



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E
TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

Gilmar Alves de Paula Júnior

**TRM ADAPTADO: UM MÉTODO INTEGRADO DE PROJETO
PARA ANÁLISE DE TECNOLOGIAS INCREMENTAIS**

Salvador

2010

Gilmar Alves de Paula Júnior

TRM ADAPTADO: UM MÉTODO INTEGRADO DE PROJETO PARA ANÁLISE DE TECNOLOGIAS INCREMENTAIS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa De Pós-Graduação Em Gestão E Tecnologia Industrial, Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador: Prof.Dr. Luís Gonzaga Trabasso
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mariella Consoni Florenzano Souza

Salvador
2010

Gilmar Alves de Paula Júnior

TRM ADAPTADO: UM MÉTODO INTEGRADO DE PROJETO PARA ANÁLISE DE TECNOLOGIAS INCREMENTAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec

Aprovada em 08 de Setembro de 2010.

Banca Examinadora

Luís Gonzaga Trabasso – Orientador

Doutor em Engenharia Mecânica pela *Loughborough University of Technology*, Inglaterra
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Mariella Consoni Florenzano Souza – Co-Orientadora

Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

Renelson Sampaio – Membro interno da Banca

Doutor em Economia da Inovação Tecnológica pela Universidade de Sussex, Inglaterra
Faculdade Tecnológica SENAI CIMATEC

Herman Augusto Lepikson – Membro externo da Banca

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil
Universidade Federal da Bahia

Dedico este trabalho à minha esposa, ao meu irmão, aos meus pais, à minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

*"O que abrigares em teu coração será
verdade e converter-te-ás no que mais admira."*

(Richard Bach)

À minha querida esposa Rita pelo amor e apoio incondicional.

Ao meu irmão Dedé, com quem posso sempre contar.

Aos meus pais, Gilmar e Angélica, pela educação, pelo amor, pelo orgulho, pelos valores, pela base.

À tia Cleide, tia Claudia, minha Vó Romilda e Vó Maria.

À minha família que me ama muito e a qual tento amar com mesma proporção.

Aos meus colegas de vôo, Alexandre, instrutor, e Leo, parceiro.

Aos gestores que me apoiaram dentro da Ford na busca de recursos e pela confiança depositada no meu trabalho, Volker Heumann e Rafael Marzo.

Aos engenheiros Victor Gilberti e Rafael Vieira pela impagável ajuda com as pesquisas.

Aos que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho, em especial aos meus orientadores Prof. Gonzaga e Mariella, por todas as revisões, pela incrível paciência e pelas valiosas dicas cujas aplicações certamente vão além deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Com o desenvolvimento crescente de novas tecnologias, é necessário para a empresa manter-se inovando e, fundamentalmente, fazer a escolha certa sobre quais tecnologias trazer para o mercado. Na indústria automotiva, desenvolver e implementar tecnologias não apropriadas, além de consumir recursos valiosos da empresa, pode impactar negativamente não apenas no modelo do veículo, mas também para a marca como um todo. Definir a viabilidade de uma nova tecnologia em relação à tecnologia corrente é, portanto, um dilema constante no planejamento estratégico de desenvolvimento de produto. Uma abordagem utilizada para auxiliar a tomada de decisão no gerenciamento estratégico de novas tecnologias, e cujas aplicações vêm se expandindo bastante por possuir características que permitam sua adaptação e flexibilidade de aplicação, é o método *Technology Roadmapping* - TRM. Por este motivo, propõe-se o TRM Adaptado como ferramenta para a análise de viabilidade - dos pontos de vista mercadológico, financeiro e técnico - de tecnologias incrementais. Com o suporte de métodos como o *Quality Function Deployment* - QFD, Valor Presente Líquido - VPL, *Payback*, *Diagrama de Kano* e Diagrama-P, este trabalho propõe-se a analisar, como estudo de caso, a nova tecnologia de Sistema de Partida a Frio em relação à tecnologia atual e, por fim, gerar um mapa tecnológico do sistema em questão. Em adição ao proposto, avalia-se a utilização do método TRM Adaptado no contexto geral de desenvolvimento de produto, como ferramenta de análise para inserção de novas tecnologias na estrutura de produtos.

Palavras-chave: TRM, Partida a frio, QFD, Mapeamento Tecnológico

ABSTRACT

With the growing development of new technologies, it is necessary for the company to keep innovating and, crucially, make the right choice about which technologies bring to market. In the automotive industry, develop and implement non-appropriate technologies, as well as consume valuable resources of the company, may negatively impact not only on the model of the vehicle, but also the whole brand. Define the feasibility of a new technology in relation to current technology is therefore a constant dilemma in strategic planning of the product development process. An approach used to aid decision-making in the strategic management of new technologies, and whose applications are expanding due to its characteristics of customization and flexibility of application, is the method Technology Roadmapping (TRM). For this reason, it is proposed the Adapted TRM as a tool for analyzing feasibility - of viewpoints in the marketplace, financial and technical - of incremental technologies. Supported by methods such as the Quality Function Deployment - QFD, Net Present Value - NPV, Payback, Diagram of Kano and P-Diagram, this work proposes to analyse, as case of study, the new Cold Start System technology in relation to the current technology and, finally, generate a technology map for the system in question. In addition to the proposed, assesses the Adapted TRM in the context of the overall product development, as an analysis tool for inserting new technologies in the products structure.

Keywords: TRM, Cold Start, QFD, Technology Roadmapping

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxo de caixa hipotético para cálculo de <i>payback</i>	44
Tabela 2 - Fluxo de caixa hipotético e cálculo do VPL	45
Tabela 3 - Comparativo das Ferramentas VPL e <i>Payback</i>	46
Tabela 4 - Guia para criação do Diagrama de Kano	53
Tabela 5 - Guia de criação do Diagrama-P	54
Tabela 6 - Guia de criação do QFD – Terceira Fase.....	55
Tabela 7 - Guia para completar a Casa da Qualidade – QFD.....	57
Tabela 8 - Delineando o Mapa Tecnológico	59
Tabela 9 - Propriedades e características dos combustíveis (GOLDEMBERG; MACEDO, 1994)	69
Tabela 10 - Dados para Diagrama de Kano de um SPF	87
Tabela 11 - Conversão do Tipo de Atributo do Modelo de Kano para Relevância do QFD.....	93
Tabela 12 - Investimento, Redução de Custo e Volume de Aplicação do SPF Eletrônico.	103
Tabela 13 - Fluxo de Caixa - SPF Eletrônico.	103
Tabela 14 - VPL de 1 a 4 anos e <i>Payback</i> para o SPF Eletronico	103
Tabela 15 - Lista de Tecnologias do SPF no Mapa Tecnológico.	104
Tabela 16 - Lista de Produtos da Empresa no Mapa Tecnológico.	105
Tabela 17 - VPL com melhores opções financeiras para SPF.	112
Tabela 18 - VPL combinado entre Maior satisfação e Retorno financeiro.....	113

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo diamante de Porter (1990).....	25
Figura 2 - Visão geral do modelo unificado de PDP (adaptado de Rozenfeld et al., 2006).	28
Figura 3 – Relação do Grau de Incerteza, Quantidade de Escolha e Custo com o tempo no PDP (adaptado de Rozenfeld et al., 2006).	30
Figura 4 - Processo padrão do T-Plan (adaptado de Probert et al., 2003).....	31
Figura 5 - Arquitetura genérica do mapa tecnológico (adaptado de Phaal, Muller, 2009; Probert et al., 2003).....	32
Figura 6 - Exemplos de métodos, técnicas e ferramentas que interagem com o Mapa Tecnológico.....	34
Figura 7 - Diagrama de Kano (HEGEDUS, 2000)	35
Figura 8 - Modelo Diagrama-P	40
Figura 9 - Primeira Casa da Qualidade – QFD (adaptado de Rozenfeld et al., 2006)	41
Figura 10 – Interação do QFD com outras ferramentas de projeto – Diagrama de Kano e Diagrama-P	42
Figura 11 – Modelo Unificado do PDP e A-TRM.....	48
Figura 12 - Mapa conceitual do modelo TRM Adaptado proposto	50
Figura 13 - Fluxograma representativo do A-TRM – método TRM Adaptado.	51
Figura 14 - Disposição das seções do QFD e Índices de Relação, Correlação e Relevância.....	56
Figura 15 – Quarta Fase – Avaliação da competitividade - QFD	58
Figura 16 – Mapa Tecnológico genérico com as camadas de Mercado, Produto e Tecnologia.....	60
Figura 17 - SPF Convencional com reservatório de gasolina	69
Figura 18 - Áreas críticas de temperatura mínima - inverno. Dados históricos (CPTEC, 2008).....	70
Figura 19 – Países que utilizam etanol como combustível veicular (TSUNOOKA et al., 2007).	74
Figura 20 – Cronologia dos lançamentos dos primeiros veículos Flex de cada marca e os respectivos conceitos de SPF utilizados (TEICH, 2006; BOSCH, 2010; DELPHI, 2010; MARELLI, 2010).....	75

Figura 21 - Experimento para simulação SPF Eletrônico	81
Figura 22 - Sinal luminoso - Indicador do Aquecimento do SPF Eletrônico Proposto	81
Figura 23 - Diagrama de Kano - Requisitos Atrativos do SPF	87
Figura 24 - - Diagrama de Kano - Requisitos de Desempenho do SPF	88
Figura 25 - - Diagrama de Kano - Requisitos Essenciais do SPF	88
Figura 26 - Diagrama de Kano Completo - SPF Convencional x SPF Eletrônico	89
Figura 27 - Diagrama-P de um SPF	91
Figura 28 - QFD do SPF com Seção 1 preenchida.	92
Figura 29 - QFD com Seções 1, 2 e 3 preenchidas.	93
Figura 30 - QFD do SPF com Seções 1, 2, 3 e 4 preenchidas.....	95
Figura 31 - QFD do SPF com todas as Seções da Terceira Fase.	96
Figura 32 - Tecnologias do SPF - QFD	98
Figura 33 - QFD - SPF e comparativo das Tecnologias x Requerimentos.	99
Figura 34 - QFD do SPF com Competitividades na Seção 7.	100
Figura 35 - QFD do SPF com Seção 7 e a Relevância dos Atributos.	101
Figura 36 - QFD do SPF com Seção 7 Preenchida - Nota Geral da tecnologia.....	102
Figura 37 - Ciclo de Vida dos produtos da empresa F.	105
Figura 38 - Mapa Tecnológico vazio	106
Figura 39 - Evolução do mercado brasileiro de veículos capazes de rodar com Etanol e eventos significativos para o Mapa Tecnológico do SPF.	107
Figura 40 - Nota Geral das Tecnologias - Interpretação para geração do Mapa Tecnológico.....	108
Figura 41 - Disponibilidade das tecnologias de SPF.....	108
Figura 42 - Mapa Tecnológico – Versão Inicial.	109
Figura 43 - Mapa Tecnológico – Primeira Revisão.....	110
Figura 44 - VPL e <i>Payback</i> para ciclo de vida de 3 anos.	110
Figura 45 - Mapa Tecnológico – Segunda Revisão.....	111
Figura 46 - Mapa Tecnológico – Terceira Revisão – Maior retorno financeiro.	112
Figura 47 - Mapa Tecnológico – Quarta Revisão – Solução ótima entre Maior satisfação para o cliente e Retorno financeiro.....	113
Figura 48 – Mapa Tecnológico do SPF – Versão Final	114

LISTAS DE SIGLAS

AE – Aquecimento do Etanol
AHP – *Analytic Hierarchy Process*
ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
A-TRM – *Adapted Technology Roadmapping*
CBP – *Commodity Business Plan*
CO – Monóxido de Carbono
CO₂ – Dióxido de Carbono
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
EUA – Estados Unidos da América
Exx – Mistura combustível contendo Gasolina 100%-xx e Etanol xx%
FC – Fluxo de Caixa
FCn – Fluxo de Caixa no Período "n"
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*
HC – Hidrocarbonetos
ILL – Índice de Lucratividade Líquida
INT – Instituto Nacional de Tecnologia
IPI – Produtos Industrializados
IUCLG – Imposto Único Sobre Combustíveis Líquidos
LCD – *Liquid Crystal Display*
MON – Motor Octane Number
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos
PEST – *Political and Legal Aspects, Economic, Social and Technological Aspects*
PPGETEC - Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial
ProÁlcool – Programa Nacional do Álcool

QFD – *Quality Function Deployment*

RG – Reservatório de Gasolina

RON – Research Octane Number

SAE – *Society of Automotive Engineers*

SiMaTeP – Sistematização do Processo de Mapeamento Tecnológico de Produtos

SPF – Sistema de Partida a Frio

SPF E. A – Sistema de Partida a Frio Eletrônico Conceito A

SPF E. B – Sistema de Partida a Frio Eletrônico Conceito B

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*

TIR – Taxa Interna de Retorno

T-MAP – *Technology Mapping*

T-Plan – *Technology Planning*

TRIZ – Teoria da Solução Inventiva de Problemas

TRM – *Technology Roadmapping*

TRU – Taxa Rodoviária Única

TSG – *Technology Stage Gate*

VP – Valor Presente

VPL – Valor Presente Líquido

VW - Volkswagen

WWW - Word Wilde Web

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTAS DE FIGURAS	9
LISTAS DE SIGLAS	11
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Definição do Problema	16
1.2 Objetivo Geral	16
1.3 Objetivos Específicos	17
1.4 Justificativa e Relevância	18
1.4.1 Inovação Tecnológica e Competitividade	18
1.4.2 A utilização do Technology Roadmapping.....	19
1.4.3 Sistema de Partida a Frio – Estudo de Caso	20
1.5 Estrutura do Texto.....	22
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 Inovação e Competitividade	24
2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos - PDP	27
2.2.1 Modelo Unificado de PDP	28
2.3 O Método Technology Roadmapping.....	30
2.4 Ferramentas, Técnicas e Métodos de Suporte ao TRM.....	33
2.4.1 Diagrama de Kano	35
2.4.2 Diagrama-P	39
2.4.3 Quality Function Deployment - QFD	40
2.4.4 Análise Financeira: <i>Payback</i> e Valor Presente Líquido - VPL	43
2.5 Considerações Finais da Revisão	47
3 O Método TRM Adaptado – A-TRM	48

3.1	Contexto do A-TRM no PDP	48
3.2	Modelagem do TRM Adaptado	49
3.2.1	Modelo Conceitual do A-TRM.....	49
3.3	Detalhamento do A-TRM.....	50
3.3.1	Fluxograma do A-TRM	51
3.3.2	Recursos para Execução do A-TRM	52
3.3.3	PRIMEIRA FASE – ANÁLISE DE MERCADO – DIAGRAMA DE KANO...	53
3.3.4	SEGUNDA FASE – ANÁLISE DO PRODUTO – DIAGRAMA-P.....	53
3.3.5	TERCEIRA FASE – RELAÇÃO PRODUTO E CLIENTE – CASA DA QUALIDADE	54
3.3.6	QUARTA FASE –ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS - QFD	56
3.3.7	QUINTA FASE – CRIAÇÃO DO MAPA TECNOLÓGICO.....	59
3.4	Considerações Sobre o Método A-TRM.....	60
4	Estudo de Caso: Sistema de Partida a Frio em Veículos Flex.....	62
4.1	O álcool como combustível	62
4.2	Flex como inovação	65
4.3	Os motores Flex.....	66
4.4	O SPF Atual: Reservatório Auxiliar	68
4.5	A Proposta Inovadora para o SPF	71
4.6	Alternativas à utilização de um SPF.....	73
5	Aplicação do Método A-TRM ao Estudo de Caso SPF	75
5.1.1	A-TRM – SPF - PRIMEIRA FASE - Diagrama de Kano.....	77
5.1.2	A-TRM – SPF - SEGUNDA FASE – Diagrama-P	89
5.1.3	A-TRM – SPF – TERCEIRA FASE – RELAÇÃO PRODUTO E CLIENTE – CASA DA QUALIDADE	92
5.1.4	A-TRM – SPF – QUARTA-FASE – ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS - QFD	96

5.1.5	A-TRM – SPF – QUINTA-FASE – CRIAÇÃO DO MAPA TECNOLÓGICO	104
5.2	Mapa Tecnológico Referente ao SPF	114
5.2.1	Do Ponto de Vista de Mercado	114
5.2.2	Do Ponto de Vista de Produto	115
5.2.3	Do Ponto de Vista de Tecnologia	115
5.2.4	Das Relações Estabelecidas no Mapa Tecnológico do SPF	115
5.3	Considerações sobre a Aplicação do Método A-TRM ao SPF	116
6	Considerações Finais.....	118
6.1	Conclusões	118
6.2	Contribuições	120
6.3	Atividades Futuras de Pesquisa	121
6.3.1	Impacto da tecnologia do SPF em mercados externos	121
6.3.2	Utilização do QFD para melhoria do projeto de uma nova tecnologia .	122
6.3.3	A-TRM para análise de veículos híbridos	123
6.4	Limitações do Trabalho	124
6.5	Infra-Estrutura e Recursos Utilizados.....	124
	APÊNDICES	134
	APÊNDICE 1 - Questionário Estruturado de Pesquisa sobre o SPF	134
	APÊNDICE 2 - Projeto de Pesquisa de Marketing Para o SPF – Grupo de Foco	136

1 INTRODUÇÃO

A indústria automobilística, atuante em um mercado extremamente competitivo, deve tomar decisões acertadas quanto ao momento de identificar, desenvolver e colocar no mercado tecnologias para agregar valor ao produto final.

Grandes companhias, no desenvolvimento de novos produtos, constantemente enfrentam o dilema se devem aplicar recursos em novas tecnologias ou manter as atuais.

É neste contexto que se apresenta a emergente tecnologia de SPF por aquecimento em relação ao SPF por reservatório.

Analisar, portanto, a viabilidade dessas novas tecnologias é um grande desafio no planejamento estratégico de novos produtos

Uma abordagem adaptada do método *Technology Roadmapping* – TRM, que contempla o trinômio Tecnologia, Produto e Mercado, é aplicada ao estudo de caso do Sistema de Partida a Frio em veículos Flex com o intuito de analisar uma nova tecnologia específica e, por fim, propor o Mapa Tecnológico do sistema.

1.1 Definição do Problema

A questão central concentra-se na análise de viabilidade do sistema de partida a frio inovador, por aquecimento de combustível, em comparação ao atual, reservatório auxiliar de gasolina e, portanto, qual a decisão estratégica adequada para a empresa.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar a viabilidade de uma nova proposta tecnológica dos pontos de vista mercadológico, financeiro e técnico em Sistema de Partida a Frio, utilizado em veículos *Flex*, aplicando o método TRM

Adaptado, desenvolvido para este fim.

1.3 Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo geral, foram definidos os objetivos específicos seguintes:

(i) Adequar e aplicar o método TRM ao estudo de caso - SPF, considerando como recursos auxiliares, ferramentas de desenvolvimento de produto já consolidadas (QFD, VPL, *Payback*, Diagrama-P e Diagrama de Kano);

(ii) Realizar pesquisa exploratória referente ao sistema-foco do estudo de caso e demais sistemas relacionados;

(iii) Gerar matriz do QFD referente ao estudo de caso, utilizando-a como ferramenta quantitativa de suporte ao TRM;

(iv) Avaliar a viabilidade técnica, isto é, a condição tecnológica existente que supre as funções esperadas de projeto utilizando referências bibliográficas atualizadas e modelar o sistema utilizando a ferramenta de engenharia Diagrama-P;

(v) Avaliar a viabilidade mercadológica da tecnologia inovadora do SPF, identificando o impacto para o cliente-consumidor referente à percepção sobre a tecnologia utilizando o Diagrama de Kano e pesquisa de dados históricos de mercado;

(vi) Avaliar a viabilidade comercial da nova tecnologia como produto, utilizando métodos auxiliares financeiros tais como VPL e *Payback*;

(vii) Elaborar um mapa tecnológico para o estudo de caso;

(viii) Analisar e propor melhorias ao método TRM Adaptado utilizado.

1.4 Justificativa e Relevância

O presente trabalho baseia-se fundamentalmente em três assuntos relevantes: a Inovação Tecnológica, o Método TRM Adaptado e o Sistema de Partida a Frio. As razões pelas quais este projeto tem potencial contribuição tanto no âmbito acadêmico-científico quanto para a empresa e para a sociedade estão descritas a seguir.

1.4.1 Inovação Tecnológica e Competitividade

A competitividade ou sucesso, como citado por Viotti (2005), de uma empresa está diretamente relacionada à sua capacidade de manter-se atuante no mercado de forma sustentável.

Com o crescente desenvolvimento de novas tecnologias, é necessário para a empresa manter-se inovando e, fundamentalmente, fazer as escolhas certas sobre qual tecnologia trazer para o mercado.

Na indústria automotiva, desenvolver e implementar tecnologias não apropriadas pode impactar negativamente não apenas no modelo do veículo, mas também na marca como um todo, além de consumir recursos importantes da empresa que poderiam ser utilizados para outros investimentos. Capturar mudanças nos elementos – mercado, produto e tecnologia – e os impactos destes na organização em função do tempo é um processo-chave para suportar decisões gerenciais sobre quais tecnologias devem ser desenvolvidas e, portanto, onde e quando os recursos da companhia devem ser aplicados (CETINDAMAR et al., 2009).

Por envolver questões complexas como fontes de informação sobre as tecnologias, tempo para seu desenvolvimento e amadurecimento, riscos e incertezas associados, aplicações e custos (ALBRIGHT; NELSON *apud* IBARRA, 2007), definir a viabilidade de uma nova tecnologia em relação à tecnologia corrente é, portanto, um dilema constante no planejamento estratégico do desenvolvimento de produtos.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), as escolhas críticas, por exemplo a decisão

de qual tecnologia desenvolver, devem ser tomadas logo no início do ciclo de desenvolvimento de produto – na fase informacional. Porém, é justamente nas fases iniciais de desenvolvimento de produto que o nível de confiança nas características do produto é baixo e as incertezas são altas.

Por este motivo, entender as necessidades dos clientes traduzindo-as em informações precisas e prever que tipo de produto será desejado ou necessário no futuro é uma estratégia que minimiza mudanças de curso nas fases seguintes, aumentando, portanto, as chances de sucesso de novos produtos.

1.4.2 A utilização do Technology Roadmapping

Diversos são os métodos e ferramentas disponíveis para entender as necessidades dos consumidores, bem como auxiliar na tomada de decisão no gerenciamento estratégico de novas tecnologias. Dentre eles estão o QFD – *Quality Function Deployment*, Diagrama de Kano, *Conjoint Analysis*, Método de Pugh e AHP – *Analytic Hierarchy Process* (ROZENFELD et al., 2006; KOCAOGLUB; GERDSRIA, 2007; MARTINI; CRUZ; TRABASSO, 2003).

Entretanto, pouca ênfase é dada ao processo que relaciona estas ferramentas ao planejamento estratégico da companhia. A atividade de planejamento estratégico requer mais tempo da equipe de trabalho de desenvolvimento de produto, porém resulta em benefícios como integração das áreas funcionais, compartilhamento das informações e uma visão clara do que foi decidido e definido na fase inicial do processo de desenvolvimento de produto.

Uma abordagem recente usada neste sentido, e cujas aplicações vêm se expandindo bastante, é o *Technology Roadmapping* - TRM. A ferramenta tem sido testada em uma ampla gama de casos, nas mais diversas indústrias, provando sua capacidade de adaptação e flexibilidade.

Segundo Ibarra (2007), o objetivo do TRM é justamente orientar a equipe de uma empresa no planejamento de novos produtos de forma estratégica, para fazer frente à rápida mudança de mercado e tecnologias.

Portanto, em nível estratégico, o TRM é um método bastante útil, especialmente por sua flexibilidade e capacidade de adequação a diversos

contextos. O potencial do método, ao longo do processo de desenvolvimento das linhas de produto de uma empresa, permite que as diversas oportunidades e idéias de novos produtos e serviços sejam avaliadas antes da operacionalização formal dos projetos (DRUMMOND, 2005).

Por estas razões, propõe-se a utilização do TRM Adaptado¹ como método adequado para o planejamento estratégico do elemento foco do trabalho, o SPF.

1.4.3 Sistema de Partida a Frio – Estudo de Caso

Como citado anteriormente, muitas vezes as companhias fundamentadas em tecnologia se deparam com o dilema da substituição tecnológica, ou seja, saber se realmente devem investir no desenvolvimento de uma nova tecnologia, ou manter a atual.

Encaixa-se neste contexto o caso do Sistema de Partida a Frio - SPF, uma vez que o conceito tecnológico atual se depara com uma nova proposta tecnológica em desenvolvimento que apresenta características interessantes do ponto de vista mercadológico, tecnológico e financeiro. Buscar uma maneira de comparar estes dois conceitos tecnológicos e avaliar qual é a alternativa mais interessante para o cliente e para a empresa é a motivação deste trabalho.

Citam-se em seguida as razões e contribuições esperadas, específicas da nova tecnologia de SPF, tanto para a empresa quanto para a sociedade.

A proposta tecnológica para o SPF, baseada no aquecimento de combustível, apresenta potencial redução de custo em relação ao sistema atual, de reservatório de gasolina, em função do menor número de componentes e do conceito de funcionamento bastante simples. Esta é uma contribuição direta da qual a empresa e o consumidor podem se beneficiar.

É esperado que o consumidor perceba a nova tecnologia como valor agregado ao veículo aumentando a contribuição da empresa, pois a proposta

¹ O termo “Adaptado” se justifica pela utilização de ferramentas e recursos adicionados para suporte ao TRM.

tecnológica elimina a necessidade de abastecimento e utilização da gasolina para a partida a frio. Estudos mostram também uma potencial redução das emissões de gases poluentes, que segundo Brunocilla e Lepsch (2006), em condições específicas de uso, pode chegar a 21,5% para hidrocarbonetos - HC e 28,5% para monóxido de carbono - CO. Estes níveis são inferiores quando comparados ao sistema convencional, contribuindo positivamente, portanto, com o impacto ambiental.

Outro ponto pertinente é que a produção dos veículos *flex*² em agosto de 2008 respondeu por 93,5% do total vendido para mercado brasileiro (ANFAVEA, 2008), sendo que a frota atual estimada de veículos *flex* supera seis milhões, ou 16% do total de veículos automotores no Brasil (DENATRAN, 2008). Segundo Santo (2007), há grande oportunidade de expansão do mercado internacional para o etanol, em função dos incentivos para a busca de substitutos do petróleo, combustível fóssil sujeito ao esgotamento e responsável por grande parte da emissão de dióxido de carbono - CO₂ na atmosfera. Junto a isto, o governo brasileiro tem feito esforços diplomáticos para promover o etanol a uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira.

Nesta mesma tendência, as grandes montadoras e seus fornecedores³ tradicionais de sistema de injeção de combustível, em função da experiência adquirida no desenvolvimento do motor a álcool e posteriormente do motor *flex*, apontam e estruturam suas atividades de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D no Brasil, como centro de referência em matéria de multi-combustível (BOSCH, 2010; DELPHI, 2010; MARELLI, 2010).

Em 2010, o mercado brasileiro é o único que utiliza o E100⁴, mistura que possui 100% de seu combustível sendo etanol. Demais países que possuem o etanol como parte da mistura combustível são Estados Unidos, Suécia, Índia, China, Tailândia, Canadá e Austrália, sendo que Estados Unidos e Suécia possuem taxas elevadas de álcool na mistura combustível, bem como a opção de variar a proporção

² Todo veículo *Flex* possui SPF de série.

³ Citam-se a Bosch - www.bosch.com.br/Imprensa/Releases/Detalhes.aspx?idRelease=284; Delphi - www.delphi.com.br/imprensa/textos/08%20Delphi%20celebra%20primeiro%20milhão%20de%20sistemas%20bicombustíveis.doc; Magneti Marelli - www.magnetimarelli.com/english/sfs_flexfuel.php.

⁴ E100 significa etanol na proporção de 100%. E15 corresponde a 15%. A gasolina brasileira possui taxas de etanol que variam entre E20 até E25.

dentro da faixa coberta por E10 a E85 (TSUNOOKA et al., 2007). A utilização de uma proporção mínima de gasolina (15%, podendo chegar a 30% no inverno) é, portanto, a solução encontrada para minimizar ou eliminar os problemas referentes à partida a frio. Esta alternativa é dependente, ainda que em menor proporção, da utilização da gasolina como combustível.

A potencial contribuição deste trabalho no mercado externo se baseia no estudo de viabilidade de uma tecnologia que permitiria a utilização do E100. Por consequência, o aumento da utilização do etanol pode refletir de forma benéfica para a sociedade, uma vez que a emissão de gases poluentes do biocombustível é comprovadamente inferior aos emitidos pelos combustíveis derivados do petróleo.

Foram encontradas poucas referências dedicadas ao estudo de uma tecnologia alternativa para o SPF convencional. Enquanto que diversas fontes estão disponíveis sobre a utilização do álcool como combustível, poucas são as análises referentes ao veículo flex e menores ainda a quantidade dedicada ao problema da partida a frio.

Este trabalho também se propõe, no âmbito acadêmico-científico e no âmbito tecnológico, contribuir para a evolução dos trabalhos baseados em sistema de motorização *flex* e o aprimoramento de suas características de funcionamento, mais especificamente na análise de viabilidade do novo conceito de SPF.

1.5 Estrutura do Texto

Esta tese está estruturada em seis capítulos, onde são apresentados os objetivos do trabalho, a fundamentação teórica referente ao método proposto e ao estudo de caso, o método em si, a aplicação do método ao estudo de caso e resultados obtidos.

O primeiro capítulo apresenta os objetivos, a justificativa e relevância sob três aspectos, da inovação, da escolha do método TRM e do estudo de caso.

No segundo capítulo, são revisados os conceitos de Inovação e Competitividade, o Processo de Desenvolvimento de Produtos, o método TRM, as ferramentas de engenharia – Modelo de Kano, Diagrama P, QFD, VPL e *Payback* – e os métodos de pesquisa de mercado.

O método TRM Adaptado – A-TRM é apresentado no terceiro capítulo, desde a modelagem conceitual ao detalhamento das fases e atividades propostas.

No quarto capítulo, aborda-se o estudo de caso SPF, aprofundando-se na história do álcool como combustível, no veículo Flex e no detalhamento das propostas existentes de SPF, o atual e o eletrônico.

O quinto capítulo detalha a aplicação do método A-TRM ao estudo de caso SPF, mostrando o desenvolvimento do trabalho ao longo do processo proposto.

A conclusão, contribuições do trabalho e propostas para futuros trabalhos são apresentados no capítulo 6.

Por fim, as obras citadas são mencionadas na Referência Bibliográfica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção tem como objetivo discutir os conceitos teóricos abordados neste trabalho, bem como levantar as pesquisas correlatas que foram recentemente desenvolvidas ou que estão em desenvolvimento. Busca, ainda, referenciar os principais trabalhos científicos relacionados ao método proposto.

2.1 Inovação e Competitividade

A inovação é, cada vez mais, essencial para o sucesso dos negócios. Com a economia de livre mercado, as empresas precisam continuamente introduzir novos produtos para impedir que outras empresas mais agressivas tomem parte de seu mercado (BAXTER, 2000).

O motivo da busca pelas inovações tecnológicas se dá pela dinamicidade com que estas são criadas e aplicadas pelas próprias empresas com o intuito de sobreviver ou promover-se no mercado. É, portanto, um processo de mutação cíclico destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos com o objetivo da empresa se manter competitiva. Este processo de destruição criadora é proposto por Schumpeter (1982) como a base para o entendimento do mecanismo de funcionamento do mercado capitalista.

O caráter inovador da proposta do SPF pode ser definido nos conceitos de inovação proposto por diversos autores.

Para Schumpeter (1982), a inovação, no sentido econômico, ocorre apenas quando é realizada a primeira transação comercial envolvendo o novo produto, processo, sistema ou equipamento.

Na mesma linha, outro conceito, proposto por Saénz e García Capote (2002, p.69), caracteriza a inovação como “a primeira utilização – incluindo a comercialização nos casos em que se aplica – de produtos, processos, sistemas ou serviços, novos ou melhorados”.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p.29) propõe o conceito de inovação contextualizado ao termo tecnologia, e que melhor adere ao conceito de inovação utilizado neste trabalho:

É a transformação de uma idéia em um produto novo ou melhorado que se introduz no mercado, ou em novos sistemas de produção, e em sua difusão, comercialização e utilização. Entende-se também por inovação tecnológica, a melhoria substancial de produtos ou processos já existentes

Um dos motivos que justificam a análise de uma tecnologia inovadora é a possibilidade constante de a concorrência identificar a oportunidade de mercado antes da própria empresa e, portanto, estabelecer uma vantagem competitiva.

Já o termo competitividade pode ser definido como a capacidade da empresa de formular estratégias que permitam ampliar ou manter sua posição no mercado de forma sustentável. Esta capacidade é condicionada por um amplo conjunto de fatores internos e externos à empresa (PORTER, 1990).

No âmbito externo, a relação das empresas e de seus concorrentes é representada no modelo Diamante da Vantagem Competitiva de Porter (1990) conforme a figura 1.

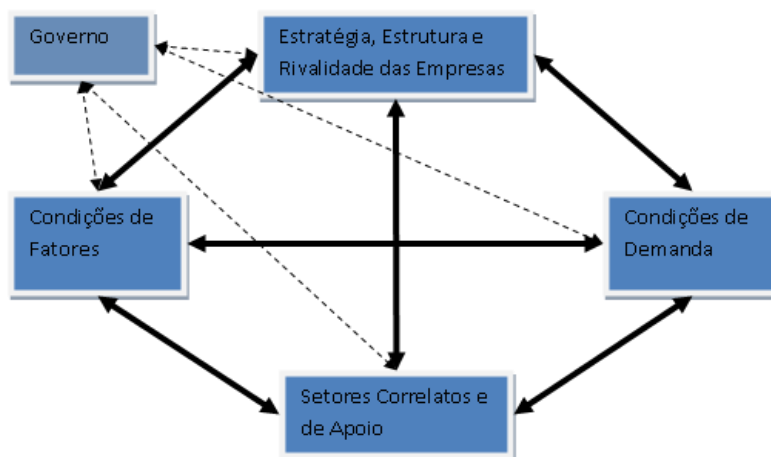


Figura 1 - Modelo diamante de Porter (1990)

Porter (1990) propõe ainda que a concorrência pode ser dividida em cinco forças atuantes sobre a empresa:

- 1) ameaça de entrada de novos concorrentes no ramo;
- 2) ameaça de substitutos, ou seja, produtos ou serviços de outros ramos que possam substituir o produto ou serviço do ramo considerado;

- 3) poder de negociação dos compradores;
- 4) poder de negociação dos fornecedores; e
- 5) rivalidade entre empresas existentes.

Segundo o autor, para enfrentar essas cinco forças, a empresa pode recorrer às estratégias competitivas que são basicamente: liderança no custo total, diferenciação e enfoque.

Nesta condição, a empresa deve buscar atuar nos determinantes de competitividade (Empresariais, Estruturais e Sistêmicos) nas quais ela tem controle:

- Empresariais – Controlável pela empresa;
- Estruturais – Mercado ao qual a empresa está inserida (cinco forças);
- Sistêmicos – Não controlável pela empresa.

É interessante perceber que a inovação tecnológica proporciona vantagem competitiva em qualquer uma das estratégias competitivas, ou seja, a inovação tecnológica pode trazer benefícios tanto no custo total (exemplo: produto mais barato), como na diferenciação (exemplo: produto exclusivo, pioneiro), como no enfoque (exemplo: líder em determinada tecnologia).

Porter (1990) defende, portanto, que a razão para o sucesso de empresas em mercados, independentemente de suas estratégias, reside no fato de inovar. Estas abordam inovação no sentido mais amplo, incluindo novos produtos e novas maneiras de produzirem seus bens ou produtos.

Quando as organizações inovam, elas não só processam informações de fora para dentro com o intuito de resolver os problemas existentes e se adaptar ao ambiente em transformação como também criam novos conhecimentos e informações, de dentro para fora, a fim de redefinir tanto os problemas quanto as soluções e, nesse processo, recriar seu meio.

Para Schumpeter (1982), é o produtor, no caso a empresa, que inicia a mudança econômica promovendo novas combinações de meios produtivos, que vão definir uma situação ou um processo de desenvolvimento. Ou seja, o modelo schumpeteriano também entende que é a empresa a responsável pela inovação tecnológica.

Na abordagem dos conceitos de competitividade e inovação, ficam evidentes os impactos positivos, se não essenciais, que as inovações tecnológicas proporcionam.

Desta forma, Porter (1990) conclui ser necessário induzir as empresas a inovar constantemente. Este precisa ser o objetivo da empresa, e não apenas uma vez, mas continuamente.

Entretanto, a introdução de uma inovação no mercado não é uma tarefa simples. A transformação de um conceito ou idéia em algo prático, vendável se dá por meio da atividade de desenvolvimento de um novo produto. Este processo consiste em pesquisas, planejamento, controle e o uso de métodos sistemáticos (BAXTER, 2000).

O processo de desenvolvimento de produtos é, portanto, vital para que as empresas consigam atuar com dinamismo e flexibilidade dada a velocidade de transformação e inovação crescentes.

2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos - PDP

Para Kerzner (2006), o Processo de Desenvolvimento de Produtos - PDP engloba o desenvolvimento, a comercialização e introdução de um novo produto no mercado.

Para os autores Rozenfeld et al. (2006), o PDP consiste no conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado, chegar as especificações de produto e processo de produção do mesmo.

Outro ponto comum e necessário do PDP para sua execução é a abordagem interdisciplinar, abrangendo métodos, processos, ferramentas e pessoas de diversas áreas de uma ou mais empresa tais como engenharia, marketing, planejamento (AGOSTINETTO, 2006; ROZENFELD et al., 2006; BAXTER, 2000).

Diferentemente de um processo composto pela soma de áreas isoladas, o PDP se propõe como guia no qual uma série de habilidades, competências, processos estão focados e unidos para transformar um conceito em um produto comercializável (AGOSTINETTO, 2006).

Por apresentar um modelo de referência com detalhamento profundo das etapas propostas e flexibilidade para utilização, selecionou-se o modelo unificado de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006).

O objetivo do modelo de referência é oferecer uma visão única do PDP segundo um ponto de vista comum, como um mapa que serve de base para todas as áreas envolvidas (ROZENFELD et al., 2006).

2.2.1 Modelo Unificado de PDP

O modelo unificado de PDP proposto está estruturado de forma seqüencial em três macro-fases subdivididas em oito fases como representado na Figura 2.

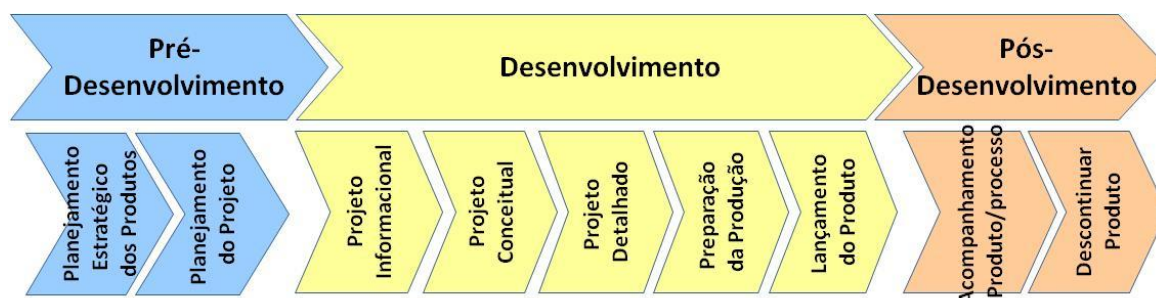


Figura 2 - Visão geral do modelo unificado de PDP (adaptado de Rozenfeld et al., 2006).

Cada fase é definida pelo conjunto de resultados esperados ao longo da evolução do projeto. Servem para detalhar as atividades necessárias em cada etapa e acompanhar o andamento do projeto ao longo do tempo. É importante salientar que pode haver sobreposição das atividades nas fases do PDP.

A macro-fase de Pré-Desenvolvimento envolve as atividades de definição do portfólio dos produtos e projetos com base nas tendências mercadológicas e tecnológicas. É também necessário que haja uma definição clara das metas de projeto para os produtos selecionados. O pré-desenvolvimento é a ponte entre os objetivos da empresa e os projetos de desenvolvimento.

O propósito da estratégia tecnológica é identificar, desenvolver e amadurecer tecnologias cruciais para a competitividade de longo prazo com foco nas atividades atuais e futuras. Estas tecnologias precisam ter o potencial de gerar valor para os clientes (BOLGENHAGEN, 2003).

A macro-fase de Desenvolvimento começa, com base nas informações obtidas no Pré-Desenvolvimento, pela geração das especificações-meta do produto. Na fase do projeto conceitual as atividades estão relacionadas com a seleção de soluções para o problema de projeto. Em seguida, finalizam-se as especificações do produto, para então serem encaminhadas à manufatura e às outras fases do desenvolvimento. A macro-fase então é concluída com o planejamento e execução do processo de produção, distribuição, propaganda e, finalmente, lançamento do produto.

A macro-fase de Pós-Desenvolvimento consiste na avaliação de desempenho do produto no mercado e atividades de assistência ao consumidor. Esta macro-fase se encerra efetivamente com o fim do ciclo de vida do produto e conseqüente retirada do produto do mercado.

O volume de informações de entrada no PDP, tais como os requisitos⁵ dos clientes ao longo de todo o ciclo de vida do produto, é bastante alto, variado e complexo e, portanto, o alinhamento de todos estes elementos ao longo do processo é uma tarefa essencial, porém difícil dada à grande interação exigida entre as áreas funcionais.

Outra característica crítica no PDP é que as principais soluções e decisões de projeto são tomadas nas fases iniciais do processo. Nestas etapas o risco associado ao projeto em desenvolvimento é bastante alto em função das incertezas do resultado final. Em contrapartida, o custo de modificação de uma decisão anterior cresce com o passar do tempo, uma vez que decisões e ações já foram tomadas em outro sentido (ROZENFELD et al., 2006; AGOSTINETTO, 2006; BAXTER, 2006).

E em função deste grau de incerteza inicial, modificações certamente devem ocorrer nas fases subseqüentes, quando informações mais precisas estão disponíveis (ROZENFELD et al., 2006). A Figura 3 mostra como o Grau de Incerteza, a Quantidade de Escolha e a Influência no Custo se comportam ao longo do tempo no PDP.

⁵ Requisitos de homologação, requisitos de mercado, requisitos legais, etc. de fontes internas e externas à empresa.

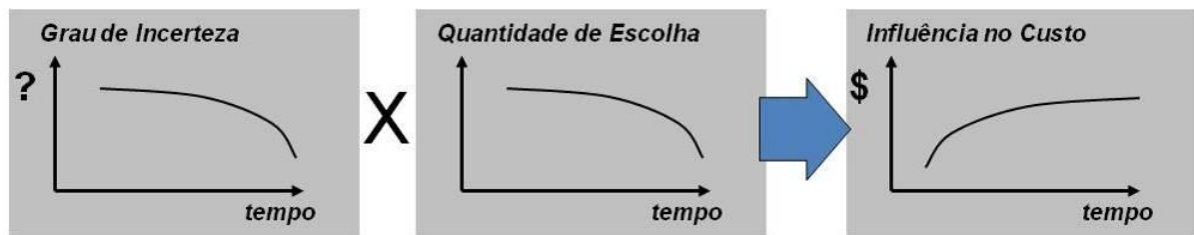


Figura 3 – Relação do Grau de Incerteza, Quantidade de Escolha e Custo com o tempo no PDP (adaptado de Rozenfeld et al., 2006).

2.3O Método *Technology Roadmapping*

O método TRM surgiu em resposta à necessidade da indústria planejar investimentos e desenvolvimentos para o futuro. A Motorola foi pioneira utilizando o método como parte central do processo de planejamento de negócios (CHENG; DRUMMOND; MATTOS, 2004). Na sequência, foi adaptado e aplicado em outras organizações como, por exemplo, a Philips (PROBERT et al., 2003).

É consenso entre os autores (PROBERT et al., 2003; IBARRA, 2007; GARCIA & BRAY, 1997) que os benefícios do método estão fundamentalmente no processo de aprendizagem e na troca de informações durante a construção do mapa tecnológico.

Kaplan e Norton (2000) mencionam que a chave para a execução de uma estratégia é ter as pessoas na organização entendendo-a, incluindo o processo de desenvolvimento pelo qual os ativos intangíveis serão convertidos em saídas tangíveis. Ponderam ainda que mapas estratégicos ajudam a “desenhar” os caminhos adequados em um terreno difícil.

Probert et al. (2003) citam que as aplicações incluem mapas dos setores industriais, frequentemente como parte de programas de previsões tecnológicas, e que, embora alguns estudos mostrem que a adoção da técnica ainda seja relativamente baixa, as empresas que utilizaram a ferramenta reportaram muito positivamente sobre o valor da mesma.

Garcia e Bray (1997), em seus estudos sobre os fundamentos do TRM, concluem que o maior benefício da ferramenta é que esta provê informação para que sejam feitas as decisões de melhores investimentos em tecnologias por identificar tecnologias críticas, lacunas tecnológicas e modos de justificar recursos para P&D. Acrescentam que o TRM é crítico quando não está claro qual tecnologia

deve receber investimentos, ou seja, quando não há uma estratégia tecnológica definida.

Para Drummond (2005), o TRM, no desenvolvimento de produtos de uma companhia, permite avaliar muitas oportunidades e ideias de novos produtos antes da operação e execução formal dos projetos.

Probert et al. (2003) propõem que a adaptabilidade é o ponto forte do método, encorajando a organização a adequar a técnica ao contexto de uso. Esta facilidade de adaptação proporciona uma grande possibilidade de utilização.

Ainda no mesmo trabalho, Probert et al. (2003) apresentam o processo padrão T-Plan como ferramenta para implementação rápida do método TRM. Basicamente, o processo contempla a realização de quatro *workshops*, sendo os três primeiros focados no trinômio Mercado, Produto e Tecnologia, e o último no Mapeamento ou interpretação das informações obtidas. Este processo é representado pela Figura 2.

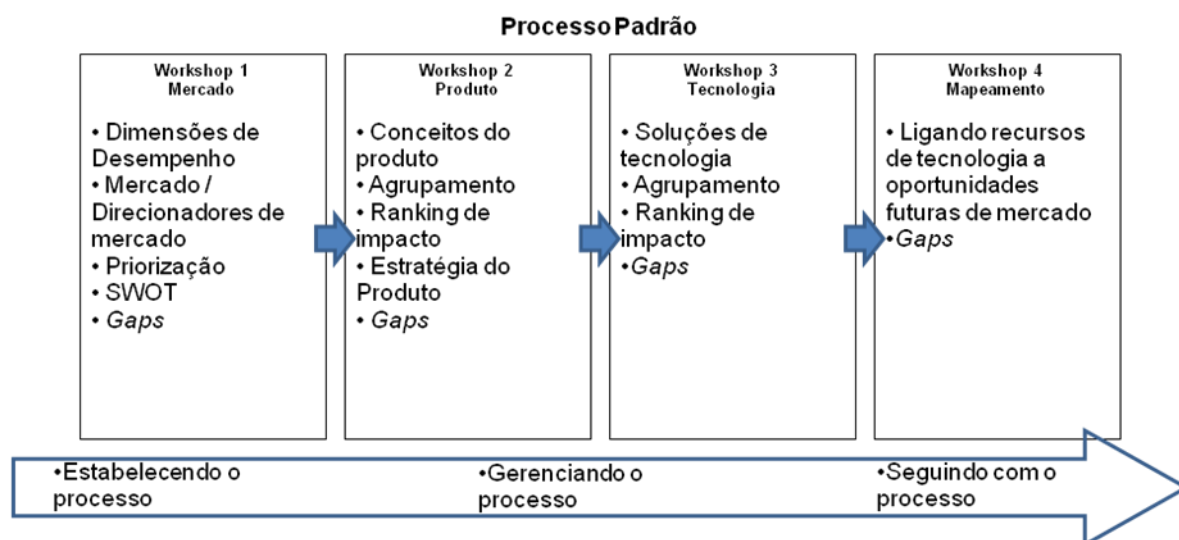


Figura 4 - Processo padrão do T-Plan (adaptado de Probert et al., 2003)

A utilização de *workshops* como ferramenta de desenvolvimento e execução do TRM é uma proposta consensual entre os autores (GARCIA & BRAY, 1997; PROBERT et al., 2003). Outro ponto comum é a utilização do trinômio Mercado, Produto e Tecnologia – MPT como base do desenvolvimento do mapa.

Para Phaal e Muller (2009), a arquitetura básica é composta de duas dimensões chaves:

(1) Linhas do tempo (tipicamente o eixo horizontal), o que pode incluir o passado e perspectivas de curto, médio e longo prazo, bem como aspirações e visões;

(2) Camadas e sub-camadas (tipicamente o eixo vertical), representadas por uma hierarquia taxonômica baseada por sistemas, que permite diferentes níveis de detalhes a serem endereçados. Novamente, a abordagem mais comum é a utilização do trinômio Mercado, Produto e Tecnologia.

Embora possa assumir diversas formas, o mapa tecnológico resultante do método, em geral, é composto por uma representação gráfica de multicamadas que conectam tecnologias e produtos às oportunidades de mercado. A figura 5 exemplifica a arquitetura genérica de um mapa tecnológico.

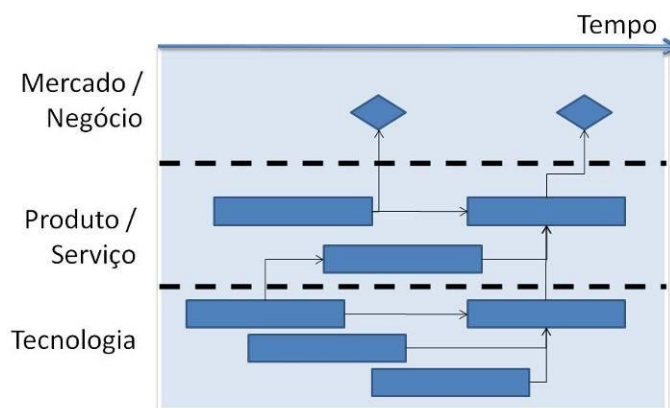


Figura 5 - Arquitetura genérica do mapa tecnológico (adaptado de Phaal, Muller, 2009; Probert et al., 2003)

É possível fazer uma relação entre as características de um mapa tecnológico e os conceitos de Gestão do Conhecimento propostos por Nonaka e Takeuchi (1997). Segundo os autores o conhecimento organizacional e a criação de conhecimento, como motores da inovação, são uma interação contínua e dinâmica entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito⁶, responsáveis pelo sucesso das empresas por gerar vantagens competitivas. O mapa tecnológico é a representação gráfica de dados e informações estruturadas e está relacionada, portanto, ao conhecimento explícito, enquanto que o processo de desenvolvimento do mapa está relacionado ao conhecimento tácito (IBARRA, 2007).

Portanto, outro benefício do mapa está no fato deste facilitar a visualização do processo de planejamento, alinhando metas futuras e atividades presentes na empresa, promovendo a integração entre as áreas funcionais do negócio, pela

⁶ Nonaka e Takeuchi (1997 p. 65) definem o conhecimento tácito como aquele que é pessoal e específico ao contexto, difícil de ser formulado e comunicado. O conhecimento explícito ou “codificado” refere-se ao conhecimento transmissível na linguagem formal e sistemática.

comunicação, compartilhamento de informações e visualização dos mapas estratégicos (PROBERT et al., 2003).

Segundo Cheng et al. (2006), os resultados do TRM são sempre definidos pela abrangência desejada desses *roadmaps*. Em abordagens focadas em um único produto, as análises são mais operacionais. Nesse sentido, a contribuição do TRM pode variar desde a geração de idéias de novos produtos, com base em uma tecnologia, até a definição das funcionalidades a serem incorporadas em um determinado produto ao longo do tempo. Em ambos, o método prepara conceitualmente a entrada dos projetos no processo de desenvolvimento de produtos - PDP.

O TRM se apresenta como uma método genérico que deve ser adequado aos objetivos e realidades de cada empresa. Os pilares do método, que são o trinômio tecnologia, produto e mercado, e a cadência de discussões com o objetivo de condensar o plano de negócios do escopo analisado servem como base para a elaboração e adequação do método às condições de utilização necessárias.

No presente trabalho, serão aprofundados os estudos nas três bases do trinômio, sendo que, para cada um deles, ferramentas de suporte são propostas com o objetivo de aperfeiçoar a análise dos dados e ponderação dos resultados obtidos.

A próxima seção trata das ferramentas propostas para suportar o método TRM e, portanto, justificar o termo “Adaptado” referenciado ao longo do Projeto.

2.4 Ferramentas, Técnicas e Métodos de Suporte ao TRM

Para Rozenfeld et al. (2006), o segredo de um bom desenvolvimento de produtos é garantir que as incertezas sejam minimizadas por meio da qualidade das informações.

Neste mesmo raciocínio, Ibarra (2007), afirma que a qualidade do mapa depende fundamentalmente da qualidade da informação. Por este motivo, optou-se por utilizar ferramentas reconhecidamente robustas dentro da empresa do estudo de caso para identificar, coletar e analisar as informações sobre Mercado, Produto e Tecnologia.

Como exemplo de adaptação do TRM, em sua proposta de Sistematização do Processo de Mapeamento Tecnológico de Produtos - SiMaTeP, Ibarra (2007) sugere determinadas ferramentas - tais como Análise SWOT, Pesquisa de Mercado, QFD, Matriz da Inovação, dentre outras - para suportar o processo de mapeamento tecnológico, como mostrado na figura 6.

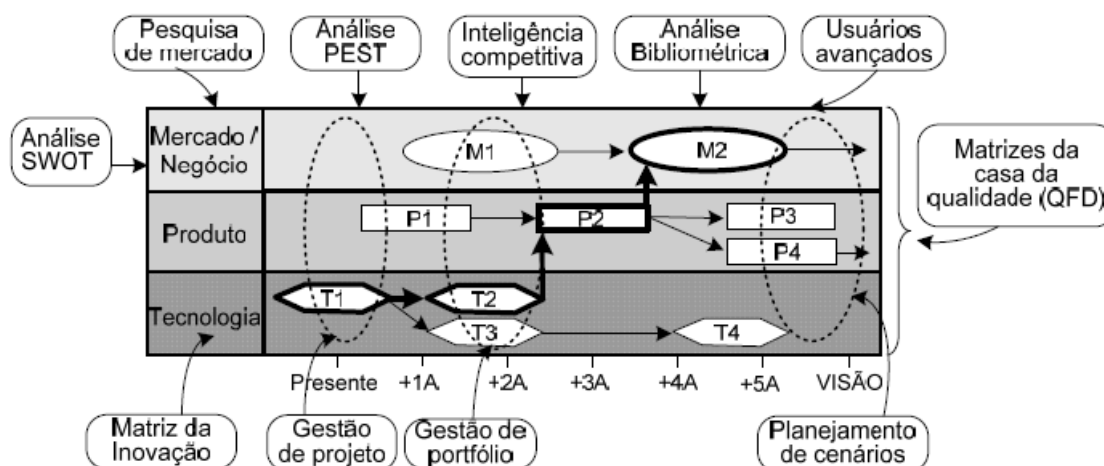


Figura 6 - Exemplos de métodos, técnicas e ferramentas que interagem com o Mapa Tecnológico

Há um grande número de métodos e técnicas comprovadas na literatura que visam diminuir a distância entre as empresas e seus clientes, para facilitar o entendimento e implantação dos requisitos do cliente (MARTINI; CRUZ; TRABASSO, 2003). No caso de adaptação do TRM para aplicação do mesmo na empresa, selecionam-se deliberadamente para o presente estudo as seguintes ferramentas: Modelo de Kano, Diagrama-P, *Quality Function Deployment* - QFD, Valor Presente Líquido - VPL e *Payback*.

A seleção das ferramentas citadas se dá por dois importantes motivos. O primeiro é a capacidade que estes métodos possuem de auxiliar na interpretação das informações obtidas ao longo do processo de desenvolvimento de produtos. Esta capacidade é abordada em detalhes nos sub-capítulos seguintes. O segundo importante motivo é a familiaridade dos membros do time de engenharia que participam deste processo de desenvolvimento do produto. Estas ferramentas são

comumente usadas com propósitos específicos⁷ na empresa onde é aplicado este trabalho.

2.4.1 Diagrama de Kano

O Diagrama de Kano é uma ferramenta útil para classificar e priorizar as necessidades dos consumidores baseado em como estas se relacionam com o grau de satisfação dos consumidores (KANO et al., 1984). A ferramenta propõe a visualização das informações em um diagrama conforme a Figura 7.

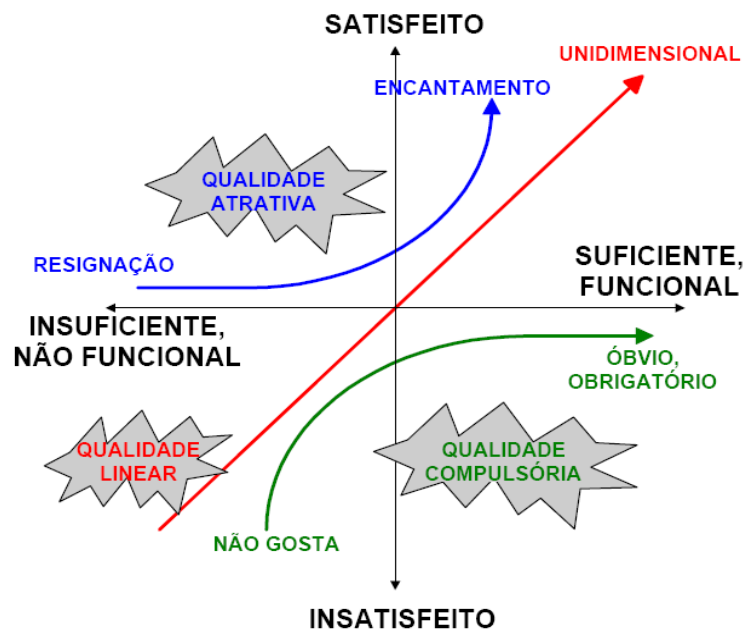


Figura 7 - Diagrama de Kano (HEGEDUS, 2000)

Segundo Jiao et al. (2009), a ferramenta relaciona, de formas distintas, o desempenho de um determinado produto à satisfação do cliente. Na prática, são propostos três tipos de atributos de produto: (1) Essenciais, (2) de Desempenho e (3) Atrativos. A definição destes atributos e como eles podem ser identificados seguem o critério abaixo (YADAV; GOEL, 2008):

⁷As ferramentas propostas são constantemente utilizadas em projetos de melhoria com a abordagem do 6-Sigma – *Design for Six Sigma*

- (1) Atributos Essenciais: Se estes atributos não forem preenchidos, o cliente estará extremamente insatisfeito. Por outro lado, mesmo se totalmente preenchido, o efeito sobre a satisfação é limitado ou inexistente. A razão para isso é que os clientes consideram estes atributos como óbvios, obrigatórios.
- (2) Atributos de Desempenho ou Lineares: Esses atributos geram satisfação proporcional ao nível de desempenho do produto. Atributos de comportamento linear são explicitamente exigidos pelo cliente.
- (3) Atributos Atrativos: Estes atributos geram satisfação positiva para o cliente independente do nível de execução. Estes atributos não são explícitos pelos clientes.

Desta forma, o Diagrama de Kano permite melhor entendimento ao time de quais atributos do produto são capazes de fornecer maior satisfação caso sejam melhorados e em que proporção.

A identificação dos requisitos do cliente, ou atributos, pode ser feita conhecendo-se o ciclo de vida do produto, por pesquisas exploratórias como entrevista, questionários, grupo de foco e *brainstorming* (ROZENFELD et al., 2006).

Assim como nesta dissertação, a utilização do Diagrama de Kano e do QFD de forma combinada pode ser encontrada em diversos estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos e melhoria de qualidade (MATZLERA; HINTERHUBERB, 1998; JIAO et al., 2009; YADAV; GOEL, 2008).

Com esta ferramenta, é possível classificar os atributos relacionados ao SPF, relacioná-los com a satisfação do usuário⁸ e, portanto, permitir uma análise da relevância das características de um determinado produto para um cliente.

⁸ Utilizando dados de pesquisa de mercado com foco na percepção do SPF.

2.4.1.1 Os Métodos de Pesquisa de Mercado

As ferramentas apresentadas para o desenvolvimento do Mapeamento Tecnológico se baseiam em fatores técnicos do produto e em informações relativas aos clientes do produto.

Portanto, a aquisição da percepção do cliente, seja de forma qualitativa ou quantitativa, é essencial para delinear os resultados do trabalho sendo que a abordagem de aquisição é definida pelo tipo de informações necessárias para compor o entendimento de um dado cenário.

As pesquisas de mercado são feitas com o objetivo de coletar dados e, desta forma, fornecer informações relevantes sobre um determinado assunto. Entretanto, não é intuito das pesquisas produzirem a decisão ou recomendação sobre o produto, mas sim fornecerem informações importantes para os tomadores de decisões.

Neste trabalho são utilizados métodos de pesquisa qualitativos e quantitativos. A combinação destas técnicas torna a pesquisa mais forte (NEVES, 1996).

Foram selecionadas neste estudo as técnicas de pesquisa de grupo de foco e a pesquisa descritiva por observação. Estas duas ferramentas proporcionam informações que podem ser utilizadas nas ferramentas de engenharia propostas, ou seja, que vão suportar a geração do Diagrama de Kano, o preenchimento do QFD e, inclusive, as análises financeiras dos produtos.

2.4.1.2 O Método dos Grupos Focais

O método de grupo de foco é uma forma de pesquisa qualitativa exploratória no qual um grupo de pessoas juntamente participa de uma entrevista (STORY et al., 2002). A proposta é entender como as pessoas se sentem ou pensam sobre determinado problema, produto, serviço ou idéia (KRUEGER; CASEY, 2000). Estas informações são importantes para refinar e identificar como cada cliente enxerga o produto escopo deste trabalho.

O benefício da utilização dos grupos focais é a utilização da interação grupal para produzir dados e *insights* que seriam dificilmente conseguidos fora do grupo. Os dados obtidos, então, levam em conta o processo do grupo, tomados como maior do que a soma das opiniões, sentimentos e pontos de vista individuais em jogo (KIND, 2004).

O processo de pesquisa por grupo focal se resume a cinco pontos (KRUEGER; CASEY, 2000):

- (1) Pessoas;
- (2) Características comuns;
- (3) Dados qualitativos;
- (4) Discussão focada;
- (5) Maior entendimento no tópico de interesse.

O grupo de pessoas em questão deve ser homogêneo, um determinado mercado-alvo e que devem ter tido algum contato com o objeto de pesquisa (CHAOUBAH; BARQUETTE, 2007).

Um ponto importante da pesquisa exploratória de grupo de foco é que esta atividade requer uma pessoa que assume a função de moderador e que seja capaz de conduzir a entrevista focando a discussão nas áreas relevantes do assunto em questão. O papel do mesmo é garantir que todos participem e que os pontos de vista individuais sejam incluídos na discussão do grupo. Desta forma, a interação entre os pesquisados permite um nível mais profundo da discussão (STORY et al., 2007).

2.4.1.3 Pesquisa Conclusiva

A pesquisa conclusiva é formal e estruturada, tem objetivos delineados e deve resultar em informações que auxiliem a tomada de decisões (CHAOUBAH; BARQUETTE, 2007). Neste tipo de abordagem, hipóteses são testadas e variáveis são avaliadas pelos clientes. Esta análise da amostra pode então ser extrapolada para a população.

A proposta de pesquisa neste trabalho também possui características descritivas e causais. Como o próprio nome diz, este tipo de pesquisa descreve características do objeto de estudo. Podem ser utilizadas para definir atributos do

produto, satisfação e opinião dos consumidores. Já a pesquisa causal por experimentação busca avaliar quanto que a variação de um determinado fator do produto influencia em alguma outra variável dependente (CHAOUBAH; BARQUETTE, 2007).

2.4.2 Diagrama-P

O Diagrama-P é uma ferramenta de projeto robusto utilizada para representar as relações de entrada e resposta de um determinado sistema. Serve para distinguir os fatores controláveis do sistema dos fatores que não podem ou não precisam ser controlados, ou seja, os ruídos (YANG & EL-HAIK, 2003).

O Diagrama-P é usado neste trabalho como uma ferramenta para modelagem do produto SPF. Como mostrado na Figura 8, o modelo facilita a identificação das características do produto e proporciona ao time uma análise crítica técnica na operação do produto uma vez que relaciona:

- (1) Entradas do sistema, quais variáveis são recebidas pelo sistema;
- (2) Requerimentos do Consumidor, O QUÊ o consumidor quer, percebe, recebe do sistema;
- (3) Sistema, denota o escopo do produto, o sistema em foco;
- (4) Fatores de Controle, atributos do produto que podem ser controlados, ajustados, ou seja, COMO é possível alterar a relação entre Entradas e Respostas do Sistema;
- (5) Ruído, variáveis que não podem ser controladas ou não necessitam ser controladas.

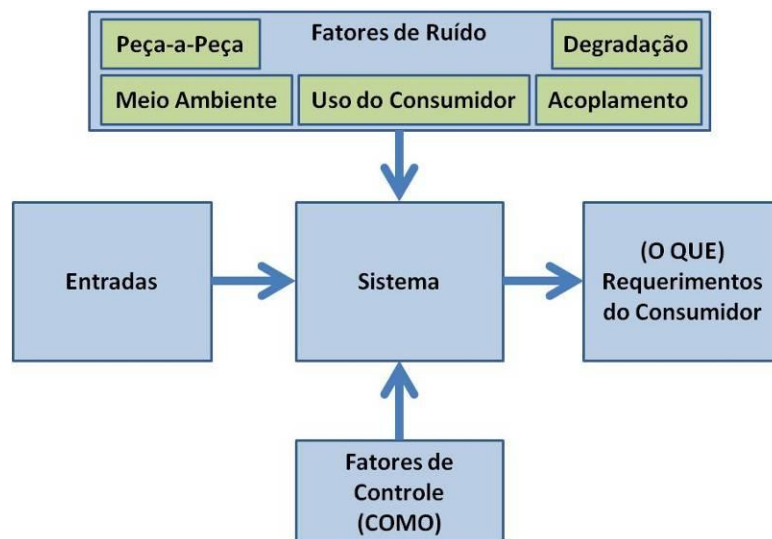


Figura 8 - Modelo Diagrama-P

O Diagrama-P ajuda na construção da matriz QFD, uma vez que reforça a discussão para relacionar as características de produto – COMO – com os requerimentos dos clientes – O QUÊ.

Enquanto a ferramenta Diagrama de Kano se integra ao QFD correlacionando os requerimentos do cliente à satisfação do cliente, o Diagrama-P auxilia na identificação dos Fatores de Controle / Atributos do Produto que alteram as saídas do SPF.

2.4.3 Quality Function Deployment - QFD

A ferramenta QFD é utilizada para priorizar e entender os relacionamentos entre as necessidades dos clientes e as características do produto. O método surgiu no começo da década de 70 na Mitsubishi Heavy Industry com o objetivo de relacionar os requerimentos regulatórios de governo, os requerimentos críticos de projeto e os requerimentos dos clientes às características de projeto, relacionando a importância entre cada um dos itens (YANG & EL-HAIK, 2003).

Por se mostrar uma ferramenta poderosa no processo de desenvolvimento de produtos, rapidamente passou a ser utilizada na indústria automotiva.

Carnevalli e Miguel (2008) mostram que o QFD é utilizado como método no desenvolvimento de produtos com o objetivo de traduzir os requerimentos dos clientes em atividades para desenvolver produtos e serviços.

Segundo Yang & El-Haik (2003), conhecer as necessidades do cliente é um requisito obrigatório para uma companhia se manter ou aumentar sua posição no mercado. Previsões corretas de mercado são de pequeno valor se os requerimentos dos consumidores não forem incorporados ao projeto no momento certo.

O QFD é realizado por times multi-disciplinares usando uma série de matrizes para desdobrar os atributos críticos ao cliente pelas fases de desenvolvimento de produtos. Geralmente é apresentado em quatro fases: Fase 1 – Planejamento do Crítico Para Satisfação; Fase 2 – Requerimentos Funcionais; Fase 3 – Planejamento dos Parâmetros de Projeto; Fase 4 – Planejamento das Variáveis de Processo (YANG & EL-HAIK, 2003).

A forma genérica da Primeira Fase do QFD, também conhecida como Primeira Casa da Qualidade (ROZENFELD et al., 2006), é mostrada na Figura 9.

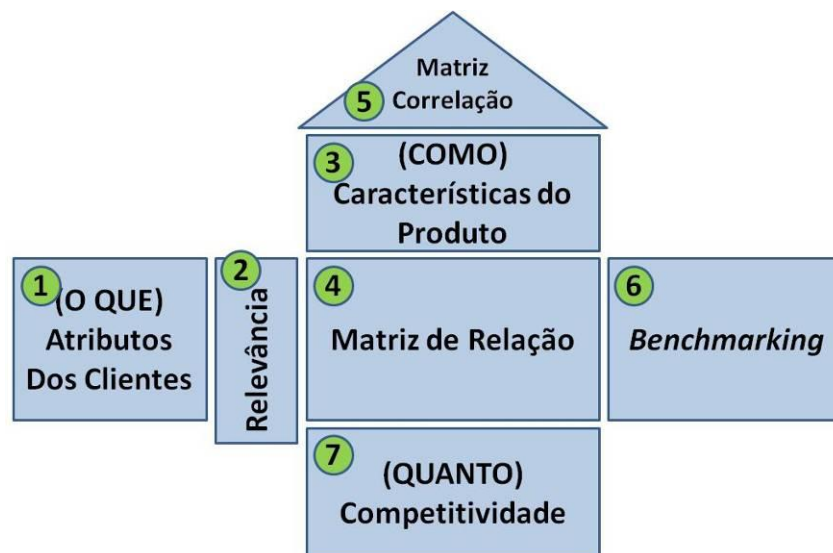


Figura 9 - Primeira Casa da Qualidade – QFD (adaptado de Rozenfeld et al., 2006)

Esta estrutura é composta por:

- (1) Atributos para o cliente, O QUÊ o cliente quer;
- (2) Nível de apreciação para o cliente, a relevância de cada atributo;
- (3) Características do produto, COMO atributos são traduzidos para o projeto do produto;
- (4) Matriz de relacionamento correlaciona os O QUÊ's com o COMOs;
- (5) Matriz de correlação correlaciona as características de projeto, COMO's, entre si;

- (6) *Benchmarking*, usado para avaliar / posicionar os O QUÊ's de vários projetos / produtos concorrentes numa aplicação particular;
- (7) Avaliação da competitividade, QUANTO avalia os COMO's para o mesmo competidor contra os COMO's por uma perspectiva técnica, quantificando as necessidades dos clientes, expectativas, criando objetivos para o time de projeto. Os QUANTO's também criam a base para avaliar o sucesso de um determinado produto / tecnologia no mercado.

De acordo com Chan & Wu (2005), há diversas dificuldades na aplicação do QFD, dentre elas: interpretar a voz do cliente, definir a correlação entre qualidade demandada e características do produto. Com o objetivo de minimizar estas dificuldades, o QFD pode ser utilizado com outras ferramentas, integrando informações providas de outros métodos como o Diagrama-P e o Diagrama de Kano. No Diagrama-P, as características do produto são mais exploradas. No Diagrama de Kano, a ênfase é aplicada à voz do cliente. Um diagrama esquemático apresentado na Figura 10 mostra como estas ferramentas podem interagir.

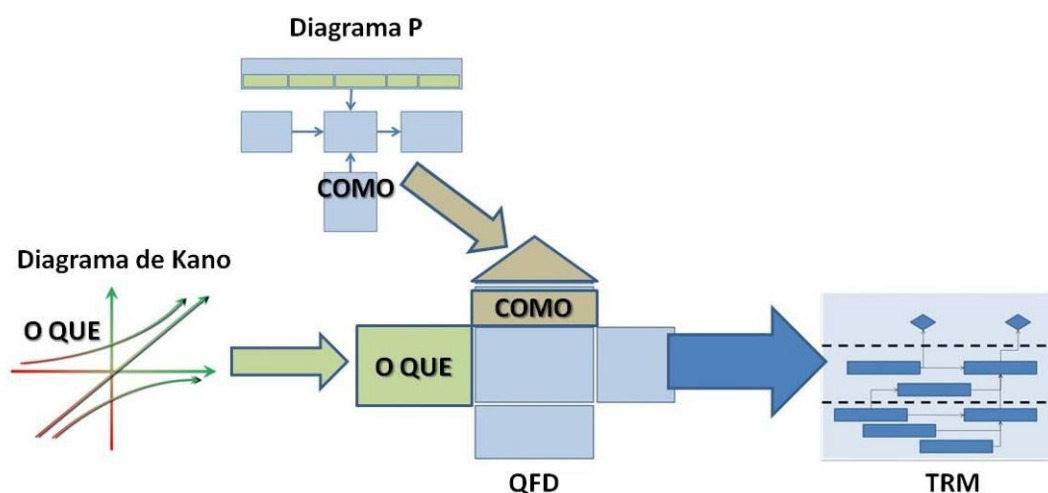


Figura 10 – Interação do QFD com outras ferramentas de projeto – Diagrama de Kano e Diagrama-P

Neste trabalho, o método QFD é aplicado ao estudo de caso do SPF para relacionar os requerimentos dos clientes aos atributos do sistema proposto, bem como para ponderar as informações de Produto, Mercado e Tecnologia. Portanto, o QFD deve prover dados tratados, consolidando as informações obtidas nas demais técnicas propostas e servindo como base para as discussões durante a montagem

do mapa tecnológico do SPF. Sugiro que vc elabore um quadro que mostre como cada uma das técnicas foi usada / adaptada para elaboração de seu método.

2.4.4 Análise Financeira: *Payback* e Valor Presente Líquido - VPL

Projetos de implementação de novas tecnologias exigem recursos. O aporte destes recursos é um investimento financeiro e, como tal, deve ser analisado por esta perspectiva.

A tomada de decisão de investimento depende das projeções assumidas para um determinado projeto. Dentre os critérios de análise financeira, podem ser citados como bastante utilizados a taxa média de retorno, o *payback*, o valor presente líquido – VPL, a taxa interna de retorno – TIR e o índice de lucratividade líquida – ILL (ABREU FILHO et al., 2005).

Critérios adequados devem permitir ao time analisar o desempenho de cada opção de investimento. No caso de uma nova tecnologia, estas ferramentas suportam a interpretação dos custos incorridos e o retorno deste investimento.

O VPL e o *Payback*, utilizadas de forma complementar, são as ferramentas financeiras selecionadas neste estudo com o objetivo de verificar a viabilidade financeira das alternativas tecnológicas⁹, o período mínimo para retorno do investimento e o valor criado em função do investimento em uma determinada tecnologia. Estes dois métodos permitem aos tomadores de decisões interpretarem facilmente os resultados.

⁹ As hipóteses utilizarão como base o CBP (*Commodity Business Plan*), ferramenta interna da Ford que propõe o desempenho futuro projetado de custo, investimento e fornecimento de uma determinada tecnologia (VOLVO, 2005).

2.4.4.1 A ferramenta de *Payback*

O *Payback* avalia o tempo que um determinado investimento leva para se pagar (ABREU FILHO et al., 2005). É, portanto, a quantidade de tempo onde os ganhos previstos compensam o investimento e os custos incorridos. Serve como medida indireta da liquidez de um projeto.

Também conhecido como Retorno do Investimento, é bastante utilizado por ser bastante simples de ser calculado. Embora na atualidade seja utilizado mais como um indicador de lucratividade ou risco, por muitos anos foi um critério pelo qual propostas de investimentos eram julgadas (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2000).

O *Payback* pode ser obtido conhecendo-se o fluxo de caixa de um determinado projeto. Calcula-se o número de períodos necessários para que o valor do investimento seja totalmente pago pelos fluxos de caixa. Para exemplificar, a tabela 1 apresenta valores hipotéticos para demonstração do cálculo do *payback*. Sendo FC0 = Investimento; FC1 = fluxo de caixa no período 1; FC2 = fluxo de caixa no período 2; FCn= fluxo de caixa no período n, o *payback* para este fluxo de caixa é de 2,5 anos.

Tabela 1 – Fluxo de caixa hipotético para cálculo de *payback*.

n (anos)	0	1	2	3	4
FC	(R\$ 10,000.00)	R\$ 4,000.00	R\$ 4,000.00	R\$ 4,000.00	R\$ 4,000.00

O *Payback* não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Também não considera a lucratividade além do tempo de retorno do projeto. Esta incapacidade de se medir a lucratividade compromete seu uso para a análise de riscos.

Desconsiderando esta deficiência, o *payback* fornece de forma simplificada e eficaz o mínimo tempo de vida necessário para que um projeto seja viável economicamente. Esta informação é importante para definir o ciclo de vida desejável ou mínimo para um determinado produto.

2.4.4.2 VPL – Valor Presente Líquido

O VPL é o critério mais utilizado em análise de investimento e serve para medir os ganhos absolutos de um determinado projeto (ABREU FILHO et al., 2005). Enquanto o *payback* mede o tempo em que um projeto demora a dar lucro, o VPL mede o lucro em termos absolutos.

A ferramenta VPL considera o valor do dinheiro no tempo. Conhecendo-se o fluxo de caixa de um projeto, é necessário calcular o valor presente de todos os fluxos de caixa, considerando uma taxa de valorização do investimento ao longo do tempo. Subtraindo-se os valores presentes dos fluxos de caixa ao investimento inicial, tem-se o VPL. Se o VPL é superior à zero, o investimento vai gerar retorno. A tabela 2 exemplifica um projeto hipotético e o cálculo do respectivo VPL.

Sendo:

FC0 = Investimento;

FC1 = fluxo de caixa no período 1;

FC2 = fluxo de caixa no período 2;

FCn= fluxo de caixa no período n;

VP – FC = fluxo de caixa no valor presente;

E considerando a taxa de valorização do investimento de 10%, o VPL para este fluxo de caixa é de R\$ 777,54.

Tabela 2 – Fluxo de caixa hipotético e cálculo do VPL.

		n (anos)	0	1	2	3	4
Taxa	VPL	FC	(R\$ 10,000.00)	R\$ 3,400.00	R\$ 3,400.00	R\$ 3,400.00	R\$ 3,400.00
5%	R\$ 2,056.23	VP - FC (5%)	(R\$ 10,000.00)	R\$ 3,238.10	R\$ 3,083.90	R\$ 2,937.05	R\$ 2,797.19
10%	R\$ 777.54	VP - FC (10%)	(R\$ 10,000.00)	R\$ 3,090.91	R\$ 2,809.92	R\$ 2,554.47	R\$ 2,322.25
15%	(R\$ 293.07)	VP - FC (15%)	(R\$ 10,000.00)	R\$ 2,956.52	R\$ 2,570.89	R\$ 2,235.56	R\$ 1,943.96

No mesmo exemplo, é possível verificar pelos três cenários de taxas, que o VPL é função do fluxo de caixa e da taxa de valorização do investimento. Para 5% de taxa, o VPL é de R\$ 2,056.23, para uma taxa de 10%, o VPL é de R\$ 777,54. Entretanto, para uma taxa de 15% de atratividade, o VPL é negativo, ou seja, o projeto não consegue atingir rentabilidade e ainda consome os recursos investidos.

Por este critério, é possível classificar e comparar diretamente investimentos. Como o VPL mede os valores na mesma base do tempo, podem ser somados, subtraídos, combinados ou separados.

2.4.4.3 Critérios Financeiros para a Análise das Tecnologias

As técnicas de VPL e *Payback*, cujas características estão resumidas na Tabela 3, foram selecionadas para compor o método de análise de viabilidade das tecnologias por oferecerem informações como o tempo de maturação do projeto e o valor criado pela realização de um investimento.

Tabela 3 - Comparativo das Ferramentas VPL e *Payback*

Método	VPL	<i>Payback</i>
Propósito	Determinar o valor absoluto criado pelo projeto.	Determinar o tempo que um investimento leva para pagar de volta ao seu dono o investimento inicial
Critério Decisório	VPL deve ser nulo ou positivo	Comparar com vida economicamente útil da tecnologia. Optar pelo que oferece menor período
Base de dados	Fluxo de caixa projetado; Taxa mínima de rentabilidade	Fluxo de caixa projetado
Vantagens	Quantifica o valor criado pelo projeto; Pode ser utilizado para classificação de investimentos; Pode ser somado ou subtraído com outros projetos.	Simplicidade; Fornece tempo de retorno do investimento; Medida indireta da liquidez do projeto
Desvantagens	Exige que a taxa a ser usada seja corretamente determinada.	Não considera valor do dinheiro no tempo; Não considera fluxo de caixa após período de <i>payback</i>

Conforme visto, cada critério mede diferentes aspectos do projeto. Enquanto o *payback* determina quanto tempo o projeto leva para dar lucro, o VPL mede o lucro em termos absolutos.

Desta forma, optou-se pelo uso conjunto destas técnicas para que se tenha decisões financeiras adequadas. Com isto, é possível pelos resultados comparar, classificar e avaliar se as tecnologias devem ser aceitas ou rejeitadas.

2.5 Considerações Finais da Revisão

Os conceitos, métodos, processos e ferramentas revistos na literatura proporcionam a fundamentação teórica para que seja proposto um método integrador do trinômio mercado, produto e tecnologia e que se relaciona à inovação, competitividade e esteja inserido ao processo de desenvolvimento de produtos estabelecidos.

O método resultante se apoia nas seguintes premissas:

- Deve permitir a análise de viabilidade contextualizada ao mercado de aplicação;
- Deve ser adaptável e inserido ao processo de desenvolvimento de produtos padrão;
- Analisa e permite a comparação entre tecnologias existentes e emergentes;
- Utiliza técnicas e ferramentas de desenvolvimento de produtos e de análise financeira consolidadas;
- Relaciona características do trinômio mercado, produto e tecnologia;
- Orienta-se pelas necessidades do cliente final, utilizando-se de pesquisas diretas;
- Permita a projeção de mercado, tecnologia e produto relacionados ao escopo estudado.

Por fim, o método proposto deve permitir a análise de viabilidade de uma nova tecnologia aplicada a um determinado produto em um determinado mercado.

3 O Método TRM Adaptado – A-TRM

O presente capítulo tem por objetivo a formulação, adaptação e desenvolvimento do método de análise de viabilidade de novas tecnologias.

Como visto, um dos pontos fortes do método TRM é sua adaptabilidade (PROBERT et al., 2003) e, no caso específico deste trabalho, esta adaptação do TRM consiste em acrescentar ferramentas qualitativas e quantitativas que permitam desenvolver uma comparação prática entre os dois sistemas, o proposto e o atual.

O resultado final é o método intitulado A-TRM – TRM Adaptado para análise de viabilidade de novas tecnologias.

3.1 Contexto do A-TRM no PDP

No contexto da Gestão de Desenvolvimento de Produtos, com base no Modelo Unificado do PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006), o A-TRM suporta duas fases relacionadas no processo, como mostrado na Figura 11:

- A fase de Planejamento Estratégico dos Produtos dentro da Macro-Fase do Pré-Desenvolvimento;
- E a fase de Projeto Informacional já no Desenvolvimento.

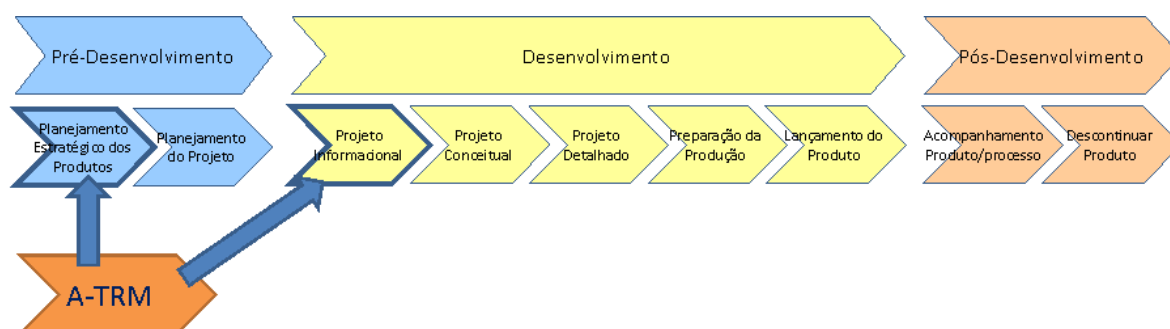


Figura 11 – Modelo Unificado do PDP e A-TRM

O A-TRM utiliza as ferramentas da fase de Projeto Informacional em avançado para que possa avaliar resultados relevantes, no caso o mapa tecnológico, já na fase de Planejamento Estratégico.

3.2 Modelagem do TRM Adaptado

A base de criação do A-TRM é a adaptação do processo padrão do TRM com a integração de métodos mais conhecidos da engenharia como o QFD, Diagrama-P e o Diagrama de Kano. A relação entre o Diagrama de Kano e o QFD é sugerida por diversos autores como Rozenfeld et al. (2006), Yang e El-Haik (2003), Yadav e Goel (2008), Carnevalli e Miguel (2008), Govers (1996). Há também referências da relação de uso do Diagrama-P com o QFD por Dickson (2006), Jensen et al. (2008), e Wasiloff e El-Haik (2004).

O estudo de Yang e El-Haik (2003) propõe que o uso do QFD com o Diagrama de Kano, se adaptado, pode servir para endereçar as necessidades do usuário na criação de mapas tecnológicos, direcionando o plano de tecnologias a serem desenvolvidas e a priorização de recursos. Este é o fundamento do método A-TRM, usar ferramentas de engenharia no processo que guiam o time à criação de um mapa tecnológico.

Além de atender às necessidades de cada etapa do processo A-TRM, a seleção das ferramentas propostas para integrar o método se deve também à utilização consolidada das mesmas no ciclo de desenvolvimento de produtos da empresa.

3.2.1 Modelo Conceitual do A-TRM

A elaboração do método utilizou-se de um modelo proposto para relacionar as diversas ferramentas e informações do projeto. Com isto, foi criado como auxílio o mapa conceitual conforme Figura 12.

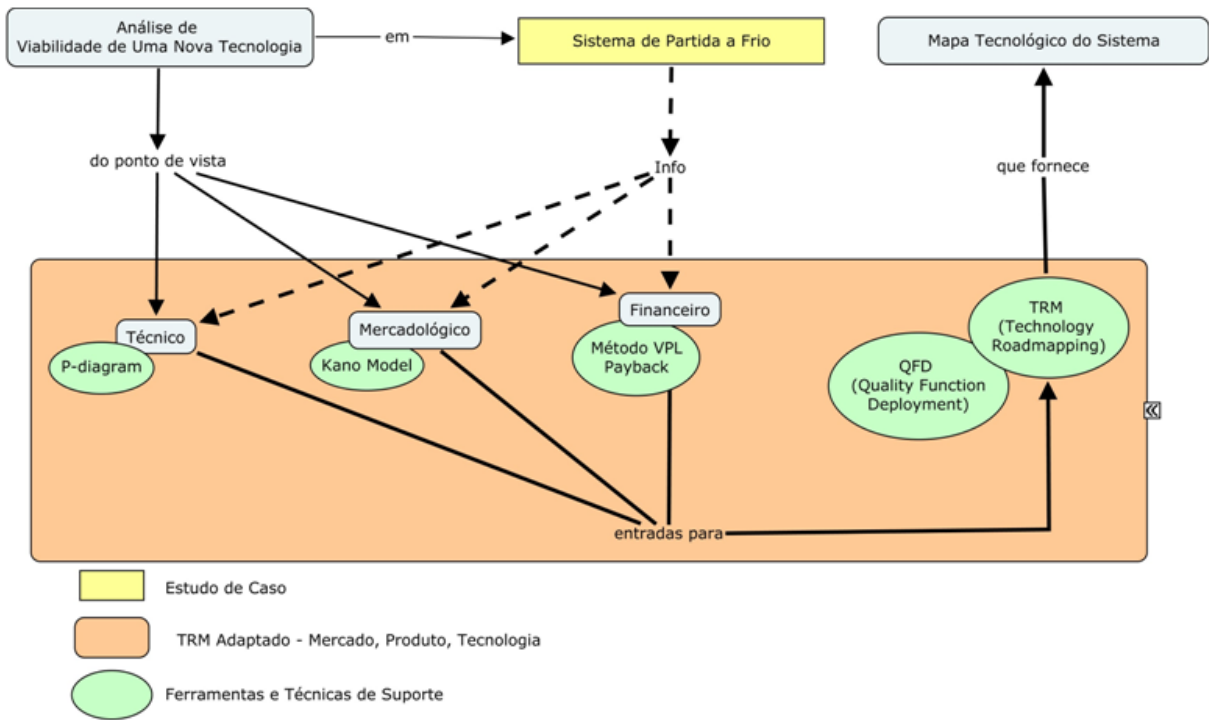


Figura 12 - Mapa conceitual do modelo TRM Adaptado proposto

O método A-TRM proposto é baseado no mapa conceitual definido pela análise das informações necessárias e ferramentas selecionadas, bem como nas referências existentes de adaptação do método TRM tais como o T-MAP (PROBERT et al., 2003) e do SiMaTeP (IBARRA, 2007). Em ambos os casos, propõe-se a estruturação do método por etapas e ferramentas. Ou seja, há uma seqüência de *Workshops*¹⁰ ou fases para discutir as camadas de base – Tecnologia, Mercado, Produto - de um Mapa Tecnológico. Estas discussões ou etapas são suportadas por ferramentas propostas. Da mesma forma, estruturou-se o A-TRM como uma seqüência de eventos atrelada a ferramentas e técnicas de suporte.

3.3 Detalhamento do A-TRM

Os seguintes itens – de 3.3.1 a 3.3.7 - descrevem o Modelo TRM Adaptado detalhando a relação das ferramentas de suporte, a seqüência de utilização das

¹⁰ Evento de caráter prático em grupo organizado para discussão de um determinado assunto.

mesmas e as atividades necessárias para execução do método.

3.3.1 Fluxograma do A-TRM

O processo A-TRM compreende as cinco fases pré-definidas conforme o fluxograma da Figura 13.

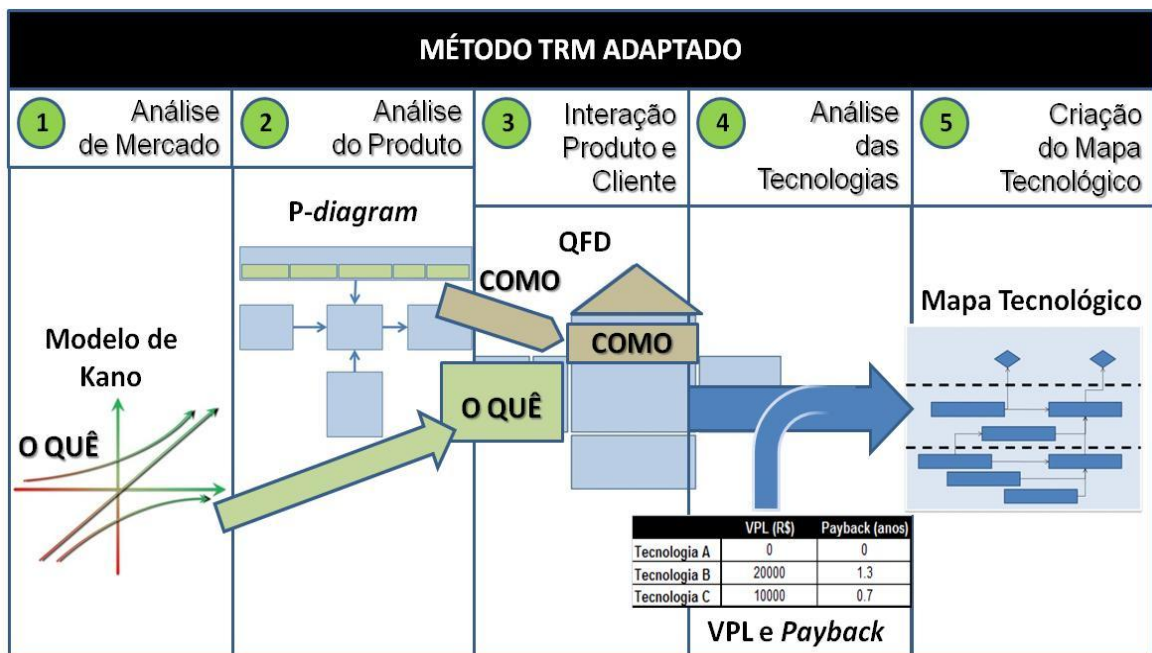


Figura 13 - Fluxograma representativo do A-TRM – método TRM Adaptado.

A execução do método e as contribuições de cada ferramenta estão sumarizadas da seguinte forma:

- 3.3.3 – Primeira Fase – Análise de Mercado. Inclui as pesquisas de mercado e preparação do modelo de Kano;
- 3.3.4 – Segunda Fase – Análise do Produto. Apresentação do Diagrama-P elaborado pelo time multifuncional de engenharia;
- 3.3.5 – Terceira Fase - Interação Produto Cliente. Quantifica as relações existentes entre os requerimentos do cliente e as características do produto;
- 3.3.6 – Quarta Fase – Análise das Tecnologias. Integração dos resultados obtidos no método QFD e dos indicadores financeiros de projeto.
- 3.3.7 – Quinta Fase – Criação do Mapa Tecnológico. Interpretação dos dados do QFD e dos indicadores financeiros.

Cada Fase se subdivide ainda em Atividades. Estas são apresentadas em detalhes nas seções de 3.3.3 a 3.3.7.

3.3.2 Recursos para Execução do A-TRM

O método A-TRM requer um líder de projeto, ou facilitador, que conhece o processo e, portanto, guia com sucesso o cumprimento dos objetivos de cada fase.

O time deve ser composto por engenheiros dos componentes envolvidos no produto, membros de *marketing*, engenheiros da qualidade, engenheiros dos componentes dos sistemas com interface, engenheiros de atributo, compradores e outros membros que possam contribuir para a discussão no planejamento do produto. Este time multifuncional deve realizar as atividades em reuniões, *workshops* ou seminários específicos.

A atividade mandatória que o líder de projeto deve conduzir é a de planejar a execução do A-TRM. Isto inclui a agenda proposta, uma clara definição do escopo de trabalho, nomeação das pessoas envolvidas e convite das mesmas e quaisquer outros recursos que sejam necessários tais como salas, audio-conferências e apresentações.

Além dos recursos citados, podem ser necessários ainda gastos com pesquisas de mercado e experimentos científicos, por exemplo.

3.3.3 PRIMEIRA FASE – ANÁLISE DE MERCADO – DIAGRAMA DE KANO

A ferramenta chave nesta primeira etapa é o Diagrama de Kano. O objetivo com este modelo é entender as necessidades dos clientes identificando os atributos ou os O QUES que eles querem e a relevância de cada atributo para os mesmos. A Tabela 4 relaciona as atividades, as fontes de dados e a justificativa para a geração de um Diagrama de Kano (DE PAULA Jr. et al., 2009).

Tabela 4 – Guia para criação do Diagrama de Kano

Atividade	Fonte	Por Que
a. Listar atributos dos clientes	Pesquisa exploratória qualitativa (Grupo focal)	Foco no que realmente importa para o cliente
b. Classificar atributos por categoria	Questionário estruturado, Entrevista, Histórico de qualidade	Mostra a relevância de cada atributo
c. Ajustar grau de satisfação de cada atributo	<i>Benchmarking</i> , Histórico de qualidade, Questionário de satisfação	Identifica as oportunidades / espaços de melhoria

3.3.4 SEGUNDA FASE – ANÁLISE DO PRODUTO – DIAGRAMA-P

Nesta fase, a equipe do projeto deve modelar o produto utilizando o Diagrama-P. O principal objetivo desta fase é relacionar o que o cliente quer – O QUE – com as características do sistema - COMO. Este exercício da equipe requer discussões técnicas sobre como o sistema pode operar em várias condições, pois

considera fatores de ruído e fatores de controle. O Diagrama-P é um exercício para a equipe identificar os fatores de controle.

A Tabela 5 relaciona a seqüência de atividades, fontes de informação e justificativa para a geração de um Diagrama-P.

Tabela 5 – Guia de criação do Diagrama-P

Atividade	Fonte	Por Que
a. Listar requerimentos dos cliente, incluindo requerimentos regulatórios e corporativos – O QUE	Diagrama de Kano – 1ª. Fase	Foco no que realmente importa para o cliente
b. Listar Fatores de Ruído e Entradas do sistema	FMEA, Diagrama espinha de peixe	Força o entendimento do funcionamento do sistema
c. Listar características do sistema que são Fatores de Controle – COMO	Especificações de projeto do sistema, Atributos de engenharia do projeto	Identifica as oportunidades / espaços e melhoria

3.3.5 TERCEIRA FASE – RELAÇÃO PRODUTO E CLIENTE – CASA DA QUALIDADE

Em função de sua complexidade, o uso do QFD no método TRM é dividido em duas fases, a Terceira Fase e a Quarta Fase. A Terceira Fase consiste na migração dos O QUEs e COMOs identificados nas fases anteriores para a Casa da Qualidade – QFD. O objetivo principal nesta etapa é unir toda a informação disponível até então para uma única e estruturada matriz e, portanto, prover uma fonte de dados tratados para análise e suporte na criação do Mapa Tecnológico. A Tabela 6 relaciona a seqüência de atividades, fontes de informação e justificativa para a geração de um QFD. A Figura 14 exemplifica a formatação do QFD e possui a relação dos índices utilizados na matriz.

Tabela 6 - Guia de criação do QFD – Terceira Fase

Atividade	Fonte	Por Que
a. Preencher na SEÇÃO 1 os requerimentos dos clientes, incluindo os corporativos e regulatórios – O QUE	Diagrama de Kano ou Diagrama-P	Foco no que realmente importa para o cliente
b. Preencher na SEÇÃO 2 a relevância dos requerimentos dos clientes baseado na classificação do Diagrama de Kano	Diagrama de Kano e Figura 14	Pondera os requerimentos dos clientes
c. Preencher na SEÇÃO 3 as características de produto identificadas no Diagrama-P – COMOs	Diagrama-P	Traduz as informações para parâmetros de projeto
d. Identificar na SEÇÃO 4 a relação entre os O QUEs e os COMOs.	Diagrama-P, Diagrama de Kano e Figura 14	Relaciona os requerimentos dos cliente às características de produto
e. Identificar na SEÇÃO 5, a correlação entre as características dos produtos – COMOs.	Diagrama-P, Diagrama de Contorno e Figura 14	Identifica relações de sinergia e compromisso ¹¹

¹¹ *Trade-off*. Situação na qual dois ou mais fatores se relacionam inversamente e precisam ser balanceados.

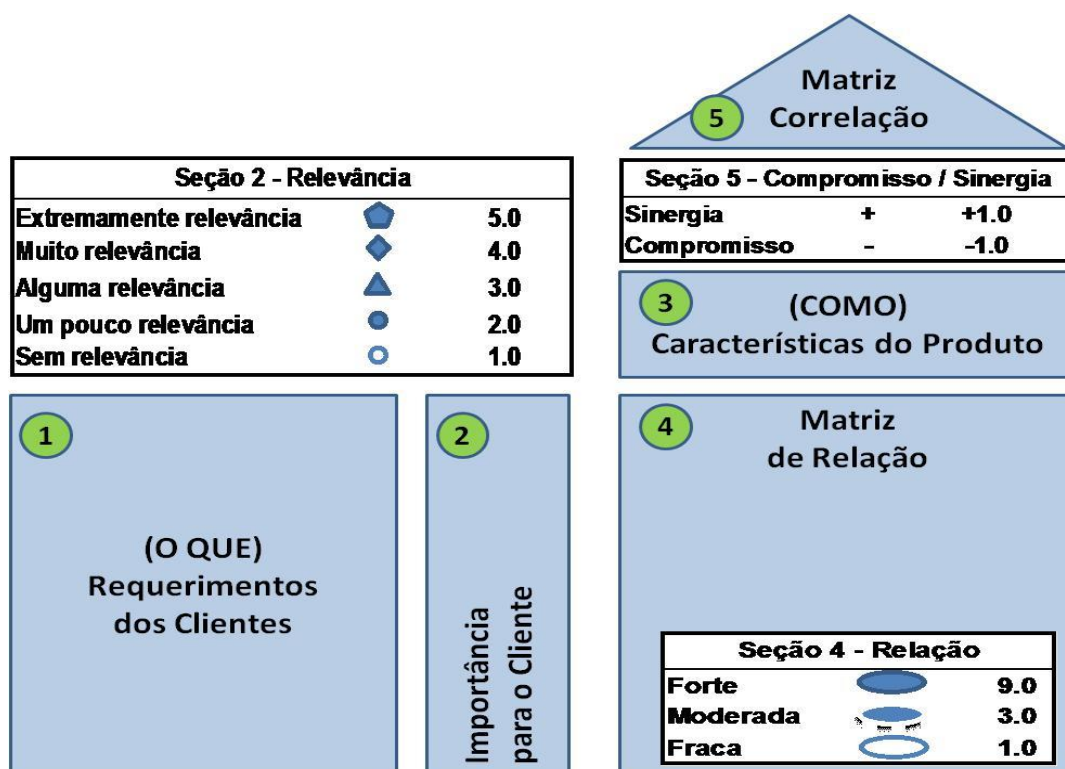


Figura 14 - Disposição das seções do QFD e Índices de Relação, Correlação e Relevância

Após a conclusão destas cinco atividades, o QFD pode conter uma boa fonte de informações relacionadas ao sistema em estudo. Entretanto, a fim de obter benefícios de se usar a ferramenta Casa da Qualidade na criação de um Mapa Tecnológico, é necessário incluir dados sobre as tecnologias concorrentes. Isso é o que está previsto para a fase 4.

3.3.6 QUARTA FASE –ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS - QFD

A Quarta Fase consiste na integração das informações das tecnologias relacionadas com o sistema. Este exercício inclui as tecnologias atuais, emergentes e futuras. O principal objetivo neste momento é concluir a Casa da Qualidade com informações de *benchmarking*, interno e externo, relacionadas com as tecnologias listadas para o produto. A seção competitiva da matriz, onde normalmente são listados os concorrentes da empresa, deve ser preenchida com alternativas de tecnologia.

É também nesta fase do método em que são trazidas para o processo as ferramentas financeiras – VPL e *Payback*. Cada uma das tecnologias possui custos e investimentos diferentes. Com base nestas informações, é possível projetar os ganhos e gastos no ciclo de vida do produto.

Esta fase deve proporcionar à equipe de projeto uma casa da qualidade completa somados a um conjunto de indicadores financeiros. Com um resumo das informações que relacionam as necessidades dos clientes, dados de produtos e tecnologias, este *cluster* de informações compõe a base para a criação de um mapa tecnológico.

A Tabela 7 relaciona a seqüência de atividades, fontes de informação e justificativa para a finalização do QFD iniciado na Terceira Fase. A Figura 15 exemplifica a formatação do QFD e possui a relação dos índices utilizados na matriz.

Tabela 7 - Guia para completar a Casa da Qualidade – QFD

Atividade	Fonte	Por Que
a. Listar as tecnologias a serem avaliadas	<i>Benchmarking</i> , Dados da engenharia avançada, TRIZ ¹²	Identificar diferentes tecnologias
b. Preencher as tecnologias listadas nas seções 6 e 7	Lista de tecnologias	-
c. Avaliar as tecnologias listadas na seção 6 em relação aos requerimentos dos clientes – O QUEs	Dados de qualidade, Dados da engenharia avançada e Fig. 8	Demonstrar como cada tecnologia atende os requerimentos dos clientes
d. Avaliar as tecnologias listadas na seção 7 em relação às características do Produto – COMOs	Dados de qualidade, Dados da engenharia avançada e Fig. 8	Demonstrar QUANTO cada tecnologia atende às características do produto

¹² TRIZ é uma sigla russa, transcrita como *Teoria Rechenia Izobretatelskih Zadatchi* e significa, literalmente, Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (ALTSHULLER, 2000).

e. Calcular na seção 7 a relevância de cada características do produto – QUANTO	Seções 2 e 4	Identificar QUANTO cada característica do produto é relevante
f. Calcular na seção 7 a Nota Geral da Tecnologia	Seção 7	Comparativo Quantificado das Tecnologias
g. Calcular o VPL e <i>Payback</i> de cada tecnologia considerando a introdução da mesma em relação à existente.	Fluxo de Caixa das Tecnologias, CBP ¹³ , Cotação com fornecedor da tecnologia.	Classificar e comparar diretamente investimentos. Verificar ciclo de vida mínimo ou desejável de investimentos

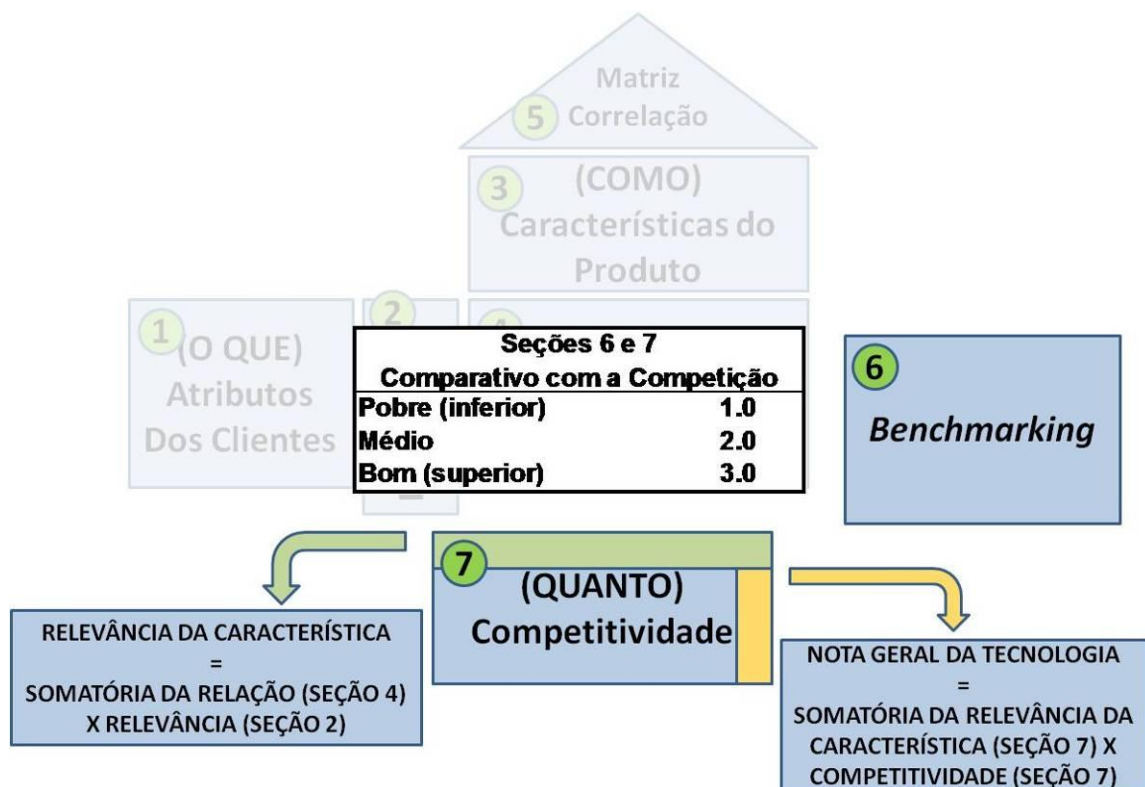


Figura 15 – Quarta Fase – Avaliação da competitividade - QFD

¹³ CBP – *Commodity Business Plan* é uma ferramenta interna da Ford Motor Company que propõe cenários de custo, investimento e fornecimento de uma determinada tecnologia. Serve como base de informações sobre os custos e planejamento tecnológicos dos produtos discutidos globalmente pela empresa.

3.3.7 QUINTA FASE – CRIAÇÃO DO MAPA TECNOLÓGICO

A Quinta fase do A-TRM conduz para a geração do mapa tecnológico. É a fase chave do processo A-TRM, sendo que o objetivo nesta etapa é interpretar as informações obtidas pelas ferramentas suporte, utilizando como base o QFD e os indicadores financeiros. O roteiro da Tabela 8 oferece uma visão geral das atividades necessárias para o exercício de criação do mapa tecnológico.

Tabela 8 – Delineando o Mapa Tecnológico

Atividade	Fonte	Por Que
a. Listar alternativas tecnológicas	QFD, <i>Benchmarking</i> , Dados da engenharia avançada	Confirmar quais tecnologias serão mostradas no mapa tecnológico
b. Listar produtos planejados na empresa	Planejamento do ciclo de vida dos produtos,	Confirma produtos afetados pelas tecnologias selecionadas
c. Listar tecnologias e tempo ciclo de vida dos produtos	Planejamento do ciclo de vida dos produtos, Dados da engenharia avançada	Suporta a definição da abrangência do calendário do mapa
d. Traçar um mapa em branco com as camadas de Mercado, Produto, Tecnologia e o Calendário	Dados históricos das tecnologias, Planejamento do ciclo de vida dos produtos	Esboça o mapa tecnológico
e. Preencher o mapa com dados históricos de Produto, Mercado e Tecnologias	Dados históricos das tecnologias, Planejamento do ciclo de vida dos produtos	Registra o contexto/cenário histórico
f. Identificar tecnologias alternativas/propostas que melhor atendam às necessidades dos clientes (alta relevância)	QFD, Indicadores financeiros	Definir o plano tecnológico para produtos futuros
g. Relacionar no mapa as tecnologias, os produtos e os marcos de lançamento no mercado	Mapa tecnológico, Indicadores financeiros, QFD	Estabelecem-se as datas-objetivo de implementação para o plano de desenvolvimento de produtos

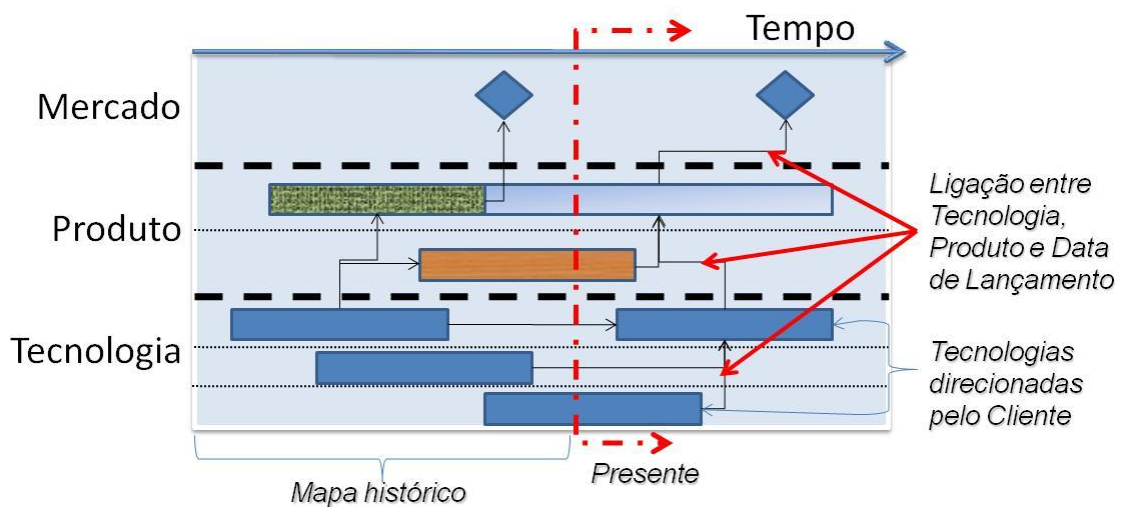


Figura 16 – Mapa Tecnológico genérico com as camadas de Mercado, Produto e Tecnologia

O elemento-chave desta fase é como interpretar o material levantado nas etapas anteriores, conforme descrito na etapa F da Tabela 8. Por esta razão, o entendimento da matriz do QFD é essencial para a realização do roteiro de tecnologia. Avaliação competitiva e de importância, nas seções 6 e 7 são desenvolvidas como base para a avaliação de riscos na tomada de decisões em relação às sinergias e compromissos (YANG; EL-HAIK, 2003).

3.4 Considerações Sobre o Método A-TRM

O presente capítulo descreveu o processo de modelagem, o contexto de aplicação e as fases do Método A-TRM. As ferramentas propostas para configurar o método em cada atividade foram escolhidas com base na robustez e facilidade de utilização das mesmas, uma vez que são largamente utilizadas nos processos de desenvolvimento de produtos.

O Modelo TRM Adaptado - A-TRM, que consiste na variação do TRM com a integração de ferramentas de suporte – QFD, Diagrama-P, Modelo de Kano, VPL e *Payback*, foi desenvolvido neste trabalho para auxiliar no planejamento da estratégia do SPF em veículos Flex.

A descrição do método completo foi feita ainda de tal maneira a permitir que a aplicação do A-TRM se estenda a outros produtos e tecnologias caso seja de interesse:

- Desenvolver mapas tecnológicos para um sistema específico;
- Suportar a estratégia tecnológica e iniciativas de planejamento na empresa;
- Alinhar a comunicação entre as áreas técnicas e comerciais.

Por ser um assunto complexo, multidisciplinar, subjetivo e especialmente por lidar com avaliações ainda nas fases iniciais de projeto, a análise de viabilidade de novas tecnologias possui, portanto, alto valor como ferramenta na tomada de decisão.

Para demonstração e avaliação do método, aplica-se o mesmo ao Estudo de Caso: SPF em Veículos Flex. O Estudo de Caso é apresentado no Capítulo 4 e a aplicação do Método A-TRM é mostrada no Capítulo 5.

4 Estudo de Caso: Sistema de Partida a Frio em Veículos Flex

Esta seção tem como objetivo discorrer sobre o estudo de caso SPF. Contempla os conceitos teóricos básicos da problemática de partida a frio, bem como aborda as pesquisas correlatas que foram recentemente desenvolvidas ou que estão em desenvolvimento. Busca, ainda, referenciar os principais trabalhos científicos relacionados.

A pesquisa do estudo de caso parte da contextualização histórica de utilização do álcool como combustível, o advento dos veículos movidos a álcool e a inovação do carro Flex. Por fim, apresentam-se o SPF atual, o SPF inovador e alternativas ao SPF.

4.1 O álcool como combustível

Em 1973, os países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), atuando na forma de cartel, entraram em acordo para reduzir a produção de petróleo mundial de forma coordenada, ou seja, determinando-se níveis de produção para cada um dos países membros. Isso desencadeou o primeiro choque do petróleo. Com a elevação dos preços do petróleo no mercado internacional, o Brasil, que em 1973 importava 80% do petróleo que consumia, teve um saldo da Balança Comercial que passou de um leve superávit de US\$ 7 milhões para um déficit de US\$ 4,7 bilhões em 1974 e por consequência a elevação do déficit da conta corrente (FIGUEIRA, 2005).

Em 14 de Novembro de 1975, com o objetivo de reduzir o déficit no consumo da matriz energética, o presidente Geisel anuncia uma série de medidas, sendo que uma destas foi a elaboração do Proálcool - Programa Nacional do Álcool, concedendo-se estímulos financeiros à expansão da lavoura canavieira e à montagem de destilarias anexas e autônomas (FIGUEIRA, 2005; SANTO, 2007).

Segundo Figueira (2005), o programa implicou em duas fases de implantação. A primeira de 1975 a 1978 correspondendo ao uso da mistura álcool-gasolina e ao envolvimento da indústria automotiva para a produção de carros a álcool. A segunda

fase, iniciada em 1979 consistiu na produção em larga escala do álcool hidratado para ser usado em carros movidos exclusivamente com este combustível. Acrescenta-se ainda que os conflitos no Oriente Médio aceleraram ainda mais a implementação do uso do álcool hidratado como combustível único.

Santo (2007) cita que dentre os incentivos oferecidos pelo governo a partir do Proálcool para os consumidores de carro a álcool destacam-se a redução dos Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, a redução da Taxa Rodoviária Única - TRU¹⁴, isenção do Imposto Único sobre Combustíveis Líquidos - IUCLG nas vendas do álcool carburante e, por fim, a garantia de um diferencial de até 40% entre os preços da gasolina e do álcool¹⁵.

Entretanto, não foi do Proálcool que surgiu o carro a álcool. Como visto em Figueiredo (2006), já em 1923 um carro movido a este combustível participou da corrida do Circuito da Gávea. Os estudos de adaptação prosseguiram com o Instituto Nacional de Tecnologia - INT, que em 1940 chegou a identificar o limite máximo de álcool na gasolina suportado pelos motores da época. Desta forma, na década de 70, o funcionamento de um motor a álcool não deveria constituir desafio tecnológico.

O que se tem, portanto, é que o fato da pesquisa, do desenvolvimento e da difusão terem sido objetos de políticas públicas, demonstram que sem uma ação efetiva dos “agentes inovadores”, incluindo o Estado, no sentido de prover a infraestrutura para a realização da inovação tecnológica, o álcool combustível veicular não teria alcançado a fase de difusão tão elevada (FIGUEIREDO, 2006).

A política rigorosa de controle da inflação garantia que as tarifas públicas, incluindo o álcool combustível, tivessem seus preços tabelados. Já a partir da década de 1990, inicia-se um ciclo de menor intervenção estatal, até contextualizar um mercado livre ao final desta década (GARCIA, 2005).

Fica registrado que de 1983 a 1988, o carro a álcool passou a ser mais vendido em relação ao carro a gasolina, atingindo em 1985 no seu auge 96% dos veículos novos comercializados no país (ALVES, M. L., 2007). Apenas a partir de 1989 que a venda de carros a gasolina voltou a ultrapassar a venda de carros a álcool e em 1990 inicia-se o processo de declínio destes (ALMEIDA, 2006).

¹⁴ Posteriormente substituído pelo IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores.

¹⁵ Álcool ou etanol. Neste estudo não há necessidade de distinção.

Figueiredo (2006) mostra que a viabilidade de preços reais do álcool em relação a gasolina de 1975 a 1990 não foi alcançada pois a redução de custos de produção do etanol não acompanharam a queda dos preços do petróleo no mercado internacional. Tornou-se, portanto, insustentável a manutenção de subsídios ao etanol e o programa foi “encerrado” que, em função do mercado livre, elevou o preço do mesmo ao seu custo real.

Em contrapartida, o mercado brasileiro de açúcar nos anos de 1994 a 2001 apresentou um dos maiores níveis de consumo do mundo. Esta foi a alternativa para ocupar o setor sucro-alcooleiro movido também pelo mercado externo cujas exportações passaram de 1,5 milhões em 1990 para 12,9 milhões em 2003. Movido por este impulso, o setor produtor continuou expandindo sua oferta de derivados da cana (FIGUEIRA, 2005). Com isto, em 1998, registrou-se que as vendas de veículos movidos a álcool não ultrapassaram 0,1% da produção de veículos (ALMEIDA, 2006).

No período de 1999 a 2003, observa-se leve estagnação do consumo *per capita* de açúcar no mundo o que favorece à redução do preço do álcool como combustível. Esta condição de mercado aliada ao lançamento do veículo *flex* capaz de utilizar tanto o álcool como a gasolina, propicia a favorabilidade mais uma vez da utilização do álcool como combustível (FIGUEIRA, 2005; ALVES, M. L., 2007).

Tanto as expectativas de Figueira (2005) e de Figueiredo (2006) quanto ao crescimento de veículos *flex*, por mais otimistas que se apresentassem, são superadas pelo valor consolidado em 2008 (ANFAVEA, 2008). A produção atual de veículos *flex* atingiu em Agosto de 2008 a proporção de 93,5% para veículos automotores leves conforme visto no Gráfico 1 o que sinaliza o potencial mercado consumidor de álcool como combustível.

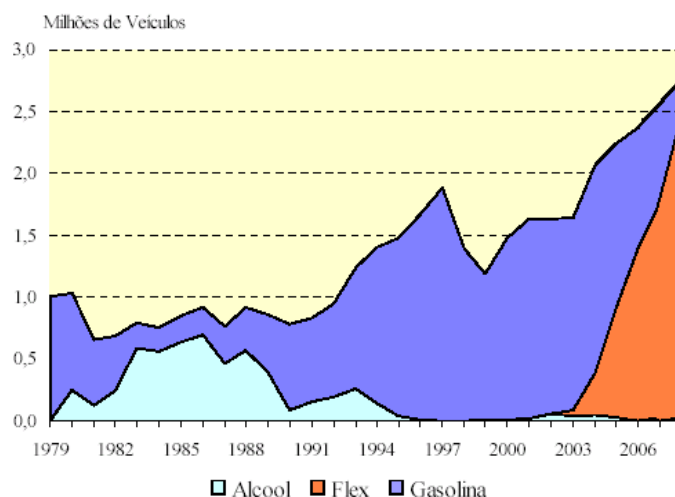


Gráfico 1 - Veículos Produzidos por Tipo de Combustível (ANFAVEA, 2008)

4.2 Flex como inovação

Em seu estudo sobre o carro a álcool, Figueiredo (2006) analisa os aspectos que caracterizariam o automóvel movido a álcool como uma inovação tecnológica. É defendido que a utilização do álcool combustível se constituiu em uma inovação tecnológica devido a dois fatores (SCHUMPETER, 1982, pp. 48-49): primeiro por apresentar uma nova fonte de matéria-prima para o mercado de combustíveis, o que demandou como segundo fator, o estabelecimento de uma nova organização da agroindústria do álcool, bem como da cadeia de suprimentos seguintes: distribuição e abastecimento.

Figueiredo (2006) defende por final que a inovação esteve presente tanto no surgimento do carro a álcool quanto no processo de incremento da produção de etanol. Entretanto, não atribui como inovação o surgimento da tecnologia *flex*, que permite ao veículo utilizar álcool ou gasolina no mesmo veículo em qualquer proporção.

Já Garcia (2005) levanta em pesquisas de 2002 que os aspectos positivos referentes ao carro a álcool seriam de 68%, enquanto que para carros *flex* (até então futuro) seriam de até 89%. No detalhe dos resultados da pesquisa do álcool, o fator que se sobressaiu como aspecto positivo foi a economia geral (preço do combustível, desempenho por litro, preço do carro, menor desgaste). Já como aspecto negativo, ficam evidentes 63% das citações do problemas de partida a frio.

Referente ao *Flex*, Garcia (2005) identifica que o principal aspecto positivo é a flexibilidade de combustíveis, ou seja, economia por poder optar pelo mais barato, liberdade de escolher entre as opções, prevenção e não necessitar de conversão.

Nesta linha de opções é que Alves, M. L. (2007) propõe o cálculo teórico da opção de se ter um veículo *flex*, considerando que o usuário do veículo dispõe do direito de escolha frente às incertezas de mercado do preço do álcool e da gasolina. Em seu estudo conclui que a flexibilidade de combustível pode variar de 5 a 10% (R\$ 2.804) dependendo do modelo de veículo utilizado.

Somam-se ao impacto econômico do veículo *flex* mostrado por Alves, M. L. (2007) os adventos tecnológicos citados por Figueiredo (2006) que acumularam experiências do funcionamento do motor a álcool brasileiro e de sistemas flexíveis propostos no exterior (principalmente na viabilização do sistema de injeção de combustível e funcionamento do motor). Percebe-se que a tecnologia *flex* no Brasil propicia portanto uma inovação sem precedentes que incluem: o direito de escolha entre combustíveis minimizando os custos de manutenção (abastecimento, elimina necessidade de conversão, sistema de combustível e motor otimizado para uso adequado do combustível) e eliminando preocupações com incertezas de mercado.

Por fim, interpretado do Manual Oslo da OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, o aprimoramento obtido envolvendo diversas atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais do veículo *flex* e seu sucesso como produto implementado caracterizam critérios que qualificam a tecnologia como uma Inovação (OCDE, 2005, p. 20).

4.3 Os motores Flex

Como já citado, os motores *flex* são resultado do acúmulo de conhecimentos sobre a tecnologia do álcool e diversos aprimoramentos nos sistemas de combustível, injeção de combustível e no projeto do motor veicular em si (FIGUEIREDO, 2006).

De fato, as alterações referentes ao motor *flex* resumem-se ao aprimoramento dos componentes com a utilização de materiais resistentes ao álcool. Dentre estes, citam-se os tanques de combustível, linhas de combustível, a bomba de

combustível, velas, geometria de pistão, alterações da taxa de combustão, válvulas e sistema de injeção e ignição (FEITOSA, 1998).

Como inovação incremental, surge o controle eletrônico para cálculo da proporção de combustível entre etanol e gasolina. Esta estratégia, só viabilizada pela utilização de sistemas embarcados eletrônicos, consegue configurar parâmetros de funcionamento do motor às condições adequadas para o combustível identificado (VOLPATO et al., 2005).

Em 1988, os Estados Unidos em busca de alternativas ao petróleo, com a lei denominada Ato dos Combustíveis Automotivos Alternativos, estimularam o desenvolvimento das tecnologias para a utilização de diferentes combustíveis possibilitando a utilização de misturas de álcool e gasolina até o limite E85. Tal limite foi justamente estabelecido com o propósito de facilitar a partida do motor em condições de extremo frio. O que viabilizou a tecnologia flex foi a utilização de um sensor físico de combustível adicionado ao sistema. A General Motors introduziu a tecnologia bicombustível naquele mesmo país em 1992 seguida por outros fabricantes (ALVES, M. L., 2007; GUANDALINI; SILVA, 2007). Porém, o alto custo do sensor dedicado para identificação tornava a alternativa quase que proibitiva e, portanto, teve sua difusão comprometida.

O que se seguiu em paralelo no Brasil foi a pesquisa de um sistema também com o propósito de “queimar” tanto a gasolina quanto o álcool eliminando as inconveniências de adaptação / conversão de motores de gasolina para álcool em função da volatilidade dos preços dos mesmos.

Lima (2006) em um artigo da revista Veja Especial edição 1941 ilustra o feito positivo de origem brasileira para viabilização do sistema *flex* ainda que sem um ambiente econômico capaz de estimular a inovação. Na reportagem, cita a concorrência travada entre as três grandes empresas de sistema de injeção – Bosch, Magneti Marelli e Delphi – no desenvolvimento da inovação tecnológica. O artigo chama a atenção para o fato da competição acirrada, fator de inovação, ter contribuído para que os custos da nova tecnologia fossem sendo cada vez mais reduzidos com o objetivo de diminuir a resistência das montadoras a adotar o novo produto. A “ressaca” da experiência com o álcool no fim dos anos 80 também colocava dúvidas nas montadoras quanto à viabilidade do sistema.

Entretanto, com a apresentação pela Ford de um protótipo Flex-Fuel, no começo de 2002, associado a um crescente interesse por novos incentivos para a

ampliação do uso do álcool, surgiu um interesse renovado pela nova tecnologia, que estimulou diversos setores do Governo Federal a avaliarem os seus méritos. Finalmente, o empurrão final veio do Governo Fernando Henrique que em agosto de 2002 contemplou os veículos Flex com a mesma isenção de impostos do carro à álcool (SZWARC, 2002).

É possível verificar o grande impacto da tecnologia *flex* no setor automotivo. A ascensão dos veículos *flex* superou as projeções iniciais. Impulsionados pelo aumento de vendas internas em função do mercado aquecido, a tecnologia passou a integrar praticamente toda a linha de diversas montadoras.

A introdução dos veículos *flex* foi iniciada pela Volkswagen com o Gol Total Flex, cuja tecnologia foi desenvolvida pela Magneti Marelli. Em seguida as montadoras, ano após ano, apresentaram seus veículos com esta nova tecnologia suportada por fornecedores tradicionais como Bosch e Delphi (LIMA, 2006).

4.4O SPF Atual: Reservatório Auxiliar

O SPF, como já mencionado, é uma inovação tecnológica brasileira cuja função, como o próprio nome salienta, é auxiliar a partida do motor *flex* ou álcool quando a temperatura do combustível é inferior a 13° C e, ainda, quando a proporção de álcool é superior a 85% da mistura combustível (tecnicamente chamado de E85). O conceito utilizado por todas as montadoras se baseia na injeção de gasolina no momento da partida do veículo. Este conceito, ilustrado na Figura 17, exige que o sistema possua um tanque auxiliar de gasolina, linhas de combustíveis adicionais, bomba de combustível adicional dedicada, válvulas de controle para injeção e adaptações no sistema de admissão (RODRIGUES; COSTA, 2007, SALES; SODRÉ, 2002).

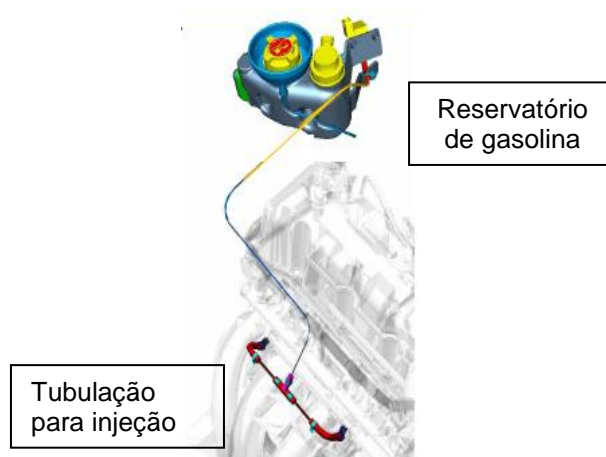


Figura 17 - SPF Convencional com reservatório de gasolina

As características do álcool como combustível podem ser encontradas na Tabela 9. Com a diminuição da temperatura, a capacidade de vaporização do álcool é exponencialmente diminuída, exigindo que a quantidade de combustível a ser injetada para funcionamento do motor aumente na mesma proporção. Isto se deve em função do alto calor latente de vaporização e da razão estequiométrica de ar / combustível.

O Gráfico 2 mostra que para temperaturas inferiores a 13°C a partida do motor fica comprometida. Na prática, exigir-se-ia um aumento da vazão muito grande e, conseqüentemente, na geometria dos bicos injetores o que prejudicaria o controle de injeção em condições normais, aumentando ainda o consumo de combustível e os níveis de emissões de gases na combustão (TSUNOOKA et al., 2007; FEITOSA, 1998).

Tabela 9 - Propriedades e características dos combustíveis (GOLDEMBERG; MACEDO, 1994).

	GASOLINA	ETANOL
Calor específico (kJ/kg)	34.900	26.700
Número de octano (RON/MON)*	91/80	109/98
Calor latente de vaporização (kJ/kg)	376 ~ 502	903
Temperatura de ignição (°C)	220	420
Razão estequiométrica Ar/Combustível	14,5	9

RON - *research octane number* MON - *motor octane number*

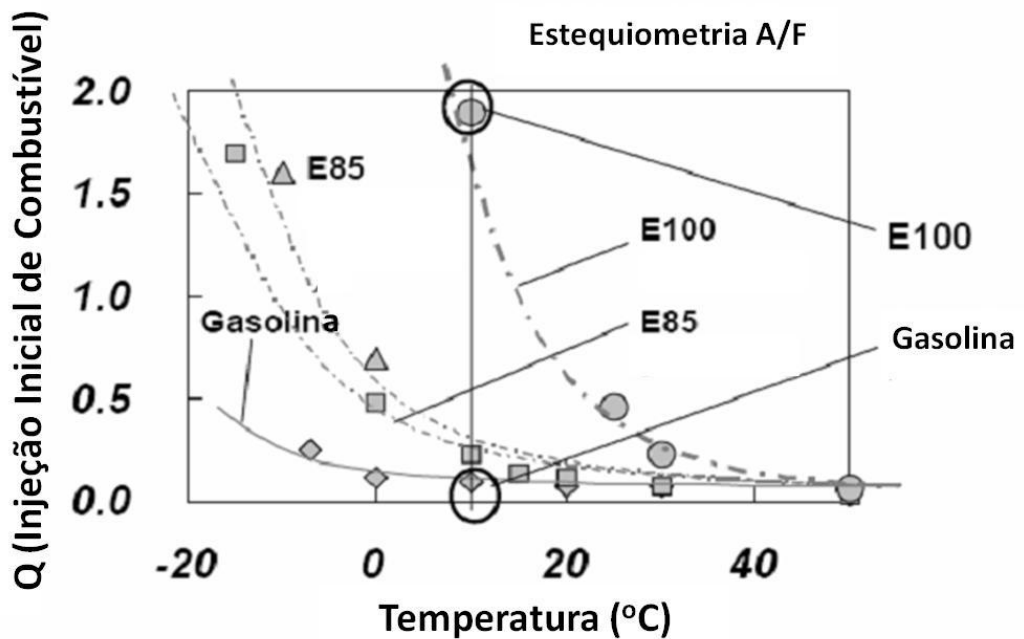


Gráfico 2 – Efeitos da alta concentração de etanol na partida a frio (TSUNOOKA et al., 2007)

No mercado brasileiro, em função do Proálcool e, portanto, da adoção do E100 como combustível automotivo, a solução restringiu-se a desenvolver um SPF que possibilitasse ao motor ser iniciado quando em temperaturas mais baixas, uma vez que a maior parte do mercado consumidor de álcool se encontra em regiões cuja temperatura é inferior a 12°C em determinadas épocas do ano, como mostrado na Figura 18.

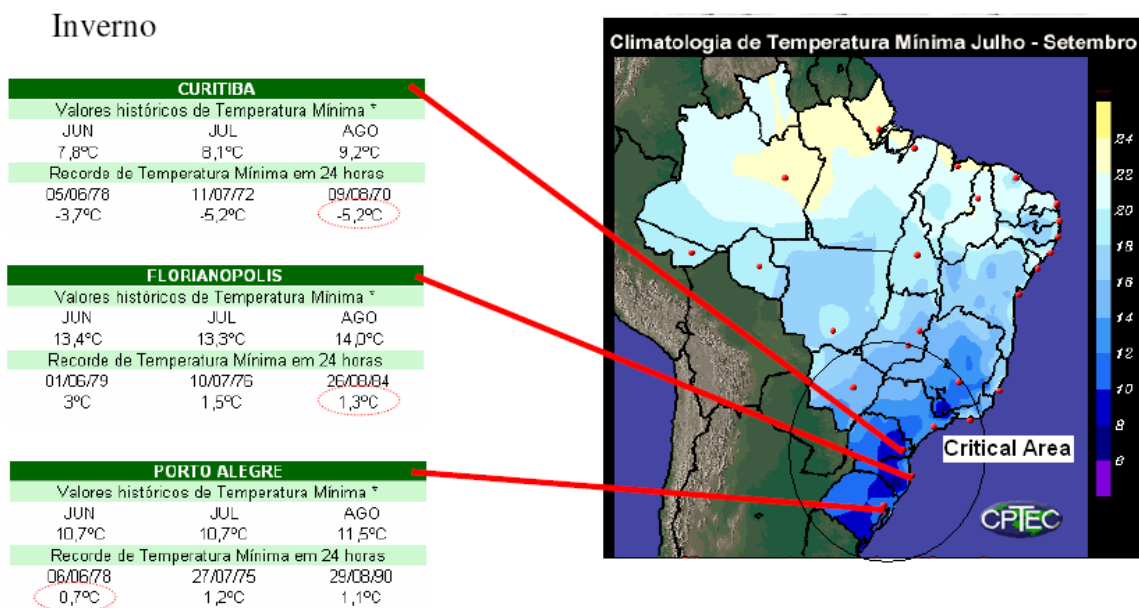


Figura 18 - Áreas críticas de temperatura mínima - inverno. Dados históricos (CPTEC, 2008).

Pelo estudo das áreas críticas de temperatura, fica evidente que o SPF não é

utilizado em sua totalidade no Brasil, como, por exemplo, nas regiões mais quentes ou onde o álcool não é competitivo em termos de custo. Isto mostra que a necessidade do SPF é relativa e, portanto, alguns clientes estão "comprando" um sistema que poderá não ser utilizado. Porém, este número de clientes que não fazem uso do SPF é inferior a 4% do mercado conforme mostrado em De Paula e Sagiorato (2009).

A alternativa de se injetar a gasolina como mistura inicial durante a partida quando em situações de baixa temperatura traz o benefício de este combustível possuir ótima capacidade de vaporização em função da menor razão estequiométrica ar/combustível mesmo em temperaturas bastante inferiores a 0°C. E esta é a solução adotada nos veículos que podem ser movidos a etanol. Nesta categoria se enquadram os veículos a álcool que surgiram na década de 1970 e também os *flex* introduzidos em 2003.

Quanto ao nível de inovação do SPF, o que se nota comparando o sistema atual em produção e o utilizado no passado são melhorias incrementais em materiais utilizados, bombas ajustadas para o combustível, controle eletrônico da injeção da gasolina em temperaturas baixas, porém, prevalecendo o conceito de tanque auxiliar de gasolina.

4.5A Proposta Inovadora para o SPF

Em março de 2009, a Bosch e Volkswagen anunciaram o lançamento do sistema Flex Start, que elimina o tanquinho de partida a frio. A divulgação da nova tecnologia, que se baseia no aquecimento do etanol combustível antes da partida do veículo, recebeu cobertura de diversos meios de comunicação especializados¹⁶ na

¹⁶ <http://carros.uol.com.br/ultnot/2009/03/04/ult634u3409.jhtm>, acessado em 04 de março de 2009.
<http://carsale.uol.com.br/noticias/ed101not10622.shtml>, acessado em 04 de março de 2009.
<http://carroonline.terra.com.br/index.asp?codc=2750#topo>, acessado em 04 de março de 2009.
<http://www.blogauto.com.br/volkswagen-polo-e-flex-e-o-primeiro-a-abolir-o-tanquinho/>, acessado em 04 de março de 2009.
<http://www.edmunds.com/insideline/do/News/articleId=143469>, acessado em 09 de março de 2009.

indústria automobilística.

A alternativa proposta para viabilizar a partida a frio, caso de estudo deste projeto, se baseia em um conceito similar ao utilizado nos motores Diesel¹⁷, em patentes¹⁸ e também em estudos publicados. O conceito em questão consiste, basicamente, em elevar a temperatura do álcool até que a sua capacidade de vaporização esteja dentro das condições adequadas para a injeção e combustão. Propõe-se para tal função, utilizar aquecedores integrados ao sistema de injeção do motor (BRUNOCILLA, LEPSCH, 2006; FEITOSA, 1998; ALVES, F. J., 2007).

O aquecimento do combustível para adequar a mistura aos parâmetros de funcionamento do motor já é comumente utilizado em motores a Diesel. Em função da dificuldade de partida a frio nestes motores, velas de aquecimento fazem a temperatura do ar subir até que seja possível a auto-ignição do combustível.

Neste trabalho, são utilizadas referências técnicas coletadas por patentes existentes, informações divulgadas pelos meios de comunicação especializados no meio automobilístico e estudos técnicos publicados em congressos e seminários de tecnologias automotivas. Por similaridade com a aplicação do sistema utilizado nos motores a Diesel, são também utilizados os resultados existentes em estudos referentes ao SPF específico destes motores.

Um dos pontos críticos da tecnologia proposta de aquecimento do etanol é o tempo necessário para que a temperatura do ar ou combustível atinja o mínimo exigido para a ignição da mistura. O tempo de espera é, portanto, inversamente proporcional à temperatura do motor conforme mostra o Gráfico 3. Ou seja, se o veículo permanecer desligado em um ambiente de baixa temperatura, o motor se resfriará e o tempo de espera para ligar o veículo será maior.

Uma proposta para contornar esta situação de espera é sugerida por Rozen (2009) e consiste na utilização do controle da trava elétrica dos veículos para acionamento do sistema de partida a frio com antecedência. Desta forma, o

<http://quatorrodas.abril.com.br/carros/lancamentos/volkswagen-polo-e-flex-425390.shtml>, acessados em 05 de abril de 2009.

¹⁷ Em baixas temperaturas, o processo de compressão dos motores a Diesel pode não ser capaz de elevar a temperatura do ar o suficiente para a ignição do combustível necessitando de um sistema auxiliar de aquecimento do ar presente na câmara de combustão.

¹⁸ Foram encontradas 41 patentes contendo o termo "partida a frio" no mecanismo de busca do INPI. Disponível em www.inpi.gov.br

motorista não teria que esperar pelo aquecimento.

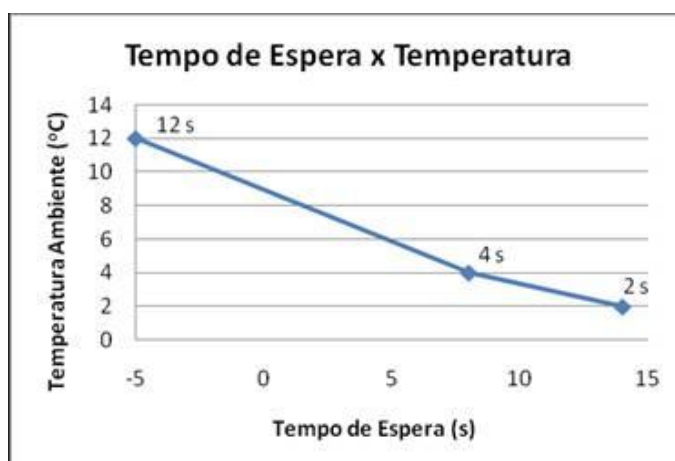


Gráfico 3 – Curva do tempo de espera em função da temperatura ambiente. Baseado na tecnologia Flex Start nos valores publicados pelos sites¹⁹ Carsale e CarroOnline.

É esperado que com os avanços tecnológicos de materiais e projetos, a eficiência dos sistemas de partida a frio aumente, resultando na redução do tempo de espera de aquecimento e aumento da robustez dos mesmos. A mesma percepção é apresentada por Lindl e Schmitz (1999), no estudo referente à partida a frio do Diesel, onde a melhoria contínua dos materiais, do projeto elétrico e térmico resultará em velas cada vez mais confiáveis e competitivas em termos de custo.

Embora a Bosch e VW tenham sido os pioneiros no lançamento do novo sistema, fornecedores como Delphi e Magneti Marelli já possuem suas tecnologias com base no aquecimento de combustível desenvolvidas para aplicação (ROSSETTI, 2009).

No presente trabalho, avaliar a percepção do cliente em relação ao tempo de espera será fundamental para a geração do *Diagrama de Kano* e, por consequência, dos requerimentos de projeto do sistema proposto.

4.6 Alternativas à utilização de um SPF

¹⁹ <http://carsale.uol.com.br/noticias/ed101not10622.shtml>, acessado em 04 de março de 2009.
<http://carroonline.terra.com.br/index.asp?codc=2750#topo>, acessado em 04 de março de 2009.

Vários países possuem combustíveis resultantes da mistura da gasolina com o etanol. Em baixas proporções, a utilização do etanol não requer modificações de projeto nos sistemas veiculares. A Figura 19 mostra os países que possuem etanol na base energética e as respectivas proporções adotadas.

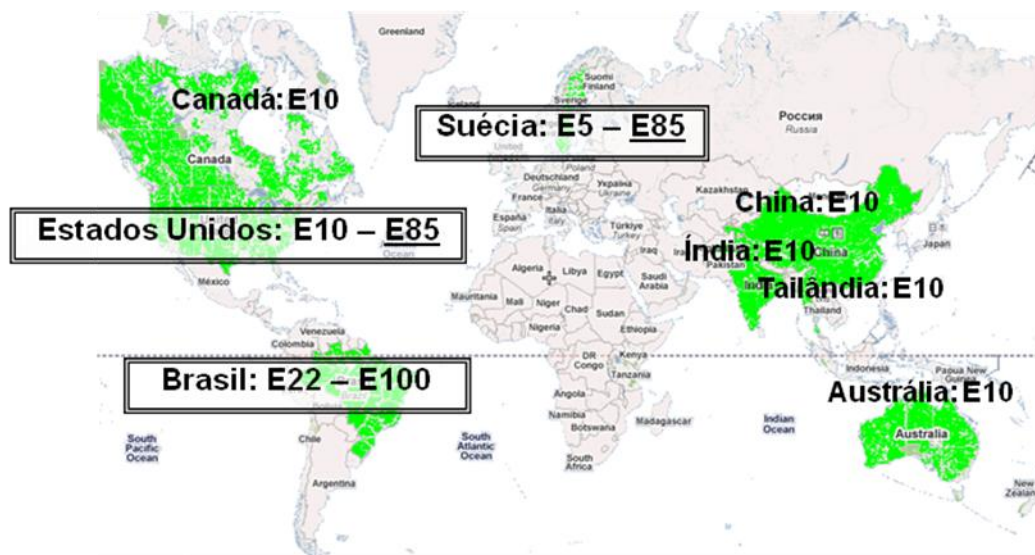


Figura 19 – Países que utilizam etanol como combustível veicular (TSUNOOKA et al., 2007).

Como percebido, o grande efeito de se utilizar altas taxas de etanol como combustível (acima de E85) em temperaturas baixas é a dificuldade de partida do motor em função das características do combustível. Este efeito negativo pode ser eliminado com a injeção de gasolina até que o motor alcance temperaturas maiores e o álcool atinja, por consequência, a capacidade necessária de vaporização para a combustão.

Entretanto, uma segunda alternativa, partindo do mesmo conceito de se utilizar a gasolina, é a solução adotada nos países que possuem altas taxas de etanol, como Estados Unidos e Suécia. Estes dois países adotam a proporção máxima de E85 para seus combustíveis, o que garante que a proporção de gasolina mínima seja de 15% da mistura. Este valor é suficiente para que a partida a frio seja possível em baixas temperaturas.

Nestes países, quando em condições de inverno, o combustível disponível nas bombas já contempla taxas superiores de gasolina justamente para minimizar o impacto do etanol na partida a frio. Se este modelo fosse utilizado no Brasil, o grande ponto desfavorável seria o aumento do custo do álcool, por ter uma porcentagem de gasolina embutida.

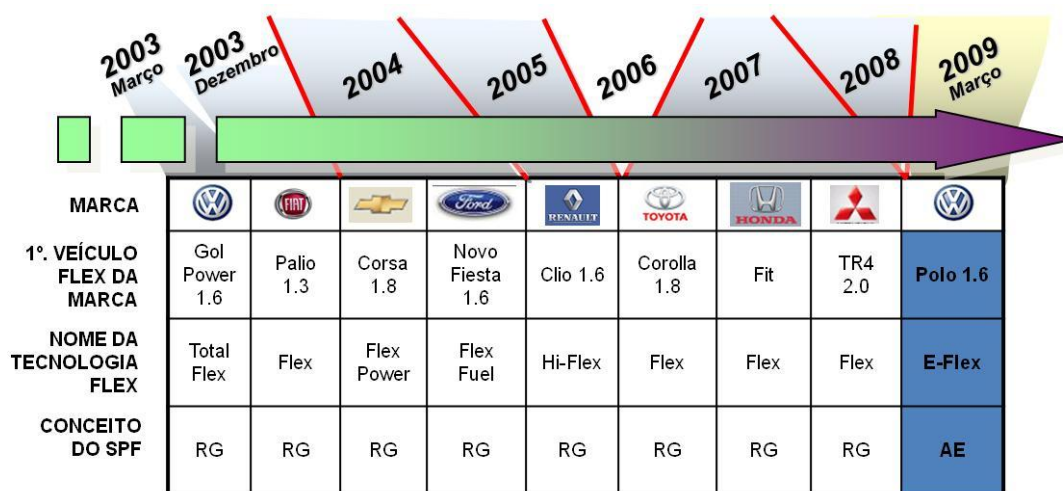
5 Aplicação do Método A-TRM ao Estudo de Caso SPF

Como visto no capítulo anterior, o conjunto de partida a frio é um sistema utilizado em veículos *Flex* que possibilita que o motor, em função das propriedades do álcool combustível, seja ligado em condições críticas:

- Proporção de Álcool no tanque: > 85%
- Temperatura durante a partida < 13°C

O conceito utilizado, tanquinho auxiliar de gasolina, é o mesmo desde o lançamento dos primeiros veículos à álcool, ainda no período do ProÁlcool na década de 70.

Mesmo com o advento dos veículos *Flex* lançado em 2003, o conceito permaneceu em utilização por todas as montadoras. Até Fevereiro de 2010, o conceito inovador de SPF - por aquecimento do etanol - havia sido lançado em apenas um modelo de veículo (BOSCH, 2010) conforme pode ser visto na Figura 20.



RG – Reservatório de gasolina

AE – Aquecimento do etanol

Figura 20 – Cronologia dos lançamentos dos primeiros veículos Flex de cada marca e os respectivos conceitos de SPF utilizados (TEICH, 2006; BOSCH, 2010; DELPHI, 2010; MARELLI, 2010).

O lançamento de uma proposta inovadora adiciona uma opção na discussão sobre a estratégia tecnológica para novos produtos. A análise de viabilidade deste novo conceito é necessária no contexto de desenvolvimento de novos produtos na indústria automotiva.

De forma simplificada, uma comparação entre as duas propostas é listada abaixo:

- O sistema atual consiste em um tanque de gasolina localizado no compartimento do motor que realiza a injeção deste combustível nas condições críticas citadas:
 - Exige abastecimento extra de gasolina
 - Pode gerar odor de gasolina
 - Suscetível a vazamentos e respingos
 - Tecnologia bem desenvolvida
 - Partida normal do motor se abastecido
- Fornecedores tradicionais estão propondo tecnologias alternativas (aquecimento do álcool) para o SPF:
 - Tecnologia em desenvolvimento
 - Elimina necessidade de gasolina
 - Exige espera no acionamento do veículo
 - Diminui emissões poluentes
 - Potencial redução de custos

Esta análise simplista não é robusta, tampouco suficiente para suportar a tomada de decisão na escolha de uma determinada tecnologia.

Por este motivo, a adoção de métodos específicos na análise de viabilidade de novas tecnologias se faz necessário. O método A-TRM é proposto para tal tarefa.

É neste contexto de aplicação que o presente capítulo desenvolve as fases do A-TRM sendo aplicado ao Estudo de Caso SPF.

Porém, vale ressaltar que as informações apresentadas neste trabalho, por aspectos de sigilo, não caracterizam a realidade dos dados obtidos pela empresa. Ainda sim, é possível realizar a demonstração do método e, por fim, a criação de um mapa tecnológico.

5.1.1 A-TRM – SPF - PRIMEIRA FASE - Diagrama de Kano

Entender qual a relação do usuário do veículo com o SPF é o primeiro passo para avaliar uma tecnologia que se propõe a desempenhar as mesmas funções.

A interface do cliente com o SPF pode se estabelecer em alguns eventos durante o uso do veículo:

- A partida do motor - Ao receber o contato da chave de ignição para ligar o veículo, o módulo de comando²⁰ do motor verifica as condições de temperatura e o combustível registrado na memória. Caso as temperaturas sejam inferiores a 18°C e a mistura de álcool no combustível superior a 75%, o SPF é acionado para suportar a partida do veículo;
- A colocação do veículo em movimento após a partida do mesmo – O SPF pode atuar mesmo após a partida do veículo, auxiliando o motor nas condições críticas já citadas.
- O abastecimento do veículo – Neste evento, o usuário do veículo é responsável por manter o tanque do SPF no nível adequado. Para isto são utilizados avisos luminosos no painel, informações nos manuais, indicadores de nível no próprio reservatório.

Estas informações são base para definir o local das pesquisas e entender o tipo de público alvo para criação do diagrama de Kano do SPF.

Como fontes de dados, foram realizadas duas pesquisas: uma exploratória com grupos focais e uma por questionário estruturado.

O local da pesquisa exploratória, São Bernardo do Campo – SP, foi selecionado por estar no estado com a maior frota de veículos do Brasil – 35.5% em 2009 (DE PAULA, SAGIORATO, 2009), por apresentar baixa temperatura²¹ no

²⁰ Cada montadora de veículo define os critérios de calibração do SPF, variando as temperaturas e misturas limites, bem como a estratégia de injeção de combustível.

²¹ A região metropolitana da Grande São Paulo apresenta baixas temperaturas. Em 13 e 14 de julho de 2009, foram registrados 8°C (DE PAULA; SAGIORATO, 2009).

inverno e consumo alto de álcool como combustível²². Além disso, consideraram-se a disponibilidade de recursos²³, tais como local de realização do experimento e acesso dos participantes.

As seções 5.1.1.1 e 5.1.1.2 apresentam o desdobramento e resultados das pesquisas.

5.1.1.1 Pesquisa por Questionário Estruturado – Partida a Frio

O questionário estruturado²⁴ teve como objetivo entender os hábitos e percepções dos motoristas que possuem veículos Flex, tais como o tipo de combustível utilizado, a quilometragem rodada em um mês e a percepção em relação aos atributos de dirigibilidade e qualidade da partida do mesmo.

Características do Questionário:

- Questões: 24
- Meio de comunicação utilizado: Internet
- Data: Setembro de 2009
- Número de pessoas que responderam: 574
- Áreas pesquisadas:
 - Região Metropolitana de São Paulo – SP. Representou 65,7% das respostas, historicamente possui registro de temperaturas abaixo de 13°C (CPTEC, 2008) e tem o álcool como combustível mais competitivo em termos de preço, sendo 46% mais barato que a gasolina (ANP, 2009). A frota no estado de São Paulo responde por 35,5% do país (ANFAVEA, 2008).
 - Região Metropolitana de Salvador – BA. Representou 34,3% das respostas, historicamente não possui registro de temperaturas

²² Informações acessadas em Julho de 2009 no site www.anp.gov.br

²³ A Ford Motor Company possui uma fábrica em São Bernardo do Campo – SP

²⁴ O questionário estruturado está disponível no Apêndice 1.

abaixo de 13°C (CPTEC, 2008) e tem o álcool como combustível mais competitivo em termos de preço, sendo 39% mais barato que a gasolina (ANP, 2009). A frota no estado da Bahia responde por 3,0% (ANFAVEA, 2008).

Resultados da pesquisa:

- 41% dos entrevistados reportaram já ter tido algum problema com a partida do veículo tais como:
 - Marcha lenta instável;
 - Motor não partiu na primeira tentativa;
 - Motor lento para partir;
 - Desempenho fraco do motor após a partida.
- No momento da falha:
 - 95% estavam utilizando álcool como combustível;
 - 92% estavam com o motor frio, ou seja, desligado por muito tempo;
 - 81% estavam com o reservatório de partida a frio cheio.
- 51% das pessoas que tiveram problema, dizem que a falha se repetiu
- Satisfação do motorista com a partida do veículo quando abastecido com
 - Álcool: 72,8%;
 - Gasolina 87,0%.
- Satisfação do motorista com o desempenho logo após partida do veículo quando abastecido com:
 - Álcool: 71,1%;
 - Gasolina 85,4%.

É possível perceber que a diferença de desempenho dos combustíveis nos atributos de partida do veículo é notada pelo usuário. Outra relação também verificada é a grande quantidade de falhas na partida com a utilização do álcool.

5.1.1.2 Pesquisa por Grupo de Foco – SPF Eletrônico

A pesquisa por grupo de foco²⁵ objetivou entender a percepção do cliente em relação ao SPF atual e o nível de aceitação de um SPF eletrônico. Além disso, testou a aceitação do procedimento de partida proposto e a tolerância ao tempo de aquecimento do sistema. Por fim, discutiram-se o valor agregado no SPF eletrônico, desvantagens e benefícios.

Características do Grupo Focal:

- Grupos: Quatro mini-grupos totalizando 16 pessoas selecionadas por não possuírem relação com a engenharia, produção de veículos, desenvolvimento de veículos ou educação técnica relacionada à mecânica automobilística.
- Local: São Bernardo do Campo – SP
- Datas: 25 e 26 de Novembro de 2009
- Duração de cada sessão: 2 horas e 30 minutos

- Dinâmica:
 - Primeira parte: Discussão dos hábitos e percepções referentes à partida do veículo e desempenho do mesmo após a partida.
 - Segunda parte²⁶: Experimento com veículo modificado para simular um SPF Eletrônico conforme ilustrado na Figura 21.

²⁵ O guia estruturado da pesquisa de grupo focal está disponível no Apêndice 2.

²⁶ O tempo de aquecimento de 2 segundos simula uma condição de temperatura de aproximadamente 8°C enquanto que 10 segundos simula um ambiente em temperatura de aproximadamente 3°C negativos.

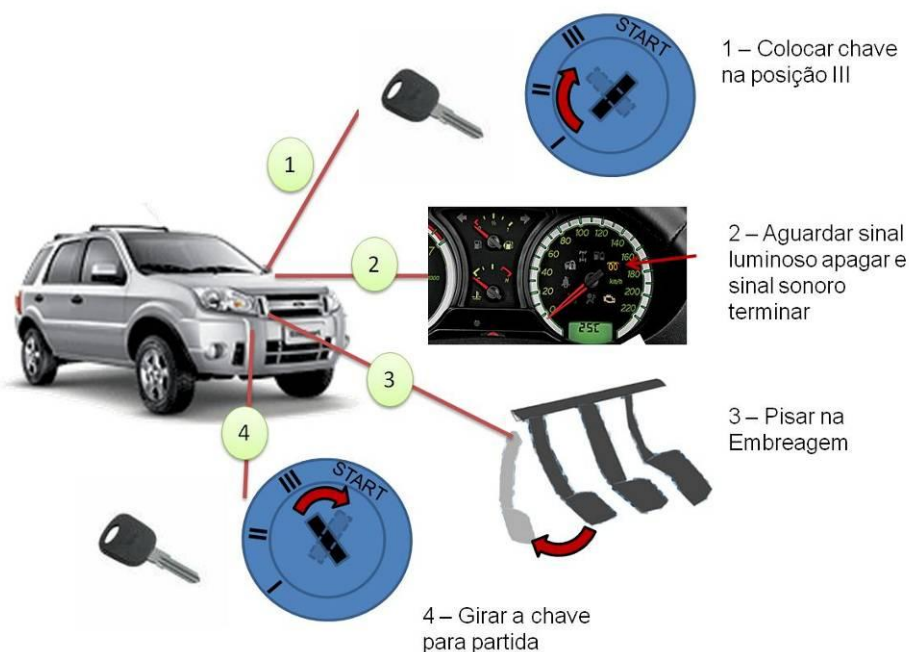


Figura 21 - Experimento para simulação SPF Eletrônico

- No primeiro teste, o veículo está ajustado para só partir com a embreagem acionada e 2 segundos após a chave ser colocada na posição “LIGA”. Como informação para o motorista, durante exclusivamente estes 2 segundos, uma luz conforme detalhe na Figura 22 se acende no painel e um sinal sonoro de alta frequência audível é emitido.
- No segundo teste, o sistema de acionamento é o mesmo, porém o tempo de espera para que o motorista possa partir é de 10 segundos. Neste segundo caso, a luz e o sinal sonoro também ficam ativos por 10 segundos.



Figura 22 - Sinal luminoso - Indicador do Aquecimento do SPF Eletrônico Proposto

- Terceira parte: Discussão sobre o sistema proposto, percepções sobre o desempenho do veículo em relação à partida. Breve explicação sobre o funcionamento em condições reais.

Comparação entre os dois sistemas.

Resultados da pesquisa de grupo focal:

Primeira parte: Discussão dos hábitos e percepções referentes à partida do veículo e desempenho do mesmo após a partida:

- Três dos quatro grupos espontaneamente reportaram problemas com a partida a frio e o desempenho do veículo após ligar o motor de seus veículos.
- Todos os participantes preferiam utilizar o álcool como combustível em função do custo em relação à gasolina. Em função do aumento do custo no mês da pesquisa, alguns motoristas – 31% - estavam experimentando a gasolina. Quando perguntados sobre diferenças, 13% notaram redução no ruído do motor e 13% acham que o veículo perdeu desempenho em potência em subidas.
- Todos os participantes sabiam que há um reservatório de gasolina na frente do veículo e conheciam a função do sistema.
- Todos pedem ao frentista do posto para verificar o nível do “tanquinho” ou fazem por conta própria. Alguns – 13% - reclamaram de ter que se lembrar ou manobrar para abastecer o tanquinho.
- Todos consideraram que o aviso de luz no painel é deleite útil. Em um dos casos, o proprietário do veículo mesmo abastecendo com álcool e morando em uma região fria, informou que deliberadamente não abastece o “tanquinho”.
- A maioria dos motoristas associou os problemas de partida exclusivamente ao álcool. Uma minoria não associa ao álcool, mas sim exclusivamente à temperatura.

Segunda parte – Experimento 1, tempo de espera de 2 segundos:

- De modo geral, a maioria dos motoristas –94% - aceitou o processo de partida do veículo. Alguns - 37% - notaram o tempo de espera. Parte dos motoristas –38%- notou a luz de aviso e o som emitido, considerando-os adequado.
- Pessoas que não costumam utilizar a embreagem perceberam a

diferença, mas disseram que se acostuariam se necessário. Entretanto, sugeriram dissociar a atuação da embreagem com o processo de partida.

- Alguns motoristas - 38% - perceberam melhora de desempenho do motor na partida.
- Motoristas que tentavam ligar o motor direto, sem esperar os 2 segundos, perceberam o tempo de espera e o consideraram aceitável.

Segunda parte - Experimento 2, tempo de espera de 10 segundos:

- De modo geral, a maioria dos usuários - 81% - ficaram insatisfeitos com o processo de partida do Experimento 2.
- A maioria dos usuários - 56% - não conseguiu iniciar o motor na primeira tentativa. Tentaram iniciá-lo ou soltaram o pedal de embreagem antes dos 10 segundos obrigatórios.
- Parte dos motoristas - 56% - não compreendeu o que estava acontecendo e foi necessária ajuda para iniciar o motor.
- Embora o processo de partida do veículo tenha sido o mesmo nos dois experimentos – com exceção do tempo de espera, 38% dos motoristas acharam que o processo era diferente da experiência anterior.
- Os motoristas demonstraram uma série de sentimentos diferentes - tais como dúvida, preocupação, insatisfação, ansiedade - com o tempo de pré-aquecimento e a impossibilidade de sequer tentar iniciar o motor antes dos 10 segundos.
- Os usuários se queixaram sobre ter que pressionar a embreagem - 25% - e o aviso sonoro - 31% -. A maioria dos motoristas - 63% - considerou que alguma coisa estava errada. Parte deles - 19% - sugeriu uma falha no veículo, parte deles - 31% - acharam que a falha era culpa deles mesmos.
- Todos eles pediram para repetir o processo de partida pelo menos uma vez para habituar-se ao mesmo.
- Em alguns casos - 44 % -, os motoristas queixaram-se de que a luz de aviso e o sinal sonoro não eram uma forma clara do que ele tinha que fazer.

Terceira parte – Percepção do cliente em relação ao SPF Eletrônico:

- Alguns dos clientes pensavam que a experiência 1 e 2 fossem propostas diferentes de SPF Eletrônico.
- Aceitaram a condição de partida do motor em experiência 1 mas mostraram preocupações com segurança e conveniência nas condições da experiência 2.
- Os clientes foram altamente sensíveis ao tempo de pré-aquecimento. Quanto maior o tempo de aquecimento, mais confusos os motoristas foram ficando em relação ao procedimento de partida.
- Os clientes não gostaram do fato de que eles não puderam tentar iniciar o motor antes da conclusão do processo de pré-aquecimento.

Após uma explicação técnica que a condição observada aconteceria apenas durante dias frios e que no ambiente de São Paulo (não inferior a 5°C), pré-aquecimento não iria superar 3 segundos:

- Os motoristas mostraram-se satisfeitos com o desempenho de partida do motor ou neutro.
- Os proprietários que reportaram problemas na partida de seus carros (44% nos grupos de foco) foram mais favoráveis à tecnologia proposta.
- Os usuários que não haviam qualquer problema de partida a frio consideraram aceitável a tecnologia devido às vantagens de não se preocupar com o enchimento e funcionamento do tanquinho, bem como pelo apelo inovador da proposta.
- Embora a maioria dos proprietários (81%) tenha ficado decepcionada com os 10 segundos do tempo de pré-aquecimento, os motoristas tiveram a sensação de que o SPF Eletrônico é uma tecnologia aprimorada em relação a atual.
- Todos os participantes recomendaram anunciar a tecnologia caso seja lançado em algum veículo.
- Participantes espontaneamente sugeriram soluções para reduzir o tempo de espera e melhorar a interface do carro com o motorista durante a partida:
 - Acionamento do sistema por:

- Chave remota
- Porta de abertura;
- Inserção da chave;
- Dispositivos de aviso:
 - Cor diferente para a luz de aviso (era verde, foi recomendado amarelo ou vermelho);
 - Se o veículo equipado com painel LCD, usá-lo para informar o cliente esperar;
 - Voz em vez de sinal sonoro
 - Bip ao invés de sinal sonoro contínuo
- Participantes não avaliaram o sistema como um diferencial de compra, mas dariam preferência devida a inovação tecnológica.
- Os participantes - 66% do grupo #2, que tinham problemas de partida a frio, pagariam a mais para um veículo com SPF Eletrônico.

Ao serem informados que o desempenho do SPF Eletrônico possui um nível melhor de emissões:

- Alguns participantes - 31% - passaram a considerar a tecnologia como um diferencial de compra.
- Porém, todos os participantes confirmaram que entre o apelo ambiental e preço, este último é o principal critério na compra de um veículo.

Com as pesquisas de mercado, ficam evidentes alguns pontos referentes à percepção dos clientes em relação ao SPF. Com estes dados, é possível executar as atividades propostas conforme o método A-TRM.

5.1.1.3 Diagrama de Kano – SPF

PRIMEIRA FASE

ATIVIDADE A. Atributos dos clientes:

- Partida do motor em condições de frio;

- Desempenho pós-partida do motor em condições de frio;
- Necessidade de enchimento do reservatório;
- Tempo de espera – pré-aquecimento;
- Facilidade de operação de partida do motor;
- Apelo ecológico-ambiental

ATIVIDADE B. Classificação dos atributos dos clientes:

- Partida do motor em condições de frio;
 - Atributo Essencial – é esperado que o motor parta na primeira tentativa.
- Desempenho pós-partida do motor em condições de frio
 - Atributo de Desempenho
- Necessidade de enchimento do reservatório;
 - Atributo Atrativo
- Tempo de espera – pré-aquecimento;
 - Atributo de Desempenho
- Facilidade de operação de partida do motor
 - Atributo Essencial
- Apelo ecológico-ambiental
 - Atributo Atrativo

ATIVIDADE C. Ajuste do grau de satisfação de cada atributo

O grau de satisfação dos clientes em relação a cada atributo vai depender da tecnologia que está em uso. Neste diagrama de Kano serão utilizadas as informações referentes tanto ao SPF convencional quanto ao SPF Eletrônico proposto. O resultado das atividades pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 – Dados para Diagrama de Kano de um SPF

ATRIBUTOS	SATISFAÇÃO		
	TIPO	SPF Convencional	SPF Eletrônico
Partida do motor em condições de frio;	Essencial	Médio	Alto
Pós-partida do motor em condições de frio;	Desempenho	Médio	Alto
Necessidade de enchimento do reservatório;	Atrativo	Baixo	Alto
Tempo de espera – pré-aquecimento;	Desempenho	Alto	Médio
Facilidade de operação de partida do motor;	Essencial	Alto	Médio
Apelo ecológico-ambiental	Atrativo	Médio	Alto

Ao transportar estas informações para o diagrama de Kano representado nas, Figura 23, Figura 24, Figura 25 e Figura 26, é possível visualizar as vantagens e desvantagens de cada sistema. A disposição destas informações ajuda no preenchimento do QFD.

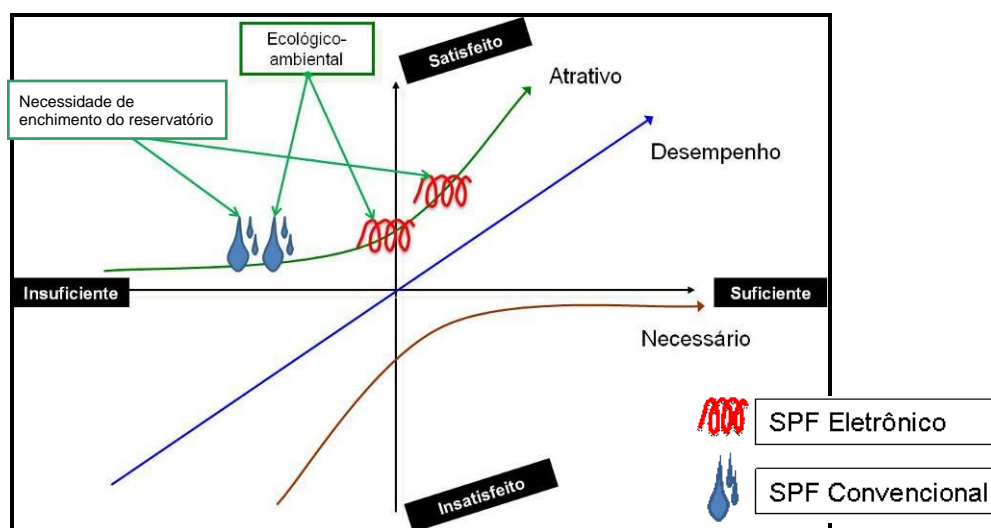


Figura 23 - Diagrama de Kano - Requisitos Atrativos do SPF

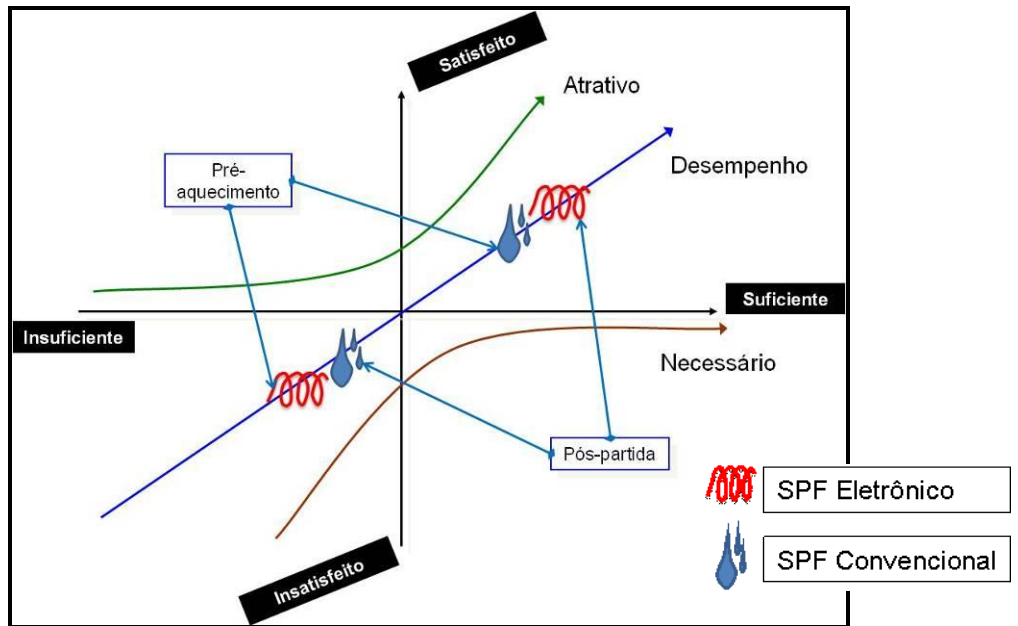


Figura 24 - - Diagrama de Kano - Requisitos de Desempenho do SPF

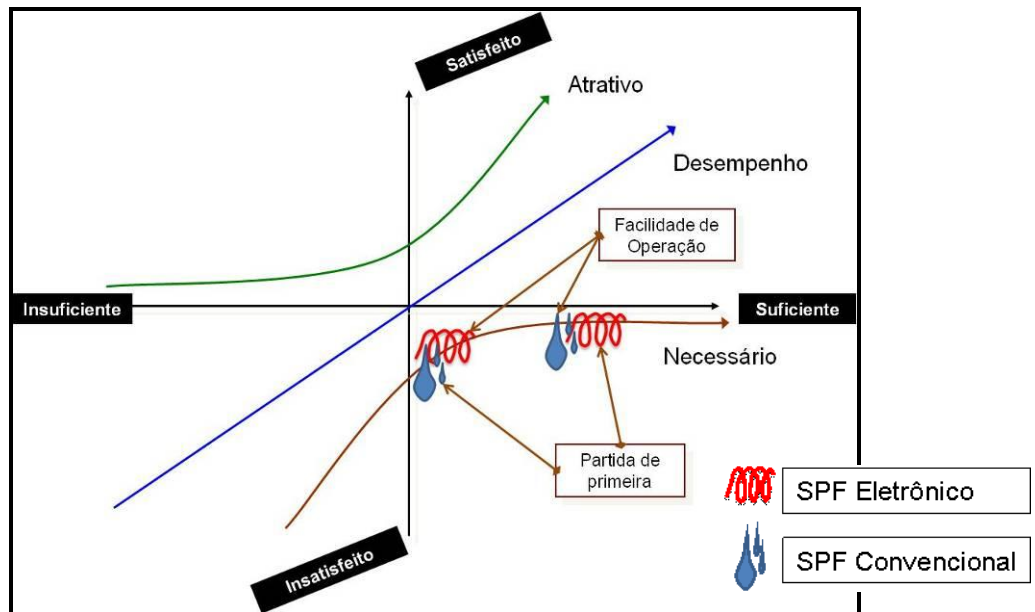


Figura 25 - - Diagrama de Kano - Requisitos Essenciais do SPF

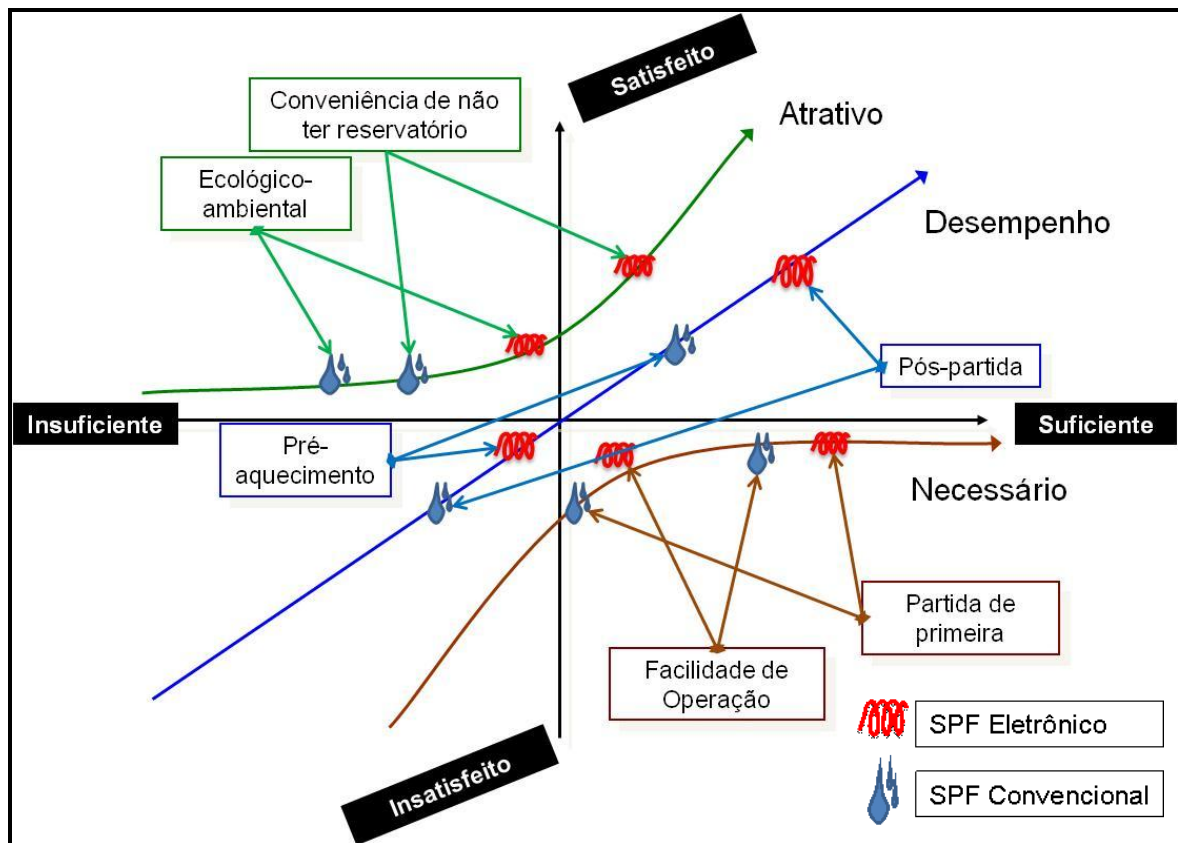


Figura 26 - Diagrama de Kano Completo - SPF Convencional x SPF Eletrônico

5.1.2 A-TRM – SPF - SEGUNDA FASE – Diagrama-P

Foram utilizadas como fonte do Diagrama-P as informações geradas na Primeira Fase – Modelo de Kano e as discussões internas com o grupo de engenharia.

5.1.2.1 Diagrama-P

SEGUNDA FASE

ATIVIDADE A. REQUERIMENTO DOS CLIENTES - Atributos dos clientes

Para a montagem das entradas do Diagrama-P são utilizados os atributos dos clientes finais, ou seja, dos usuários, observados na pesquisa e mostrados no modelo de Kano, bem como são acrescentados os requisitos obrigatórios aos quais

os veículos devem atender quando vendidos no Brasil. Estes requisitos são considerados como regulatórios.

No caso do SPF, dois requisitos são introduzidos como Requerimentos para o Diagrama-P por terem influência no projeto do SPF: o requisito de segurança²⁷ e o requisito de emissões²⁸.

- Partida do motor em condições de frio;
- Pós-partida do motor em condições de frio;
- Necessidade de enchimento do reservatório;
- Tempo de espera – pré-aquecimento;
- Facilidade de operação de partida do motor;
- Apelo ecológico-ambiental
- Segurança – regulatório
- Nível de emissões - regulatório

ATIVIDADE B. Fatores de Ruído – R e Entradas - E

- Contaminação do combustível - R
- Degradação dos componentes - R
- Degradação do combustível - R
- Temperatura do combustível - R
- Curto-circuito elétrico - R
- Acionamento incorreto - R
- Interferência eletro-magnético - R
- Combustível incorreto - R
- Variação dimensional dos componentes - R
- Quantidade de combustível disponível - R
- Acionamento do Sistema - E
- Tensão da bateria - E

²⁷ Conforme a Resolução 221 do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. Disponível em www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_221.pdf

²⁸ Conforme o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/proconve.asp

- Temperatura do ar – E
- Temperatura da água – E
- Tipo de combustível - E

ATIVIDADE C. Listar Fatores de Controle / Atributos do Sistema – COMO

- Sinalização para o Cliente (Visual e Sonora)
- Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema
- Desencadeador do Funcionamento do Sistema (Acionamento)
- Energia Elétrica Disponível
- Quantidade de Combustível Injetado
- Posição dos Aquecedores / Injetores

As informações resultantes estão representadas no Diagrama-P conforme a Figura 27.

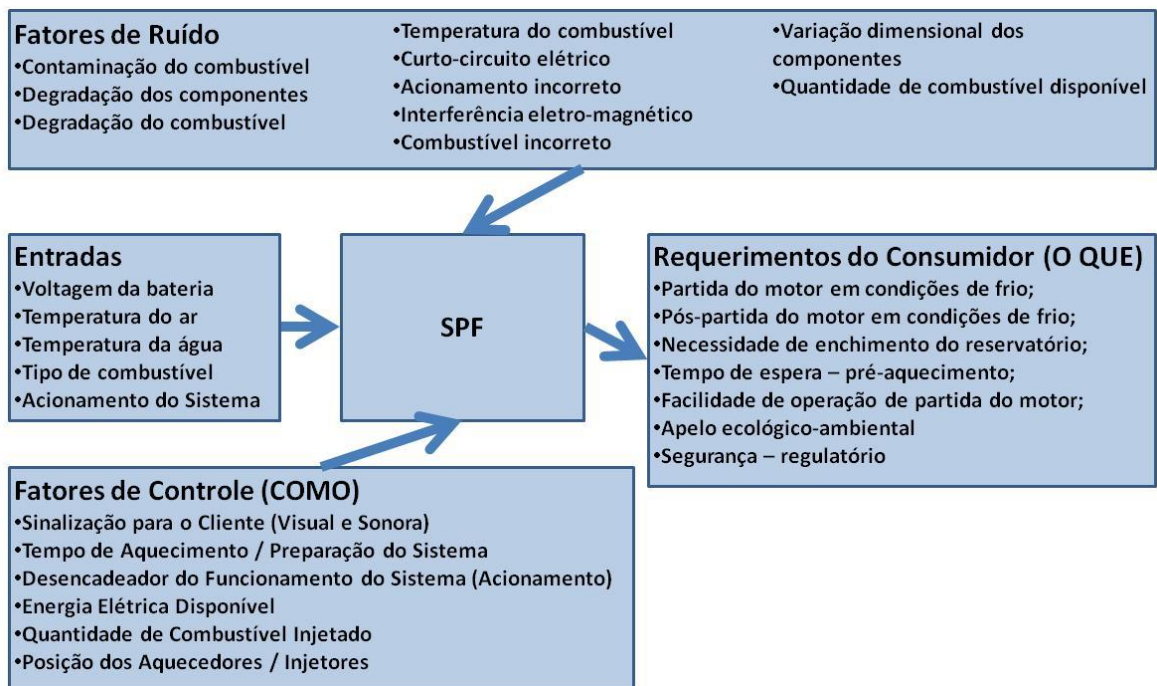


Figura 27 - Diagrama-P de um SPF

5.1.3 A-TRM – SPF – TERCEIRA FASE – RELAÇÃO PRODUTO E CLIENTE – CASA DA QUALIDADE

ATIVIDADE A. TRANSPORTAR REQUERIMENTOS DOS CLIENTES PARA O QFD

Esta atividade marca o início da montagem do QFD do SPF. A Figura 28 mostra o QFD com a SEÇÃO 1 preenchida com base nas informações obtidas no Modelo de Kano.

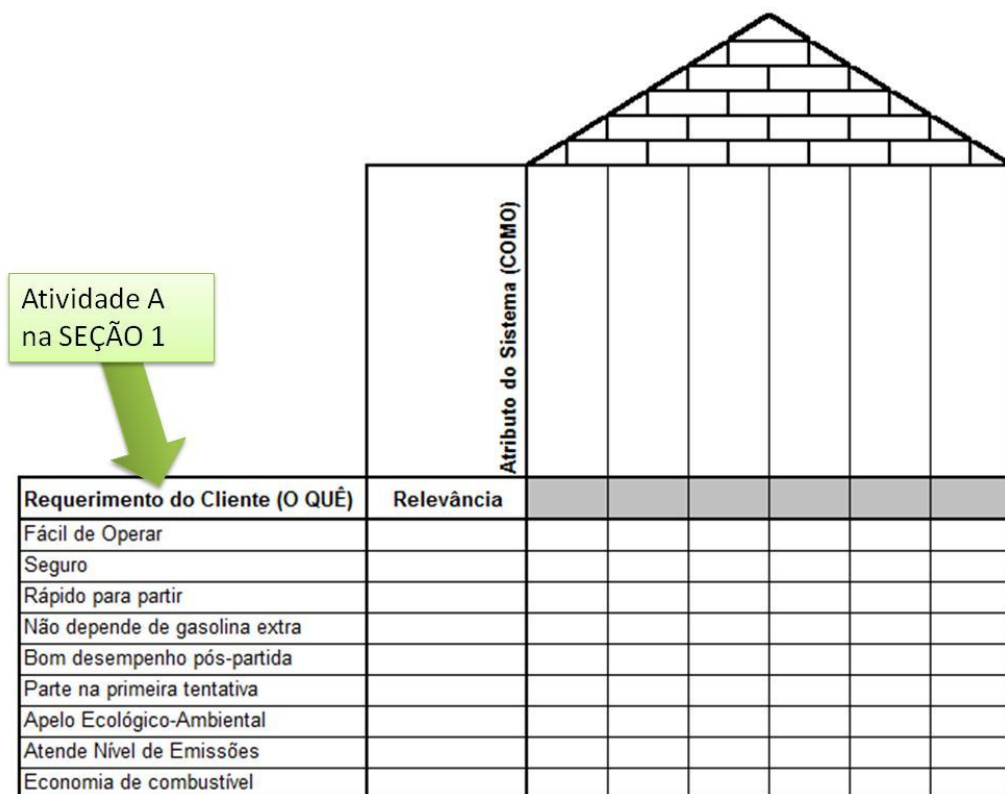


Figura 28 - QFD do SPF com Seção 1 preenchida.

ATIVIDADE B. RELEVÂNCIA DOS REQUERIMENTOS

Para a atividade B, é importante considerar a relevância dos requerimentos com base no Tipo de Atributo conforme a SEGUNDA ATIVIDADE da PRIMEIRA FASE.

Como referência, um requerimento do cliente que seja Essencial, deve ter uma Relevância de 4 ou 5. Já um requerimento que seja classificado como Desempenho, deve apresentar Relevância entre 2 e 4. Requerimentos que são considerados Atrativos, devem ser ponderados com Relevância 1 ou 2.

Desta forma, os valores quantificados para os atributos podem ser encontrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Conversão do Tipo de Atributo do Modelo de Kano para Relevância do QFD.

Requerimento do Cliente (O QUÊ)	Tipo de Atributo	Relevância
Fácil de Operar	Desempenho	4.0
Seguro	Essencial	5.0
Rápido para partir	Desempenho	4.0
Não depende de gasolina extra	Atrativo	2.0
Bom desempenho pós-partida	Desempenho	3.0
Parte na primeira tentativa	Essencial	4.0
Apelo Ecológico-Ambiental	Atrativo	2.0
Atende Nível de Emissões	Essencial	5.0
Economia de combustível	Desempenho	3.0

ATIVIDADE C. TRANSPORTAR CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO PARA O QFD

Esta atividade consiste em relacionar os Fatores de Controle obtidos no Diagrama P para o QFD do SPF. A Figura 29 mostra o QFD com as SEÇÕES 2 e 3 preenchidas com base nas informações obtidas no Diagrama-P e na Tabela 11.

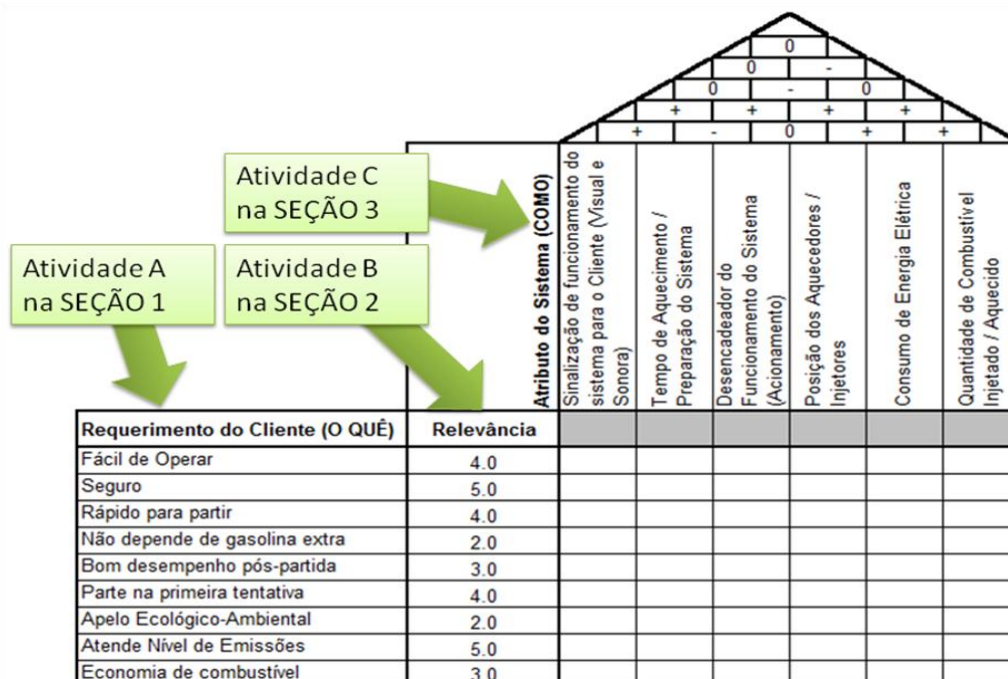


Figura 29 - QFD com Seções 1, 2 e 3 preenchidas.

ATIVIDADE D. RELAÇÃO REQUERIMENTO E CARACTERÍSTICA

A atividade D exige o entendimento adequado do SPF. Cada requerimento

pode estar relacionado a uma ou mais características do produto. A quantificação da relação também é resultado do entendimento correto do sistema. Esta atividade deve ser realizada utilizando as ferramentas do Diagrama-P, o Modelo de Kano e as experiências existentes do time de engenharia sobre o sistema.

Como exemplos de preenchimento, são descritos abaixo a relação existente entre:

- Requerimento → Bom Desempenho de Partida X Característica do Produto → Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema: O funcionamento do SPF consiste no aquecimento do etanol para temperaturas acima de 13°C. Quanto maior for o tempo de aquecimento, maior será o volume de combustível aquecido e, conseqüentemente, melhor será a partida. Isto demonstra uma relação forte entre o Requerimento e a Característica, e portanto, quantificado como 9.0.
- Requerimento → Apelo Ecológico-Ambiental X Característica do Produto → Sinalização de funcionamento do sistema para o Cliente (Visual e Sonora): Não há qualquer relação significativa entre estes dois elementos, por isto, não foi preenchido qualquer valor na respectiva célula.

Este mesmo exercício deve ser feito para cada célula de relação. O resultado das interpretações pode ser visto na Figura 30.

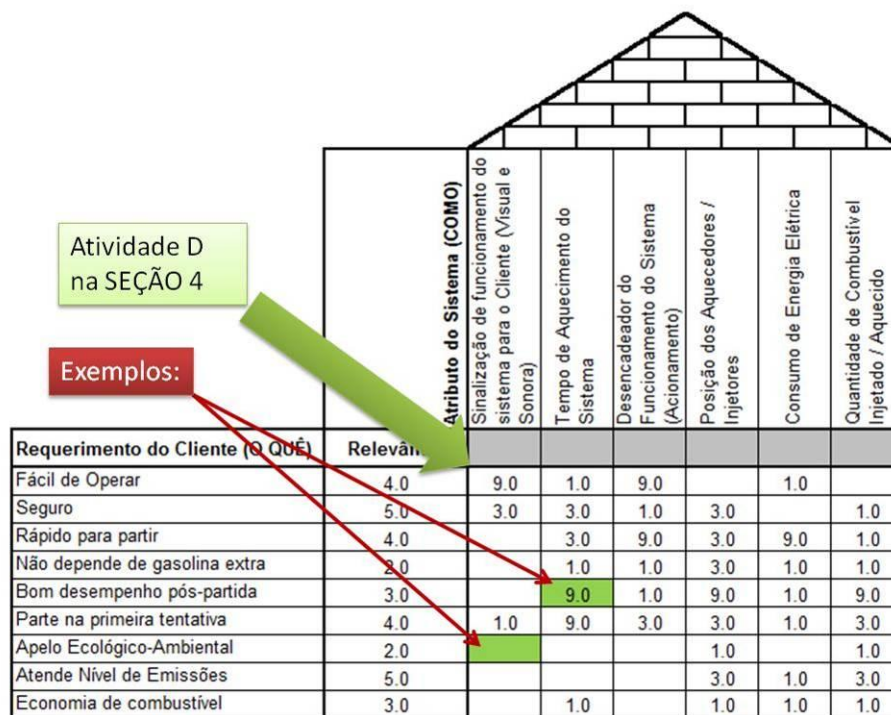


Figura 30 - QFD do SPF com Seções 1, 2, 3 e 4 preenchidas.

ATIVIDADE E. INTER-RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS

A atividade E, assim como a atividade D, exige o entendimento adequado do SPF. Cada atributo pode estar relacionado a uma ou mais características do produto. Como visto, esta inter-relação pode ser negativa, nula ou positiva. Não há quantificação, entretanto. Esta atividade se baseia no Diagrama-P, na experiência e no conhecimento do time de engenharia sobre o sistema.

Como exemplos de preenchimento, são descritos abaixo a relação existente entre:

- Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema X Consumo de Energia Elétrica: O funcionamento do SPF consiste no aquecimento do etanol para temperaturas acima de 13°C. Quanto maior for o tempo de aquecimento, maior será o volume de combustível aquecido e, conseqüentemente, maior será o consumo de energia elétrica para isto. Porém, não é desejável que o tempo de aquecimento seja alto. Significa então que se for necessário melhorar a característica Tempo de Aquecimento, ou seja, aumentar a potência do sistema exigirá um comprometimento do Consumo de Energia. Isto demonstra uma relação negativa entre as características, ou seja, comprometimento de uma em detrimento de outra.

- Consumo de Energia Elétrica X Quantidade de Combustível Injetado / Aquecido: Esta é uma relação direta. Há sinergia entre as duas características pois quanto maior a energia transferida para o combustível, maior será a quantidade de combustível aquecida.

Este mesmo exercício deve ser feito para cada célula da SEÇÃO 5. O resultado das interpretações pode ser visto na Figura 31.

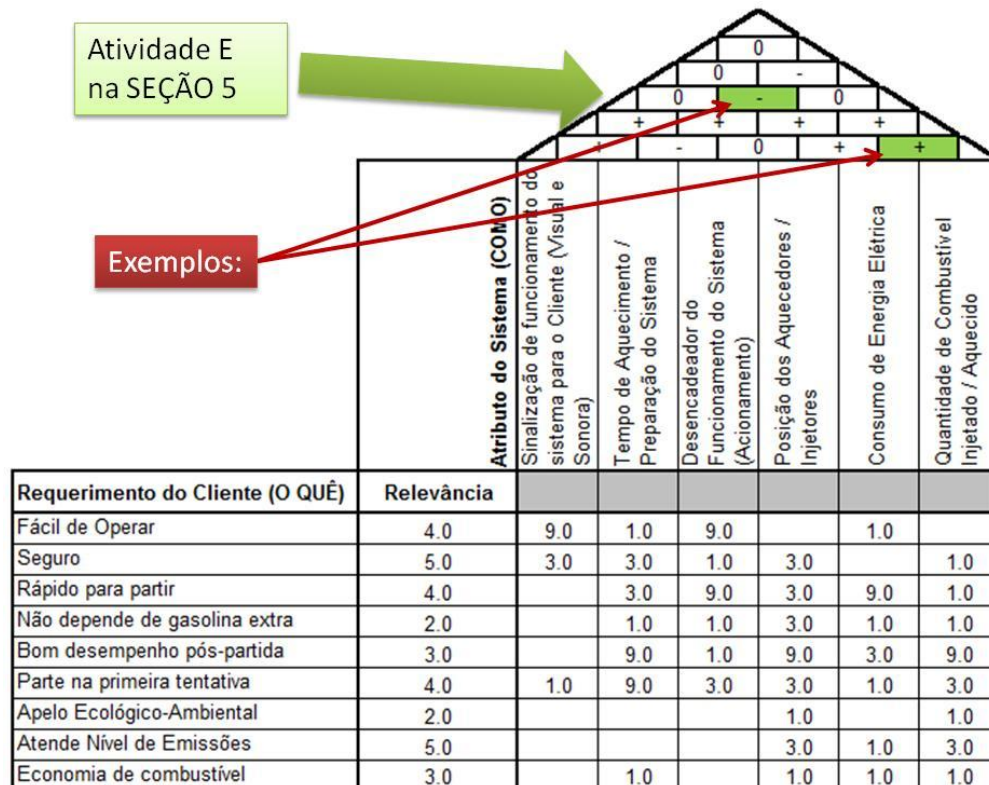


Figura 31 - QFD do SPF com todas as Seções da Terceira Fase.

5.1.4 A-TRM – SPF – QUARTA-FASE – ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS - QFD

As informações contidas nas análises finais estão descaracterizadas em função da confidencialidade dos dados. Entretanto, a apresentação dos resultados e conclusões, mantém-se fieis aos obtidos pelo método proposto.

ATIVIDADE A – LISTA DE TECNOLOGIAS

A primeira atividade da quarta fase do A-TRM seleciona as tecnologias que serão avaliadas. No caso do SPF, têm-se o SPF Convencional e o SPF Eletrônico. É conhecido nas referências apresentadas que há mais de uma tecnologia disponível e/ou projeto do SPF Eletrônico (BOSCH, 2009; DELPHI, 2010; MARELLI, 2010).

O SPF Convencional, introduzido junto aos primeiros veículos a álcool, possui o mesmo conceito tecnológico desde sua concepção. Há variações de conceito construtivo no mercado, porém, em termos de funcionamento, caracterizam-se pela injeção de gasolina para auxílio da partida.

O SPF Eletrônico é o conceito que teve lançamento em março de 2009. Como já visto, consiste no aquecimento do combustível antes da injeção na câmara de combustão do motor.

Duas variações do SPF Eletrônico estão sendo consideradas neste estudo para reproduzir as diferenças de duas possíveis soluções tecnológicas do mesmo conceito.

Portanto, a lista de tecnologias consiste em:

- SPF Convencional
- SPF Eletrônico Conceito A
- SPF Eletrônico Conceito B

ATIVIDADE B. RELAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO QFD

Na Atividade B, as tecnologias do SPF citadas na Atividade A são alocadas nas seções 6 e 7 do QFD, conforme Figura 32.

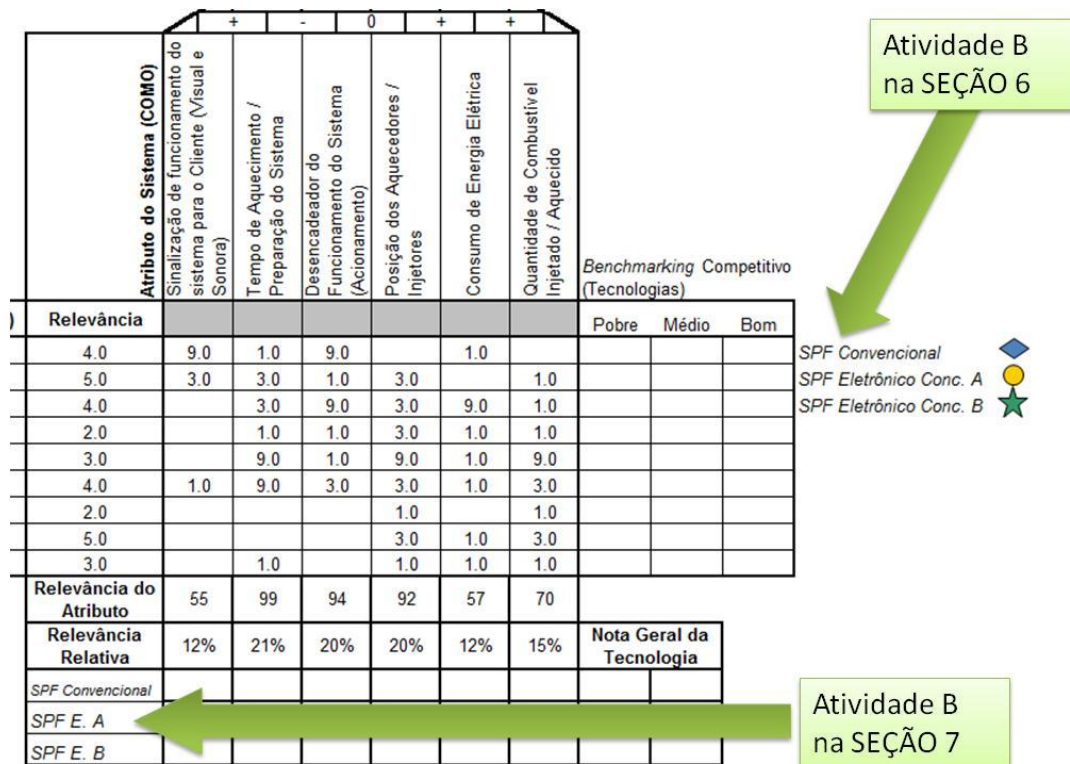


Figura 32 - Tecnologias do SPF - QFD

ATIVIDADE C. RELAÇÃO ENTRE AS TECNOLOGIAS E OS REQUERIMENTOS DOS CLIENTES.

O desempenho das tecnologias de SPF foi representado no modelo de Kano da Primeira Fase. Há um comparativo entre os diversos atributos identificados na pesquisa qualitativa e que devem auxiliar no preenchimento da Seção 6.

Para ilustrar melhor o método A-TRM, as duas tecnologias de SPF Eletrônico possuem desempenhos diferentes em relação aos requerimentos.

Como exemplo de preenchimento, é descrita abaixo a ponderação feita sobre um requerimento e as tecnologias em discussão:

- Requerimento do Cliente: Bom desempenho pós-partida → É sabido pelas pesquisas quantitativas e qualitativas feitas que o desempenho do veículo após a partida é bastante pobre. Já as tecnologias propostas mostraram-se bastante satisfatórias neste quesito.

O mesmo comparativo deve ser feito para todos os requerimentos, inclusive os requerimentos regulatórios que não estão disponíveis no modelo de Kano.

O desempenho das tecnologias em relação aos requerimentos pode ser visto na Figura 33.

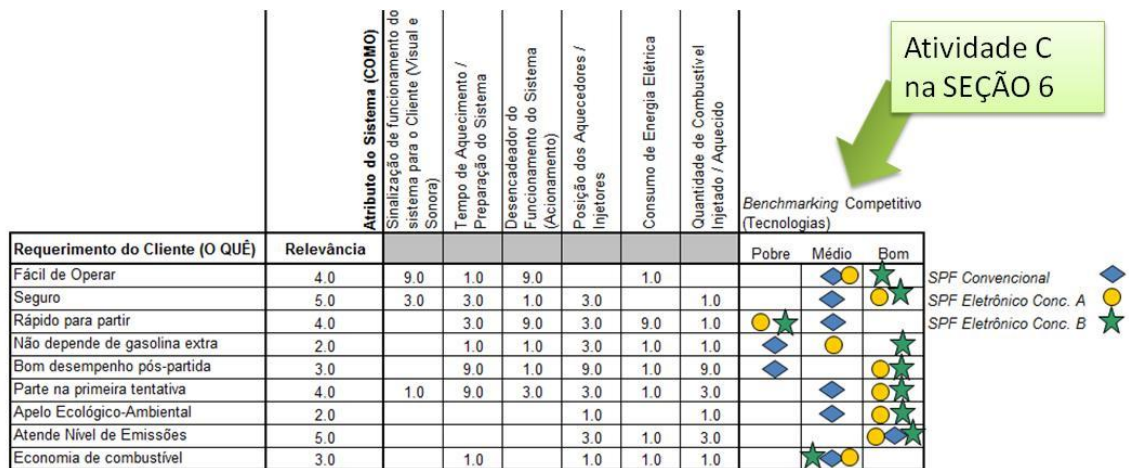


Figura 33 - QFD - SPF e comparativo das Tecnologias x Requerimentos.

ATIVIDADE D. RELAÇÃO ENTRE AS TECNOLOGIAS E AS CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS.

Cada tecnologia de SPF possui diferente desempenho das características de produto quando comparadas às demais tecnologias. Nesta atividade, são quantificadas estas características, ou seja, a competitividade.

Da mesma maneira que na Atividade C, os SPF Eletrônicos também apresentam diferenças entre si.

Como exemplo de preenchimento, é descrita abaixo a ponderação feita sobre um requerimento e as tecnologias em discussão:

- Característica do Produto: Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema → Nesta situação o SPF Convencional não possui tempo de aquecimento e o tempo de preparação seria o enchimento da linha de combustível entre o SPF e o ponto de injeção, ou seja, muito mais rápido que o tempo inerente ao aquecimento dos conceitos SPF Eletrônico A ou B. Porém, adotou-se como exemplo teórico que uma das diferenças do SPF A e B é justamente o menor tempo de aquecimento deste segundo. Desta forma, o que se tem é um Pobre desempenho para o SPF Eletrônico A, ou seja, um 1.0, um Médio desempenho de B, um 2.0, e um Bom desempenho para o SPF Convencional, um 3.0.

O mesmo comparativo deve ser feito para todas as características.

O desempenho das tecnologias em relação às características do produto pode ser visto na Figura 34.

	Atributo do Sistema (COMO)						
	Sinalização de funcionamento do sistema para o Cliente (Visual e Sonora)	Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema	Desencadeador do Funcionamento do Sistema (Accionamento)	Posição dos Aquecedores / Injetores	Consumo de Energia Elétrica	Quantidade de Combustível Injetado / Aquecido	
Relevância							
4.0	9.0	1.0	9.0		1.0		
5.0	3.0	3.0	1.0	3.0		1.0	
4.0		3.0	9.0	3.0	9.0	1.0	
2.0		1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	
3.0		9.0	1.0	9.0	1.0	9.0	
4.0	1.0	9.0	3.0	3.0	1.0	3.0	
2.0				1.0		1.0	
5.0				3.0	1.0	3.0	
3.0		1.0		1.0	1.0	1.0	
Relevância do Atributo	55	99	94	92	57	76	
Relevância Relativa	12%	21%	20%	20%	12%	15%	
SPF Convencional	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	1.0	
SPF E. A	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	
SPF E. B	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	3.0	

Figura 34 - QFD do SPF com Competitividades na Seção 7.

ATIVIDADE E. RELEVÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO.

Como visto em 5.1.6, o cálculo da Relevância das Características do Produto é função da Relação da Seção 4 e da Relevância do Requerimento da Seção 2. A somatória destes produtos dá a dimensão da característica.

Como exemplo, considerando a característica Sinalização de funcionamento do sistema para o Cliente (Visual e Sonora), tem-se que:

- A soma da linha do requerimento Fácil de Operar resulta em 36, pois o valor da Seção 4 é 9.0 e da Seção 2 é 4.0.
- A soma da linha do requerimento Seguro resulta em 15, pois o valor da Seção 4 é 3.0 e da Seção 2 é 5.0.
- A soma da linha do requerimento Parte na primeira tentativa resulta em 4, pois o valor da Seção 4 é 1.0 e da Seção 2 é 4.0.
- A somatória destes produtos é 55.

Este exemplo pode ser visto na Figura 35.

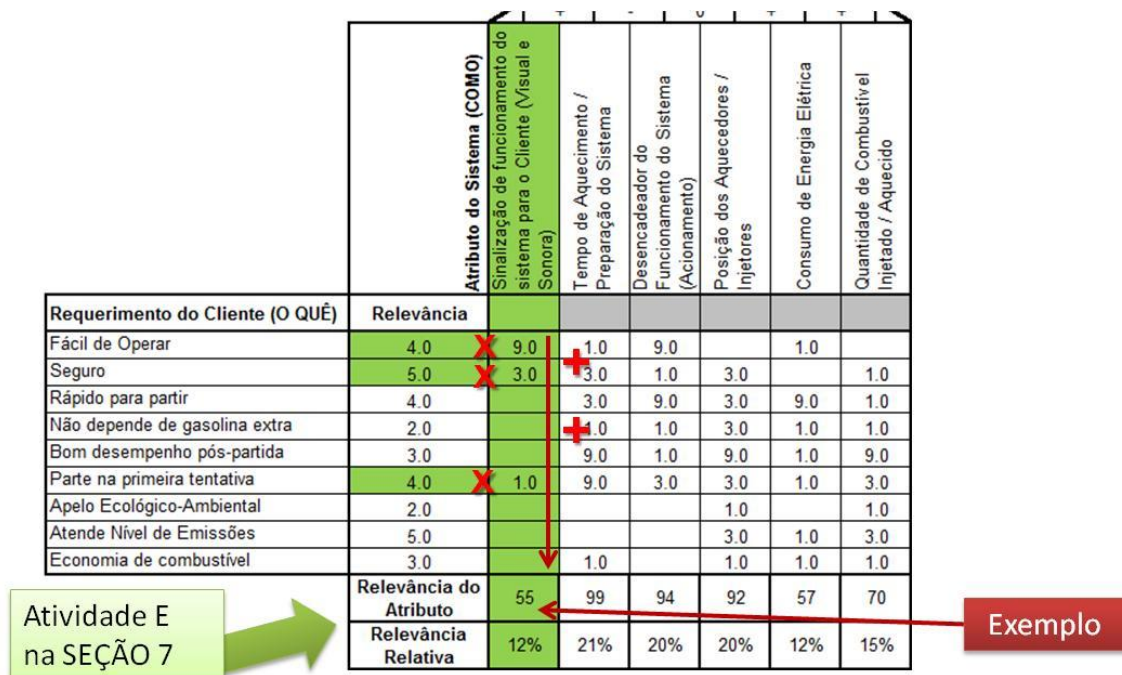


Figura 35 - QFD do SPF com Seção 7 e a Relevância dos Atributos.

Este mesmo exercício é feito para as demais características. Com isso é possível mensurar a Relevância Relativa de cada atributo, que é a parcela percentual deste Atributo em relação ao montante-soma de todos os atributos. Isto permite uma comparação entre as características.

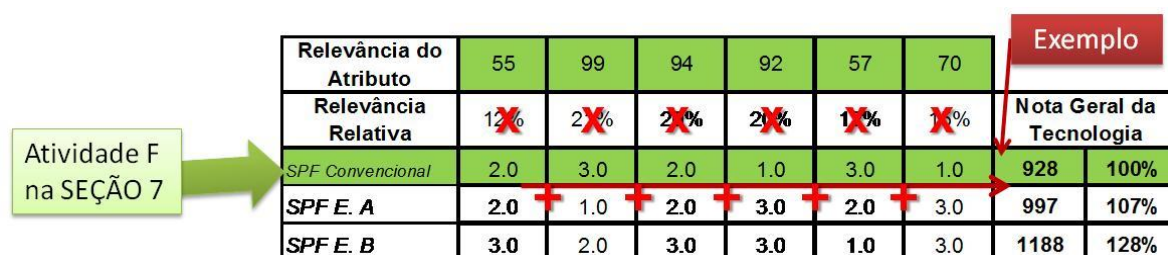
Observando os resultados da Relevância Relativa, também na Figura 35, percebe-se que a Característica de maior relevância no SPF é o Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema com 21% de Relevância, seguido pelos atributos Desencadeador do Funcionamento do Sistema e Posição dos Aquecedores / Injetores, ambos com 20% de Relevância. Isto significa que grande atenção do projeto do SPF deve ser dada a estas características, pois possuem alta relação com os requerimentos dos clientes.

ATIVIDADE F. NOTA GERAL DA TECNOLOGIA

Como visto em 5.1.6, o cálculo da Nota Geral da Tecnologia é função da Relevância dos Atributos da Seção 7 e da Competitividade também da Seção 7. A somatória destes produtos resulta na Nota Geral da Tecnologia.

Como exemplo, considerando a tecnologia SPF Convencional, tem-se que:

- A soma da coluna do Atributo Sinalização de funcionamento do sistema para o Cliente (Visual e Sonora) resulta em 110, pois a Relevância do Atributo é 55 e a Competitividade é 2.0;
- A soma da coluna do Tempo de Aquecimento / Preparação do Sistema resulta em 297, pois a Relevância do Atributo é 99 e a Competitividade é 3.0;
- Este exercício sendo feito para todos os demais atributos, tem-se que a somatória para o SPF Convencional resulta em 928, que é a Nota Geral da Tecnologia, que pode ser visto na Figura 36.



		55	99	94	92	57	70	Exemplo	
	Relevância do Atributo	55	99	94	92	57	70		
	Relevância Relativa	12%	20%	20%	20%	10%	10%	Nota Geral da Tecnologia	
Atividade F na SEÇÃO 7	<i>SPF Convencional</i>	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	1.0	928	100%
	<i>SPF E. A</i>	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	997	107%
	<i>SPF E. B</i>	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1188	128%

Figura 36 - QFD do SPF com Seção 7 Preenchida - Nota Geral da tecnologia.

Com isso é possível mensurar a Nota Relativa de cada tecnologia, que é a relação percentual da Nota Geral de uma tecnologia em relação à outra. Isto permite uma comparação quantificada entre as tecnologias.

Esta informação, também representada na Figura 36, considera que a tecnologia referência é o SPF Convencional, ou seja, as demais tecnologias utilizam como base a pontuação do SPF Convencional.

Note que pela Nota Geral da Tecnologia, ambas SPF Eletrônica A e B possuem maiores notas que a SPF Convencional, o que indica um melhor atendimento aos atributos do sistema e aos requerimentos do cliente.

ATIVIDADE G – VPL E PAYBACK

O cálculo do VPL e *Payback* para o SPF considerou o ganho ou redução de custo em função da implementação do SPF Eletrônico Conceito A ou B em relação ao sistema atual – SPF Convencional.

Os valores do VPL e *Payback* utilizados para o SPF Eletrônico apresentados neste trabalho não devem ser reais em função da confidencialidade das

informações. Os cenários, portanto hipotéticos, apresentados neste trabalho servem para ilustrar o método A-TRM.

Para cálculo do VPL e *Payback* foram considerados que:

- SPF Conceito A e Conceito B têm os Investimentos, Reduções de Custos e Volume de Aplicação Anual conforme Tabela 12;

Tabela 12 - Investimento, Redução de Custo e Volume de Aplicação do SPF Eletrônico.

	SPF Conceito A	SPF Conceito B
Volume de Aplicação (Anual)	120000	
Redução de Custo	R\$ 5.15	R\$ 14.90
Investimento Inicial	R\$ (820,000.00)	R\$ (4,250,000.00)

- Taxa de Valorização do Investimento $i = 10\%$;
- Ciclo de Vida de 1 a 4 anos após investimento;

Obtém-se assim o fluxo de caixa mostrado na

Tabela 13. E por fim os valores VPL e *Payback* de cada tecnologia conforme Tabela 14.

Tabela 13 - Fluxo de Caixa - SPF Eletrônico.

Ano	0	1	2	3	4
Conceito A	(\$820,000.00)	\$618,000.00	\$618,000.00	\$618,000.00	\$618,000.00
Conceito B	(\$4,250,000.00)	\$1,788,000.00	\$1,788,000.00	\$1,788,000.00	\$1,788,000.00

Tabela 14 - VPL de 1 a 4 anos e *Payback* para o SPF Eletrônico

	VPL (4 anos)	Payback (anos)
SPF Atual	-	-
SPF Eletrônico Conceito A	R\$ 1,035,433.50	1.33
SPF Eletrônico Conceito B	R\$ 1,288,835.83	2.38

	VPL (3 anos)	Payback (anos)
SPF Atual	-	-
SPF Eletrônico Conceito A	R\$ 651,704.12	1.33
SPF Eletrônico Conceito B	R\$ 178,628.51	2.38

	VPL (2 anos)	Payback (anos)
SPF Atual	-	-
SPF Eletrônico Conceito A	R\$ 229,601.80	1.33
SPF Eletrônico Conceito B	(R\$ 1,042,599.55)	2.38

	VPL (1 ano)	Payback (anos)
SPF Atual	-	-
SPF Eletrônico Conceito A	(R\$ 234,710.74)	1.33
SPF Eletrônico Conceito B	(R\$ 2,385,950.41)	2.38

É possível notar pelo VPL negativo e pelo *Payback* de 1.33 e 2.38 que para períodos inferiores a um ano, nenhuma das tecnologias seria viável financeiramente.

5.1.5 A-TRM – SPF – QUINTA-FASE – CRIAÇÃO DO MAPA TECNOLÓGICO

A montagem do Mapa Tecnológico consiste na transposição das informações obtidas das fases anteriores.

ATIVIDADE A – LISTA DE TECNOLOGIAS

A Tabela 15 apresenta a lista de tecnologias provinda da Atividade A do item 5.2.4.

Tabela 15 - Lista de Tecnologias do SPF no Mapa Tecnológico.

TECNOLOGIA	SPF Convencional
	SPF Eletrônico Conceito A
	SPF Eletrônico Conceito B

ATIVIDADE B – PRODUTOS PLANEJADOS

Os seguintes produtos constantes na Tabela 16 são ilustrativos de uma fábrica de veículos fictícia F. Estes produtos compõem o hipotético portfólio oferecido pela empresa. Novamente os dados apresentados neste caso servem para ilustrar o método A-TRM e por confidencialidade, não possuem relação direta com o portfólio de qualquer empresa.

Tabela 16 - Lista de Produtos da Empresa no Mapa Tecnológico.

PRODUTO	Veículo de Passeio
	Utilitário Esportivo
	Caminhonete

ATIVIDADE C – CICLO DE VIDA

Cada produto possui um ciclo de vida planejado pela empresa. Esta projeção mostra a entrada, permanência e saída de determinado produto na empresa.

A cadeia de produtos está representada na Figura 37. Cada bloco representa um determinado modelo de veículo contendo o nome de referência, o ano em que será lançado e quando será substituído pelo modelo seguinte. Como exemplo, o modelo A2012 seria um veículo de passeio, lançado em 2012 que substituiria a versão A2009. O próprio veículo 2012 tem previsão de saída do mercado em 2014, quando seria substituído pelo A2014. Portanto, o ciclo de vida do A2012 é de 2 anos.

O ciclo de planejamento desta empresa F é de 8 anos, portanto, são conhecidos os projetos futuros de 2010 até 2018.

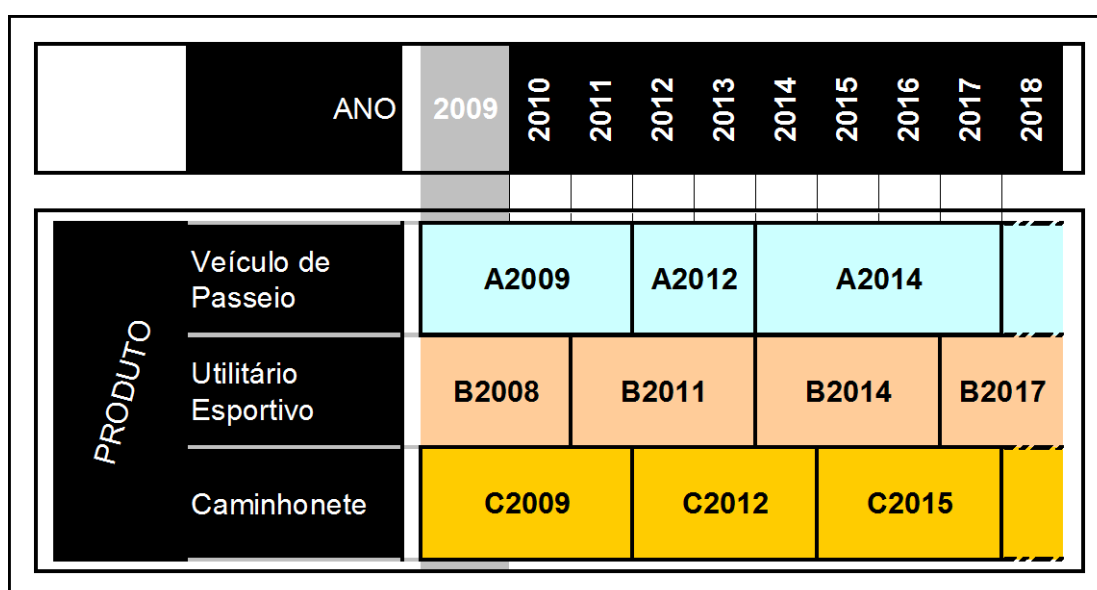


Figura 37 - Ciclo de Vida dos produtos da empresa F.

ATIVIDADE D – ESBOÇO DO MAPA

Esta atividade consiste apenas na montagem do Mapa Tecnológico vazio, conforme Figura 38, mostrando qual o formato adotado para o preenchimento das informações.

		ANO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
MERCADO																																
PRODUTO	Veículo de Passeio																															
	Utilitário Esportivo																															
	Caminhonete																															
TECNOLOGIA	SPF Convencional																															
	SPF Eletrônico Conceito A																															
	SPF Eletrônico Conceito B																															

Figura 38 - Mapa Tecnológico vazio

ATIVIDADE E – MAPA HISTÓRICO / CONTEXTO

O contexto histórico ajuda a definir o período mostrado no mapa tecnológico.

No caso do SPF, a origem da utilização do sistema se deu quando o álcool combustível passou a ser utilizado em maior escala, o que ocorre no ProÁlcool em 1975.

Um segundo momento importante relativo ao SPF é o lançamento do primeiro veículo movido a álcool produzido em série, o Fiat 147, que aconteceu em 1979.

Após o período de aumento de preços do etanol e conseqüente diminuição dos veículos movidos a álcool, o terceiro momento histórico relevante é o

lançamento dos veículos Flex²⁹ em 2003 que representou a retomada do consumo de etanol e, portanto, a necessidade de utilização de um SPF.

O quarto ponto marcante na história do SPF é o lançamento do SPF Eletrônico, apresentado como FlexStart pela Bosch no veículo VW Polo 1.6 E-Flex em março de 2009.

Estes eventos contribuem como referências da evolução do SPF ao longo do tempo e podem ser vistos na Figura 39.

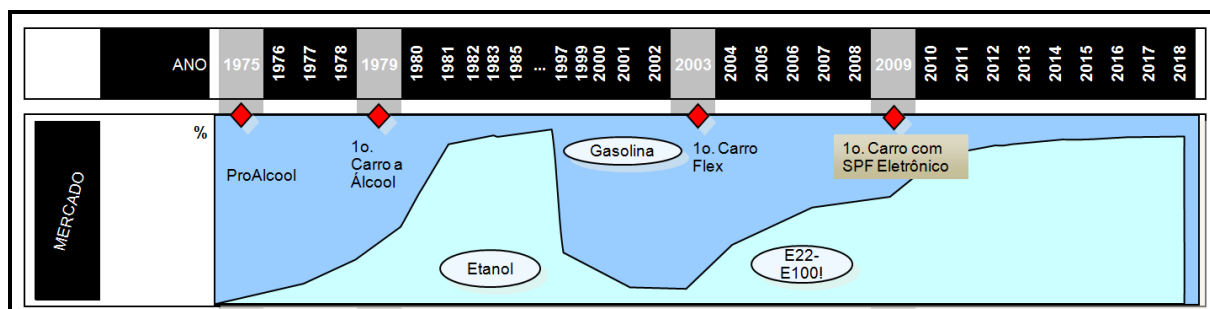


Figura 39 - Evolução do mercado brasileiro de veículos capazes de rodar com Etanol e eventos significativos para o Mapa Tecnológico do SPF.

ATIVIDADE F – POSICIONAMENTO DAS TECNOLOGIAS

As tecnologias disponíveis e em desenvolvimento avaliadas utilizando o A-TRM foram o SPF Convencional e duas variações do SPF Eletrônico, o Conceito A e o Conceito B.

É importante salientar que, conforme o QFD montado no A-TRM, mostrado na Figura 40, o SPF Eletrônico, independente do Conceito, tem Nota Geral da Tecnologia superior ao SPF Convencional, ou seja, é uma tecnologia com potencial de atender melhor as necessidades do cliente e, portanto, deve ser considerada no conteúdo de novos produtos.

²⁹ Utilizando dados da ANFAVEA (2008) e DENATRAN (2008) é possível concluir que a produção de veículos flex para o mercado interno superou qualquer projeção. A confirmação destes resultados e, portanto, o sucesso do carro flex é sustentado tanto pelos dados coletados de vendas internas, bem como pela percepção de valor agregado que o veículo Flex possui como mostrado no estudo de opções reais de Alves, M. L. (2007)

Relevância Relativa	12%	21%	20%	20%	12%	15%	Nota Geral da Tecnologia
SPF Convencional	2.0	3.0	2.0	1.0	3.0	1.0	928 100%
SPF E. A	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	997 107%
SPF E. B	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1188 128%

Figura 40 - Nota Geral das Tecnologias - Interpretação para geração do Mapa Tecnológico

Tanto o SPF Convencional quanto o SPF Eletrônico Conceito A estão disponíveis no mercado. Assume-se que o SPF Eletrônico Conceito B tem desenvolvimento concluído previsto para 2011.

Esta representação está contida no posicionamento das tecnologias conforme Figura 41.

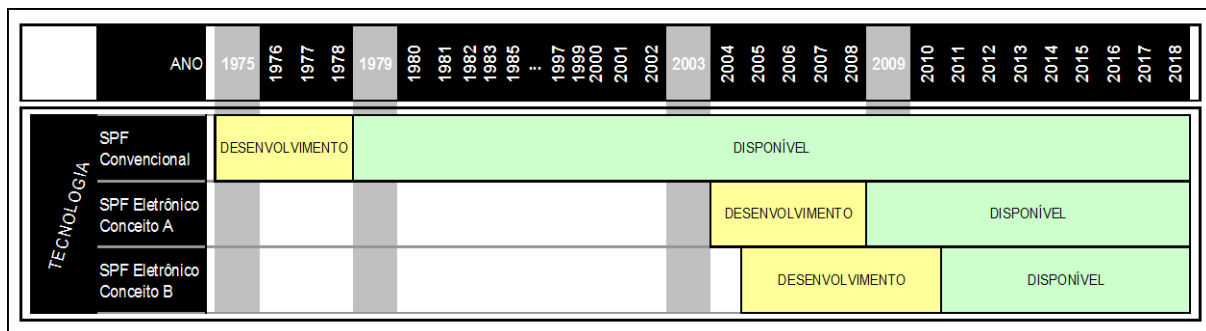


Figura 41 - Disponibilidade das tecnologias de SPF.

ATIVIDADE G – RELAÇÃO TECNOLOGIA, PRODUTO E LANÇAMENTO.

As três camadas do mapa tecnológico para o SPF estão preparadas. A análise do QFD e dos indicadores financeiros são determinantes para a definição da estratégia dos novos produtos.

As seguintes interpretações são extraídas desta análise e representadas no mapa tecnológico:

- É conclusivo pela Nota Geral da Tecnologia que os Conceitos A e B do SPF Eletrônico devem ser preferidos frente ao SPF convencional. Desta forma, todos os produtos deveriam estar equipados com o SPF Eletrônico Conceito B. Esta situação é representada na Figura 42;

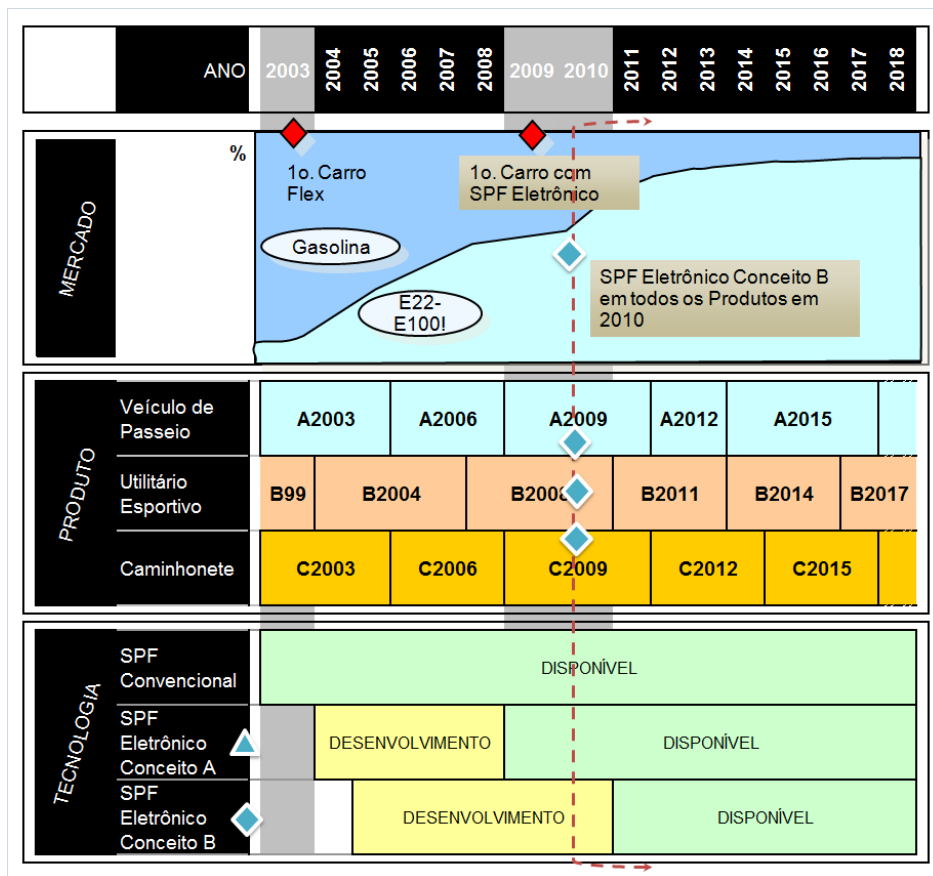


Figura 42 - Mapa Tecnológico – Versão Inicial.

- O SPF Conceito B tem maior potencial de satisfazer as necessidades do cliente em relação ao Conceito A e ao Convencional, entretanto só estaria disponível a partir de 2011, e não poderia ser adotado em 2010 para os modelos correntes, ou seja, A2009, B2008 e C2009. Este cenário está representado na Figura 43;

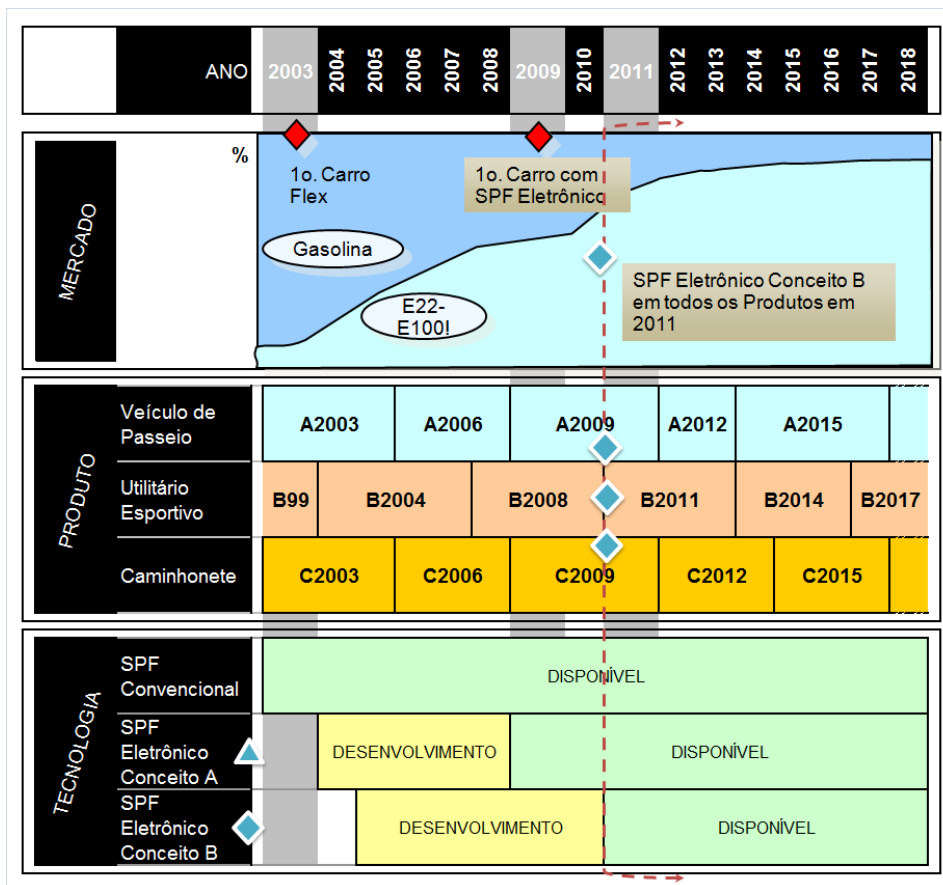


Figura 43 - Mapa Tecnológico – Primeira Revisão.

- Adotar tanto o SPF Conceito A e B nos modelos A2009 e C2009 em 2011 seria uma possibilidade, entretanto, o ciclo de vida destes produtos termina em 2011. A análise do *Payback* de ambas as tecnologias mostra que o tempo mínimo do ciclo de vida dos Conceitos A e B são respectivamente 1,33 e 2,38 anos conforme Figura 44. Por este motivo, adotar qualquer um dos conceitos para os modelos A2009 e C2009 não seria viável em 2011. Porém, tanto o Conceito A quanto o B poderiam ser adotados para o modelo B2011. O novo cenário ficaria conforme apresentado na Figura 45.

	VPL (3 anos)	Payback (anos)
SPF Atual	-	-
SPF Eletrônico Conceito A	R\$ 651,704.12	1.33
SPF Eletrônico Conceito B	R\$ 178,628.51	2.38

Figura 44 - VPL e *Payback* para ciclo de vida de 3 anos.

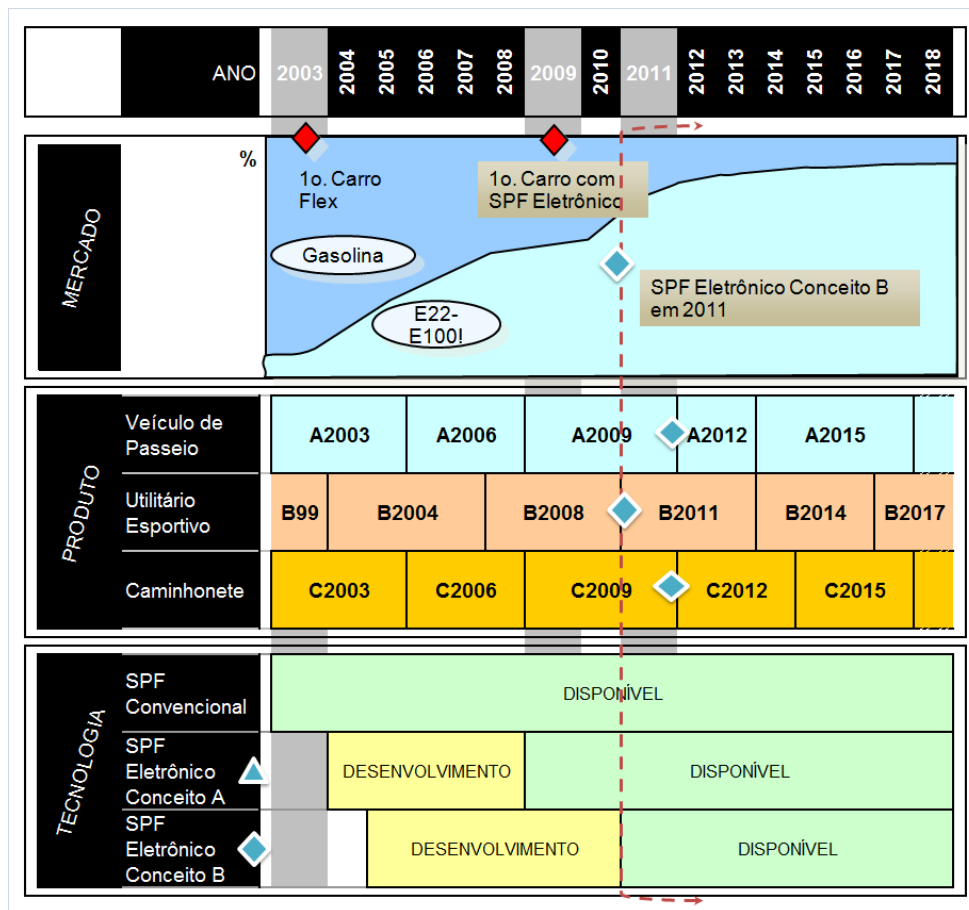


Figura 45 - Mapa Tecnológico – Segunda Revisão

- Ainda na análise do *Payback*, a utilização do Conceito B não é viável para a aplicação A2012, pois o ciclo de vida deste é de 2 anos.
- Ao analisar o VPL é também possível notar que o Conceito A traz maior retorno se aplicado a produtos com ciclo de vida de 2 e 3 anos enquanto que o Conceito B passa a ser mais vantajoso se aplicado aos produtos com 4 ou mais anos de ciclo de vida. Neste cenário, representado na Figura 46, o arranjo das tecnologias propostas maximiza o retorno financeiro, pois adota o maior VPL possível para cada produto, conforme calculado na Tabela 17.

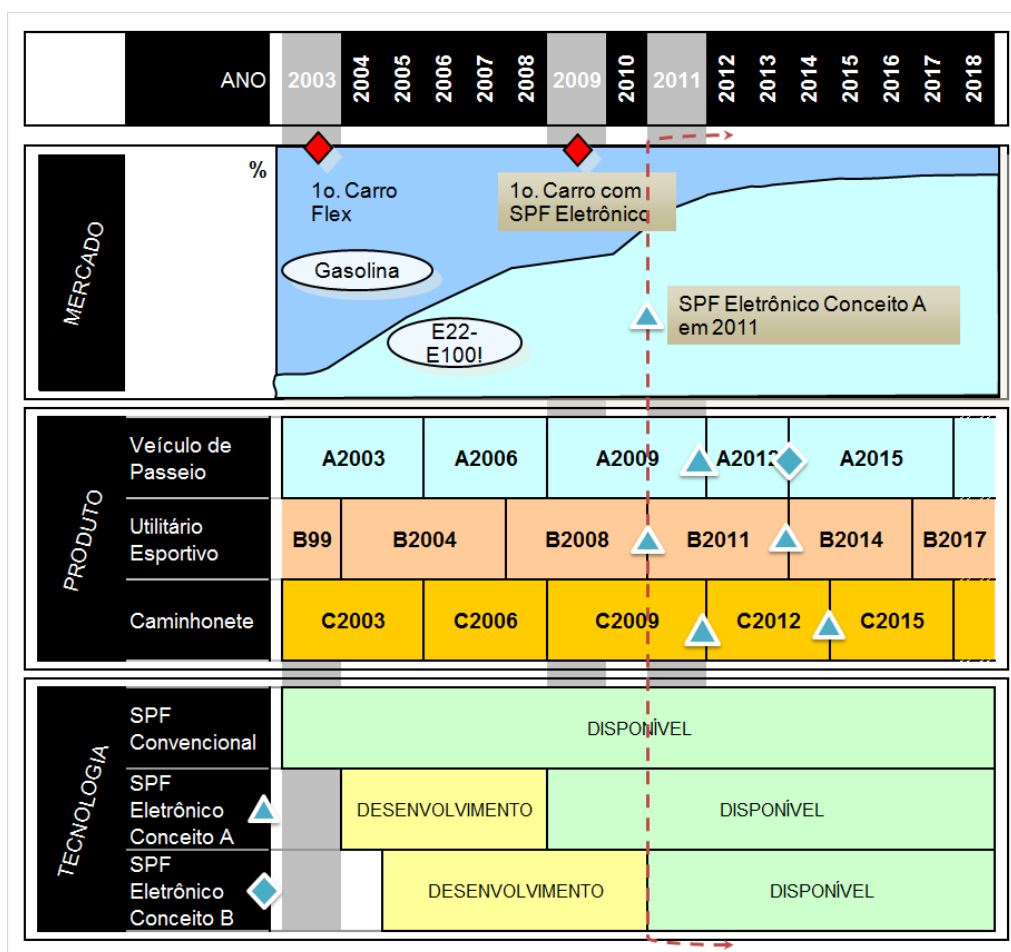


Figura 46 - Mapa Tecnológico – Terceira Revisão – Maior retorno financeiro.

Tabela 17 - VPL com melhores opções financeiras para SPF.

Modelo	Ciclo	Conceito	Cenário 4
A2012	2	A	R\$ 229,601.80
A2015	4	B	R\$ 1,288,835.83
B2011	3	A	R\$ 651,704.12
B2014	3	A	R\$ 651,704.12
B2017	3	A	R\$ 651,704.12
C2012	3	A	R\$ 651,704.12
C2015	3	A	R\$ 651,704.12
			R\$ 4,776,958.23

- O cenário anterior, entretanto, não maximiza a satisfação do cliente e sim o retorno do investimento para a companhia.
- Um cenário alternativo que tem como premissa a viabilidade econômica e a maximização da satisfação do cliente seria definido pela utilização no maior número de produtos possíveis do Conceito B, uma vez que este apresentou maior Nota Geral de Tecnologia. Este cenário

está representado pela Figura 47. Nesta condição o retorno calculado é apresentado na Tabela 18.

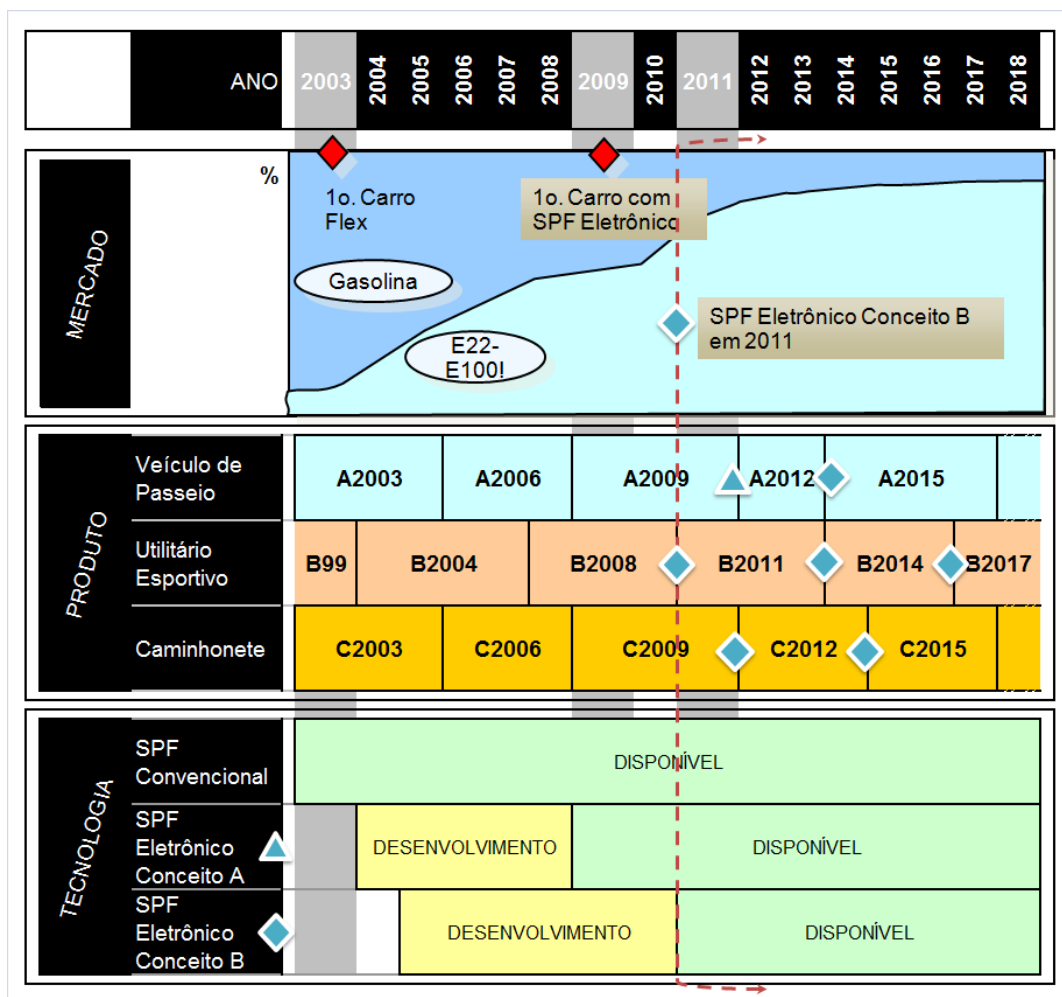


Figura 47 - Mapa Tecnológico – Quarta Revisão – Solução ótima entre Maior satisfação para o cliente e Retorno financeiro.

Tabela 18 - VPL combinado entre Maior satisfação e Retorno financeiro.

Modelo	Ciclo	Conceito	Cenário 4
A2012	2	A	R\$ 229,601.80
A2015	4	B	R\$ 1,288,835.83
B2011	3	B	R\$ 178,628.51
B2014	3	B	R\$ 178,628.51
B2017	3	B	R\$ 178,628.51
C2012	3	B	R\$ 178,628.51
C2015	3	B	R\$ 178,628.51
			R\$ 2,411,580.18

Conclui-se a geração do Mapa Tecnológico ao serem estabelecidas as relações entre tecnologia, produto e lançamento.

5.2 Mapa Tecnológico Referente ao SPF

O Mapa Tecnológico do SPF, conforme apresentado na Figura 48 apresenta o contexto de Mercado, Produto e Tecnologia desde a introdução do Álcool como combustível veicular até as projeções de 2018.

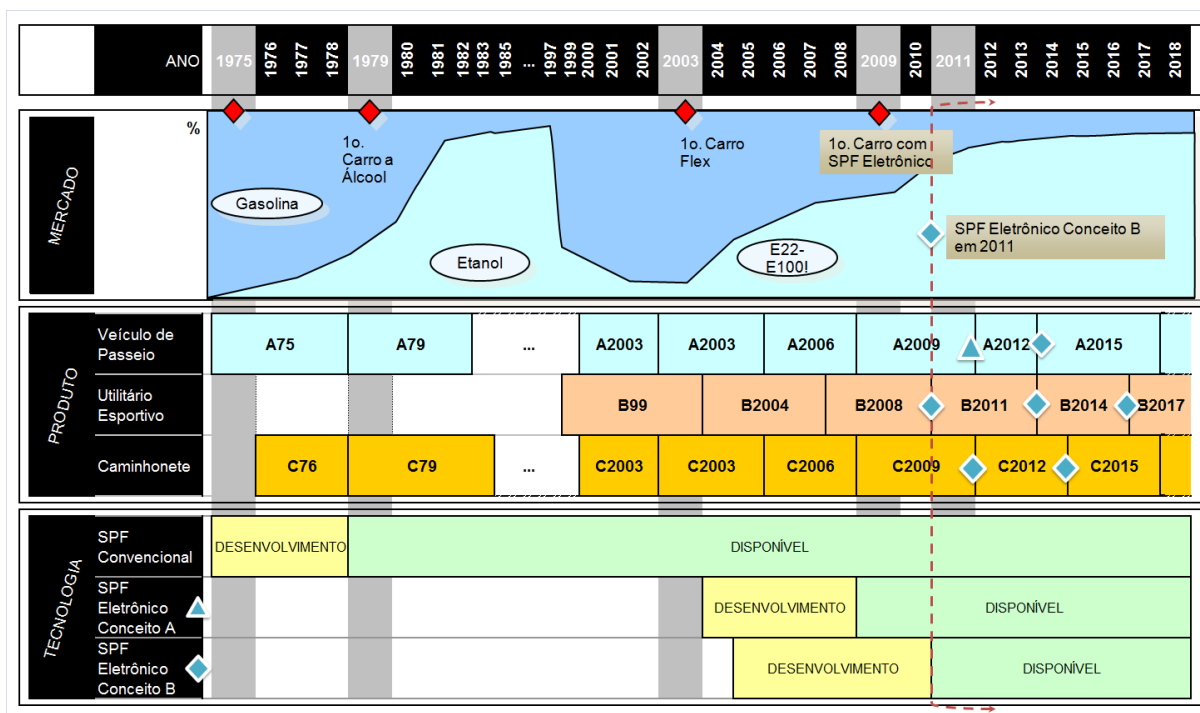


Figura 48 – Mapa Tecnológico do SPF – Versão Final

5.2.1 Do Ponto de Vista de Mercado

A camada de mercado do mapa é marcada pela introdução do etanol como combustível. Desde este momento, a utilização da tecnologia de partida a frio se faz necessária neste tipo de veículo.

A oscilação dos custos do etanol determina a variação do *mix* de produção entre veículos movidos exclusivamente a gasolina, que não necessitam de SPF, e veículos movidos a etanol. Com a introdução do veículo Flex, este passa a oferecer a possibilidade de uso dos dois combustíveis e consagra a necessidade do SPF. A tendência de crescimento da parcela de veículos Flex no mercado é esperada pelos próximos anos analisados.

5.2.2 Do Ponto de Vista de Produto

O portfólio de produtos da empresa apresenta ciclos de desenvolvimento a cada dois e três anos por categoria.

No mapa apresentado, novos produtos estão previstos para os anos de 2011 e 2012, sendo possíveis datas de implementação para novas tecnologias.

5.2.3 Do Ponto de Vista de Tecnologia

A tecnologia de SPF convencional está implementada desde o surgimento dos veículos movidos a álcool.

Conforme o mapa, a tecnologia de SPF eletrônico está disponível desde 2009 e uma segunda alternativa está prevista para 2011.

5.2.4 Das Relações Estabelecidas no Mapa Tecnológico do SPF

É possível concluir deste Mapa Tecnológico os seguintes pontos referente ao SPF:

- O mercado de veículos Flex e conseqüentemente o consumo de veículos capazes de utilizar o etanol mostram-se crescentes. Portanto, a discussão estratégica da tecnologia de SPF para os próximos anos é pertinente.
- O ciclo de vida dos produtos é determinante na viabilidade mínima financeira para aplicação das tecnologias;
- Os modelos futuros devem utilizar as novas tecnologias de SPF, sejam do Conceito A ou B, pois aumentam a satisfação do cliente e trazem retorno financeiro positivo à companhia, ou seja, são viáveis técnica, mercadológica e financeiramente.

O resultado observado no mapa evidencia a necessidade e possibilidade de migrar do conceito de SPF atual para o SPF Eletrônico respondendo à questão central deste trabalho sobre a viabilidade da nova tecnologia em SPF.

5.3 Considerações sobre a Aplicação do Método A-TRM ao SPF

Com a aplicação do método A-TRM ao SPF, foi possível interpretar as necessidades do mercado e relacioná-las aos produtos e tecnologias existentes, fossem elas já estabelecidas, como foi o caso do SPF Convencional, ou emergentes, como foram o caso dos SPFs Inovadores. Esta análise conjugada, convergiu no estabelecimento de um Mapa Tecnológico que fundamenta a estratégia de desenvolvimento dos produtos da empresa no que tange a SPF.

A forma estruturada por fases e atividades mostrada no capítulo de apresentação do método A-TRM provou-se fundamental para a aplicação do mesmo ao estudo de caso. Entendeu-se também que a adaptação proposta com a utilização de ferramentas consolidadas de engenharia foi apropriado e enriqueceu bastante o tratamento das informações coletadas sobre o assunto.

Sobre a proposta de inserção no PDP padrão, o benefício do método consistiu em adiantar análises no produto que normalmente seriam realizadas mais adiante, como por exemplo a preparação da Casa da Qualidade do QFD, minimizando assim riscos de decisões futuras de mudanças de estratégia e aumento dos gastos de desenvolvimento.

As modelagens e os diagramas resultantes ao longo do método ajudam bastante na visualização dos atributos percebidos pelos clientes e com isso permite que o desenvolvimento do produto seja feito tendo sempre como foco o cliente e, portanto, suas necessidades.

As ferramentas gráficas, tais como o modelo de Kano, o Diagrama-P e o próprio Mapa Tecnológico permitem que as análises obtidas durante o processo fiquem registradas de forma clara e concisa para referência ao longo do processo de desenvolvimento.

Além disso, a utilização de ferramentas quantitativas como o VPL, *Payback* e o próprio QFD, permitem o equacionamento das variáveis coletadas em relação às

tecnologias e aos produtos analisados. Estas ferramentas, em fases futuras do desenvolvimento do produto, podem e devem ser atualizadas e ajustadas com base em novas informações que venham a ser coletadas ou adicionadas ao processo de desenvolvimento.

Por fim, conectando as tecnologias disponíveis às possibilidades de implementação no mercado, o método permitiu uma visualização clara da expectativa do time em relação ao trinômio mercado, produto e tecnologia, evidenciando a estratégia recomendada para a empresa em relação ao seu portfólio de produtos. Sem a utilização método, seria bastante difícil estabelecer as diversas relações das informações desenvolvidas entre as ferramentas estabelecidas.

A aplicação do método A-TRM, tal como proposto, ao SPF se mostrou portanto adequado para analisar a viabilidade das tecnologias existentes e estabelecer um plano tecnológico estratégico.

6 Considerações Finais

6.1 Conclusões

Com o constante desenvolvimento de novas tecnologias, a velocidade de mudanças na indústria automobilística, o crescente número de novos entrantes no mercado brasileiro e, por consequência, a crescente competitividade, fica cada vez mais necessário para a empresa manter-se inovando e, fundamentalmente, fazer as escolhas certas sobre qual tecnologia trazer para o mercado para se manter atuante de forma sustentável.

Na indústria automotiva, desenvolver e implementar tecnologias não apropriadas pode impactar negativamente não apenas no modelo do veículo, mas também na marca como um todo, além de consumir recursos importantes da empresa que poderiam ser utilizados para outros investimentos. Da mesma forma que deixar de lado uma tecnologia emergente e não implementá-la no momento correto pode reduzir ganhos importantes para a empresa.

A tecnologia do Sistema de Partida a Frio é um exemplo recente de tecnologia emergente cujos impactos em mercado e produto devem ser devidamente analisados. Identificou-se portanto a necessidade de uma comparação estruturada entre as duas alternativas tecnológicas existentes.

Por esta necessidade, este trabalho buscou propor o método A-TRM, buscando as referências existentes no que tange a mapeamento de tecnologia e processo de desenvolvimento de produtos.

Como resultado, o método proposto teve como base o conceito do *Technology Roadmapping* somado às ferramentas consolidadas de engenharia e de finanças: o Modelo de Kano, o Diagrama P, o QFD, VPL e *Payback*. Fez-se ainda uso de pesquisas exploratórias qualitativas e quantitativas como ferramentas auxiliares às de base. Esta integração mostrou-se essencial pois permitiu a modelagem e desenvolvimento das informações coletadas ao longo do processo.

Este método mostrou-se capaz de avaliar os elementos fundamentais – mercado, produto e tecnologia – e relacioná-los entre si com o objetivo de suportar decisões gerenciais sobre quais tecnologias devem ser desenvolvidas e, portanto,

onde e quando os recursos da companhia devem ser aplicados.

O QFD funcionou adequadamente como ferramenta de consolidação das informações providas dos métodos Diagrama-P e o modelo de Kano. Foi também, em conjunto com as ferramentas de análise financeira, a base de informações para o desenvolvimento do mapa tecnológico.

O aspecto técnico da proposta ficou bastante claro com a utilização do Diagrama-P, que permitiu uma modelagem simplificada do sistema de partida a frio. A ferramenta auxiliou no estabelecimento das relações entre as necessidades dos clientes, as características dos sistema e as interfaces com o ambiente de uso.

As pesquisas exploratórias realizadas - o *survey*, o grupo de foco e os experimentos serviram como alicerces para a geração do modelo de Kano e, por consequência, para o entendimento da percepção do cliente em relação ao SPF.

Pelo *survey* foi possível mensurar a satisfação dos usuários com o SPF. Foi possível também esboçar os atributos percebidos pelo cliente no evento de partida do veículo.

Pelo grupo de foco e pelo experimento, ficaram evidentes os atributos relevantes para o motorista no que se refere ao SPF. Com estas informações, foi possível classificar a relação de cada atributo percebido pelo usuário com as características das tecnologias disponíveis.

O modelo de Kano se mostrou adequado para classificar os atributos percebidos pelos clientes e obtidos pelas pesquisas. Além de modelar as necessidades dos clientes, a ponderação destes atributos também contribuiu para quantificar as relações das características dos sistemas de partida a frio avaliados com as percepções dos clientes.

As ferramentas financeiras adotadas permitiram a classificação, comparação, e análise de desempenho do projeto, norteando as decisões de investimento e estabelecendo informações importantes na geração do mapa tecnológico.

Com este trabalho foi possível elaborar um plano estratégico do caso de estudo, SPF, bem embasado, robusto, e que proporcionou um direcional útil para a empresa. Ou seja, proporcionou-se maior competitividade nos produtos a serem lançados.

A estruturação do método A-TRM utilizando-se de fases e atividades detalhadas facilita a aplicação do mesmo.

Observou-se também que a utilização de ferramentas de engenharia como o QFD, o Diagrama-P, o Modelo de Kano e os indicadores financeiros em conjunto potencializa os resultados do método.

Quanto às ferramentas de engenharia, mostraram-se de grande valor para o entendimento e desenvolvimento das análises. Cada ferramenta possui vantagens e recursos que podem ir além do apresentado no método A-TRM, porém não estariam relacionados ao objetivo deste estudo.

O método A-TRM, que culmina na geração do Mapa Tecnológico, referencial relevante na estratégia de produtos, mostrou-se, portanto, uma solução simplificada, estruturada e adequada para a análise de viabilidade de alternativas tecnológicas.

6.2 Contribuições

Do ponto de vista acadêmico-teórico, contribuiu-se com a proposta de um método para avaliação de inovações tecnológicas incrementais, utilizando como exemplo o estudo de caso do SPF.

O resultado do A-TRM aplicado ao caso real auxiliou na estratégia da empresa para os produtos futuros.

O trabalho teve ainda a possibilidade de contribuir na análise de tecnologias benéficas no aspecto ambiental como o SPF Eletrônico.

Este trabalho contribuiu para a geração de três artigos:

- *Combining The Kano Model, P-Diagram And Quality Function Deployment (QFD) To Build An Adapted Technology Roadmapping (A-TRM) Process* (DE PAULA Jr.; TRABASSO; SOUZA, 2009);
- *Mapping Flex Fuel Fleet In Brazil Potentially Affected By Critical Conditions Of Ethanol Cold Start And The Effects Of A Fuel Heating Technology* (DE PAULA Jr.; SAGIORATO, 2009);

- *Fuel Economy Impact Evaluation Of Hybrid Vehicles Implementation In The Brazilian Fleet* (LUZ; DE PAULA JR., 2009).

6.3 Atividades Futuras de Pesquisa

Este trabalho concluiu de forma satisfatória a análise de viabilidade de uma tecnologia de SPF, utilizando-se para isto o método A-TRM. A abordagem utilizada mostrou-se suficiente e adequada para a finalização do trabalho.

Entretanto, tanto o método apresentado como o estudo de caso levantaram diversas outras possibilidades de estudo que são apresentados aqui como propostas de futuros trabalhos. Detalham-se a seguir três oportunidades.

6.3.1 Impacto da tecnologia do SPF em mercados externos

O aquecimento do combustível beneficia bastante na redução de gases poluentes emitidos nos primeiros momentos da partida do veículo. A relevância deste quesito no mercado brasileiro foi interpretada na análise de viabilidade do SPF, porém, acredita-se que em outras condições de mercado, o peso deste quesito poderia ser bastante diferente.

Com a crescente preocupação dos países europeus e norte americanos com os níveis de emissões de gases poluentes, o aquecimento de combustível passa a se mostrar, portanto, bastante interessante.

Outra diferença na aplicação do SPF entre o mercado brasileiro e os demais mercados citados são as temperaturas presentes nestes territórios, significativamente mais frios que no Brasil e as proporções de álcool na mistura combustível.

Essas diferentes características inerentes de cada região sugerem uma

diferente percepção e necessidade dos mercados.

Desta forma, sugere-se como futuro tema de pesquisa que seja feita uma análise de viabilidade do SPF em outros mercados, utilizando-se a abordagem do A-TRM e tomando-se em conta a realidade de cada mercado, produto e tecnologia presente.

6.3.2 Utilização do QFD para melhoria do projeto de uma nova tecnologia

O QFD mostrou-se também neste caso uma ferramenta bastante poderosa para a tradução das necessidades dos clientes em atributos do produto. De forma estruturada, permitiu equacionar as relações existentes entre os atributos, entre as necessidades dos clientes e ponderar como cada um destes fatores seria atendido pelas tecnologias em discussão.

Para a fase de planejamento estratégico, a primeira casa da qualidade do QFD demonstrou-se suficiente para que fossem feitas as análises comparativas entre tecnologias e entender as principais vantagens e desvantagens no produto sob a ótica do cliente.

Uma análise mais aprofundada ao resultado do QFD permitiria ainda trazer conclusões adicionais às já apresentadas neste trabalho e que não foram feitas por não convergir com o objetivo principal do trabalho.

Poderia-se, por exemplo, analisar as relações entre os compromissos e sinergias dos atributos da Seção 5, identificando assim o impacto nos sistemas que possuem interface com o SPF. Seria ainda possível a utilização da Seção 5 do QFD na avaliação de riscos das tecnologias propostas.

Poderia-se ainda, fazer utilização de modelos matemáticos para relacionar as características entre Entrada e Saída no Diagrama-P, o que permitiria maior refinamento dos resultados das relações da Seção 4 do QFD.

Mais um exemplo seria a análise dos indicadores de desempenho da Seção 7, pelos quais seria possível identificar os principais atributos contribuidores na

satisfação do cliente e, portanto, estabelecer metas para o aprimoramento dos SPFs propostos.

Embora a utilização da ferramenta tenha se restringido neste trabalho à primeira matriz do QFD, outros recursos do método podem ser aproveitados portanto para as fases subsequentes no processo de desenvolvimento de produtos. O desdobramento das funções da qualidade pode ser utilizado para transmitir os atributos de produto identificados na primeira casa da qualidade até as características de processo dos sistemas propostos. Utilizariam-se para isso as demais matrizes do método QFD.

Propõe-se, assim, a continuidade e aprofundamento do QFD como método de suporte ao processo de desenvolvimento à tecnologia de SPF inovadora. Esta continuidade deve ter aderência ao processo de desenvolvimento de produtos.

6.3.3 A-TRM para análise de veículos híbridos

O método A-TRM mostrou-se uma ferramenta adequada para a análise de viabilidade de tecnologias emergentes auxiliando a tomada de decisões em fases iniciais no processo de desenvolvimento de produtos.

Uma tecnologia emergente em bastante discussão na atualidade e com presença crescente nos mercados norte-americano e europeu é a motorização híbrida.

A tecnologia que, de forma resumida, pode ser definida pela utilização solidária de um motor elétrico e um a combustão interna ganha mercado pelas vantagens apresentadas em relação às motorizações convencionais, como por exemplo o menor consumo de combustível e menor nível de emissões de gases poluentes. Da mesma forma que a tecnologia apresentada neste trabalho, os híbridos também possuem desvantagens como por exemplo o maior custo de produção e a maior complexidade dos sistemas.

Este conjunto de características possui todos os elementos e toda a complexidade exigentes para uma análise bastante criteriosa nos âmbitos de mercado, produto e tecnologia.

Por apresentar este cenário complexo e por se mostrar uma tecnologia iminente, propõe-se como oportunidade de trabalho futuro a análise de viabilidade da tecnologia híbrida no mercado brasileiro utilizando-se para isto o método A-TRM.

6.4 Limitações do Trabalho

As seguintes limitações podem ser mencionadas:

- O número de participantes da pesquisa do grupo de foco foi pequeno e serviu apenas para ilustrar o método de geração de informações do modelo de Kano.
- As informações contidas neste trabalho foram descaracterizadas e não possuem relação direta com as empresas citadas neste trabalho. As referências utilizadas dos produtos e empresas citados são de fontes externas e disponíveis publicamente.

6.5 Infra-Estrutura e Recursos Utilizados

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi necessário um time multifuncional com habilidades específicas:

- Engenheiros de desenvolvimento do produto: de elétrica, motores, calibração e sistema de combustível, e estimador de custo;

Referente aos recursos financeiros, a pesquisa de mercado exigiu:

- Montagem / Preparação da Clínica de mercado
- Veículo para simulação do SPF Eletrônico
- Viagem para condução da pesquisa de grupo focal

Todos os custos da pesquisa foram provenientes da Ford Motor Company do Brasil.

Referências Bibliográficas

ABREU FILHO, J. C. F., SOUZA, C. P., GONÇALVES, D. A., CURY, M. V. Q. **Finanças Corporativas**. FGV, 5. Ed. Rio de Janeiro, 2005.

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do Processo de Desenvolvimento de Produtos, Melhoria Contínua e Desempenho: O Caso de uma Empresa de Autopeças**. EESC-USP, São Carlos, 2006.

ALMEIDA, A. F. S. A. **Importância dos Biocombustíveis na Matriz Energética do Brasil**. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

ALTSHULLER, G. **The Innovation Algorithm**, Technical Innovation Center, Inc., Worcester, MA, EUA, 2000.

ALVES, F. J. **Produção e Fornecimento de Vapor Para um Motor de Combustão Interna Operando com Combustível Pré-vaporizado**. EESC-USP, São Carlos, 2007.

ALVES, M. L. **Carro Flex Fuel: Uma Avaliação por Opções Reais**. PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2007.

ANFAVEA - **Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. Disponível em www.anfavea.com.br. Acessado em 19/12/2008.

ANP - **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em www.anp.gov.br. Acessado em 15/11/2009.

BAXTER, M. - **Projeto de Produto - Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos** - São Paulo, Editora Edgar Blücher, 2000.

BOLGENHAGEN, N. J. **O Processo De Desenvolvimento De Produtos Proposição De Um Modelo De Gestão E Organização**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre. 2003.

BOSCH – **Robert Bosch do Brasil**. Disponível em www.bosch.com.br. Acessado em 05/03/2010.

BRUNOCILLA, M., LEPSCH, F. ***Influence of hot fuel injection on air/fuel mixture preparation and effects on flex fuel engines.*** 16p., Congresso SAE-Brasil, São Paulo, 2006.

CARNEVALLI, J. A., MIGUEL, P. A. C. ***Revisão, Análise E Classificação Da Literatura Sobre O QFD – Tipos De Pesquisa, Dificuldades De Uso E Benefícios Do Método.*** Gestão & Produção. São Carlos - SP, v. 14 , n. 3 , p. 557 – 579, 2008.

CETINDAMAR, D., PHAAL, R., PROBERT, D., ***Understanding technology Management as a Dynamic Capability: A Framework for Technology Management Activities.*** Technovation 29, pp. 237–246, 2009.

CHAN, L. K., WU, M. L. ***A Systematic Approach to Quality Function Deployment With A Full Illustrative Example.*** Omega - The International Journal of Management Science, v. 33, n. 2, p. 119-139, 2005.

CHAOUBAH, A. BARQUETTE, S. ***Pesquisa de Marketing.*** Saraiva. São Paulo, 2007.

CHENG, L.C., DRUMMOND, P. e MATTOS, P. ***A Integração Do Trinômio Tecnologia, Produto E Mercado Na Pré-Incubação De Uma Empresa De Base Tecnológica.*** Anais da 3ª Conferência Internacional de Pesquisa em Empreendedorismo na América Latina (CIPEAL). Rio de Janeiro. 2004.

CHENG, L.C., et al. ***QFD: Desdobramento Da Função Qualidade Na Gestão De Desenvolvimento De Produtos.*** Ed. Blucher. 2006

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em www.cptec.inpe.br. Acessado em Março de 2008.

DE PAULA Jr. G. A., TRABASSO, L. G., SOUZA, M. F., ***Combining The Kano Model, P-Diagram And Quality Function Deployment (QFD) To Build An Adapted Technology Roadmapping (A-TRM) Process.*** 20th International Congress of Mechanical Engineering, Gramado. Novembro, 2009.

DE PAULA Jr. G. A., SAGIORATO, R., ***Mapping Flex Fuel Fleet In Brazil Potentially Affected By Critical Conditions Of Ethanol Cold Start And The Effects Of A Fuel Heating Technology.*** SAE 2009-36-0260. XVIII Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade. São Paulo. Outubro, 2009.

DELPHI – **Delphi Automotive Systems**. Disponível em www.delphi.com.br, acessado em 10/02/2010.

DENATRAN - **Departamento Nacional de Trânsito**. Disponível em www.denatran.gov.br. Acessado em 19/12/2008.

DICKSON, A. L. ***Integrating Axiomatic Design into a Design for Six Sigma Deployment***. *Proceedings of ICAD2006. 4th International Conference on Axiomatic Design*, Italia – Junho, 2006.

DRUMMOND, P. H. **O Planejamento Tecnológico de Uma Empresa de Base Tecnológica de Origem Acadêmica por Intermédio dos Métodos *Technology Roadmapping* (TRM), *Technology Stage-Gate* (TSG) e Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) Tradicional**. Departamento de Engenharia de Produção, UFMG. Belo Horizonte, 2005. Tese, 156p.

FEITOSA, M. V. **Estudo da partida a frio em motores movidos a etanol**. EESC-USP, São Carlos, 1998.

FIGUEIRA, S. R. **Os programas de álcool como combustíveis nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil**. ESALQ-USP, Piracicaba, 2005.

FIGUEIREDO, S. **O Carro a Álcool: Uma Experiência de Política Pública para a Inovação no Brasil**, UnB-CDS, Brasília, 2006.

GARCIA, M., BRAY, O. ***Fundamentals of Technology Roadmapping***. *Sandia National Laboratories*, Albuquerque, EUA, 1997. Disponível em: www.sandia.gov/Roadmap/home.htm#what02S, acessado em 01/09/2008.

GARCIA, S. N. P. **A Rentabilidade na Cadeia de Suprimentos Vista Estrategicamente a Partir da Margem de Contribuição: O Caso da Indústria do Álcool Combustível no Estado de São Paulo**. EESC-USP, São Carlos, 2005

GERDSRIA, N., KOCAOGLUB, D. F., ***Applying The Analytic Hierarchy Process (AHP) To Build A Strategic Framework For Technology Roadmapping***. *Mathematical and Computer Modelling* 46 pp. 1071–1080, 2007

GOLDEMBERG, J., MACEDO, J. ***The Brazilian Alcohol Program - An Overview***. *Energy for Sustainable*, v.1, n.1, p.17-22. 1994.

GOVERS, C. P. M. **What and How About Quality Function Deployment (QFD)** *International Journal of Production Economics*. Vol. 46-47, pp. 575-585. Dezembro, 1996.

GUANDALINI, G.; SILVA, S. 2007. **A Dupla Conquista**. Revista VEJA ed. 1941, disponível em http://veja.abril.com.br/010206/p_090.html, 2006.

HEGEDUS, C. E. N. **A compreensão da percepção da qualidade pelo consumidor como base para a definição de estratégias pelas empresas e suas cadeias de fornecimento**. Poli – USP, 183 pg., São Paulo, 2000.

IBARRA, C. J. **Sistematização do Processo de Mapeamento Tecnológico de Produtos**. UFSC, Florianópolis, 2007.

JENSEN, C., QUINLAN, J., FEILER, B. **Robust Engineering & DFSS: How to Maximize User Delight and Function and Minimize Cost**. *Reliability and Robust Design in Automotive Engineering, SAE 2008 World Congress, USA*. Abril, 2008.

JIAO, R. J., XU Q., HELANDER, M. **An analytical Kano model for customer need analysis**. *Design Studies* Vol 30 No. 1 January, 2009.

KANO, N. et al. **Attractive Quality And Must-Be Quality**, *Hinshitsu*, v.14, n.2, p.147-56, 1984.

KAPLAN, R.; NORTON D. **Having Trouble with Your Strategy? Then Map It**. *4th Article – Focusing Your Organization on Strategy – with Balanced Score-card, 2nd Edition*, pp. 50-62, 2000.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**. Tradução Lene Belon. Melo, 2 ed., Porto Alegre, Bookman, 2006.

KIND, L. **Notas Para O Trabalho Com A Técnica De Grupos Focais**. Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v. 10, n. 15, p. 124-136, jun. 2004.

KRUEGER, R., CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 3^d ed. California, USA. 2000.

LIMA, J. G. **A Riqueza é o Saber**. REVISTA VEJA, ed. 1941, disponível em http://veja.abril.com.br/010206/p_090.html, 2006.

LINDL, B.; SCHMITZ, H., **Cold Start Equipment for Diesel Direct Injection Engines**. BERU AG, Ludwigsburg, Germany, 1999. SAE Technical Paper Series.

LUZ, D. Q., DE PAULA Jr. G. A., **Fuel Economy Impact Evaluation Of Hybrid Vehicles Implementation In The Brazilian Fleet**. SAE 2009-36-0334. XVIII Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade. São Paulo. Outubro, 2009.

MARELLI – **Magneti Marelli do Brasil**. Disponível em www.magneti-marelli.com. Acessado em 10/01/2010.

MATZLERA, K.; HINTERHUBERB, H. H., **How To Make Product Development Projects More Successful By Integrating Kano's Model Of Customer Satisfaction Into Quality Function Deployment**. Elsevier Science Ltd. Technovation, Volume 18, Issue 1, January 1998, Pages 25-38, Austria. 1998.

MARTINI, L.G.S, TRABASSO, L. G., **Product Strategic Development (PSD): Preliminary Overview**. *Product: Management & Development Vol. 4 nº 1*. Junho 2006

MARTINI, L.G.S.; CRUZ, J. L.; TRABASSO, L. G., **Formalization of the Requirements Management Process in the Aerospace Industry**. *Product: Management & Development – Revista Brasileira de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis, v.2, no.1, p. 5-15, Outubro, 2003*.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa – Características, Usos e Possibilidades**. Caderno de Pesquisas em Administração. V. 1, No 3, 2º sem/1996.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H., **Criação de Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação**. 4. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1997. 358 p.

NOVAK, J.; CAÑAS, A., **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them**, Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, EUA, 2008.

OCDE – **Manual de Oslo** / FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, 2005, 20 p.

PHAAL, R.; MULLER, G., **An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy**. *Technological Forecasting & Social Change* 76. pg. 39–49, 2009.

PHAAL, R., FARRUKH, C.J.P. and PROBERT, D.R., **T-Plan – The Fast-Start to Technology Roadmapping: Planning Your Route to Success**, *Institute for Manufacturing*, University of Cambridge, Cambridge, UK, 2001.

PROBERT, D.R.; FARRUKH, C. J. P.; PHAAL, R., **Technology Roadmapping Developing a Practical Approach for Linking Resources to Strategic Goals**. *IMechE 2003, Proc. Instn Mech. Engrs Vol. 217 Part B: J. Engineering Manufacture*, pp. 1183-1195. 2003.

PORTER. M. **The Competitive Advantage of Nations**. Press Release. Harvard Business School, 1990.

RODRIGUES, A. N.; COSTA, A. M. A., **Cold Start System Development for Flex Fuel Vehicles**. XVI Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade, São Paulo, 2007

ROSS, S. A., WESTERFIELD, R. W., JORDAN, B. D. **Princípios de Administração Financeira**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

ROSSETTI, A. **Partida a Frio em Motores Flex já é Realidade**. Disponível em www.oficinabrasil.com.br/tecnologia/partida-a-frio-em-motores-flex-ja-e-realidade.html, 2009

ROZEN, M. **Para Os Flex O Céu É O Limite**. Disponível em www.autodata.com.br/modules/revista.php?m=reportagens&recid=3529, acessado em Dezembro de 2009.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para a Melhoria do Processo**. São Paulo. Saraiva, 2006.

SAÉNZ, T.; GARCIA CAPOTE, E. **Ciência, Inovação e Gestão Tecnológica**. CNI/IEL/SENAI/ABIPTI, 136p. Brasília, 2002.

SALES, L. C. M., SODRÉ, J. R., **Optimized Cold Start Auxiliary System for Emissions Reduction in Ethanol-Fuelled Engines**. *Powertrain & Fluid Systems Conference & Exhibition, USA, October 21-24, 2002*

SANTO, Z. N. E. **Etanol: Impactos Sócio-Ambientais de uma Commodity em Ascensão**. Unesp, Araraquara, 2007.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e ciclo econômico**. Primeira Edição, pp. 48-49. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

STORY, V., SAKER, J., SMITH, G. **Forecasting the Future of European Automotive Retailing: A Foresight Vehicle Research Project. SAE 2002-01-0180** Loughborough University Business School, 2002

SZWARC, A. **A Opção pelo Veículo Flex**. União da Indústria de Cana de Açúcar – UNICA. Disponível: www.unica.com.br/opiniao/show.asp?msgCode=%7bBF8E7F1F-1AD0-450D-901A-08B143E368F0%7d, 2002.

TEICH, D. H. **A Consagração Do Carro Flex**. Revista Exame. Disponível em portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0870/negocios/m0082581.html, Junho de 2006.

TSUNOOKA T. et al. **High Concentration Ethanol Effect on SI Engine Cold Startability**, pp. 1969-1977, *Society of Automotive Engineers of Japan and SAE International*, 2007.

VASILASH, G. S. **Ford: The Way Beyond 2000** – disponível em www.autofieldguide.com, acessado em 12/07/2008. 2007.

VIOTTI, E. B. **Inserção de Ciência, Tecnologia e Inovação no Desenvolvimento Brasileiro**, 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília, 2005.

VOLVO, **Corporate Citizenship Report**, pp. 22-23, Volvo Car Corporation. Disponível em www.volvocars.com/citizenship. Suécia, 2005.

VOLPATO O. et al. **Engine Control Module for Flex Fuel plus Compressed Natural Gas Vehicles**, 10 p. SAE Powertrain & Fluid Systems Conference and Exhibition, San Antonio, USA, 2005.

YANG, K.; EL-HAIK, B. **Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development**. 641 p. McGraw-Hill. New York, 2003

YADAV, O. P., GOEL, P. S. **Customer Satisfaction Driven Quality Improvement Target Planning For Product Development in Automotive Industry.** Department of Industrial and Manufacturing Engineering, North Dakota State University, USA. Janeiro, 2008.

WASILOFF, J. M., EL-HAIK, B. **Axiomatic Design Quality Engineering - A Transmission Planetary Case Study.** Proceedings Of Icad2004, The Third International Conference On Axiomatic Design. Coréia Do Sul. Junho, 2004.

APÊNDICES

1 Questionário Estruturado de Pesquisa sobre o SPF

1.1 Problemas de Pesquisa

Percepção do cliente em relação à partida do veículo.

1.2 Objetivos de Pesquisa

- Identificar hábitos dos clientes em relação ao combustível utilizado
- Mensurar a satisfação do cliente em relação a partida do veículo

1.3 Metodologia de Pesquisa

- Tipos de pesquisa:
 - Conclusiva Descritiva: *Survey* Estruturado
 - Meio de pesquisa: Intranet
- Planejamento amostral
 - Proprietários de veículos Flex.
 - Amostra obtida: 574

1.4 Questionário

Q1. Você tem um veículo Flex Fuel?

Q2. Que tipo de veículo você dirige?

Q3. Qual o modelo do seu carro?

Q4. Qual o ano de fabricação do seu carro?

Q5. Qual o tipo de transmissão do seu carro?

Q6. Quantos quilômetros você dirige por dia?

Q7. Qual a quilometragem atual do seu veículo?

Q8. Qual o motor do seu carro?

- Q9. Qual é a sua condução percentagem por tipos de estradas?
- Q10. Qual é o seu principal combustível?
- Q11. Com que frequência você troca de combustível?
- Q12. Você tem ou teve qualquer problema relativo a partida do veículo?
- Q13. Qual combustível você tinha no momento da falha?
- Q14. O motor quente ou frio?
- Q15. O reservatório de partida a frio tinha gasolina no momento da falha?
- Q16. Esta falha se repetiu?
- Q17. Esse problema foi relatado e resolvido pela concessionária?
- Q18. Você poderia descrever falha?
- Q19. Como você classificaria sua satisfação geral com a partida a frio com álcool?
- Q20. Como você classificaria sua satisfação geral com a partida a frio com gasolina?
- Q21. Como você classificaria sua satisfação geral com a dirigibilidade a frio com álcool?
- Q22. Como você classificaria sua satisfação geral com a dirigibilidade a frio com gasolina?
- Q23. Podemos contatá-lo para mais perguntas?
- Q24. Você estaria disposto a participar em uma clínica de mercado?

2 Projeto de Pesquisa de Marketing Para o SPF – Grupo de Foco

2.1 Resumo

Veículos Flex que utilizam altas taxas de etanol (acima de 85%) precisam de um sistema auxiliar de partida quando em ambientes de baixa temperatura (inferior a 13°C). O sistema atual utiliza a injeção de gasolina que fica alojada em um reservatório adicional na parte frontal do veículo. Até 2009, todas as montadoras utilizavam este conceito.

Entretanto, uma nova tecnologia de SPF eliminando o reservatório de gasolina e a necessidade de enchê-lo está sendo proposta por fornecedores de sistema de injeção.

Esta nova tecnologia foi lançada em março de 2009 no mercado em uma série de veículos limitada. Como contraponto, é necessário que o motorista espere a preparação do sistema (aquecimento) para que o mesmo possa dar a partida no veículo.

2.2 Problemas de Pesquisa

Entender a percepção do cliente em relação às novas condições de partida inerentes da nova tecnologia, prós e contras em relação ao SPF atual.

2.3 Objetivos de Pesquisa

- Identificar os atributos percebidos pelos clientes durante a partida do veículo
- Entender a percepção e tolerância do cliente em relação ao tempo de espera da partida
- Experimentar as propostas de acionamento do SPF no evento de partida do veículo

2.4 Metodologia de Pesquisa

- Tipos de pesquisa:

- Fase exploratória: Grupo de foco para discussão dos tópicos relevantes ao funcionamento do SPF;
- Fase conclusiva: Utilizando-se do mesmo evento (clínica), deve ser realizado o experimento prático com os entrevistados

- Planejamento amostral
 - Proprietários de veículos Flex que residam na região Sudeste (São Paulo – SP)
 - 4 mini-grupos de foco.

2.5 Guia da Pesquisa de Tópicos – Grupo de Foco e Experimentação

TEMPO TOTAL: 110 min.

2.5.1 Introdução

(5 minutos)

- a) Apresentação – técnica e moderadora.
- b) Explicar processo de focus groups: infra-estrutura (espelho/ vídeo/ áudio/ time), código de ética e autorização de gravações.
- c) Entrar no tema da discussão: Hoje falaremos do dia-a-dia de vocês no uso de seus carros.
- d) Esclarecer as regras: Todos devem participar! Não há respostas ou colocações certas ou erradas, o que vale é a opinião espontânea de vocês. Vocês estão aqui para expressar a opinião de vocês. Só peço que falem um de cada vez. *Favor desligar todo e qualquer aparelho eletrônico.*
- e) Apresentação dos convidados: nome, profissão, qual carro (marca, modelo, motor, combustível), distância média percorrida diária, onde fica estacionado o carro durante o dia e a noite, etc.

2.6 Dia-a-dia

(25 min)

Vamos falar como vocês levam a vida no dia-a-dia:

- Que horas costumam sair de casa?
- Vocês que tem carro flex, quem só abastece com álcool? E quem coloca álcool e gasolina? Qual a proporção?
- Como vocês costumam ligar o carro? Qual o procedimento que vocês fazem?

- Vocês acham que leva muito tempo para o motor pegar de manhã? E durante o dia? (Cinto de segurança, liga o rádio, marcha engatada, pisa na embreagem, etc.)
- Se sim, vocês sabem ou percebem se tem alguma relação com o tipo de combustível e/ou com a temperatura?
- Vocês sabiam que existe um tanquinho de gasolina na frente do carro? Sabem o motivo? (EXPLICAR, caso não saibam)
- Alguém já teve problemas (ficou com o carro parado sem conseguir dar a partida devido à falta de gasolina) com o reservatório frontal?
- Com que frequência vocês costumam colocar gasolina no reservatório da frente?
- Como vocês fazem para se lembrar de abastecer de gasolina?
- No carro de vocês, tem alguma sinalização no painel ou algum alerta que indique que o reservatório está com pouco combustível?
- Caso não tenham, como imaginam uma sinalização adequada?

2.7 Novo sistema

(40 min.)

- O que vocês achariam se existisse um sistema que não precisasse abastecer o reservatório frontal com gasolina? (EXPLICAR)
- O que vocês acham?

2.8 EXPERIMENTO - Vamos verificar o sistema de forma prática

(40 min)

Levam todos os recrutados para o local onde estão os carros e fazer uma prévia explicação do acionamento do veículo (luz de aquecimento, embreagem, etc.).

Após a explicação, pedir para que cada um entre no carro e ligue o veículo normalmente, repetindo o que normalmente costumam fazer no dia-a-dia. *(NÃO COMENTAR COM NINGUÉM AS IMPRESSÕES)* – Disponibilizar papel e caneta para que cada um faça as anotações sobre as impressões dos veículos

1ª. Rodada

Veículo 1a – Tempo de 2 segundos de espera: Todos passam

Veículo 2 – Tempo de 5 segundos de espera: Todos passam

2ª. Rodada

Veículo 1b – Tempo de 10 segundos de espera: Todos passam

Voltam todos à sala e inicia-se a discussão.

2.9 Impressões do sistema

(20 min.)

- O que vocês acharam do sistema em si?

❖ Aviso do sistema operante:

- E do aviso do sistema operante? É fácil de ser observado/ouvido? Atrapalha o dia-a-dia? Quais vocês preferiram?

Para avisar o motorista que o sistema de aquecimento está em operação, quais alternativas são boas: *(ler um de cada vez e ouvir as impressões)*

- Luzes no painel (sistema de pisca ou contagem regressiva do tempo)
- Sistema LCD (mostrar uma barra de progressão até o término do aquecimento ou um texto de AGUARDAR).
- Sistema de som (comando de voz, liberando a partida ou um beep).
- Alguma outra sugestão?

❖ Aquecimento do sistema:

- E do tempo que leva para acionar o motor? É muito ou pouco tempo? Atrapalha o dia-a-dia? Quais vocês preferiram?
- Neste veículo o aquecimento é feito na chave, assim que ela é girada para acionar o veículo. O que vocês achariam se: *(ler um de cada vez e ouvir as impressões)*
 - Acionamento de abertura das portas (através do controle remoto ou chave);
 - Ter um botão específico no painel de instrumentos para acionar o aquecimento.
 - Alguma outra idéia?

➤ E a embreagem, o que vocês acharam do fato da embreagem estar pressionada para o carro funcionar?

- Vocês preferem o sistema atual ou o novo?
- E sabendo que este novo sistema melhora o nível de emissões do seu veículo e, portanto, é ecologicamente melhor?
- Vocês pagariam a mais por esse novo sistema?
 - Se sim, quanto?
 - Se não, por quê?
- Vocês acham que esse novo sistema seria um diferencial no mercado?
- Vocês dariam preferência a um veículo com este sistema?