e que a compra seja realizada em loja física. A equipe desenvolvedora de produto pode tomar decisões a partir destas análises. Este método pode contribuir como mais um recurso para tomada de decisões no momento de definição dos requisitos de um produto nas fases iniciais do PDP.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo foi apresentar o método CHAID (*Chi-square Automatic Identifier Detector*) inserido nas fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produto, teoricamente e fazer uma aplicação prática para determinar os requisitos de um produto que estão associados a determinados segmentos de consumidores. Assim, é possível evidenciar duas considerações finais importantes: (i) o método foi abordado e aplicado de maneira objetiva para que desenvolvedores de produtos possam ter mais esta opção de análise no auxílio para tomada de decisões; (ii) baseado no caso de desenvolvimento de um produto de limpeza o método é fácil de ser reproduzido nas fases iniciais de desenvolvimento de qualquer produto manufaturável.

Os resultados foram satisfatórios porque foi possível identificar grupos e requisitos do produto específicos que analisados pelo pesquisador podem auxiliá-lo a determinar onde seus esforços devem ser concentrados. Utilizar os requisitos do produto como variáveis dependentes no modelo CHAID agrega uma opção a mais de análise para detectar as preferências do consumidor.

Para um futuro trabalho, sugere-se agregar mais requisitos ao produto e mais níveis a estes requisitos, para que a análise de *trade-off* tenha um caráter mais discriminatório nas opções dos respondentes.

Quanto aos segmentos estudados, avalia-se que as empresas que desenvolvem produtos ecológicos poderiam aplicar programas especiais para que seus produtos tenham maior aceitação. A equipe de PDP pode realizar levantamento criterioso sobre requisitos com caráter de sustentabilidade que podem ser agregados ao seu produto. A empresa desenvolvedora do produto pode traçar estratégias de vendas específicas para segmentos definidos, ressaltando os aspectos do produto de modo a fidelizar o segmento que utiliza seu produto ou conquistar outro novo segmento. Ainda, sugere-se aplicar um método de classificação mais discriminatório entre consumidores eco-orientado e não eco-orientados. O objetivo deste trabalho tem caráter pedagógico e traz a técnica ao ambiente da engenharia de produto por meio de um exemplo de aplicação.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO M. A. **Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica - IDHEA**. Disponível em <<http://www.idhea.com.br>>. Acesso em 20/12/2009.
- BERRY G.; LINOFF G. **Date Mining Techiques for Marketing, Sales and Customer Support**. New York. Wiley, 1997.
- BIGGS D.; VILLE B.; SUEN E. A Method of Choosing Multiway Partitions for Classification and Decision Trees. **Journal of Applied Statistical**. vol. 18. n. 1, 1991.
- BOONE L LOUIS E.; KURTZ D. L. **Marketing Contemporâneo**. ed. 8. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- BORBA G. S. **Desenvolvimento de uma Abordagem para Inserção da Simulação no Setor Hospitalar de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção, 1998.
- BREIMAN L.; FREDMAN J.H.; OLSBEN R. A.; STONE C. J. **Classification and Regression Trees**. Monterey: Wadsworth and Brooks/Cole, 1984.
- BULT J. R. e WANSBEEK T. **Optimal Selection for Direct Mail**. *Marketing Sci.* 14(4) 378-394, 1995.
- BRUNDTLAND G. H. **Nosso Futuro Comum**. Editora da FGV. "Our Common Future". Oxford: Oxford University Press, 1987.
- CASSEL R. **Desenvolvimento de uma Abordagem para a Divulgação da Simulação do Setor Calçadista Gaúcho**. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção. UFRGS, 1996.
- CHATURVERDI A.; GREEN P. E. **SPSS for Windows, CHAID 6.0**. *J. Marketing Research*. 32 (2) 245-254, 1995.
- CHEN J.S. Market Segmentation by Tourist's Sentiments. **Annals of Tourism Research**. vol. 30. n. 1. pp. 178-193, 2003.
- CONOVER W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: Wiley, 1971.
- DIEPEN V. M.; FRANSES P. H. **Evaluating Chi-square Automatic Interaction Detection**. *Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam. ScienceDirect. Information Systems* 31(2006) 814-831, 2005.
- CRAWFORD C. M.; DI BENEDETTO C. A. **New Products Management**. ed. 7. Chicago: McGraw-Hill, 2003.

FADERL S.; KEATING M. J.; D, K.-A. ; LIANG, S-Y.; KANTARJAN H.M.; O'BRIEN S. et al. **Expression Profile of 11 Proteins and their Prognostic Significance in Patients with Chronic Lymphocytic Leukemia (CLL)**. 1045-1052, 2002.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis**. Forth edition. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

HOARE R. Using CHAID for Classification Problems. **New Zealand Statistical Association Conference**, 2004.

HUDSON S. The Segmentation of Potential Tourists: Constraint Differences between Men and Women. **Journal of Travel Research**. 28:363-368, 2000.

HILL T.; LEWICKI P. **Statistics Methods and Applications: a comprehensive reference for science, industry, and data mining**. StatSoft, Inc. ed 1, 2006.

HSU C. H. C.; KANG S. K. v CHAID – based Segmentation: International Visitors' Trip Characteristics and Perceptions. **Journal of Travel Research**. 207-216. 2007.

KASS G.V. An Exploratory Technique for Investigating Large Quantiles of Categorical Data. University of the Witwatersand. **Appl. Statist.** 29, n. 2, pp. 119-127, 1980.

KOTLER P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. Prentice Hall. São Paulo, 2000.

KOTONYA G.; SOMMERVILLE I. **Requirements Engineering: process and techniques**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

LOH W. Y.; SHITH Y. S. Split Selection Methods for Classification Trees. **Statistica Sinica**, vol. 7. 815-840, 1997.

LUSTOSA P. R. B.; PONTE V. M. R.; DOMINAS, W.R. Simulação In: CORRAR, L.J.; THEOFILO, C.R. & BERGMANN, D.R. **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração: Contabilometria**. São Paulo: Atlas, 2004.

MAGIDSON J. The Use of the Neu Ordinal Algorithm in CHAID to Target Profitable Segments. **The Journal of Database Marketing**. vol 1. pp 29-48, 1993.

MAGIDSON J. SPSS® for Windows™ CHAID Release 6.0. SPSS Inc. Chicago, 1993.

MAY J.; BASTIAN C.; TAYLOR D.; WHIPPLE G. Market Segmentation of Wyoming Snowmobilers. **Journal of Travel Research**. 39:292-292, 2001.

MICHAEL J. A.; GORDON S.L. **Data Mining Technique: for marketing, sales and customer support**. New York: Wiley, 1997.

MILLER R. G. **Simultaneous Statistical Inference**. ed 2. pp. 6-8. New York. Springer, 1981.

MONTGOMERY D.C. **Design and Analysis of Experiments**. Wiley, 1996

MORGAN J.N.; SONQUIST J. A. **Problems in the Analysis of Survey Data: and a proposal**. Journal of the American Statistical Association. Vol. 58. N 302. pp .415-434, 1963.

OLIVEIRA M. A. F.; OLIVEIRA J. A. J. Análise da Demanda e o Perfil dos Consumidores do Café da Manhã Regional do Mercado da Produção de Maceió. Alagoas. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.

PERREAUL W. D.; BARKSDALE H. C. A Model-Free Approach for Analysis of Complex Contingency Data in Survey Research. **Journal of Marketing Research**. 17 (4) 503-515, 1980.

PINE B.J. **Mass customization: the new frontier in business competition**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993.

QUINTLAN J. R. **C4.5: program for machine learning**. San Francisco, CA Morgan Kaufman, 1993.

ROZENFELD H.; FORCELLINI F. A.; AMARAL D. C.; TOLEDO J.C.; SILVA S. L.; ALLIPRANDINI D. H.; SCALICE R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Editora Saraiva. 542 p. São Paulo, 2006.

SAS for Windows release 9.1.3. Copyright (c) 2002-2003 by SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.

SHOEMAKER S. Segmenting the Mature Market: 10 years later. **Journal of Travel Research**. 39:11-26. 2000.

STATISTICA Data Miner. StatSoft. Release 10. Copyright © StatSoft. 2001.

SONQUIST J.A.; MORGAN J.A. **The Detection of Interaction Effects**. Monograph No. 35. Survey Research Centre, Institute for Social Research, University of Michigan, 1964.

SONQUIST J.A. **Multivariate Model Building**. Michigan: Institut for Social Research, University of Michigan. 1970.

SONQUIST J.A.; BAKER E.L.; MORGAN J.A . **Searching for Structure (Alias-AID-III)**. Michigan: Institut for Social Research. University of Michigan. 1971.

SPSS for Windows. Statistical Package for Social Sciences. User guide. Release 16.

TURE M.; TOKATLI F.; KURT I. **Using Kaplan-Meier Analysis together with Decision Tree Methods (C&RT, CHAID, QUEST, C4.5 and ID3) in Determining Recurrence-free Survival of Breast Cancer Patients**. Science Direct. Expert System with Applications 36. 2017 – 2006, 2009.

URBAN L.; HAUSER J. R. **Design and Marketing of New Products**. ed. 2. Prentice Hill. New Jersey, 1980.

VIEIRA G. E. Uma Revisão sobre a Aplicação de Simulação Computacional em Processos Industriais. **XIII Simpósio de Engenharia de Produção**, 2006.

YAMAN H.; SHAW R. The Conduct of Marketing Research in Tourism. **Journal of Travel Research**. 36(4):25-32, 1998.

## CAPÍTULO 3

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de desenvolvimento de produto os autores apontam atividades que podem utilizar técnicas estatísticas como suporte. Contudo, a literatura não apresenta exemplo de aplicação inserindo estas técnicas, criando uma dificuldade no uso efetivo das mesmas. Nas fases iniciais do PDP o entendimento sobre o público-alvo e sobre os requisitos do produto que agregam valor para o consumidor é o ponto de partida para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos. Nestas fases, os autores da área de PDP e marketing sugerem o uso de técnicas estatísticas multivariadas como, por exemplo, análise fatorial, análise conjunta de atributos e análise de correspondência para pesquisas de prospecção de mercado.

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma abordagem para a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas no desenvolvimento de novos produtos, relacionando técnicas estatísticas multivariadas às atividades do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). A ênfase de aplicação no PDP foi a fase informacional do processo e as atividades do PDP utilizadas como referência são as propostas no modelo referencial proposto por Rozenfeld et al., (2006). A partir deste momento, motivado por um projeto de desenvolvimento de um produto de limpeza doméstica com características de sustentabilidade, aplicou-se técnicas estatísticas multivariadas mencionadas por autores da área de desenvolvimento de produto.

O artigo 1 apresentou a utilização das técnicas estatísticas multivariadas para evidenciar os requisitos mais importantes do produto. A Análise Fatorial foi utilizada para priorizar e definir os requisitos que seriam agregados ao produto. Com a utilização das cargas fatoriais como critério de decisão para determinar os requisitos mais importantes obteve-se um resultado coerente.

A Análise Conjunta de Atributos valorou os requisitos a partir do *trade-off* realizado pelos entrevistados. Com esta aplicação, os entrevistados puderam declarar suas preferências pela comparação dos requisitos em determinados conjuntos de características que o produto pode agregar. Os requisitos certificação, rendimento e local de compra do produto

apresentaram associação com segmentos de faixas etárias embora, pelo contexto, estas associações não se apresentam relevantes como critério de tomada de decisão.

O objetivo do artigo 2 foi apresentar o método CHAID (*Detector Interaction Automatic Chi-Square*) para definir os requisitos do produto de acordo com as frequências de preferências associadas a segmentos de consumidores pré-definidos. Com a utilização do método CHAID, foi possível encontrar a combinação de requisitos que satisfaçam um perfil de clientes. Para esse trabalho, foram considerados dois perfis. O primeiro foi denominado consumidores eco-orientados e foi composto por indivíduos que possuem hábitos de acordo com conceitos de sustentabilidade e buscam utilizar produtos que causem menos impacto à natureza. O segundo grupo, que foi o grupo e interesse, contou com indivíduos que não possuem estes hábitos declarados como prioritários. Esse procedimento, aplicado no desenvolvimento de novos produtos, pode alinhar as características do produto a segmentos já determinados de uma população.

Neste estudo, dois requisitos se associam ao perfil dos consumidores eco-orientados: (i) se o produto é oferecido, para comercialização, em loja convencional ou via internet; (ii) certificação, que indica a preferência que o consumidor eco pelo produto associado a um selo que garanta o caráter ecológico do produto. Se a empresa conhece o conjunto de atributos que pode agregar ao produto para aumentar o seu valor para o consumidor, ela pode ter alguma vantagem competitiva e direcionar de maneira mais eficiente o processo de desenvolver esse produto.

Este trabalho demonstrou a utilização de técnicas estatísticas, nas fases iniciais do PDP, numa aplicação prática em um caso de desenvolvimento de produto com característica de sustentabilidade. A robustez das análises e o foco específico para a utilização das técnicas estatísticas ressaltam a importância da aplicação das mesmas. Os resultados gerados servem como subsídio na tomada de decisões. A utilização de técnicas estatísticas oferece maior confiabilidade para a análise de requisitos de produtos e para o tratamento das informações a respeito do mercado, ampliando assim, o seu entendimento e a possibilidade de sucesso do produto desenvolvido.

### **3.1. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como sugestões para trabalhos futuros, são apresentados alguns tópicos que, ou por ter grande referencial teórico ou por extrapolarem o escopo dessa proposta, podem ter um desenvolvimento mais minucioso:

- Levantar técnicas estatísticas para etapas posteriores às fases iniciais do processo
- Realizar um estudo sobre como a aplicação destas técnicas serão implementadas pela equipe de desenvolvimento de produtos da empresa (Gestão do Conhecimento)
- Realizar um estudo de caso e verificar a eficácia da utilização de ferramentas estatísticas no PDP

## REFERÊNCIAS

- AAKER D. A. **Administração Estratégica de Mercado**. 5 ed. Bookman. Porto Alegre, 2001.
- BUSS C. A.; CUNHA G. D. **Análise de Marketing no Desenvolvimento de Produtos**. 3º Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produtos. Florianópolis, Santa Catarina. 2001.
- BUSS C. A. **Modelo de Sistematização e Integração da Inteligência de Mercado ao FRONT-END do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Tese de Doutorado. PPGEP. UFRGS. Porto Alegre, 2008.
- CHURCHILL J. G. A. **Marketing research: methodological foundations**. 6. ed. Orlando: The Dryden Press, 1995.
- COOPER R. G. **The Factors that Drive Success**. International Marketing Review. [S.l.], v.11, nº 1, p. 60-76, 1994.
- COOPER R. G. **New Products-what Separates the Winners from the Losers and what Drives Success**. In: KHAN K. (Ed.) The PDMA Handbook of New Product Development. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- CRAWFORD C. M.; DI BENEDETTO C. A. **New Products Management**. 7th ed. Chicago: McGraw-Hill, 2003.
- DICKSON P. **Marketing Management**. Ed. Dryden Press, 1997.
- DOLAN R. J. **Managing the New Product Development Process**. Boston: Addison Wesley, 1993.
- FACCIO K. **Uma Proposta para o Desdobramento dos Requisitos em Parâmetros no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Dissertação de Mestrado. PPGEP. UFRGS. Porto Alegre, 2010.
- FACHEL J. M. G. **Análise Fatorial**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1976.
- FRASCATI MANUAL. OECD. **The Measurement of Scientific and Technological Activities**. ISBN 92-64-19903-9 – © OECD, 2002.
- GRIFFIN A.; HAUSER J. **The Voice of Customer**. Marketing Science. V12. n. 1. p. 1-27. Winter, 1995.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis**. Forth edition. New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- HAN J.; KAMBER M. **Data Mining: concepts and techniques**. Morgan Kaufmann Publishers. 550 p. San Francisco, 2001.

KAHN K. B. **PDMA Handbook of New Product Development**. 2 ed. John Wiley & Sons, Inc., 2005.

KASS G. V. **An Exploratory Technique for Investigating Large Quantiles of Categorical Date**. *Journal of the Royal Statistical Society*. University of the Witwatersand. Vol. 29. No 2. pp. 119-127,1980.

KOTLER P.; KELLER K. L. **Administração de Marketing**. 12ª edição. Prentice Hall. São Paulo, 2006.

LAWSON B. **How Designers Think**. The Architectural Press Ltd. London, 1980.

LEHMANN D. R. **Market Research and Analysis**. 3. Ed. Homework: Richard D. Irwin. 879 p., 1988.

MALHOTRA N. **Pesquisa de Marketing**. 3. ed. Bookman. Porto Alegre, 2001.

MANZINI E.; VEZZOLI C. **Product-service System and Sustainability. Oportunities for Sustainable Solutions**. UNEP Publisher. France, 2002.

MARX A. M. **Proposta de Métodos de Gestão de Requisitos para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS. Porto Alegre, 2009.

MIGUEL P. A. C. **Implementação da Gestão de Portfólio de Novos Produtos. um estudo de caso**. Produção. V. 18. São Paulo, 2008.

PHAL G.; BEITZ W.; FELDHUSEN J.; GROTE K. H.N. **Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações** 6. ed. Edgard Blücher. São Paulo, 2005.

PINE II B.J. **Mass customization: the new frontier in business competition**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993.

POLIGNANO L. A. C.; DRUMUND F. B. **O Papel da Pesquisa de Mercado durante o Desenvolvimento de Produtos**. 3º Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produtos. Florianópolis. Santa Catarina, 2001.

POSSOLI S. **Técnicas de Análise Multivariada para Avaliação das Condições de Saúde dos Municípios do Rio Grande do Sul**. *Revista Saúde pública*. 18: 288 – 300. São Paulo, 1984.

ROCHA A.; CHRISTENSEN C. **Marketing: teoria e prática no Brasil**. Atlas. São Paulo, 1999.

ROZENFELD H.; FORCELLINI F. A.; AMARAL D. C.; TOLEDO J.C.; SILVA S. L.; ALLIPRANDINI D. H.; SCALICE R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Editora Saraiva. 542 p. São Paulo, 2006.

SILVA S. L. **Proposição de um Modelo para Caracterização das Conversões do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos.** Tese de Doutorado, Escola de Engenharia. São Carlos. USP. São Paulo, 2002.

SIQUEIRA A. C. B. **Marketing Empresarial, industrial e de Serviços.** São Paulo: Saraiva, 2005.

Steyvers M. **Multidimensional Scaling.** In **Encyclopedia of Cognitive Science.** Stanford CA: Stanford University. pp. 1-5., 2002

ULRICH K. T.; EPPINGER S. D. **Product Design and Development.** Irwin-McGraw-Hill. 2<sup>nd</sup> edition, 2000.

URBAN L.; HAUSER J. R. **Design and Marketing of New Products.** 2<sup>nd</sup> ed. Prentice Hill. New Jersey, 1980.

VALE J. C. **Segmentação e Posicionamento de Mercado Empresarial: uma proposta para o Banco do Brasil.** Dissertação de Mestrado PPGEF. UFSC. Florianópolis, 2002.





**APÊNDICE B – Questionário com cenários apresentados na pesquisa de preferência**

Local: \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_\_

**A Engenharia de Produção da UFRGS está pesquisando e desenvolvendo produtos de caráter ecológico. Para tanto, gostaríamos de contar com o seu apoio e opinião de tal forma a desenvolvermos produtos da melhor maneira possível.**

**PREFERÊNCIA POR ATRIBUTO**

Instruções: Você receberá 8 cartões contendo combinações diferentes (cenários) de itens de relevância quanto a aquisição de produto de limpeza doméstica produzido com características de sustentabilidade. As características se referem à aquisição, uso e descarte associados a um preço relativo que você estaria disposto a pagar pelo produto. Ordene as oito opções de cenários conforme sua preferência e entendimento.

**IMPORTANTE:** As opções de customização e preços correspondentes apresentados nos cartões possuem caráter fictício e são, portanto, apenas válidos enquanto ferramentas para pesquisa.

**ORDENE OS CARTÕES DE ACORDO COM SUA PREFERÊNCIA, SENDO QUE O PRIMEIRO CARTÃO DEVE SER O MAIS PREFERIDO E O ÚLTIMO O MENOS PREFERIDO.**

ENTREVISTADOR, REGISTRE A ORDENAÇÃO DEFINIDA:

ORDEM	NÚMERO DO CARTÃO
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

**IDENTIFICAÇÃO**

Sexo: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Grau de instrução (marque apenas uma alternativa):

- (1) 1º grau/ensino básico incompleto
- (2) 1º grau/ensino básico completo
- (3) 2º grau/ensino médio incompleto
- (4) 2º grau/ensino médio completo
- (5) Superior incompleto
- (6) Superior completo
- (7) Pós-graduado
- (8) Mestrado ou doutorado

Renda Familiar (marque apenas uma alternativa):

- (1) Até R\$ 232,50
- (2) Entre R\$ 232,50 e R\$ 465,00
- (3) Entre R\$ 465,00 e R\$ 930,00
- (4) Entre R\$ 930,00 e R\$ 1395,00
- (5) Entre R\$ 1395,00 e R\$ 2325,00
- (6) Acima de R\$ 2325,00

1		 Exige Preparo Para Uso	 Selo Verde	 Loja Física	 Rendimento 30% Menor	 <b>R\$7.85</b>
2		 PRONTO PARA USO	 Sem Selo Verde	 Via Internet	 Rendimento Igual	 <b>R\$3.80</b>
3		 PRONTO PARA USO	 Selo Verde	 Via Internet	 Rendimento 30% Menor	 <b>R\$7.15</b>
4		 Exige Preparo Para Uso	 Selo Verde	 Via Internet	 Rendimento Igual	 <b>R\$6.30</b>

5		 PRONTO PARA USO	 Selo Verde	 Loja Física	 Rendimento Igual	 <b>R\$8.00</b>
6		 Exige Preparo Para Uso	 Sem Selo Verde	 Via Internet	 Rendimento 30% Menor	 <b>R\$2.65</b>
7		 Exige Preparo Para Uso	 Sem Selo Verde	 Loja Física	 Rendimento Igual	 <b>R\$4.50</b>
8		 PRONTO PARA USO	 Sem Selo Verde	 Loja Física	 Rendimento 30% Menor	 <b>R\$4.35</b>