

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS - PDPA COM ÊNFASE NO PROJETO DO PROCESSO**

**Dissertação submetida à**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**para a obtenção do grau de**

**MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**ANDRÉA CRISTINA DOS SANTOS**

**Florianópolis, março de 2004.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS - PDPA COM ÊNFASE NO PROJETO DO PROCESSO**

**ANDRÉA CRISTINA DOS SANTOS**

**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA**

**ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA  
Sendo aprovada em sua forma final.**

---

**Orientador – Prof. Fernando Antônio Forcellini**

---

**Coordenador do Curso- Prof. José Antônio Bellini da Cunha Neto**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Presidente da Banca: Prof. André Ogliari  
Departamento de Engenharia Mecânica / UFSC**

---

**Prof. Abelardo Alves de Queiroz  
Departamento de Engenharia Mecânica / UFSC**

---

**Prof. Miguel Fiod Neto  
Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas / UFSC**

"Os sete pecados capitais responsáveis pelas injustiças sociais são: riqueza sem trabalho, prazeres sem escrúpulos, conhecimento sem sabedoria, comércio sem moral, política sem idealismo, religião sem sacrifício e ciência sem humanismo."

*Mahatma Gandhi*

Dedico este trabalho ao meu filho, Diego,  
fonte de minhas inspirações e alegrias.

Aos meus pais Carlos e Noeli,  
por estarem sempre presente.

Ao meu noivo, Rafael,  
principal incentivador  
e ao meu irmão Carlos  
por nossas diferenças.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por eu existir e poder ter oportunidade de conseguir alcançar meus objetivos, nesta jornada.

Ao meu orientador, pelo incentivo e orientação, acreditando no meu potencial como profissional e lembrar-me que só temos liberdade de escolha quando temos mais de uma alternativa.

Aos meus professores, em especial ao Professor André Ogliari, que permitiu iniciar meus primeiros passos na vida acadêmica através do estágio de docência.

Aos colegas do NeDIP, pela convivência neste período, cada qual buscando o seu melhor em seus trabalhos e com esperança no futuro. E em especial aos colegas Cíntia, Brasil, Marcelo, Ivo, Edson, Luis Fernando pelas conversas que contribuíram com certeza na elaboração deste trabalho.

As empresas que permitiram fazer a troca de informações, possibilitando uma integração dos conhecimentos. Em especial Cristina, Isolde, Jaime, Dorotéia, Amélia e Mario, que mesmo dentro da correria da empresa não hesitaram em me ajudar.

Ao Departamento de Engenharia Mecânica por aceitar a proposta de pesquisa e aos funcionários, por colaborarem para o andamento das atividades, em especial a Ana Maria que sempre atendeu com presteza quando preciso.

A CAPES, pelo apoio financeiro dado à realização deste trabalho sem o qual, certamente, não seria possível realizá-lo no tempo previsto.

A todos que de uma forma ou outra contribuíram com a realização deste trabalho e a convivência neste período.

Muito Obrigada

*Andréa Cristina dos Santos*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE QUADROS .....	xii
SIMBOLOGIA .....	xiv
RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CÁPITULO I - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 A indústria de alimentos e o processo de desenvolvimento de produtos .....	1
1.2 Justificativas e contribuições .....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo geral .....	5
1.3.2 Objetivo específico .....	5
1.4 Limitações do trabalho .....	6
1.5 Estrutura da dissertação .....	6
CÁPITULO II – ESTADO DA ARTE.....	8
2.1 Processo de desenvolvimento de produtos .....	8
2.2 Modelos de PDP para alimentos .....	10
2.2.1 Modelo de FULLER (1994) .....	13
2.2.2 Modelo de RUDOLPH (1995) .....	14
2.2.3 Modelo de EARLE (1997) .....	16
2.2.4 Modelo de POLIGNAMO (2001) .....	18
2.2.5 Modelo de PENSO (2003).....	19
2.2.6 Comentários sobre os modelos de PDPA .....	22
2.3 Modelos de PDP de outras áreas de conhecimento .....	24
2.3.1 Modelo usado pelo NeDIP- Modelo consensual .....	24
2.3.1.1 Projeto informacional .....	26
2.3.1.2 Projeto conceitual .....	26
2.3.1.3 Projeto preliminar .....	27
2.3.1.4 Projeto detalhado .....	28
2.3.2 Modelos de PDP na indústria química .....	30
2.3.2.1 Modelo de COULSON & RICHARDONS (1993) .....	31
2.3.2.2 Modelo de ULRICH (1984) .....	32
2.3.2.3 Modelo de BISIO & KABEL (1985) .....	33

2.3.2.4 Modelo de BENJAN et al (1996) .....	34
2.3.2.5 Comentários sobre os modelos de PDP na indústria química .....	37
2.4 Métodos e ferramentas de apoio ao PDP .....	39
2.4.1 Sistemática para seleção de tecnologia baseada nas necessidades dos consumidores ....	39
2.4.2 QFD – Desdobramento da Função Qualidade .....	42
2.4.2.1 QFD na indústria de alimentos .....	43
2.4.2.2 Considerações sobre o uso do QFD no PDPA .....	48
2.4.3 Espiral do desenvolvimento.....	48
2.4.4 Matriz dos atributos .....	49
2.4.5 Pesquisa de necessidades .....	50
2.4.6 Painel de consumidores .....	50
2.4.7 Análise sensorial.....	51
2.4.8 Projeto de experimentos .....	53
2.4.9 <i>Benchmarking</i> .....	54
2.4.10 <i>Brainstorming</i> .....	54
2.4.11 Sinética .....	55
2.4.12 MESCRAI .....	56
2.4.13 TRIZ .....	56
2.4.14 Declaração para o produto .....	59
2.4.15 Matriz morfológica .....	61
2.4.16 Técnicas de seleção .....	62
2.4.16.1 Avaliação baseada no julgamento de viabilidade.....	62
2.4.16.2. Avaliação baseada na disponibilidade imediata de tecnologia.....	62
2.4.16.3 Avaliação baseada no passa/não passa .....	63
2.4.16.4 Método de PUGH .....	63
2.4.17 Análise de valor .....	63
2.4.18 Simulação .....	64
2.4.19 Ferramentas de qualidade .....	65
2.4.20 Estimativas de custos.....	65
2.4.21 Comentários sobre o estado da arte .....	66
CAPÍTULO III – PESQUISA DE CAMPO.....	68
3.1 Elaboração do roteiro de entrevista .....	68
3.2 Seleção das empresas .....	69
3.3 Aplicação do questionário .....	70

3.4 As empresas pesquisadas.....	71
3.5 Resultados obtidos.....	72
3.5.1 Empresa A.....	72
3.5.2 Empresa B.....	73
3.5.3 Empresa C.....	74
3.5.4 Empresa D.....	75
3.5.5 Métodos e ferramentas usados pelas empresas pesquisadas.....	76
3.6 Comentários sobre os dados da pesquisa de campo.....	77
CAPÍTULO IV – PROPOSIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA.....	80
4.1 O modelo de referência para o PDPA.....	80
4.2 Fase de projeto informacional.....	85
4.3 Fase de projeto conceitual.....	95
4.4 Fase de projeto preliminar.....	105
4.5 Fase de projeto detalhado.....	114
4.6 Fase de preparação para produção.....	119
4.7 Considerações finais sobre o modelo desenvolvido.....	125
CAPÍTULO V – AVALIAÇÃO DO MODELO.....	128
5.1 Elaboração do questionário de avaliação.....	128
5.2 Empresas avaliadoras.....	129
5.3 Resultados e discussão da avaliação do modelo.....	130
5.4 Considerações finais sobre a avaliação do modelo.....	137
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
BIBLIOGRAFIA.....	148
APÊNDICE A – Desdobramento das funções básicas até os princípios de solução.....	151
APÊNDICE B – Roteiro de entrevista.....	152
APÊNDICE C – R 1 ( Roteiro de estudo informativo de projeto).....	154
APÊNDICE D – R 2 (Roteiro de levantamento das principais necessidades dos clientes) ...	156
APÊNDICE E – Questionário de avaliação do modelo.....	157
GLOSSÁRIO.....	160

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos para a indústria de máquinas agrícolas - PDMA. Fonte: adaptado de ROMANO (2003).....	3
Figura 2 – Estrutura de desdobramento do trabalho.....	7
Figura 3 – Efeitos das diferentes fases do ciclo de vida sobre o custo do produto. Fonte: BLANCHARD & FRABRYCKY (1990) .....	9
Figura 4 – Fase de desenvolvimento do produto. Fonte: adaptado de FULLER (1994).....	14
Figura 5 – Modelo de PDP para indústria de alimentos. Fonte: adaptado de RUDOLPH (1994) .....	15
Figura 6 – Modelo do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. Fonte: adaptado de PENSO (2003).....	22
Figura 7 – Modelo da fase de projeto do produto. Fonte: FORCELLINI (2002) .....	25
Figura 8 - Etapa de projeto informacional. Fonte: adaptado de FONSECA (2000) .....	26
Figura 9 – Etapa de projeto conceitual. Fonte: adaptado de FORCELLINI (2002).....	27
Figura 10 – Etapa de projeto preliminar. Fonte: adaptado de FORCELLINI (2002).....	28
Figura 11 – Etapa de projeto detalhado. Fonte: adaptado de FORCELLINI (2002).....	29
Figura 12 – O processo de projeto na indústria química. Fonte:COULSON & RICHARDSON'S (1993). .....	31
Figura 13 – Passos no desenvolvimento de um sistema químico. Fonte: BISIO & KABEL (1985). .	34
Figura 14 – Modelo de projeto de sistemas térmicos. Fonte: BENJAM et al. (1996).....	36
Figura 15 – Sistemática para seleção de tecnologia baseada nas necessidades dos consumidores Fonte: LINEMANN et al (1999).....	41
Figura 16 – Casa da qualidade. ....	42
Figura 17 – Modelo de ASI – QFD. Fonte: BENNER et al. (2003).....	43
Figura 18 – Espiral do desenvolvimento. Fonte: adaptado de FONSECA (2000).....	49
Figura 19 - Matriz de atributos de um produto alimentício. Fonte: PENSO (2003) .....	50
Figura 20 – Esquema da metodologia para a pesquisa dos princípios de solução para alimentos. Fonte: BARBIER et al. (2002). .....	58
Figura 21 – Exemplo para declaração do produto.....	60
Figura 22– Exemplo da matriz morfológica.....	61
Figura 23 - Técnicas de avaliação Fonte: FORCELLINI (2002). .....	62
Figura 24 – Matriz de decisão Fonte: FORCELLINI (2002).....	63
Figura 25 – Componentes do custo de produção. Fonte: adaptado de ULRICH & EPPINGER (1995). .....	66

Figura 26 – Fluxograma do PDP das empresas entrevistadas .....	79
Figura 27 – Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. Fonte: adaptado ROMANO (2003) .....	82
Figura 28 – Modelo de referência para o PDPA .....	84
Figura 29 – Representação detalhada de cada fase do modelo de referência.....	84
Figura 30 – Fluxograma geral da fase de projeto informacional.....	85
Figura 31 – Fase de projeto informacional.....	86
Figura 32 – Atividade de levantar informações para o projeto do produto.....	87
Figura 33 – Atividade de detalhar o ciclo de vida do produto .....	87
Figura 34 – Atividade de desdobramento da função qualidade, 1º matriz do QFD.....	88
Figura 35 – Atividade detalhas as especificações de projeto do produto.....	89
Figura 36 – Levantar informações sobre o projeto do processo.....	90
Figura 37 – Atividade detalhar as necessidades dos clientes internos envolvidos no projeto do processo .....	90
Figura 38 – Atividade desdobramento da função qualidade (QFD).....	91
Figura 39 – Atividade de levantar as informações para as especificações técnicas de projeto do processo .....	92
Figura 40 – Atividade de desenvolver estratégias de envolvimento de fornecedores de equipamentos.....	93
Figura 41 – Elementos que compõem um produto alimentício.....	95
Figura 42 – Fase de projeto conceitual. ....	96
Figura 43 – Atividade de gerar idéias para os elementos de um produto alimentício .....	97
Figura 44 – Atividade de desenvolver alterantivas para formulação do produto .....	99
Figura 45 – Atividade desenvolver alteranativas para o processo de produção.....	100
Figura 46 – Atividade preparar alternativas para teste de formulação.....	101
Figura 47 – Atividade executar e analisar amostras do teste T0.....	102
Figura 48 – Atividade selecionar concepção do produto e processo .....	103
Figura 49 – Fase de projeto preliminar.....	106
Figura 50 – Atividade de definição da estrutura do processo de produção.....	107
Figura 51 – Atividade de detalhamento do leiaute do processo de produção .....	109
Figura 52 – Atividade decidir por fazer ou comprar .....	110
Figura 53 – Atividade de fazer simulação do processo.....	111
Figura 54 – Atividade realizar testes de produtos em linhas pilotos ou planta industrial .....	113
Figura 55 – Fase de projeto detalhado.....	114

Figura 56 – Atividade detalhar o projeto da planta de produção industrial .....	116
Figura 57 – Atividade de finalizar e atualizar documentos e desenhos.....	117
Figura 58 – Fase de preparação para a produção.....	120
Figura 59 – Atividade elaborar documentos para produção.....	122
Figura 60 – Atividade elaborar documentos técnicos .....	123
Figura 61 – Desdobramento da atividade de produzir lote piloto .....	123
Figura 62 – Documentos, métodos e ferramentas de apoio do modelo desenvolvido .....	127
Figura 63 – Avaliação do modelo de referência.....	133

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação para o PDP de acordo com o produto em desenvolvimento e o tipo de empresa. Fonte: ULRICH & EPPINGER (1995).....	10
Quadro 2 - Classificação dos alimentos baseados nas tendências do PDP. Fonte: Adaptado de FULLER (1994).....	11
Quadro 3.- Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos. Fonte: EARLE (1997).....	17
Quadro 4 – Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos. Fonte: adaptado de PENSO (2003) .....	20
Quadro 5 – Dedobrimento das atividades das fases de desenvolvimento dos modelos de PDPA .....	23
Quadro 6 – Métodos e ferramentas sugeridos pelos autores .....	23
Quadro 7 – Atividades e ferramentas da fase de concepção. Fonte: ULRICH (1984).....	32
Quadro 8 – Principais atividades para o projeto do processo na indústria química sob abordagem de diferentes autores .....	38
Quadro 9 – Tipos de consumidores e principais características e preferência dos alimentos Fonte: LINEMANN et al. (1999) .....	40
Quadro 10 – Revisão da literatura sobre o QFD na indústria de alimentos .....	44
Quadro 11 – Clientes do projeto. Fonte: Fonseca (2000) .....	49
Quadro 12 – Princípios inventivos da TRIZ aplicados no PDPA. Fonte: WINKELESS & MANN (2001) .....	57
Quadro 13 – As cinco funções principais operações unitárias usadas no processamento de alimentos. Fonte: BARBIER et al. (2002) .....	57
Quadro 14 – Desdobramentos dos elementos de um produto alimentício .....	60
Quadro 15 – Fases do projeto e o que deseja se saber.....	70
Quadro 16 – Perfil geral das empresas pesquisadas .....	71
Quadro 17 – Resumo dos métodos e ferramentas utilizados pelas empresas.....	76
Quadro 18 – Principais atividades realizadas no PDP das empresas entrevistadas.....	78
Quadro 19 – Detalhamento da atividade elaboração do plano de projeto informacional .....	86
Quadro 20 – Detalhamento da atividade atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e as lições aprendidas – Projeto informacional .....	94
Quadro 21 – Desdobramento dos elementos de um produto alimentício.....	95
Quadro 22 – Detalhamento da atividade elaborar o plano de projeto conceitual .....	96

Quadro 23 – Detalhamento da atividade de geração de idéias para a declaração do produto..	98
Quadro 24 – Detalhamento da atividade monitorar informações de fonte internas e externas – Projeto conceitual.....	103
Quadro 25 – Detalhamento da atividade atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e as lições aprendidas – Projeto Conceitual.....	104
Quadro 26 – Detalhamento da atividade elaborar o plano de projeto preliminar.....	106
Quadro 27 – Detalhamento da atividade monitorar informações de fonte internas e externas – Projeto preliminar.....	112
Quadro 28 – Detalhamento da atividade atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e as lições aprendidas – Projeto preliminar .....	112
Quadro 29 – Detalhamento da atividade elaborar o plano de projeto detalhado.....	115
Quadro 30 – Detalhamento da atividade de elaboração do plano de projeto co-desenvolvimento.....	115
Quadro 31 – Detalhamento da atividade monitorar informações de fonte internas e externas – Projeto detalhado.....	118
Quadro 32 – Detalhamento da atividade atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e as lições aprendidas – Projeto preliminar .....	118
Quadro 33 – Detalhamento da atividade elaborar o plano de instalação industrial .....	120
Quadro 34 – Detalhamento da atividade elaborar o plano de preparação para produção .....	121
Quadro 35 – Desdobramento das tarefas de produzir lote piloto .....	125
Quadro 36 – Perfil geral das empresas avaliadoras.....	129
Quadro 37 – Perfil dos avaliadores da empresa A .....	130
Quadro 38 – Perfil dos avaliadores da empresa B.....	130
Quadro 39 – Avaliação do modelo pela empresa A .....	131
Quadro 40– Avaliação do modelo pela empresa B .....	132
Quadro 41 – Resultado da avaliação, média por questão e por avaliador.....	132
Quadro 42 – Conhecimentos sobre os métodos e ferramentas de apoio na empresa A .....	135
Quadro 43 – Conhecimentos sobre os métodos e ferramentas de apoio na empresa B .....	136

**SIMBOLOGIA**

APPCC	Análise de Perigos e Pontos Controle
BPL	Boas Práticas de Laboratório
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CEP	Controle Estatístico de Processo
CP	Controle de Pragas
CV	Ciclo de vida do produto (fases do projeto a retirada no mercado)
FMEA	Análises dos Modos de Falhas e seus Efeitos ( <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> )
HS	Higiene e Sanitização
ISO	Organização Internacional para Normalização ( <i>Internacional Standartion Organization</i> )
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PDPA	Processo de Desenvolvimento de Produtos Alimentícios
PO	Procedimentos Operacionais
QE	Qualidade Exigida
QFD	Desdobramento da Função Qualidade ( <i>Quality Function Development</i> )
RPP	Requisitos de Projeto do Produto
RPPRO	Requisitos de Projeto do Processo
R1	Roteiro de Estudo Informativo de Projeto
R2	Roteiro de Levantamento das Principais Necessidades dos Clientes
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente
TRIZ	Teoria da Solução Inventiva de Problemas ( <i>Theory of Inventive Problem Solving</i> )
T0	Teste de formulação teórica do produto
T1	Teste de protótipo (produto e processo)
T2	Teste de produto realizado na planta

## RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios (PDPA). Este enfatiza a integração dos conhecimentos de projeto de produto com os conhecimentos de projeto de processo (transformação do alimento). O modelo foi elaborado com base no estudo sobre o emprego de metodologias de projeto de produtos industriais, e através de pesquisa de campo sobre as atividades de projeto na indústria de alimentos.

As constantes mudanças no mercado, à competitividade entre as empresas, a complexidade envolvida no desenvolvimento de novos produtos e a necessidade crescente de maiores índices de qualidade com menores custos, exigem das empresas maior eficiência e maior eficácia no processo desenvolvimento de produtos. Portanto, o PDPA necessita de pesquisa, planejamento, controle, investimento, gerenciamento, modelos sistemáticos e ferramentas de apoio para que as empresas atinjam seus objetivos através do lançamento de novos produtos. Contudo, através do estudo da literatura e entrevistas em empresas de alimentos constatou-se que as metodologias propostas para o PDPA apresentam algumas lacunas, principalmente no que se refere à interface entre o projeto do produto e o projeto do processo.

Neste estudo, os modelos do NeDIP (Núcleo de desenvolvimento integrado de produtos da UFSC) e o modelo de PENSO (2003) foram tomados como base para a concepção do PDPA. Entretanto, devido o foco do trabalho ser o projeto do processo e os modelos citados não explorarem essa natureza interativa entre o projeto do produto e o projeto do processo, outros modelos também foram estudados.

O modelo proposto está desdobrado em fases, atividades e tarefas. Cada tarefa apresenta um conjunto de informações de entradas e saídas. No final de cada fase são registradas as lições aprendidas e realiza-se uma avaliação para verificar a viabilidade da continuidade do projeto.

Um dos pontos fortes do modelo proposto, identificado através de avaliações em empresas de alimentos, é o emprego de métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução das atividades, auxiliando na tomada de decisão ao longo de todo o PDPA. Nestas empresas, também foi possível avaliar a contribuição do modelo como ferramenta educacional na capacitação de profissionais. Constatou-se também que uma das principais vantagens do modelo é sua possibilidade de utilização por empresas de alimentos, independente do tamanho, possibilitando a organização das informações e o planejamento do tempo e dos recursos envolvidos no PDPA.

Tão importante quanto a sua utilização nas empresas é sua adoção como ferramenta educacional no ensino sobre metodologias de projeto de produtos alimentícios, cujo referencial teórico e complexidade ainda não são totalmente conhecidos de forma integrada e sistematizada. Contribui desta forma no aperfeiçoamento pessoal tanto nos cursos de graduação como pós-graduação.

Para alcançar os resultados obtidos, foram realizadas adaptações dos métodos e ferramentas de acordo com as necessidades da indústria de alimentos. Estas adaptações tornam possível sua utilização por outros processos da empresa além do PDPA.

Além disso, o modelo proposto por abordar de maneira particular o projeto do processo, serve como referência para o projeto de equipamentos para indústria de alimentos, integrando os conhecimentos de projeto de sistemas técnicos com os conhecimentos de processos químicos e microbiológicos.

## ABSTRACT

This work introduces a reference model to food development process (FDP). It focuses on integration between the knowledge of product design and the knowledge of process design (food transformation). The model was based on studies about the use of design methodologies for industrial products, as well as on field research about design activity in food industry.

The market's constant changes, the competition among companies, the complexity required in the development of new products and the increasing necessity pressure for a more effective low-quality cost, ratio, lead companies to seek higher effectiveness and efficiency in the process of product development. Hence FDP needs research, planning, control, investment, management, system models and supporting tools so that companies may meet their goals by launching new products. Nevertheless, through the literature review and interviews at food companies it was verified that methodologies proposed by FDP present some shortcomings, principally regarding the interface between product design and process design.

In this study the NeDIP models (Center of UFSC Integrated Product Development) as well as PENSO (2003) model were the basis to devise FDP. However, as the work was focused on the process design and those models do not contemplate the interactive nature between product design and process design, other models were also studied.

The proposed model unfolds into phases, activities and tasks. Each task presents a set of input/output information. At the end of each phase, the learned lessons are registered. In addition, an evaluation is done to assess the feasibility of the project.

One of outstanding points of the proposed model identified through the evaluation carried out in food companies is the use of methods, tools and supporting documents for the implementation of activities, which help decision-making throughout the FDP. At these companies, the contribution of the model as an educational tool in professional training was also assessed. In addition, it was evidenced that a significant advantage of the model is possibility to be used by food companies, regardless of their size, enabling information organization as well as time and resources planning.

This model is as important in this utilization by companies as it is for the use as an education tool in teaching food product design technologies, whose theoretical references and complexity are not thoroughly known in an integrated and systematic way. Therefore it contributes to personal development, both in undergraduate and graduate courses.

In order to achieve the final results, methods and tools adaptations were carried out according to the needs of food industry. These adaptations enable its utilization by other company processes besides FDP.

Moreover, because of the proposed model's particular approach to the process design, it serves as a reference to the equipment design for the food industry, by integrating the knowledge of technical systems design with the knowledge of chemical and microbiological processes.

Key-words: product development, food design, process design.

### 1.1 A indústria de alimentos e o processo de desenvolvimento de produtos:

A principal função dos alimentos é fornecer os nutrientes para a manutenção da vida. Os alimentos também são fontes de nutrientes para os microrganismos que necessitam de calor, alimento e tempo para se desenvolverem. A perecibilidade de um alimento é determinada na medida em que suas características intrínsecas apresentam fatores que favoreçam a proliferação desses microrganismos. Os processos de transformação de alimentos “*in natura*”, em alimentos processados, iniciaram quando o ser humano passou a usar procedimentos para aumentar o tempo de vida útil do alimento, diminuindo a ação dos microrganismos através dos métodos de conservação por salga, cozimento e outros, ainda na idade média. Outros procedimentos como as fermentações deram origem a outros alimentos (vinho, cerveja, iogurte). Ao longo da história da indústria de alimentos os processos de transformação foram responsáveis pela introdução de novos produtos.

Durante os primeiro 50 anos do século passado, o desenvolvimento de produtos foi o responsável por inovações na época tais como: alimentos congelados, enlatados, panificação mecanizada, pasteurização do leite e hidrogenação de óleos. Nesta época, a principal preocupação do *Marketing* era vender grandes quantidades de produtos a baixo custo.

Os aspectos chaves que estimularam a evolução do processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos nos últimos 100 anos foram (EARLE, 1997):

- O desenvolvimento tecnológico dos processos de produção, métodos de conservação e canais de distribuição de alimentos;
- Maior ênfase no marketing, desenvolvimento de novas formulações e produção *on-line*;
- Pesquisa de mercado voltada para as necessidades dos consumidores e desenvolvimento de novos ingredientes;
- Integração entre *Marketing* e P&D e novas tecnologias.

A principal razão para as empresas desenvolverem novos produtos deve-se principalmente ao fato que os novos produtos abrem caminhos para as empresas manterem-se lucrativas e sobreviverem no mundo globalizado e competitivo (FULLER, 1994).

Contudo, sob o ponto de vista das organizações, a complexidade envolvida para desenvolver novos produtos, a interação com diferentes domínios de conhecimento e a diversidade de conhecimentos necessários para desenvolver um novo produto, exigem a formação de uma equipe diferenciada, que introduz problemas de organização e comunicação.

Além disso, as empresas necessitam desenvolver os produtos em um menor tempo possível, com maior qualidade e menores custos, devido à alta competitividade do mercado.

A atividade de desenvolver novos produtos necessita de planejamento, pesquisa, controle e uso de métodos sistemáticos, capazes de integrar e otimizar os diferentes aspectos envolvidos. O uso de modelos sistemáticos, apoiados por métodos e ferramentas, auxilia as equipes de projeto a resolver problemas durante o desenvolvimento, fornecendo ferramentas conceituais à equipe de desenvolvimento para organizarem o PDP de maneira efetiva e eficiente.

As sugestões de uma abordagem de engenharia simultânea para conduzir as atividades de desenvolvimento de produto nas empresas, sob as perspectivas de melhor fluxo das informações, melhor qualidade, menor tempo e menores custos de desenvolvimento, vêm sendo propostas na literatura de projeto de produtos (HARTLEY, 1992; CLAUSING, 1995; BRANCO, 1998; BELLGRAN & ARESU, 1999; EVERSHEIM et al., 1997). Todavia, ainda é um desafio para as organizações trabalhar de acordo com os preceitos da engenharia simultânea. Muitas empresas tendem ao processo de desenvolvimento seqüencial no qual a opinião da produção é ouvida somente na fase de lançamento do produto ou de testes iniciais, ou seja, quando a fase de desenvolvimento de produto já se encontra encerrada.

O projeto do produto e o projeto do processo estão dentro de um contexto mais abrangente que o processo de negócio chamado de processo de desenvolvimento de produtos. O processo de desenvolvimento de produtos é o processo pelo qual uma organização transforma as informações técnicas em informações para a fabricação de um produto comercial. Segundo os preceitos da engenharia simultânea, o projeto do produto e o projeto do processo devem ocorrer de forma integrada, empregando-se melhores práticas de projeto, resultando em um menor tempo de desenvolvimento, aumento da qualidade e redução de custo dos produtos durante seu ciclo de vida.

A figura 1 destaca os diferentes domínios de conhecimentos envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos, interagindo com os diferentes domínios de conhecimento nas fases de projeto.

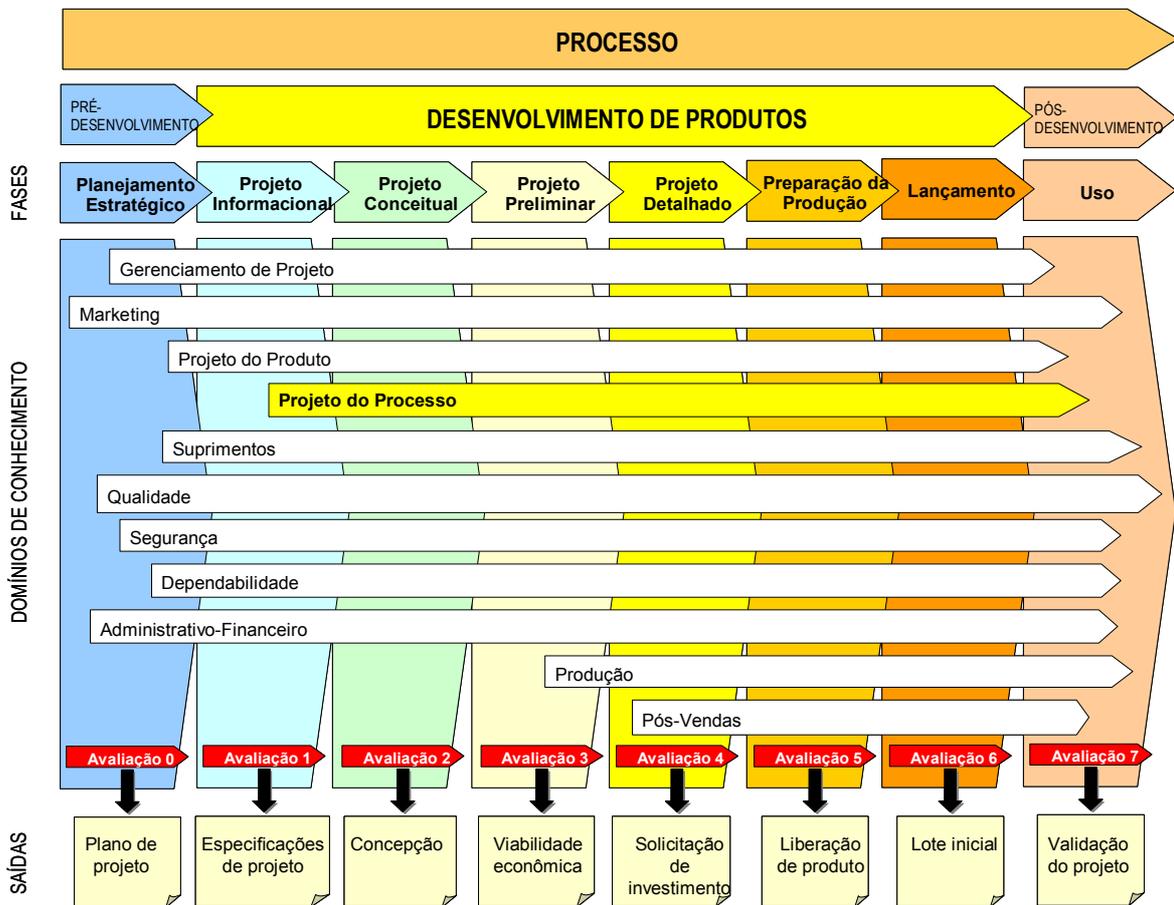


Figura 1 - Modelo para o processo de desenvolvimento produtos para a indústria de máquinas agrícolas -PDMA. Fonte: adaptado de ROMANO (2003).

Apesar do reconhecimento da sua importância o projeto do processo não tem sido enfocado com a mesma extensão que o projeto de produtos. Metodologias de projeto têm sido desenvolvidas desde 1960, porém, pouca ênfase tem sido dada ao projeto do processo (BELLGRAN & ARESU, 1999). Além disso, as metodologias de projeto para produtos alimentícios apresentam lacunas, não abordando o tema em profundidade, enfocando o “que fazer” e pouco “como fazer”, pois, os métodos e ferramentas de apoio não acompanham os modelos apresentados na literatura.

Diante deste contexto, surgiu a oportunidade de integrar a metodologia de projeto, proposta inicialmente por PAHL & BEITZ (1996) e aprimorada pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NeDIP) da UFSC, com metodologias de projeto utilizadas por outras áreas de conhecimento e com a prática das empresas. Como resultado desta integração tem-se um modelo para o projeto do processo para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios (PDPA) que é mais completo e integrado devido à sistematização das fases de projeto e suas ferramentas de apoio.

## 1.2 Justificativas e contribuições

Os movimentos de aumento da concorrência, as rápidas mudanças tecnológicas, a diminuição do ciclo de vida dos produtos e maior exigência por parte dos consumidores demandam das empresas agilidade, produtividade e alta qualidade que dependem, necessariamente, da eficiência e eficácia do processo de desenvolvimento de produtos utilizado pelas empresas. A importância estratégica do desenvolvimento de produtos/processos para a competitividade das empresas tem sido evidenciada, tanto na literatura quanto na prática, por muitos autores e por diversos exemplos práticos.

Atualmente, existem poucos referenciais teóricos sobre como projetar o processo de modo integrado ao desenvolvimento de produtos. A literatura referente ao sistema de manufatura está focalizada na discussão do tema de forma independente do processo de desenvolvimento de produtos. Autores como BLANCHARD & FABRYCKY (1990); CLARK & FUGIMOTO (1991); CLAUSING (1995); FULLER (1994), MATZ (1994) não abordam o tema com profundidade.

Ainda existe nas empresas uma grande lacuna relacionada com o que deve ser feito e o que é praticado na realidade. Problemas como o distanciamento entre área de projetos e os setores produtivos, informações que não chegam até as áreas produtivas e a carência de métodos e técnicas durante o processo de desenvolvimento do produto, ainda são freqüentes nas empresas (BOAN, 1998).

Para lançar novos produtos, um caminho para a indústria de alimentos é inovar os processos de transformação. No entanto, constatou-se que a grande maioria dos produtos existente no mercado são extensões de linha, produzidos por sistemas de manufatura universais. Como na literatura de desenvolvimento de produtos e de sistemas de manufatura o assunto é pouco explorado, este trabalho tem por objetivo expor a maneira como o projeto do processo pode ser inserido no processo de desenvolvimento de produtos das indústrias de alimentos.

Os equipamentos disponíveis para pequenas e médias empresas de alimentos geralmente não atendem às suas necessidades. São inadequados no contexto socioeconômico e tecnológico, apresentando problemas na operação e na manutenção, com escalas e usos inapropriados para alimentos de origem de climas diferentes. As equipes de projetos, que não são multidisciplinares, a exemplo dos compostos apenas por representantes da área mecânica, possuem uma carência de entendimento dos princípios da ciência básica envolvidos no processamento de alimentos, tais como química e biologia, que ajudam na geração de novos processos e na modificação dos existentes. A carência de métodos e técnicas para o processo de desenvolvimento de produtos faz com que os projetistas tendam a protótipos baseados

somente em seus domínios de conhecimento, não havendo inovação nos produtos desenvolvidos (BARBIER, 2002).

A justificativa para o tema proposto deve-se ao fato que os modelos encontrados na literatura não dão ênfase ao projeto do processo, e o detalhamento necessário para realizar as atividades envolvidas no PDPA. Não apresentam as ferramentas e técnicas, que ajudam na execução das atividades, auxiliando na redução dos riscos e o tempo de desenvolvimento de um novo produto.

### **1.3 Objetivos**

Os objetivos desta dissertação estão fundamentados na importância da sistematização dos conhecimentos envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Este trabalho de pesquisa consiste na proposição de um modelo de referência para o processo desenvolvimento de produtos alimentícios (PDPA) com foco no projeto do processo. Com ênfase nas atividades, métodos e ferramentas de apoio.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Aprofundar os aspectos teóricos e práticos sobre o projeto do processo e o projeto do produto dentro do PDP, com a finalidade de propor um modelo de referência consistente e adequado às necessidades e particularidades da indústria de alimentos;
- b) Definir e sistematizar as atividades envolvidas no projeto do produto e processo;
- c) Estudar, adaptar e propor ferramentas auxiliares, com a finalidade de levantar o máximo de informações possíveis e dados que auxiliem as equipes de projeto na tomada de decisões durante o projeto do produto e processo;
- d) Fazer com que o projeto do processo junto com o projeto do produto seja considerado no início do processo de desenvolvimento de produtos, na fase de projeto informacional;
- e) Coletar informações sobre a prática do projeto de produto e processo nas empresas de alimentos;
- f) Avaliar o modelo de referência junto a empresas de alimentos;
- g) Avaliar e discutir os resultados obtidos na avaliação do modelo proposto e fazer adaptações, se necessário;
- h) Propor possíveis temas de pesquisa para futuros trabalhos.

#### **1.4 Limitações do trabalho**

O processo de desenvolvimento de produtos envolve diferentes domínios de conhecimento, conforme ilustra a figura 1, como gerenciamento de projeto, qualidade e suprimentos. O presente trabalho limitar-se-á às atividades envolvidas no projeto do processo para o desenvolvimento de um novo produto focalizando a interfase produto e processo.

#### **1.5 Estrutura da dissertação**

A dissertação está estruturada em seis capítulos: neste capítulo inicial, Capítulo I - Introdução faz-se uma breve apresentação do trabalho, destacando-se a importância do tema, a justificativa para o tema proposto, a identificação do problema, os objetivos, a metodologia, as limitações da pesquisa e a estrutura de trabalho. Desta maneira pretende-se identificar e delimitar o problema em estudo, e permitir a formulação de diretrizes que deverão nortear o rumo da dissertação.

O Capítulo II: Estado da arte, apresenta a informação relativa à área de domínio da dissertação que dará suporte à realização da mesma. O estudo abrange o levantamento bibliográfico dos modelos e metodologias existentes para o projeto do processo, os métodos e as ferramentas de suporte para o processo de desenvolvimento de produtos, os termos técnicos e as particularidades da indústria de alimentos. Desta maneira, pretende-se levantar o referencial teórico para elaboração do modelo.

O Capítulo III: Pesquisa de campo, compreende o levantamento de informações a respeito de como o projeto do processo ocorre nas empresas brasileiras, quais são as principais atividades e as ferramentas de suporte. Realizado através de entrevista semi-estruturada com as equipes de desenvolvimento de produtos.

O Capítulo IV: Proposição do modelo de referência, apresenta com base nos conhecimentos adquiridos, um modelo de referência para o PDPA com ênfase no projeto do processo, estruturado em fases, atividades e tarefas, apresentando as principais entradas, e saídas, os métodos e ferramentas e documentos de apoio de cada tarefa.

O Capítulo V: Avaliação do modelo, por meio de uma avaliação realizada com representantes de empresas de alimentos, foi possível medir a contribuição e aplicação do modelo na indústria de alimentos bem como sua aplicação como ferramenta educacional na capacitação de profissionais.

O Capítulo VI: Conclusão, compreende a recapitulação resumida dos resultados e da discussão do tema de pesquisa em estudo. Apresenta as deduções lógicas e correspondentes aos objetivos propostos, ressaltando o alcance e conseqüências da contribuição da pesquisa e

o seu mérito, baseado em dados comprovados. Contém a indicação de problemas e recomendações de novos estudos.

Através das informações do capítulo I, Introdução, têm-se as diretrizes para o desenvolvimento deste documento. O capítulo II, Estado da Arte, corresponde à base teórica para conceber o modelo. O capítulo III corresponde ao conhecimento prático para conceber o modelo. Através da convergência destes três capítulos se elaborará o capítulo IV, proposição do modelo de referência. Contudo o modelo necessita ser avaliado, objeto do capítulo V. O capítulo VI traz as conclusões obtidas durante o desenvolvimento deste trabalho. A figura 2 ilustra a estrutura de desdobramento do trabalho.

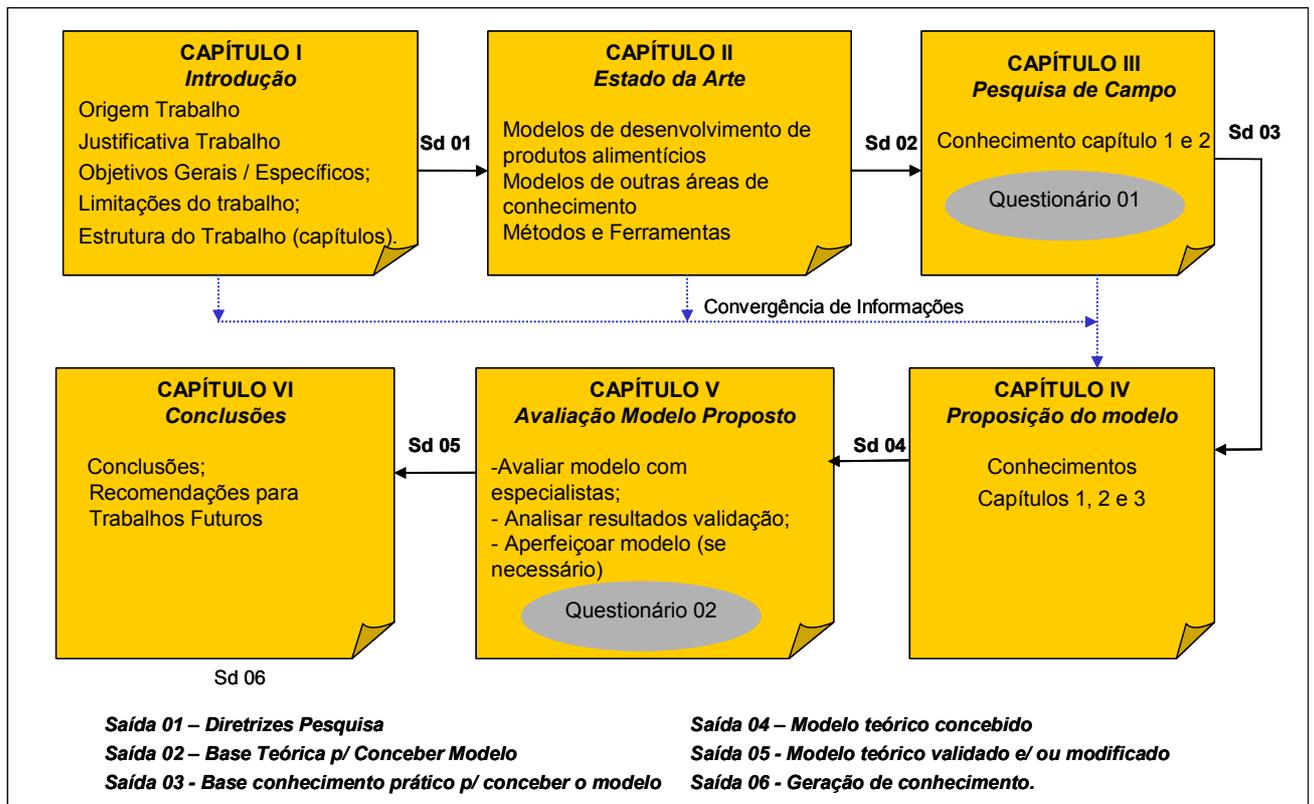


Figura 2 - Estrutura de desdobramento do trabalho

O objetivo deste capítulo é realizar um estudo sobre o estado da arte do PDPA com foco no projeto do processo, visando aprofundar os conhecimentos sobre o assunto em questão e levantar subsídios para o desenvolvimento e a sistematização de um modelo. Está estruturado em duas partes: a primeira parte aborda os modelos de desenvolvimento de produtos e a segunda parte os métodos e ferramentas de apoio que contribuem para a execução das atividades. Para tanto, buscou-se fazer uma análise crítica dos modelos encontrados e das ferramentas empregadas, considerando as particularidades presentes na indústria de alimentos.

Na primeira parte, apresenta-se inicialmente uma introdução geral sobre o PDP e o estudo sobre os modelos de PDPA para saber quais são as atividades do projeto do processo inseridas no PDPA. Em função dos modelos de PDPA estudados não apresentarem em detalhes as atividades do projeto do processo, isto é “o que fazer”, e os métodos e as ferramentas empregadas, “o como fazer”, estudou-se também o PDP de outras áreas de conhecimento, como os modelos de desenvolvimento de produto da indústria química.

Na segunda parte deste capítulo, foi feito um estudo sobre o emprego dos métodos e ferramentas, citados no estudo dos modelos, que pudessem ser adaptados para o uso na indústria de alimentos, de forma que auxiliem também na geração do modelo do PDPA com foco no projeto do processo.

## **2.1 Processo de desenvolvimento de produtos**

O processo de desenvolvimento de produtos é o processo pelo qual uma organização transforma as oportunidades de mercado e de possibilidades técnicas em informações à produção de um produto comercial (CLARK & FUGIMOTO, 1991). Este processo engloba o desenvolvimento do projeto de um novo produto de forma coerente com o “ciclo de vida do produto”, que começa com seu planejamento e termina com seu descarte ou retirada do mercado.

O ciclo de vida dos produtos tem diminuído devido à obsolescência mais rápida dos produtos e à competitividade intensiva do mercado. Desta forma a redução do tempo de desenvolvimento torna-se fundamental para as empresas atingirem seus objetivos de negócios e atenderem as expectativas de mercado.

O projeto de desenvolvimento de produtos tende a ser visto como uma função corporativa, não como uma atividade isolada realizada pela empresa. A figura 3 mostra que o custo do produto fica praticamente comprometido com as tomadas de decisão nas primeiras fases do ciclo

de vida, ou seja, cerca de 80 % dos custos do produto final são definidos na fase de projeto (BLANCHARD & FABRYCKY, 1990).

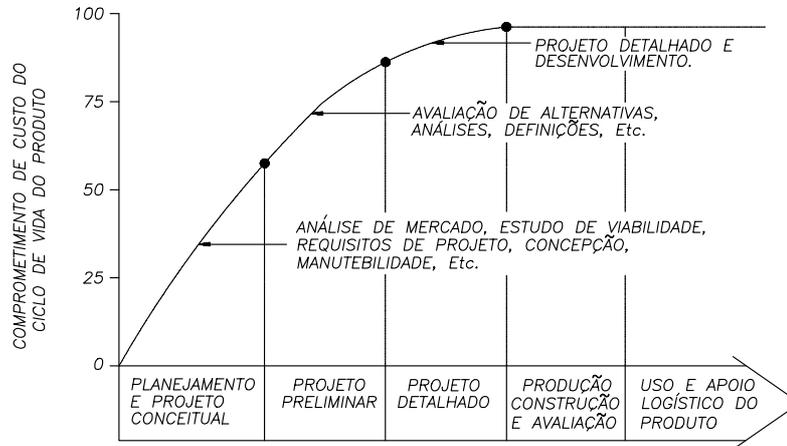


Figura 3 - Efeitos das diferentes fases do ciclo de vida sobre o custo do produto. Fonte: BLANCHARD & FABRYCKY (1990).

Segundo FORCELLINI (2002), destacam-se duas linhas principais de pensamento dentro do PDP. Na primeira linha de pensamento o projeto deve ser elaborado tendo por preocupação todas as fases por quais passa o produto, desde a identificação das necessidades até o descarte. Nesta linha de pensamento enquadra-se: o projeto para ciclo de vida (DFLC), projeto para qualidade (DFQ) e projeto para custos (DFC). A segunda linha é quanto ao processo de desenvolvimento do produto, no que se refere à multidisciplinaridade, integração das equipes e simultaneidade de atividades de desenvolvimento, que se enquadram neste pensamento: projeto do processo integrado (IPD), engenharia concorrente (CE), e a engenharia simultânea (SE).

O projeto para manufatura (DFM) e o projeto para montagem (DFA) são técnicas ou princípios de projeto para adequar o produto para uma determinada etapa do processo de desenvolvimento ou uma determinada qualidade (PUGH, 1993).

O projeto e a manufatura, segundo PUGH (1991), no mundo ocidental, foram divididos em atividades separadas e consecutivas. Obviamente, um projeto precisa existir para ser feito, mas a confusão e a ineficiência não resultam do fato de que o produto é projetado e depois manufaturado, mas sim que o pessoal da fabricação/produção e engenheiros de processo não são normalmente envolvidos no projeto. Esta necessidade de considerar o projeto para manufatura (DFM) como um projeto separado, originou a separação do projeto de produto e o projeto de processo.

O PDP pode ser classificado segundo ULRICH & EPPINGER (1995) em: genérico (puxado pelo mercado), tecnologia "empurrada", produtos plataformas, intensivos processos e customizados. Esta classificação é baseada nas características do PDP de acordo com o produto que está sendo desenvolvido e o tipo de empresa. O quadro 1, ilustra de forma resumida a classificação para o PDP de acordo com o produto em desenvolvimento e o tipo de empresa.

As características dos produtos alimentícios são altamente dependentes do processo de produção. Para o lançamento de um novo produto ambos o produto e o processo devem se desenvolver juntos ou o desenvolvimento do produto ocorre a partir de um processo existente.

Quadro 1 – Classificação para o PDP de acordo com o produto em desenvolvimento e o tipo de empresa.

	<b>Genérico (Puxado pelo mercado)</b>	<b>Tecnologia "empurrada"</b>	<b>Produtos Plataformas</b>	<b>Intensivo Processos</b>	<b>Customizados</b>
<b>Descrição</b>	A empresa inicia com uma oportunidade de mercado, então encontra uma tecnologia apropriada para atender as necessidades dos consumidores.	A empresa inicia com uma nova tecnologia, e então encontra um mercado apropriado.	A empresa assume que um novo produto será fabricado com a mesma tecnologia e subsistemas de produtos existentes	Características do produto são altamente obtidas pelo processo de produção.	Novos produtos são variações de configurações existentes.
<b>Distinção com relação ao processo</b>		Atividade inicial adicional de igualar tecnologia e mercado.	Desenvolvimento do conceito assume uma tecnologia de plataforma	Ambos o processo e o produto devem ser desenvolvidos juntos, ou o desenvolvimento do produto ocorre a partir de um processo existente.	Semelhança de projetos permite processo de desenvolvimento estruturado
<b>Exemplos</b>	Produtos esportivos, ferramentas, móveis.	Post- <i>it</i> , e roupas para chuva.	Eletrodomésticos, computadores.	Biscoitos, cereais, produtos químicos, semicondutores.	Motores, baterias, interruptores.

Fonte: ULRICH & EPPINGER (1995), p.20.

## 2.2 Modelos de PDP para alimentos

A infra-estrutura necessária para “projetar novos produtos alimentícios” inclui, plantas pilotos e diversos laboratórios de suporte às atividades e certo know-how, geralmente encontrados somente nas grandes empresas de alimentos. As empresas menores apresentam várias dificuldades, como exemplo: falta de recursos financeiros e estruturais, carência de profissionais especializados, dificuldade de gerenciamento das atividades. Contudo, estas estão mais próximas de seu nicho de mercado, podendo atender mais rapidamente seus clientes.

A classificação para os produtos alimentícios geralmente baseia-se no nível de processamento do alimento. (MENEGON, 2000; BAKER, 1998; PROENÇA, 1995). Uma outra forma de classificar os produtos alimentícios é apresentada por FULLER (1994), e está relacionada com as tendências atuais de desenvolvimento de produtos no PDP, ilustrado no quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos alimentos baseados nas tendências do PDP.

Produtos extensões de linha	São os produtos introduzidos no mercado pertencentes a uma família de produtos já existentes. Caracterizam-se: Por pouco tempo e esforço durante o desenvolvimento e baixos investimentos; Por poucas mudanças nas linhas de produção, geralmente não há necessidade de comprar novos equipamentos e fazer alterações nas instalações; Por envolverem poucas mudanças de matérias primas e ingredientes conhecidos; Por envolverem mudanças nas estratégias de <i>marketing</i> . <i>Exemplos: novos sabores para bebidas, novos tipos de cremes de leite, novos sabores e formatos de macarrão entre outros.</i>
Reposicionamento de produtos existentes.	Os produtos já existentes são reposicionados no mercado com um novo uso. Geralmente, as novas aplicações e utilidades para os produtos existentes são detectadas por pesquisas de mercado e por sugestões de consumidores. Neste caso, o departamento de <i>marketing</i> tem a função de investir no novo nicho de mercado criando para o produto novos rótulos, embalagem, promoções e campanhas de divulgação. O tempo de desenvolvimento para o reposicionamento de produtos existentes é mínimo e a manufatura não é afetada. <i>Exemplos: as farinhas de aveia, ricas em fibras, destinadas aos consumidores que fazem dietas para reduzir o colesterol e alimentos ricos em Cálcio destinados para idosos na prevenção da osteoporose.</i>
Produtos existentes com nova forma	O tempo de desenvolvimento do projeto destes produtos é extenso, e requer o projeto e planejamento do produto e processo, <i>design</i> de embalagens, treinamento de mão-de-obra, alterações nas instalações, planejamento da rede de distribuição e suporte. Os produtos podem sofrer mudanças em sua forma original em diferentes aspectos. <i>Exemplos de produtos deste tipo são: café instantâneo, condimentos líquidos na forma de pó, batatas fritas pré-cozidas e congeladas, entre outros.</i>
Produtos existentes reformulados	O desenvolvimento destes produtos consiste em testar mudanças na formulação de produtos existentes, valorizando as propriedades organolépticas e/ou alterando as propriedades físico-químicas. A reformulação de produtos torna-se necessária pelas seguintes razões: exigência do mercado, substituição de ingredientes e matérias-primas, redução do custo de produção, novas tendências de consumo, criar novos nichos de mercado. Estas reformulações exigem pouco tempo de desenvolvimento e investimento. <i>Exemplos: pães e biscoitos integrais (ricos em fibras), sorvetes e sobremesas com teor calórico reduzido (light), produtos diet, leite e derivados sem lactose, alimentos infantis enriquecidos, entre outros.</i>
Produtos existentes com novas embalagens	O desenvolvimento de novas embalagens para produtos existentes pode ter várias razões, entre elas: aumentar a vida-de-prateleira dos produtos, criar uma nova marca tornando-os mais atrativos, criar novos nichos de mercado, melhorar a praticidade, torná-las recicláveis, reduzir custo (utilizar outros materiais) e agregar valor ao produto. <i>Exemplos comuns destes produtos: substituição das embalagens de vidro por plásticas em bebidas, molhos para salada, maionese, ketchup e similares, leite longa vida e sucos (embalagem TetraPack), massas frescas em embalagens com atmosfera modificada, arroz em porções unitárias, latas com tampa abre fácil, entre outras.</i>
Produtos inovadores	O lançamento de produtos inovadores resulta de mudanças em produtos existentes, porém estes têm alto valor agregado. O desenvolvimento destes produtos envolve tempos longos de desenvolvimento e custos elevados em pesquisas. A grande maioria destes produtos exige que o <i>marketing</i> invista tempo e dinheiro para que os consumidores habituem-se às novidades. <i>Exemplos. Este contexto reflete bem o processo de desenvolvimento de pratos prontos congelados e kits de preparo rápido de refeições.</i>
Produtos criativos	A definição de um produto criativo não é uma tarefa fácil e o que caracteriza um produto criativo é o fato de ele ser uma novidade, ou ainda, um produto nunca visto antes. <i>Exemplos de produtos criativos são as massas folhadas, o Surimi (gel protéico obtido de peixes e utilizado como base de preparação de muitos produtos) e crustáceos texturizados.</i>

Fonte: Adaptado de FULLER (1994).

Uma outra maneira de classificar os alimentos é baseada na cadeia de fornecedores e apresenta por LINEMANN et al. (1999). Os alimentos são classificados em in natura, pré-beneficiados ou minimamente processados e processados.

Alimentos “in natura” são os alimentos que se apresentam no primeiro nível da cadeia de alimentos. Geralmente estes alimentos são fontes de matérias-primas para a indústria ou podem ser adquiridos diretamente pelos consumidores. O lançamento de novos produtos neste nível da cadeia requer pesquisa sobre novos sistemas de produção, por exemplo, melhoria no sistema de plantio ou modificações genéticas. Porém, a qualidade destas matérias-primas influencia na seleção da tecnologia empregada nos outros níveis da cadeia. A seleção da tecnologia utilizada para o processamento do alimento é influenciada pelas características do alimento in natura que irão influenciar nas características do produto final para o consumidor.

Alimentos pré-beneficiados ou minimamente processados: apresentam o segundo nível da cadeia de fornecedores. Os alimentos “in natura” sofrem poucos processos de transformação, geralmente processos de tratamento térmico com intuito de aumentar o tempo de vida útil ou processos de separação (filtração, centrifugação, sedimentação entre outros). Estes alimentos são fontes de matéria prima para a indústria ou são adquiridos pelo consumidor com apelo de conveniência.

Alimentos processados: terceiro nível da cadeia de fornecedores. As características dos produtos finais são produzidas durante o processo de transformação industrial, através da transformação do primeiro e segundo nível da cadeia de fornecedores. Neste mesmo nível da cadeia de fornecedores podemos também encontrar “ingredientes” mais elaborados que através do estudo da química fina e dos alimentos pré-beneficiados oferecem ao consumidor um grande número de novos produtos.

Através da classificação apresentada por FULLER (1994) e LINEMANN et al. (1999) constatou-se que a maioria dos tipos de produtos na indústria de alimentos brasileira é caracterizada por poucas mudanças nos produtos existentes. Desta forma, pode-se dizer que a maioria das empresas de alimentos não investe muito em pesquisa e desenvolvimento e apostam em estratégias menos arriscadas, como o lançamento de produtos “extensão de linha” cujos produtos introduzidos no mercado pertencem a uma família de produtos existentes e com mínimas variações nas suas linhas de produção.

A utilização de modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos pode auxiliar as empresas a elaborarem novas estratégias de desenvolvimento de novos produtos, como por exemplo à classificação apresentada por FULLER (1994) integrada com a classificação

apresentada por LINEMANN et al. (1999) pode auxiliar na escolha do tipo de desenvolvimento do novo produto e o tipo de tecnologia para atender às necessidades dos consumidores.

Diante deste contexto os modelos do PDP para alimentos ainda são pouco difundidos. Neste trabalho destacam-se os modelos de FULLER (1994), RUDOLPH (1995), EARLE (1997), POLIGNAMO & DRUMOND (2001) e PENSO (2003) para o PDPA. Estes diferem no número de fases, na ordem e no nome das fases e no detalhamento das atividades.

### **2.2.1 Modelo de FULLER (1994)**

O modelo apresentado por FULLER (1994) para o PDPA está estruturado em três macro fases: Geração de idéias, Desenvolvimento e Lançamento do produto no mercado.

O processo inicia com levantamento dos objetivos da empresa e identificação das necessidades dos consumidores. Realiza-se então o processo de geração de idéias através de técnicas de *brainstorming* com intuito de gerar idéias para o lançamento de novos produtos. As idéias são reunidas e selecionadas baseadas nos objetivos da empresa. O autor sugere a adoção de alguns critérios tais como mercadológicos, financeiros, técnicos e de processamento para seleção das melhores idéias.

Inclusa nestes aspectos, está à avaliação se a empresa possui condições de produzir o produto. Como exemplo: se a mesma possui condições de embalar e processar o novo produto em suas linhas existentes, terceirizará a produção, ou fará aquisição de uma nova linha de processamento.

Selecionadas as melhores idéias parte-se para a fase de desenvolvimento do produto. Nesta será realizado o projeto do produto, projeto do processo, testes de produção e de mercado para o novo produto.

O autor apresenta esta fase estruturada sob responsabilidades de diferentes departamentos, conforme mostrado na figura 4. A primeira linha sob responsabilidade do *marketing*, partindo da idéia do produto, de um conceito gerado, avalia através de testes objetivos e subjetivos o produto, fazendo a ponte com o mercado durante o PDPA.

Na segunda linha sob responsabilidade de tecnólogos de alimentos, os desenvolvedores de produtos, são os responsáveis pelo desenvolvimento do produto, elaboração das diferentes concepções, especificações técnicas, seleção dos ingredientes, testes de produto em bancada, planta piloto e os primeiros resultados na implantação na planta industrial.

A terceira linha está sob a responsabilidade dos engenheiros de processos, cuja principal atribuição é a introdução do produto na planta de processamento.

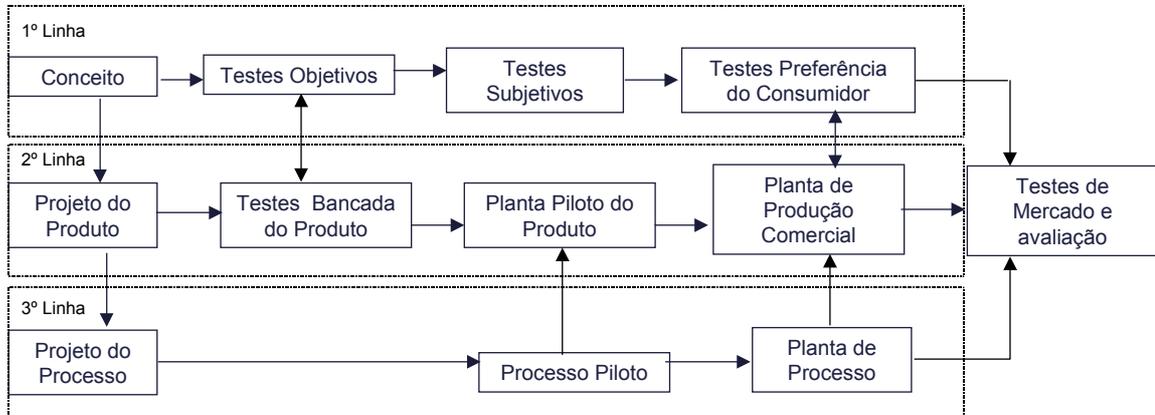


Figura 4 – Fase de desenvolvimento de produto Fonte: adaptado FULLER (1994).

Contudo, apesar do autor comentar sobre a importância de uma equipe multidisciplinar durante o PDPA e o desenvolvimento simultâneo entre o projeto do produto e o projeto do processo, constatou-se que existe carência de troca de informações no modelo apresentado pelo autor, na fase de desenvolvimento, a maior parte das setas ilustradas na figura 4 possuem sentido único.

O autor enfatiza a fase inicial do PDPA, trazendo uma visão geral do PDPA e suas interações com o mercado. O autor apresenta uma série de recomendações sobre o desenvolvimento técnico do produto relacionado à estabilidade dos alimentos, e as tecnologias para processamento de produtos alimentícios.

### 2.2.2 Modelo de RUDOLPH (1995)

O modelo apresentado por RUDOLPH (1995) foi desenvolvido pela empresa Arthur D. Little Inc (ADL). O autor ressalta através de estudos realizados sobre o PDP para alimentos, na época, a fragilidade do processo e o risco de falhas. Um destes estudos revelou que 80 a 90% dos novos produtos, lançados por empresas norte americanas, fracassaram em menos de um ano após seu lançamento. Os prejuízos da indústria de alimentos nos EUA chegaram a 20 bilhões de dólares.

O autor propõe uma melhoria no modelo da empresa ADL através da introdução de marcos, acontecimentos importantes, os “*milestones*”. Os marcos são oportunidades de monitorar

a evolução do PDPA e planejar os objetivos de negócio; é uma forma de prevenir os problemas futuros.

O modelo está estruturado da seguinte forma, conforme ilustrado na figura 5:

- a) Os *milestones*: planejamento estratégico, análise de mercado, plano de negócios para o produto, desenvolvimento do protótipo, estratégia de mercado, teste piloto de produção, introdução do produto, suporte ao produto;
- b) Fases do PDPA: definição do produto, implementação do produto e introdução do produto;
- c) Áreas envolvidas: gerência, marketing, pesquisa e desenvolvimento, manufatura, vendas e distribuição e suporte.

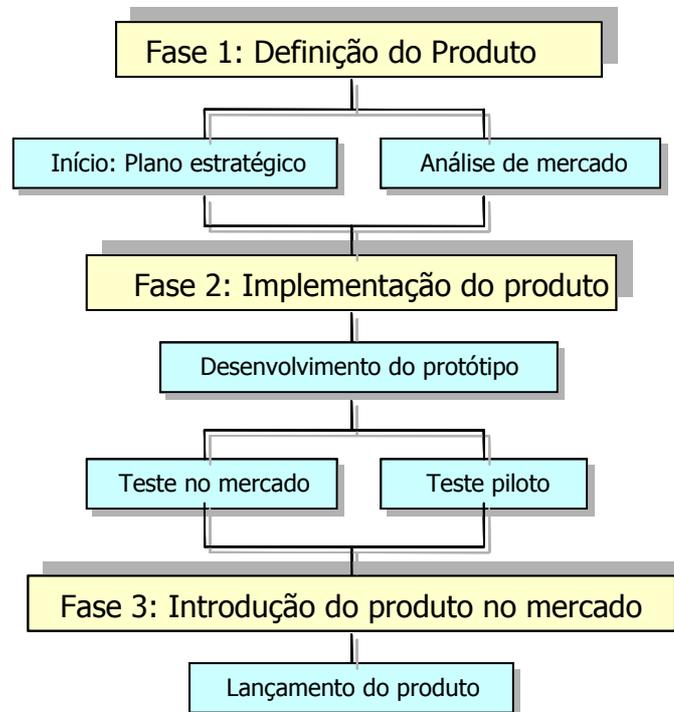


Figura 5 – Modelo de PDP para indústria de alimentos. Fonte: adaptado RUDOLPH (1995).

O autor sugere a utilização do método QFD (*Quality Function Deployment*) para melhor entendimento das necessidades dos consumidores que devem ser satisfeitas através do fornecimento de produtos. O método QFD consiste, basicamente, na construção de uma ou mais matrizes. A primeira matriz do método chamada de “casa da qualidade”, apresentada pelo autor

genericamente, tem por objetivo principal traduzir as necessidades dos clientes em requisitos do produto.

Outra ferramenta sugerida pelo autor é utilização do *Benchmarking*, para avaliação dos produtos da empresa em comparação aos produtos da concorrência. Para isto é sugerida a utilização dos mapas de percepção, que são uma representação gráfica o posicionamento de produtos em relação ao menor número de dimensões consideradas essenciais pelos consumidores, para julgar e perceber um tipo de produto.

Os mapas de percepção são precedidos pelo uso de outras ferramentas, pesquisas qualitativas e quantitativas. As pesquisas qualitativas são utilizadas para buscar as necessidades dos clientes. Em seguida, são aplicadas pesquisas quantitativas que, uma vez corretamente elaboradas através de técnicas apropriadas de amostragem e construção de escalas, procuram quantificar as percepções que os clientes têm do produto de acordo com uma série de atributos. De posse das pesquisas quantitativas, pode-se construir o Mapa de percepção, (POLIGNAMO, 1999).

Outro método sugerido pelo o autor é o uso do método de superfície de resposta (MSR).

O artigo apresentado por RUDOLPH (1995) sobre o PDPA na empresa ADL concentra-se na fase de definição do produto, e não apresenta em detalhes as outras fases do PDPA. As ferramentas apresentadas pelo autor estão voltadas para elaboração das especificações técnicas do produto e elaboração do protótipo do produto de forma que as necessidades dos consumidores sejam levadas em conta na fase inicial do PDPA. Contudo, estas ferramentas podem ser aplicadas nas outras fases do modelo e auxiliarem na tomada de decisão nas diferentes fases do desenvolvimento.

A avaliação através dos “*milestones*” no modelo apresentado permite reduzir os riscos de investimentos ao longo do PDP e auxilia nos registros de informações sobre cada fase do desenvolvimento, e principalmente no desenvolvimento da equipe para projetos futuros.

### **2.2.3 Modelo de EARLE (1997)**

O modelo apresentado por EARLE (1997) está baseado em tendências futuras para o PDPA. O modelo estruturado pela autora apresenta quatro grandes fases, as quais geram saídas, conforme ilustrado no quadro 3. Estas saídas são gerenciadas, através de um sistema de decisões, que determinam quais ações são necessárias para continuar o PDPA.

O projeto do processo encontra-se na segunda fase do modelo, simultaneamente com o projeto do produto.

A equipe de projeto inicia a atividade de gerar idéias. As técnicas mais empregadas são *Brainstorming*, a Análise Morfológica do Produto e as pesquisas qualitativas e quantitativas realizadas com consumidores. A saída desta atividade é o conceito do produto. O conceito é estudado no sentido de traduzir as necessidades dos consumidores em requisitos de projeto. Na atividade seguinte são geradas soluções alternativas para o conceito do produto, onde será selecionada a melhor concepção baseando-se nos requisitos exigidos pelo mercado e possibilidades técnicas de produção e comercialização. Sendo então formulado um protótipo do produto em escala piloto. São realizados testes no protótipo do produto em relação às preferências dos consumidores e condições de processamento.

Nesta fase são realizadas verificações sobre os parâmetros que afetam a qualidade e a segurança do produto, necessidade de equipamentos para a produção, instalações, mão de obra, transporte e armazenagem, de seleção de fornecedores, matérias primas e ingredientes.

O trabalho apresentado pela autora apresenta uma visão sistematizada PDPA, prevendo um desdobramento metodológico e ordenado do trabalho. Contudo, o modelo carece de métodos e ferramentas que auxiliem na organização das informações e nas tomadas de decisão ao longo do desenvolvimento. Levando-se a crer que as decisões ao longo do desenvolvimento são tomadas baseadas em conhecimento prévio da equipe de desenvolvimento.

Quadro 3.- Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos.

Fase	Atividades	Saídas	Decisões e Ações gerenciais
1. Planejamento Estratégico do produto	Desenvolver estratégia de negócio.	Portafólio de produtos.	Identificação de possibilidades para melhorar e inovar os produtos.
	Pesquisa mercado e avanços tecnológicos.	Oportunidades de mercado.	Planejamento estratégico de produtos para próxima década.
	Analisar as necessidades tecnológicas.	Projetos específicos para desenvolvimento de produtos.	Seleção de projetos, definição dos investimentos e seleção das equipes de projeto.
	<b>Decisão da alta gerência:</b>	<b>Projeto continua ou não.</b>	
2. Geração de idéias, projeto do produto e projeto do processo.	Iniciar o projeto.	Objetivos e metas do projeto.	Compatibilizar o projeto com estratégias de negócios.
	Geração e seleção de idéias para o produto.	Conceito do produto.	Análise crítica dos conceitos do produto no mercado.
	Projetar o produto.	Protótipo do produto.	Testes de consumidores e avaliação técnica do protótipo do produto.
	Projetar o processo.	Plano do processo.	Avaliação técnica e financeira do processo.
	<b>Decisão da alta gerência:</b>	<b>Projeto continua ou não.</b>	

Continuação do quadro 3.

Fase	Atividades	Saídas	Decisões e Ações gerenciais
3. Produção, estratégia de mercado, Garantia da qualidade e comercialização.	Testar o produto.	Produto final par o mercado.	Avaliação do sucesso do produto no mercado
	Analisar os perigos e pontos críticos de controle do processo.	Método APPCC implementado no processo.	Avaliação de segurança do produto e processo.
	Analisar o processo de produção	Padronização da produção e instalações.	Desenvolver plano de gerenciamento da qualidade total.
	Pesquisar o mercado e os produtos concorrentes.	Planejamento da estratégia de mercado.	Fazer previsão quantitativa da demanda de produto para o mercado.
	Realizar análise financeira.	Custos, preços, lucros, investimentos e riscos.	Previsão do retorno do investimento.
	<b>Decisão da alta gerência:</b>	<b>Projeto continua ou não.</b>	
4. Lançamento e acompanhamento do produto.	Lançar produto no mercado.	Produto disponível para compra no mercado.	Reavaliar os custos de produção e preço no mercado.
	Pesquisar a qualidade do produto e a eficiência da produção.	Otimização da qualidade do produto e do processo.	Reavaliar os custos de produção e preço no mercado.
	Pesquisar os hábitos de consumo do consumidor e do mercado.	Reposicionamento dos produtos no mercado.	Planejamento do futuro dos produtos no mercado.
	<b>Decisão da alta gerência:</b>	Produto incluído no Portafólio de produtos.	

Fonte: EARLE (1997).

#### 2.2.4 Modelo de POLIGNAMO & DRUMOND (2001)

O modelo apresentado pelos autores está estruturado em quatro etapas: Gestão do portfólio de produtos, Identificação das oportunidades, Definição e teste do conceito, Desenvolvimento do produto e processo. O enfoque maior do modelo está na utilização de ferramentas estatísticas de pesquisa e de mercado no levantamento das informações no PDPA.

Na etapa de gestão de portfólio busca-se a equalização entre os projetos já desenvolvidos. Para isso faz-se análise mercadológica, financeira, tecnológica e dos recursos internos da empresa. Para isso empregam-se técnicas de pesquisas de mercado buscando informações sobre o mercado e sobre os concorrentes. As principais ferramentas para análise utilizadas nesta fase são as análises descritivas, medidas de resumo, tabelas, gráficos, séries temporais e análise de regressão.

Na etapa de identificação das oportunidades são geradas idéias para novos produtos. A fonte para novos produtos segundo os autores podem ter diferentes origens: consumidores, alta direção, concorrentes. Porém, para seleção das melhores idéias, técnicas de criatividade como *Brainstorming* podem ser empregadas. No final desta etapa a equipe de projeto e alta gerência decidem quais são os produtos a serem desenvolvidos.

Na terceira etapa o objetivo principal é transformar as melhores idéias em conceitos de produtos. Para definição do conceito do produto necessita-se fazer pesquisas de mercado ou intenção de compra dos consumidores, para verificar quais os atributos importantes para o produto. As ferramentas sugeridas pelos autores nesta fase são: análise fatorial, escalonamento multidimensional (MDS), análise de correspondência e análise descritiva. Para seleção do conceito do produto são feitas análises técnicas, econômicas e de planejamento da qualidade.

Na quarta etapa, desenvolvimento do produto e o desenvolvimento do processo, o conceito do produto é traduzido para linguagem de projeto. Cabe a equipe de projeto, a partir do conceito gerado, realizar o detalhamento do projeto do produto, construção do protótipo, e submeter este protótipo para avaliação dos consumidores, através de testes sensoriais. Estabelecer os parâmetros de controle para garantir a qualidade final do produto e do processo. As principais ferramentas sugeridas para esta fase são: análise descritiva, análise fatorial e o mapa de preferência.

O modelo apresentado pelos autores tem um enfoque na utilização de ferramentas estatísticas de pesquisa de mercado ao longo do PDPA. Os autores utilizam como referência outros trabalhos renomados como o do FULLER, (1994) e EARLE (1997) já citados neste estudo.

### **2.2.5 Modelo de PENSO (2003)**

O modelo desenvolvido pelo NeDIP (FONSECA, 2000; OGLIARI, 1999 e FERREIRA, 1997) serviu como base para proposição do modelo proposto por PENSO (2003). Este está estruturado através das fases do ciclo de vida de um produto alimentício. O quadro 6 ilustra o desdobramento do modelo proposto por PENSO (2003).

As três primeiras fases do modelo proposto por PENSO (2003), tratam da macro-fase de pré-desenvolvimento. Esta inicia com alinhamento das estratégias da empresa para o PDPA. Através de análises: econômicas, do portfólio de produtos, de maturidade do produto, do volume de vendas dos produtos perante os concorrentes, do mercado, das oportunidades tecnológicas e da avaliação da capacidade da empresa. Elabora-se um plano de portfólio de projetos de produto, com idéias para novos produtos. Realiza-se então a seleção da idéia de novo produto, através de pesquisa das necessidades dos consumidores, análise das oportunidades tecnológicas, e análise dos produtos concorrentes, sendo estas as principais entradas para a macro-fase de desenvolvimento.

A macro-fase de desenvolvimento esta dividida em quatro fases: fase de projeto informacional, fase de projeto conceitual, fase de projeto detalhado, fase de preparação da produção e a fase de lançamento do produto, sendo esta abordagem a mesma utilizada pelo NeDIP. A figura 6 apresenta a macro-fase de desenvolvimento do modelo desenvolvido por PENSO (2003).

O modelo proposto por PENSO (2003) aborda todas as fases por que passa um produto desde o pré-desenvolvimento até a retirada do produto no mercado. Porém, o mesmo foca-se no projeto do produto e aborda com profundidade principalmente as fases do pré-desenvolvimento. Contudo o modelo não apresenta as interfaces do projeto do produto com o projeto do processo. O projeto do processo encontra-se na sexta fase no modelo proposto pela autora, em destaque no quadro 4. Além disso, o modelo proposto não aborda com profundidade a fase de projeto preliminar e detalhado, apresentando algumas lacunas também em relação ao produto.

As informações contidas no modelo proposto por PENSO (2003) apresentam uma importante base teórica sobre o projeto do produto. Através de uma análise criteriosa sobre as adaptações do modelo do NeDIP realizadas pela autora para indústria de alimentos, observou-se que existe um potencial de melhoria no modelo proposto através da inserção do projeto do processo. Desta forma, através de uma releitura do modelo proposto pela autora pretende-se complementa-lo e melhora-lo preenchendo as lacunas referentes às interações entre o projeto do produto e o projeto do processo. Procura-se deste modo, contribuir para que se chegue a um modelo de referência para o PDPA mais adequado e completo, de acordo com as características e necessidades da indústria de alimentos.

Quadro 4 – Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos.

Macro Fase	Fase	Atividades	Métodos e Ferramentas
Pré-Desenvolvimento	Planejamento estratégico do PDP	Levantar Informações para alinhamento estratégico Alinhamento estratégico Elaborar o plano estratégico do PDP Definir critérios de avaliação do PDP Registrar os conhecimentos e lições aprendidas	Matriz de Ansoff, Brainstorming, Análise FFOA, Análise Pest, Análise de maturidade do produto, Consulta à base de dados,
	Planejamento de portfólio de produtos	Atualizar o portfólio de produtos (PP) Planejar projetos do portfólio de produtos Registrar o conhecimento e lições aprendidas	Análise dos concorrentes, Pesquisa de mercado, Painel de consumidores,
	Planejamento de produtos	Definir as diretrizes para o planejamento do produto Identificar as oportunidades Selecionar a oportunidade do novo produto Levantar informações para especificações da oportunidade Elaborar o plano de projeto de produtos Registrar os conhecimentos e lições aprendidas	Análise paramétrica, análise de agrupamentos, monitoramento tecnológico, método Delphi, Auditoria de riscos dos produtos, gráfico de gantt, Método PERT e CPM.

## Continuação do quadro 4

Macro Fase	Fase	Atividades	Métodos e Ferramentas
Desenvolvimento	Projeto informacional	Elaborar o plano de projeto informacional Levantar informações para o projeto do produto Detalhar o ciclo de vida do produto Desdobramento da função qualidade (QFD) Levantar informações para especificações de projeto Registrar os conhecimentos e lições aprendidas	<i>Brainstorming</i> , Pesquisa de mercado, consulta a base de dados, análise paramétrica, pesquisa bibliográfica, método Delphi, <i>Check List</i> , TRIZ, QFD, otimização de processos, análise de taguchi
	Projeto conceitual	Elaborar o plano de projeto conceitual Gerar idéias para estrutura básica do produto Desenvolver alternativas de concepção do produto Testar as alternativas de concepção do produto Fazer análise de custos de produção do produto Selecionar e elaborar relatório do protótipo Selecionar fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento Registrar o conhecimento e lições aprendidas	Consulta à base de dados, <i>check list</i> , análise paramétrica, pesquisa bibliográfica, método Delphi, sinética, desdobramento da estrutura básica, planejamento experimental, análise morfológica, método de determinação de <i>Shelf-life</i>
	Projeto detalhado	Elaborar o plano de projeto detalhado Detalhar o produto Projetar embalagem Elaborar plano de qualidade para fornecedores <b>Projetar processo de fabricação/embalagem, estocagem, distribuição.</b> Planejar produção do lote teste Elaborar o plano de retirada do produto Elaborar projeto detalhado do produto e processo Registrar o conhecimento e lições aprendidas	Pesquisa bibliográfica, consulta a base de dados, método de determinação do shelf-life, análise sensorial, MESCRAI
	Preparação para produção.	Produzir lote teste Analisar amostras do lote teste Homologar produto e processo Registrar produto e processo Liberar produção Cadastrar clientes (posto de venda) do produto Registrar o conhecimento e lições aprendidas	Consulta a base de dados, auditoria de riscos de produtos, check list, análise físico químicas e microbiológicas, método de determinação do <i>shelf life</i>
	Lançamento do produto	Detalhar procedimento do SAC Preparar material publicitário Programar estratégia de lançamento do produto Registrar conhecimento e lições aprendidas	Consulta à base de dados, <i>Brainstorming</i> , Softwares Gráficos, Análise dos concorrentes
	Pós - desenvolvimento	Acompanhamento do produto	Realizar auditoria pós-projeto Avaliar satisfação dos clientes Monitorar desempenho do produto Planejar modificações para melhoria Registrar conhecimento e lições aprendidas
Retirada do produto do mercado		Programar plano de retirada do produto do mercado Avaliar resultado econômico financeiro Registrar conhecimento e lições aprendidas	Análise FFOA, Consulta à base de dados, cálculos de matemática financeira

Fonte: adaptado de PENSO (2003)

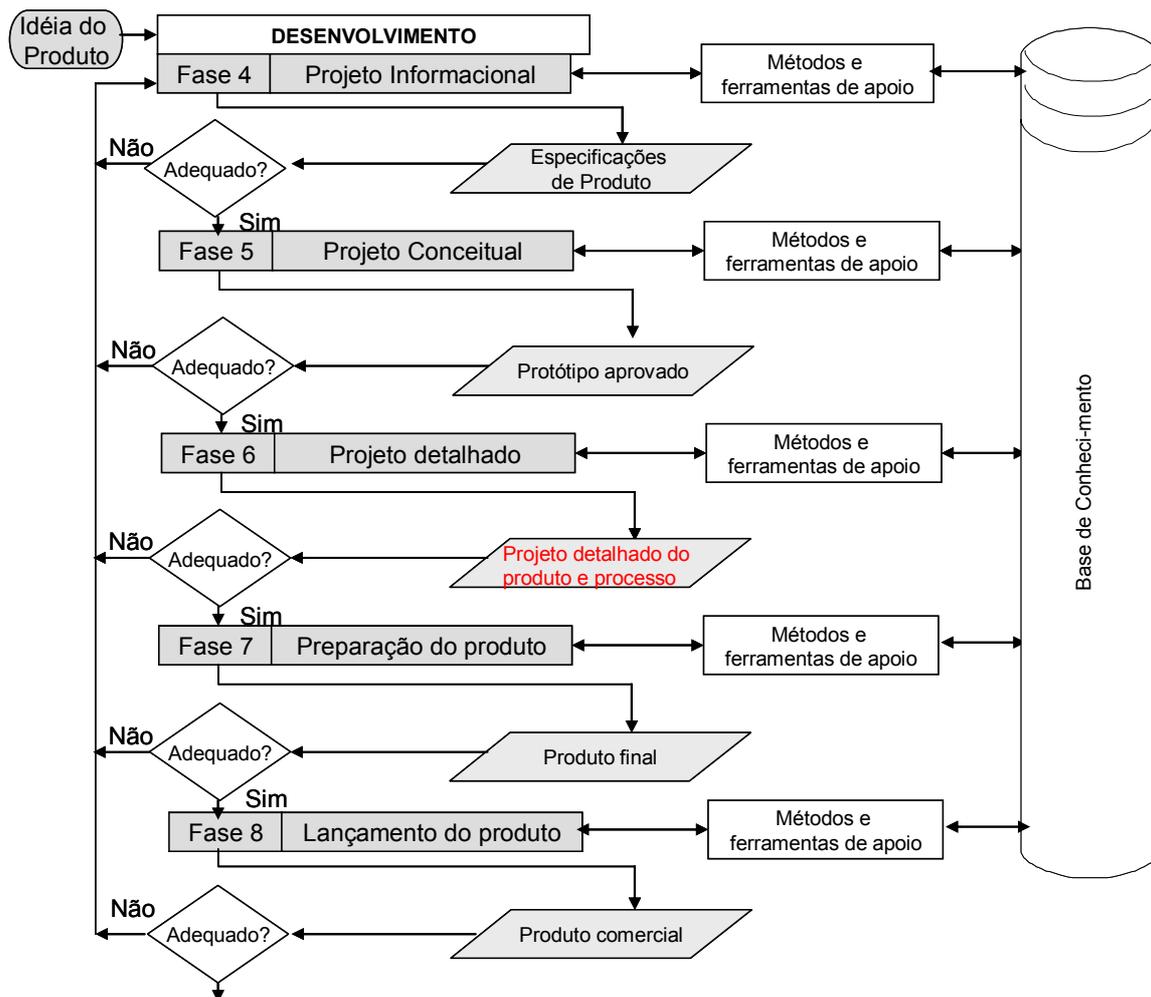


Figura 6 – Modelo do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. Fonte: adaptado de PENSO (2003).

## 2.2.6 Comentários sobre os modelos de PDPA

Através do estudo dos modelos para PDPA constatou-se que o uso de metodologias é algo relativamente novo no desenvolvimento de produtos alimentícios. Os trabalhos estudados mostram a importância de considerar as necessidades dos consumidores, e a situação da empresa no mercado na fase inicial de desenvolvimento do produto e principalmente a necessidade de organizar as informações ao longo do desenvolvimento. Contudo, os modelos estudados apresentam algumas lacunas em relação ao projeto do produto/processo, como por exemplo, as interações entre o projeto do produto e o projeto do processo, os métodos e ferramentas de apoio para execução das atividades, as adaptações necessárias dos métodos e ferramentas para utilização pela indústria de alimentos.

Os modelos estudados de FULLER (1994), RUDOLPH (1995), EARLE (1997) e POLIGNAMO & DRUMOND (2001), apresentam o mesmo nível de informação na fase de projeto do produto e projeto do processo, considerando seus diferentes enfoques. O quadro 5 ilustra as principais informações sobre o projeto do produto e o projeto do processo na fase de desenvolvimento apresentado pelos autores. As informações contidas nestes modelos não orientam em detalhes as equipes de projeto em relações às tomadas de decisão na fase de projeto do produto e processo.

Os principais métodos e ferramentas mencionados por FULLER (1994), RUDOLPH (1995), EARLE (1997) e POLIGNAMO & DRUMOND (2001) estão resumidos no quadro 6.

Quadro 5 – Desdobramento das atividades da fase de desenvolvimento dos modelos para alimentos.

FULLER (1994)	RUDOLPH (1995)	EARLE (1997)	POLIGNAMO & DRUMOND (2001)	PENSO (2003)
Projeto do produto - definição do produto - desenvolvimento do protótipo - testes de bancadas - testes objetivos - testes subjetivos	Projeto do produto - desenvolvimento do protótipo	Projetar o produto - conceito do produto - especificação de projeto do produto - protótipo do produto	Projeto do produto - detalhar o projeto do produto - construir/ formular e testar protótipos	Projeto do produto <i>Fase Projeto Informacional</i> - conceito do produto - atributos do produto - especificações do produto <i>Fase Projeto Conceitual</i> - estrutura básica do produto - concepções do produto - testes do protótipo do produto <i>Fase Projeto Detalhado</i> - formulação e teste do produto
Projeto do processo - testes em plantas pilotos - testes em planta industrial	Projeto do processo - teste piloto	Projeto do processo - plano de processo	Projeto do processo - detalhar o processo - teste em escala piloto - preparar planta industrial	Projeto do processo <i>Fase Projeto Detalhado</i> - especificações de projeto do processo - Layout das instalações - teste e preparação da produção para o lote teste

Quadro 6 – Métodos e ferramentas sugeridos pelos autores.

FULLER (1994)	RUDOLPH (1995)	EARLE (1997)	POLIGNAMO & DRUMOND (2001)	PENSO (2003)
- Sistema “passa não passa” - <i>Brainstorming</i> - Análise mercadológica - Análise sensorial - APPCC - TQM	- Análise sensorial (perfil de características, perfil de preferência) - Benchmarking - QFD - Método de análise de superfície de resposta - APPCC - TQM	- <i>Brainstorming</i> - Análise morfológica de produto - Pesquisa qualitativa e quantitativa	- Análise fatorial - Análise descritiva - Escalonamento multidimensional (MDS) - Análise de correspondência - Análise descritiva - Mapa de preferência.	- Brainstorming, Benchmarking - Análise mercadológica - Método Delphi - Check list, gráfico de gantt, - Espiral do desenvolvimento - Mapas de percepção, análise conjunta - Matriz dos atributos - QFD, TRIZ, MESCRAI, APPCC - Análise descritiva - (outros vide quadro 4)

O modelo proposto por PENSO (2003) apresenta em detalhes as atividades, métodos e ferramentas para o projeto do produto. Contudo, o modelo não considera a natureza interativa entre o projeto do produto e o projeto do processo. Desta forma, pode-se concluir que o modelo desenvolvido pela autora possui uma tendência para projetos do tipo extensão de linha, onde ocorrem poucas mudanças nas linhas de produção. Contudo, o modelo apresenta um excelente referencial teórico com relação ao projeto do produto, que através de uma análise crítica e releitura serviram como base para elaboração do modelo proposto.

Os estudos dos modelos do PDPA contribuíram no aprimoramento da proposta inicial da pesquisa, completando os conhecimentos e particularidades para o projeto de produtos alimentícios, direcionando os rumos da dissertação e as decisões futuras para a proposição do modelo. Devido os modelos apresentarem deficiências, principalmente relacionadas ao projeto do processo, referentes as atividades e os métodos e ferramentas de apoio, surge a oportunidade de estudar modelos de desenvolvimentos de produtos de outras áreas de conhecimento.

### **2.3. Modelos de PDP de outras áreas de conhecimento**

Os modelos de outras áreas de conhecimento vêm sendo estudados ao longo dos anos por muitos grupos de pesquisa. O modelo usado pelo NeDIP foi adaptado da metodologia de projeto empregada por PAHL & BEITZ (1996) que devido à estrutura de fases preconizadas por French, Pahl Beitz, Hubka e VDI 221, levou FERREIRA (1997) e OGLIARI (1999) a denomina-lo de modelo consensual. O modelo do NeDIP serviu de base para proposição do modelo de referência para produtos alimentícios proposto por PENSO (2003). No entanto o modelo do NeDIP e o modificado por PENSO (2003) apresentam uma sistemática para o projeto do produto não abordando o projeto do processo. Por esse motivo, procurou-se estudar outros modelos como os modelos de desenvolvimento da indústria química.

#### **2.3.1 Modelo usado pelo NeDIP – Modelo Consensual**

O modelo está estruturado em três níveis: *as fases*, primeiro nível de desdobramento, representam as missões principais a serem desenvolvidas pela equipe de projeto; *as etapas*, um segundo nível de desdobramento, correspondem às principais ações realizáveis na busca das soluções mais adequadas; *as tarefas*, terceiro nível de desdobramento, correspondente às ações específicas a serem desenvolvidas pela equipe de projeto.

As primeiras fases do processo de desenvolvimento de produtos tratam do desenvolvimento e seleção de idéias para novos produtos, o pré-desenvolvimento. Além disso, as principais atividades de planejamento de produto incluem a condução de análises econômicas e de custos, o estabelecimento do volume de vendas esperado e a definição dos prazos para a execução das tarefas, tais como projeto construção de protótipos e linhas de produção.

No desenvolvimento incluem o projeto do produto e o projeto do processo (projeto do sistema de manufatura). Esta fase inclui as atividades que vão da geração das especificações de projeto do produto, o desenvolvimento de idéias de como deve parecer e operar, até a elaboração da documentação e os desenhos completos, contendo as informações pelas quais o produto será produzido, ver figura 7.

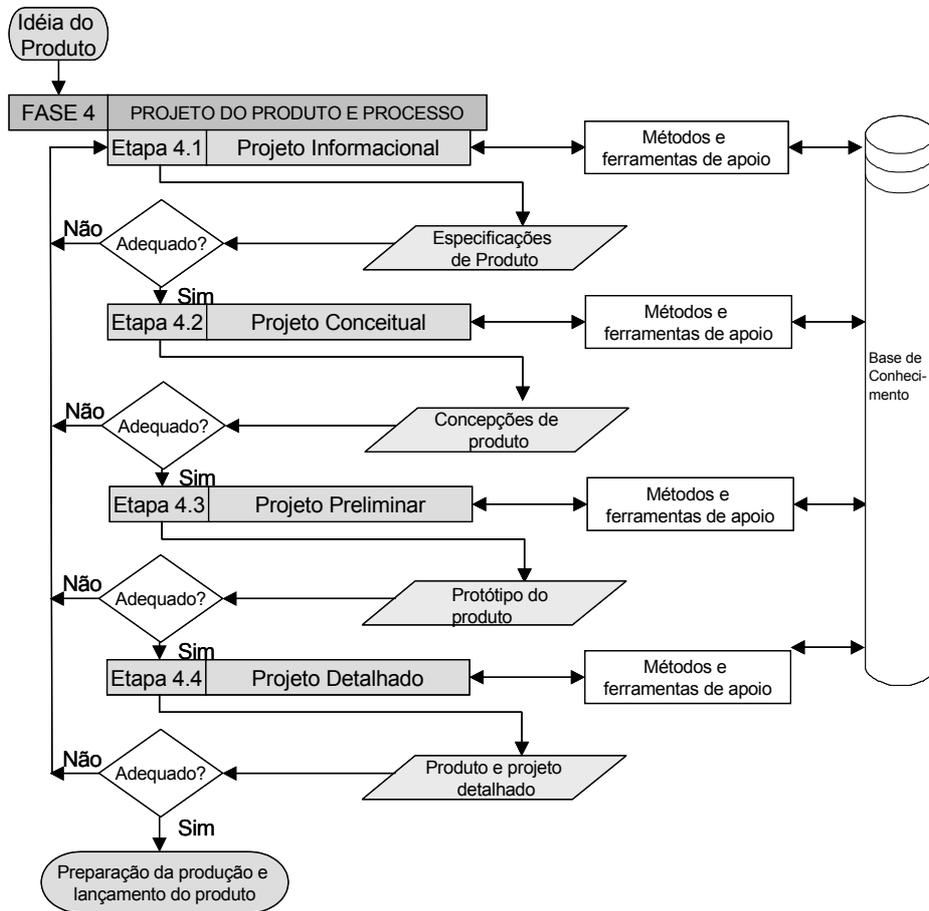


Figura 7 - Modelo da fase de projeto do produto. Fonte: FORCELLINI (2002)

### 2.3.1.1 Projeto Informacional

Nesta etapa a idéia do produto será traduzida da linguagem de mercado para o ambiente tecnológico do projeto. Serão geradas as especificações de projeto através de pesquisa sobre o problema de projeto, definição do ciclo de vida e atributos do produto, e a identificação das necessidades dos clientes e estabelecimento dos requisitos de projeto.

Uma proposta sistemática da etapa de projeto informacional é proposta por FONSECA (2000), figura 8.

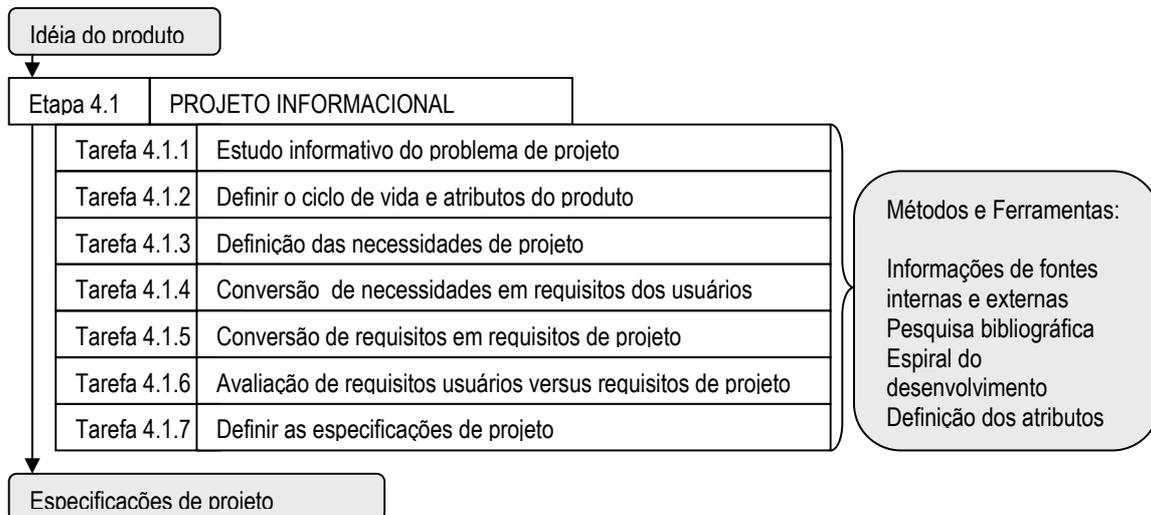


Figura 8 – Etapa de projeto informacional. Fonte: adaptado de FONSECA (2000)

### 2.3.1.2 Projeto Conceitual

Na fase de projeto conceitual são tomadas as decisões a respeito da concepção do produto. A partir de uma necessidade detectada e esclarecida é gerada uma concepção para o produto para que atenda da melhor maneira possível esta necessidade, sujeito às limitações de recursos e às restrições de projeto. No modelo mostrado na figura 9, o projeto conceitual é dividido num conjunto de tarefas e atividades que visam garantir a obtenção de uma concepção do produto adequada.



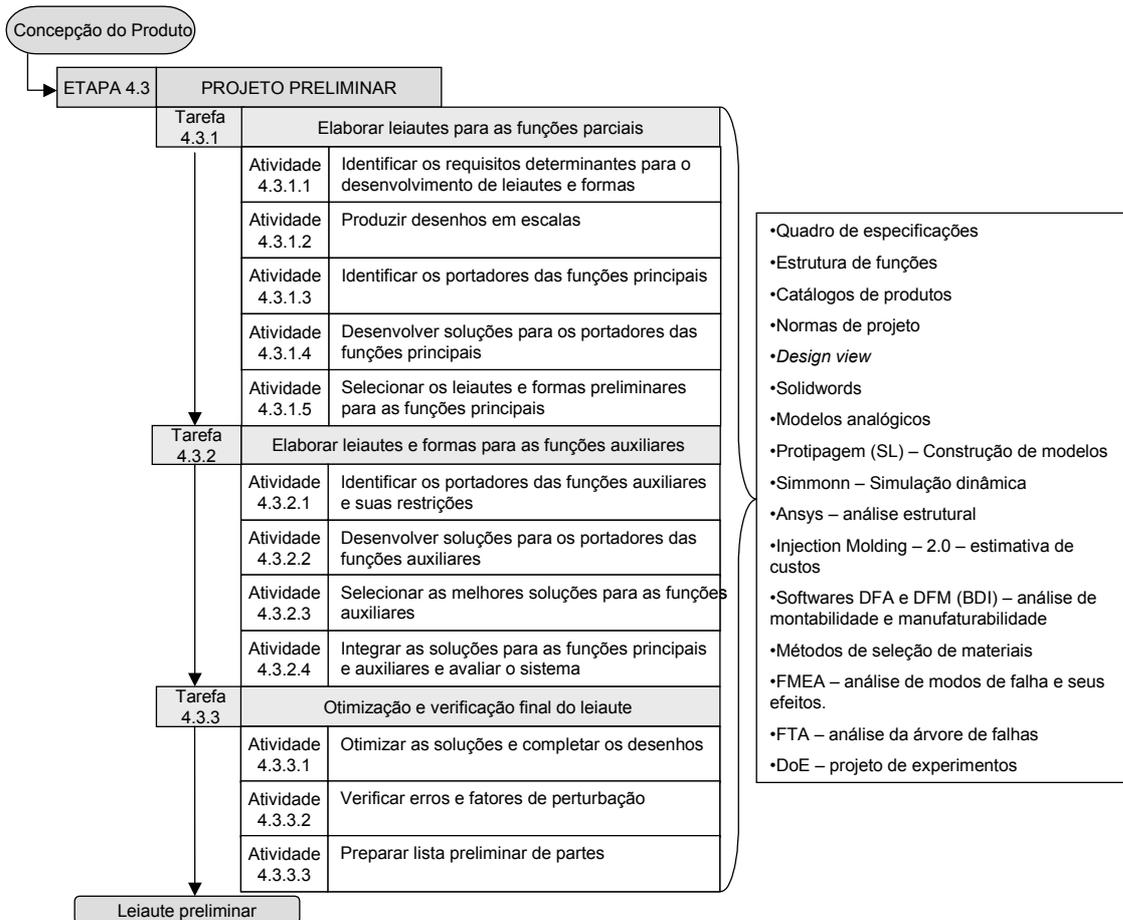


Figura 10 – Etapas do projeto preliminar. Fonte: adaptado de FORCELLINI (2002).

#### 2.3.1.4 Projeto Detalhado

A partir das concepções de processo gerado, o processo é desenvolvido, de acordo com critérios técnicos e econômicos e informações adicionais, até o ponto em que o projeto detalhado possa ser encaminhado para a produção.

No projeto detalhado a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes devem ser finalmente fixadas. Da mesma forma, as especificações de materiais e a viabilidade técnica e econômica devem ser reavaliadas. O modelo de produto é expresso pela documentação completa necessária à produção do produto projetado. Nessa fase são empregados normas e procedimentos padronizados, conforme as necessidades dos meios de fabricação.

Na figura 11 é apresentado um roteiro com as principais tarefas necessárias à execução do projeto detalhado.

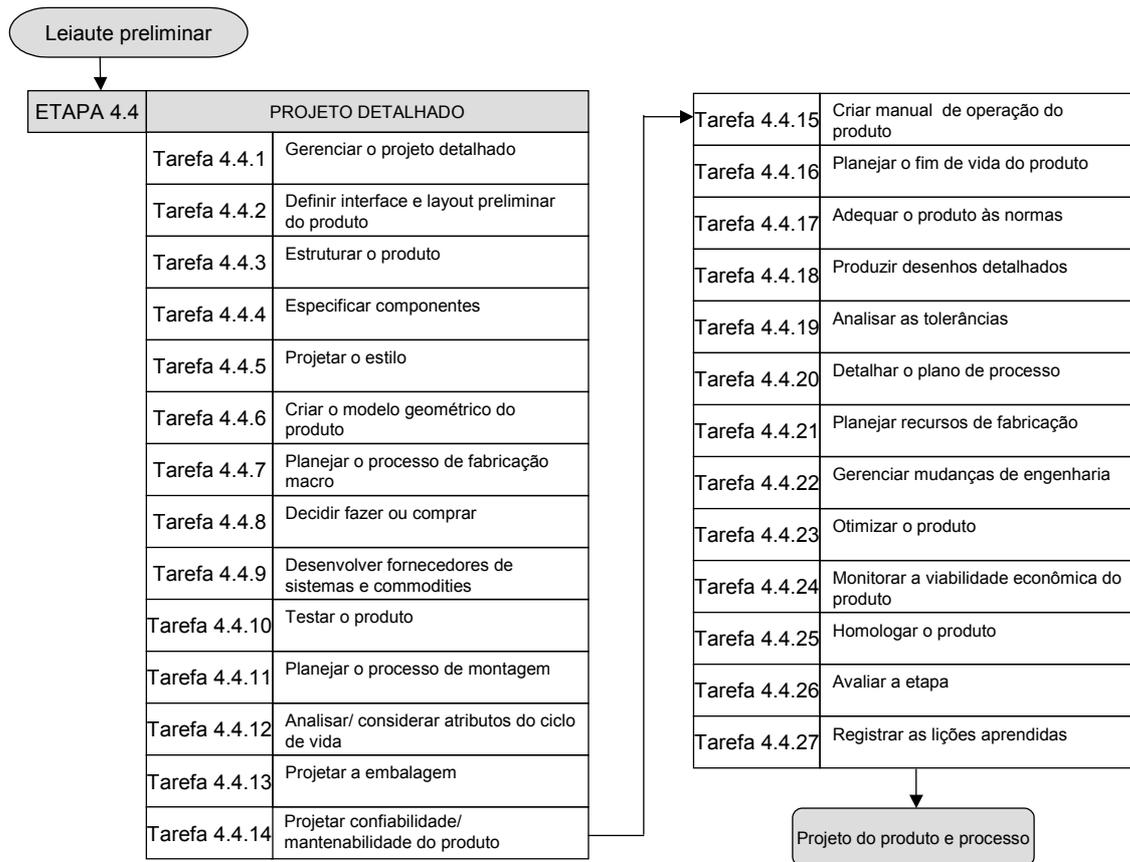


Figura 11 – Etapa do projeto detalhado. Fonte: adaptado de FORCELLINI (2003)

Este modelo tem sido utilizado com sucesso pelo NeDIP; no projeto de protótipos de máquinas e equipamentos, dos quais destacam-se os seguintes trabalhos:

- REIS (2003) “Desenvolvimento de concepções para dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas”;
- SCALICE (2003) “Desenvolvimento de uma família de produtos modulares para o cultivo e o beneficiamento de mexilhões”;
- AREND (2003) “Sistematização das fases de projeto preliminar e detalhado do desenvolvimento de produtos e sua aplicação no projeto de um multicultor modular”;
- MAZETTO (2000), “Desenvolvimento de um sistema modular para mecanização agrícola conservacionista em pequenas propriedades”.

### 2.3.2 Modelos de PDP na indústria química.

O PDP na indústria química pode ser chamado de “processo intensivo”, cujas as características do produto são altamente obtidas pelo processo de produção, semelhante ao PDP da indústria de alimentos. Segundo ULRICH & EPPINGER (1995) o “processo intensivo” caracteriza-se pelo PDP no qual o produto e processo devem ser desenvolvidos juntos desde o início ou a partir de um processo de produção existente.

A literatura de projeto da indústria química estudada está direcionada à construção de plantas de pilotos e plantas industriais, aumento de escala, modelagem, simulação e otimização dos processos de produção. O projeto do processo é bastante complexo, pois o projeto de cada uma das suas partes afeta o projeto das demais. Os autores salientam a importância da avaliação a partir de experiência anterior em outros projetos (BEJAN et al., 1996, COULSON & RICHARDSONS, 1993; BISIO & KABEL, 1985 ULRICH, 1984; VILBRANDT & DRYDEN 1960).

VILBRANDT & DRYEDEN (1960), definem o projeto do processo como “*o processo de aplicar várias técnicas e princípios científicos com a finalidade de definir um equipamento, um processo ou um sistema com particularidades suficientes para tornar possível sua realização material*”.

O projeto de um processo de fabricação de um produto químico divide-se em 2 grandes etapas:

- ✓ Primeira etapa: projeto do processo, que engloba os passos iniciais do projeto, seleção do processo, fluxograma de processo. Incluindo as especificações dos equipamentos.
- ✓ Segunda etapa: o projeto mecânico, projeto detalhado do equipamento, projeto estrutural, civil e elétrico. Estas atividades são realizadas pelos especialistas de cada área. Constitui-se o projeto da planta.

O projeto do processo divide-se em três fases: síntese de processos, análise de processos e otimização. Na fase de síntese é feita a concepção do processo, é definida estrutura básica do fluxograma, com a escolha dos equipamentos e sua interconexão, a operação unitária em seqüência. Está baseada na intuição e experiência dos engenheiros de processo.

A fase de análise compreende a resolução dos balanços de massa e energia, dimensionamento dos equipamentos e avaliação econômica e de viabilidade operacional do fluxograma concebido. A resolução dos balanços de massa e energia é feita em simuladores de processos, que são programas de computador disponíveis no mercado. Finalmente, a otimização é efetuada, levando à forma final do fluxograma através do emprego de critérios econômicos.

Entre os modelos estudados destacam-se os modelos de COULSON & RICHARSONS (1993), ULRICH (1984), BISIO & KABEL (1985) para o PDP na indústria química. Além destes existem modelos mais específicos tais como o modelo BENJAN et al. proposto para o projeto de sistemas térmicos.

### 2.3.2.1 Modelo de COULSON & RICHARSONS (1993):

Os projetistas buscam as melhores soluções para resolver o problema, de acordo com os objetivos da empresa, que pode ser um novo produto químico ou um novo processo de transformação.

Quando se consideram diferentes soluções para resolver o problema são também levantadas às restrições de projeto para o novo produto químico ou processo de transformação através de leis físicas, regulamentações governamentais e padrões de processamento.

As restrições econômicas são as principais restrições em alguns projetos. O tempo para completar o projeto pode limitar o número de alternativas. A figura 12 ilustra as fases que compõem um projeto de um produto químico apresentado por COULSON & RICHARSON'S (1993).

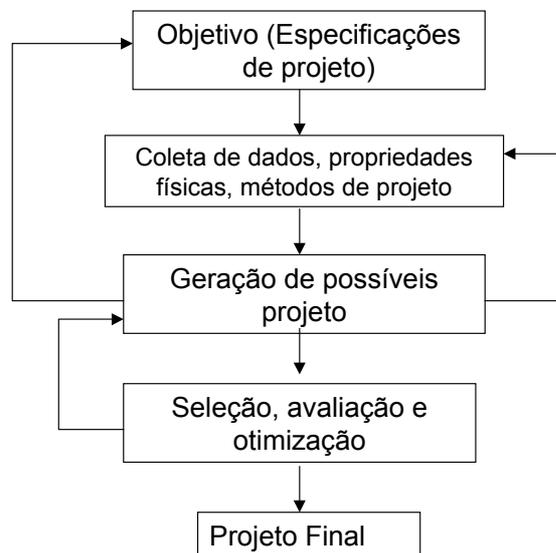


Figura 12 – O processo de projeto na indústria química. Fonte: COULSON & RICHARDSON'S (1993).

O projeto inicia com a necessidade de atender o cliente. Para realizar o projeto necessitam-se coletar informações a respeito dos possíveis processos, desempenho dos equipamentos e os dados de propriedades físicas dos produtos.

Para um novo projeto do processo, os dados de projeto devem ser obtidos da literatura, ou por experimento (pesquisa em laboratório ou planta piloto) ou ainda adquiridos de outras empresas.

As industriais químicas são altamente competitivas, e as informações que são publicadas dos processos comerciais são restritas. Os artigos sobre processos específicos publicados na literatura técnica ou em livros textos, invariavelmente fornecem apenas uma visão superficial dos processos de operações unitárias utilizados.

A fase de geração de soluções está baseada na criatividade e na experiência prévia da equipe de projeto (COULSON & RICHARDSON'S, 1993).

O primeiro passo na invenção de um novo projeto de processo deve ser esboçar um diagrama de blocos mostrando as principais fases do processo. Lista-se a função primária (objetivos) e as restrições de cada função. A experiência da equipe auxilia na indicação na seleção dos tipos de operações unitárias utilizadas e os equipamentos necessários.

#### 2.3.2.2 Modelo de ULRICH (1984)

O modelo do processo de projeto apresentado por ULRICH (1984) é dividido em 6 fases: Definição e Concepção, Desenvolvimento do fluxograma, Projeto do Equipamento, Análise Econômica, Otimização, Avaliação Final do Projeto.

A fase de definição da concepção tem como objetivo a definição clara do problema de projeto. O quadro 7 apresenta principais atividades e ferramentas sugeridas pelo autor para a fase de concepção.

Quadro 7 – Atividades e Ferramentas da fase de concepção.

<b>Atividade</b>	<b>Ferramentas e recursos</b>
1. Compreensão do processo	Arquivos da empresa, literatura de tecnologias químicas e processos industriais, jornais, monografias, consultorias e outros
2. Selecionar as possibilidades	Matriz de decisões
3. Definir condições e capacidades	Decisão do gerente de projeto, senso comum, intuição, experiência

Fonte: ULRICH (1984)

A fase de desenvolvimento do fluxograma de um processo químico inicia com a definição dos elementos de um processo químico. O fluxograma de um processo químico é composto pelos seguintes elementos: símbolos dos equipamentos, linhas de fluxo do processo, número de equipamentos, nomes dos equipamentos, designação dos utilitários, temperatura e pressão da linha de processamento, volume e volume molar das linhas de processamento, balanço de massa e balanço de energia.

A próxima fase de projeto dos equipamentos, o autor considera similar ao projeto de uma planta industrial. É necessário o projeto detalhado das especificações e desenhos de todos os equipamentos, incluindo instrumentação, instalação elétrica, tubulação e equipamentos auxiliares. Estes dados são necessários para definição do custo estimado.

Após o detalhamento dos elementos e necessidades para o projeto de um produto químico é realizada análise econômica com objetivo de identificar a viabilidade do projeto.

A fase de otimização tem como objetivo combinar os elementos econômicos e químicos a fim de encontrar um equilíbrio entre necessidades de projeto e a viabilidade econômica do projeto. Na fase final do projeto, após o projeto ser concluído é feito um relatório com objetivo de registrar as lições aprendidas durante a elaboração do projeto.

#### 2.3.2.3 Modelo de BISIO & KABEL (1985)

O projeto do desenvolvimento de sistema de processamento segundo BISIO & KABEL (1985) está dividido em três fases sucessivas: pesquisa exploratória, pesquisa do processo e o desenvolvimento do processo. Estas três fases visam envolver o planejamento do trabalho e a parte experimental do projeto desenvolvimento de um processo de produção.

A partir da ideia dos dados coletados inicia-se o desenvolvimento do processo, o mesmo é apoiado por um planejamento de testes que irão fornecer subsídios ao desenvolvimento do processo. A figura 13 ilustra os passos no projeto de desenvolvimento de um sistema de processamento químico.

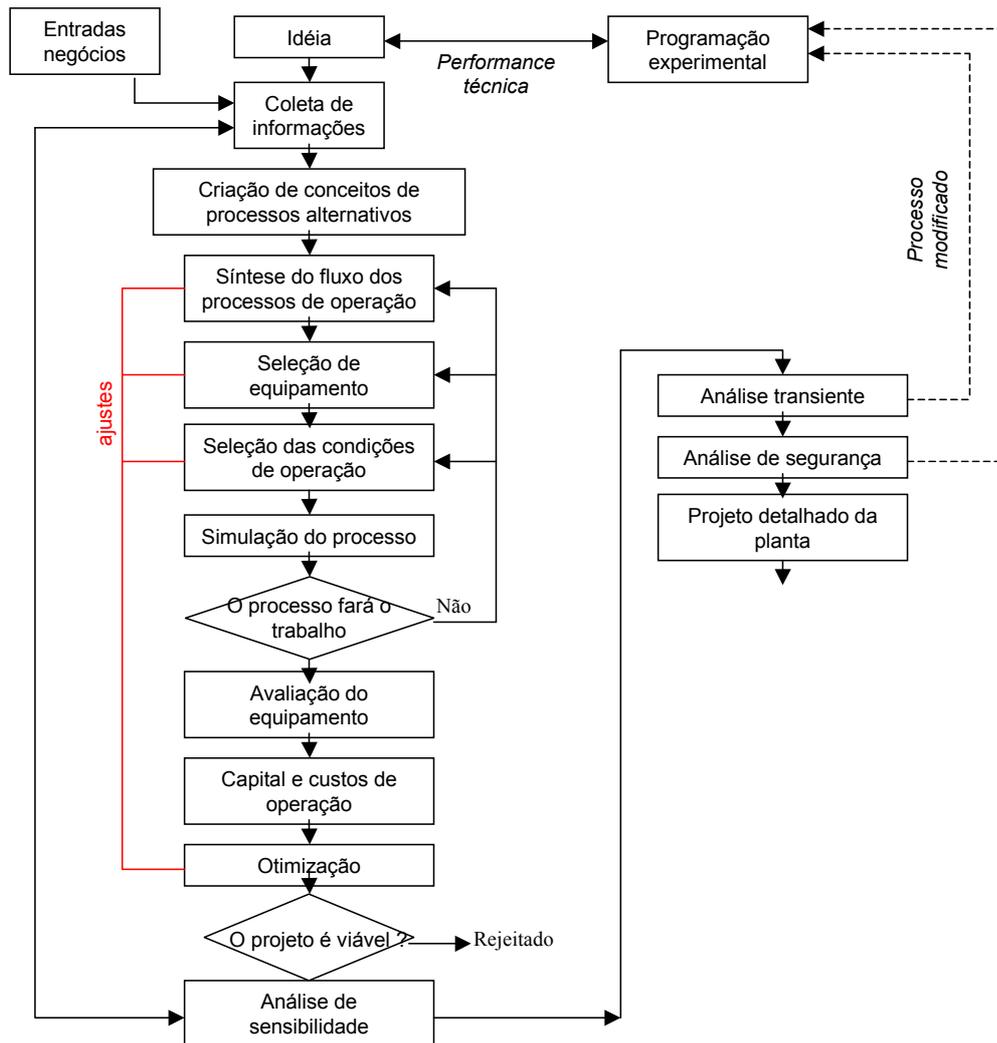


Figura 13 - Passos no desenvolvimento de um sistema de processamento químico. Fonte: BISIO & KABEL (1985).

#### 2.3.2.4 Modelo de BEJAN et al (1996)

O projeto de sistemas térmicos, a exemplo da indústria de alimentos envolve diferentes áreas de conhecimento para seu desenvolvimento. O processo de projeto dos sistemas térmicos propostos por BEJAN et al. (1996), apresenta 5 fases distintas: O entendimento do problema; Desenvolvimento do conceito; Projeto detalhado; Engenharia do projeto; Acompanhamento e melhoria.

Na primeira fase é realizado o reconhecimento de uma necessidade ou oportunidade econômica. Na segunda fase é feito o desenvolvimento do conceito para implementação de uma

idéia. Nesta fase são tomadas decisões que podem chegar a representar 80% do custo total do projeto. Uma das melhores práticas de projeto, sugerida pelos autores nesta fase, é aplicar as estratégias DFX (projeto para “x”), que deve ser considerado durante todas as fases do ciclo de vida do projeto. Os fatores críticos que influenciam “x” podem ser identificados e relatados o seu impacto através do ciclo de vida do projeto.

Na terceira fase são realizados o detalhamento das partes dos componentes e suas interconexões. As atividades nesta fase são realizadas simultaneamente. São realizadas análises, custos dos equipamentos, otimização e os controles de engenharia. O objetivo é combinar vários equipamentos suavemente em um sistema contínuo. Quando existe a falta de dados para o projeto ou há incerteza sobre características do sistema, são realizados testes em laboratórios, construídos protótipos, ou são realizados testes em plantas piloto para finalizar o projeto.

Na quarta fase realiza-se o projeto detalhado, a saída desta é uma lista de equipamentos a serem comprados ou fabricados. A fase 5 deste processo é o comprometimento com a operação e a segurança do sistema. A figura 14 ilustra modelo de PDP para sistemas térmicos proposto por BEJAN et al. (1996).

A fase mais importante considerada pelos autores é a segunda fase, geração do conceito e a seleção das diferentes concepções de processo. As autoras sugerem diretrizes gerais para condução dos trabalhos. O foco desta fase é o projeto do processo.

A primeira atividade do projeto do processo é a construção da base de conhecimento, uniformizando o conhecimento do time de projeto. Na segunda atividade, o conhecimento é usado para desenvolver soluções alternativas para o problema de projeto. Neste momento é enfatizado o como fazer. Em alguns casos o objetivo é projetar algo semelhante a um projeto existente, neste caso existe solução prévia para o problema. Contudo, a procura por diferentes alternativas deve considerar novas soluções para satisfazer as necessidades atuais, procurando alcançar soluções mais modernas.

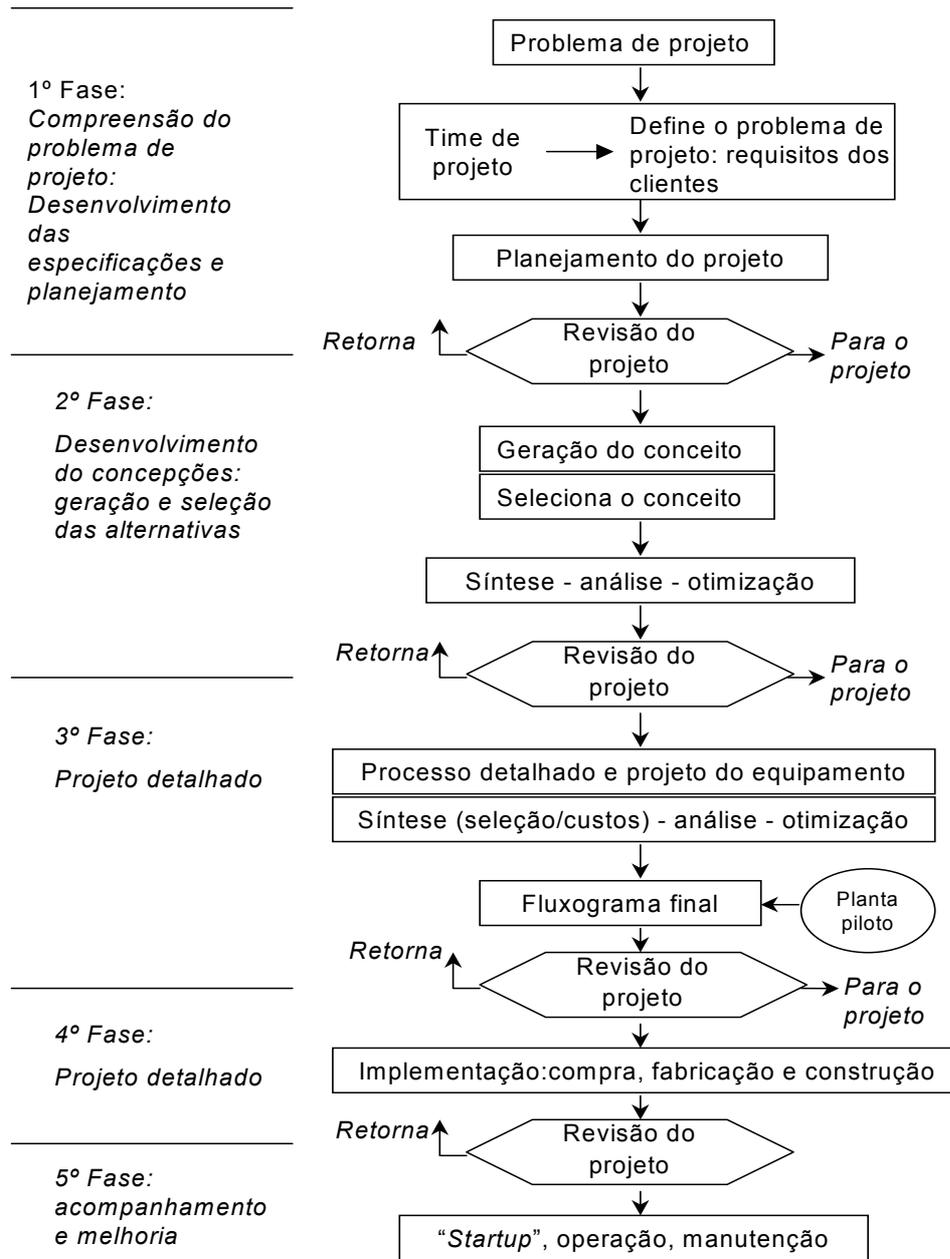


Figura 14 - Modelo de projeto de sistemas térmicos. Fonte: BENJAN et al. (1996).

Geralmente existe uma relação entre o número de soluções alternativas geradas e a qualidade destas soluções: para gerar alguns bons conceitos é necessário que se tenha gerado vários conceitos inicialmente. O método de *brainstorming* e os métodos de análises e otimização são sugeridos pelo autor para auxiliar na geração de soluções.

Devido ao grau de subjetividade encontrado, nesta fase, tem-se dificuldade na seleção das concepções. A matriz de decisão é uma ferramenta para avaliar diferentes alternativas de

concepções de processo. Este método pode ser utilizado em diferentes fases do processo de projeto.

É necessário um estudo prévio para seleção da tecnologia apropriada. As tecnologias mais maduras geralmente são favorecidas. Tecnologias não “provadas” podem introduzir muitas incertezas (operação insegura, custos de projeto e outros). Uma tecnologia pode ser rejeitada quando sugerida uma versão mais atualizada. Conceitos que geram procedimentos inseguros ou perigosos também devem ser eliminados. Os custos são outro importante elemento que deve ser levado em conta durante as atividades de seleção.

A fase de desenvolvimento do conceito é realizada em três etapas: síntese, análise e otimização. O objetivo dos passos de análise e otimização é selecionar a melhor configuração entre as diferentes configurações sintetizadas. O processo de análise geralmente requer balanço de massa e energia (condições de equilíbrio). A otimização pode ser realizada de duas formas: otimização estrutural e otimização dos parâmetros. A otimização estrutural é indicada na figura que mostra os passos de otimização e síntese.

A otimização dos parâmetros de pressão, temperatura e composição química, são determinadas, ou aproximadas, de acordo com os objetivos do projeto, por exemplo, mínimo custo.

#### 2.3.2.5 Comentários sobre os modelos para o PDP na indústria química:

A literatura estudada para o projeto de produtos químicos está voltada principalmente para seleção de equipamentos e para instalação industrial de uma planta química.

Através do estudo dos modelos para o projeto de produtos químicos constatou-se a necessidade de testes industriais durante o processo desenvolvimento de produtos; já nas fases iniciais do projeto, esta necessidade ocorre devido ao número de parâmetros envolvidos no projeto do produto e a complexidade do projeto.

O estudo dos modelos para o projeto de produtos químicos contribuiu principalmente no levantamento das atividades das fases de projeto preliminar e detalhado do modelo em desenvolvimento. Além disso, reforçou a necessidade das atividades de simulação e otimização de processo no desenvolvimento de produtos. O quadro 8 ilustra as principais atividades para projeto do processo na indústria química, sob abordagem de diferentes autores.

Quadro 8 - Principais atividades para projeto do processo na indústria química, sob abordagem de diferentes autores.

<i>COULSON &amp; RICHARDSON (1993)</i>	<i>ULRICH (1984)</i>	<i>BISIO &amp; KABEL (1985)</i>	<i>BENJAN et al. (1996)</i>
<p><b>OBJETIVO</b> - Atender a necessidade do cliente (especificação do projeto)</p> <p><b>COLETA DE DADOS</b> - Informações a respeito dos possíveis processos. - Desempenho dos equipamentos - Dados de propriedades físicas dos produtos</p> <p><b>GERAÇÃO DE POSSÍVEIS PROJETOS</b> Esboço diagrama de blocos, principais fases do processo. A função principal de cada bloco e suas restrições</p> <p><b>SELEÇÃO, AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO.</b> - Através das restrições (externas, internas, candidatos semelhantes) - Simulação de processos para melhor concepção (projeto detalhado)</p>	<p><b>DEFINIÇÃO DA CONCEPÇÃO</b> - Compreensão do processo - Selecionar as possibilidades - Definir condições e capacidades</p> <p><b>DESENVOLVIMENTO DO FLUXOGRAMA</b> - Diagrama de blocos, símbolos dos equipamentos, linhas de fluxo do processo, número de equipamentos, designação dos utilitários, temperatura e pressão da linha de processamento, volume e volume molar das linhas de processamento, balanço de massa e energia</p> <p><b>PROJETO DO EQUIPAMENTO</b> - Desenhos de todos os equipamentos, instalações industriais.</p> <p><b>ANÁLISE ECONÔMICA</b> - Retorno esperado do projeto - Custo de matéria prima - Laboratório, - Equipamentos. - OTIMIZAÇÃO - Combinação dos elementos econômicos e químicos</p> <p><b>AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO</b> - Preparação do documento</p>	<p><b>PESQUISA EXPLORATÓRIA</b> - Idéias - Coletas de informações Criação de conceitos de processos alternativos</p> <p><b>ESTUDO DO PROCESSO</b> - Estudos em laboratórios - Estudos dos modelos - Estudo em plantas pilotos</p> <p><b>DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO</b> - Síntese do fluxo dos processos de operação - Seleção de equipamentos - Seleção das condições de operação - Simulação do processo - Avaliação dos equipamentos - Capital e custos de operação - Otimização - Análise de Viabilidade - Análise transiente - Análise de segurança</p> <p><b>PROJETO DETALHADO DO PROCESSO</b></p>	<p><b>O ENTENDIMENTO DO PROBLEMA</b> - Necessidades ou oportunidade econômica.</p> <p><b>DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO</b> - Estratégias de DFX</p> <p><b>PROJETO DETALHADO</b> - Detalhamento das partes - Análise dos custos dos equipamentos - Otimização - Controles de Engenharia (Testes em laboratórios, construção de protótipos, testes em plantas pilotos)</p> <p><b>ENGENHARIA DO PROJETO</b> - Equipamentos a serem comprados ou fabricados. - Projeto de instalação industrial</p> <p><b>ACOMPANHAMENTO E MELHORIA</b> - Comprometimento com a operação e a segurança do sistema</p>

## **2.4 Métodos e ferramentas de apoio ao PDP**

Segundo BAXTER (1998), as ferramentas de projeto podem ser consideradas como um conjunto de recomendações para estimular idéias, analisar problemas e estruturar as atividades de projeto.

O estudo sobre métodos e ferramentas de suporte segue uma seqüência lógica do PDP, tendo como objetivo aprofundar os conhecimentos sobre sua aplicação na indústria de alimentos mostrando para as equipes de projeto o “como fazer”. Além disso, através uma análise crítica sobre os métodos e ferramentas, propôs-se alterações dos mesmos com objetivo de atender as particularidades da indústria de alimentos em relação ao projeto do produto e o projeto do processo.

### **2.4.1 Sistemática para seleção de tecnologia baseada nas necessidades dos consumidores**

O grupo de pesquisa da *Wageningen Agricultural University*, na Holanda, envolvendo diferentes departamentos, desenvolveu uma sistemática para direcionar a estratégia de investimento para inovação de produtos alimentícios (LINNEMANN et al., 1999).

O trabalho realizado apresenta um modelo para tradução das preferências e percepções dos consumidores, auxiliando na tomada de decisão no processo desenvolvimento tecnológico necessário para a inovação de novos produtos. Segundo os autores o desenvolvimento tecnológico e o comportamento dos consumidores devem receber uma maior atenção durante o PDP. A sistemática é composta por sete fases distintas, que são:

1. Análise do desenvolvimento sócio econômico de um mercado específico.
2. Tradução das preferências e percepções dos diferentes tipos de consumidores.
3. Transformação dos diferentes tipos de preferências dos consumidores em variedades de produtos.
4. Agrupamento das diferentes variedades de produtos de acordo com a cadeia de fornecedores de alimentos.
5. Identificação das tecnologias de processamento para os grupos de produtos.
6. Análise do estado da arte sobre as tecnologias de processamento e produção de alimentos.
7. Combinação do estado da arte com as tecnologias de processamento e produção com as necessidades futuras.

O artigo exemplifica a aplicação da ferramenta, através de uma análise sobre o desenvolvimento sócio econômico no mercado de alimentos, na região oeste da Europa. Neste foram identificados diferentes tipos de consumidores e para cada tipo de consumidor foram levantadas as principais características com respeito à preferência dos alimentos. O quadro 9 apresenta a classificação dos tipos de consumidores e as principais características de preferência em relação aos alimentos.

Quadro 9 – Tipos de consumidores e principais características e preferência dos alimentos.

Consumidores conscientes ecologicamente	Preferem alimentos frescos ou produtos muito próximos a cadeia de fornecedores primários, como por exemplo, os alimentos orgânicos. Estão focados na eficiência ecológica da produção.
Consumidores amantes da natureza e dos animais	Interessam-se por métodos primários de produção. São preocupados com modificações genéticas e o bem estar dos animais. Estão focados na ética dos sistemas de produção
Consumidores com consciência saudável	Preferem alimentos frescos que causam bem à saúde, contendo, por exemplo, baixas calorias, baixo índice de gorduras, riscos em vitaminas e minerais e outras propriedades as quais julgam proteger a saúde ou promovem as propriedades nutricionais.
Consumidores convenientes	Preferem biscoitos, lanches rápidos e restaurantes a quilo, alimentos fáceis de preparar, que apresentam alto índice de conveniência.
Consumidores hedônicos.	Preferem especialidades exóticas, delicatesses, alimentos com alto valor agregado, alimentos com alta qualidade sensorial.
Consumidores conscientes com o preço	Preferem preparar o alimento em casa, com ingredientes que tenham uma razão favorável entre preço e qualidade, por exemplo, produtos de produção em grande escala, ou alternativos, e matérias primas baratas.
Consumidores procurando variedade	Procuram diversidade em matérias primas, ingredientes e alimentos processados para cozinhar em casa. Diversidade para cozinhar, por exemplo, para preparar um jantar diferente.

Fonte: LINEMANN et al (1999).

De acordo com a sistemática a próxima fase é a classificação dos produtos de acordo com a cadeia de fornecedores. Os alimentos foram classificados em quatro categorias: matérias primas, produtos refinados, ingredientes e alimentos processados. Para cada uma dessas categorias de alimentos foram selecionadas algumas tecnologias, segundo estudos realizados, para a inovação da produção e processamento dos alimentos. O passo final da sistemática é combinar as tecnologias estudadas com as necessidades futuras. A figura 15 ilustra o resumo da sistemática utilizada por LINEMANN et al (1999) para seleção de tecnologia baseada nas necessidades dos consumidores.

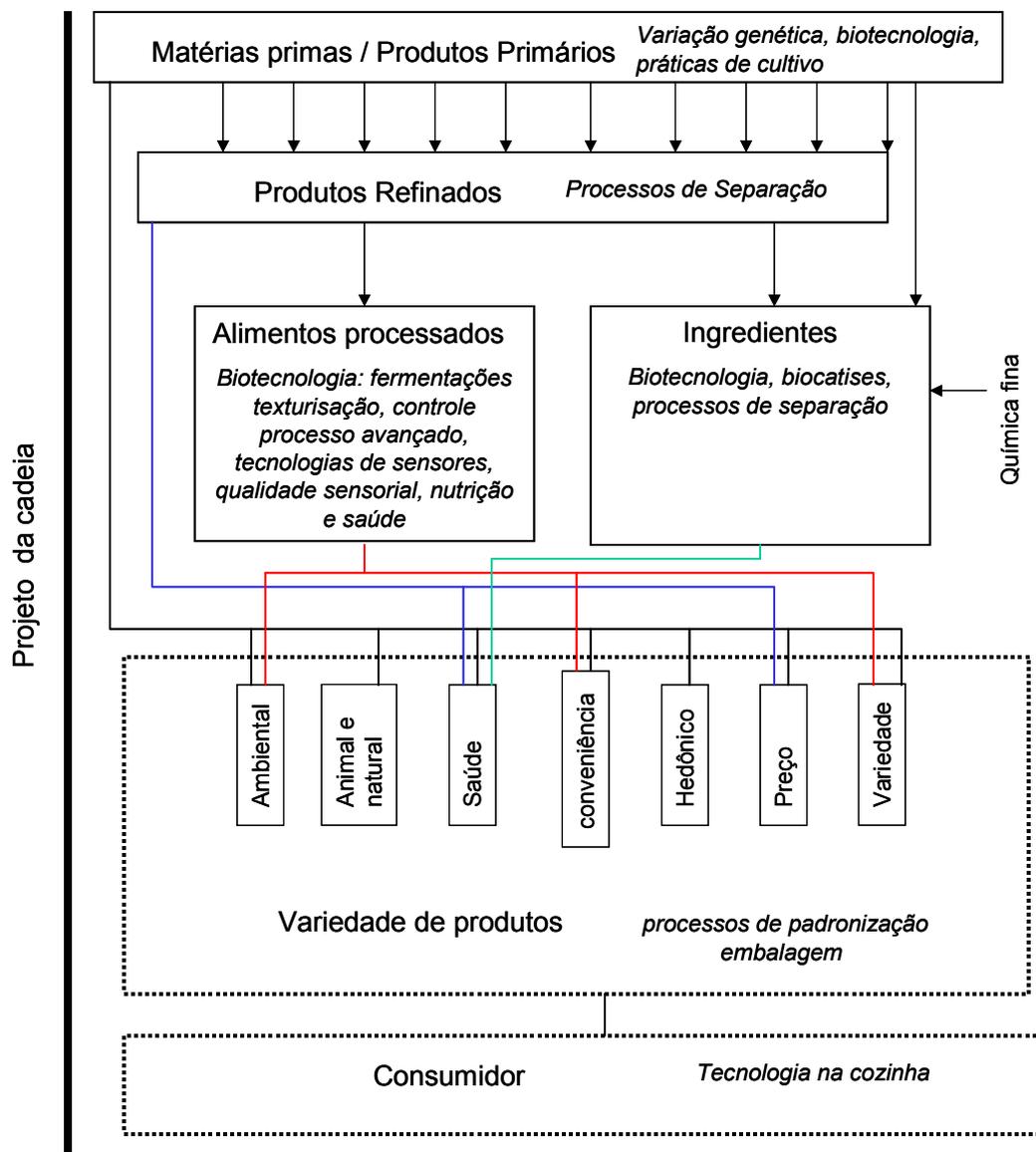


Figura 15 – Sistemática para seleção de tecnologia baseada nas necessidades dos consumidores. Fonte: LINEMANN et al (1999)

O estudo desta sistemática demonstrou a importância da posição do PDP na cadeia de fornecedores para atendimento das expectativas dos consumidores em relação aos novos produtos.

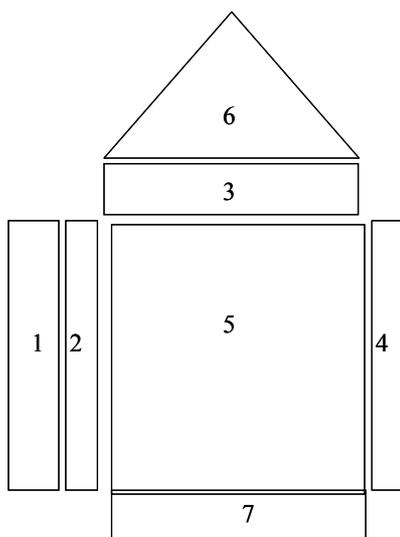
A utilização desta sistemática pode auxiliar na fase de pré-desenvolvimento, mais especificamente na fase de planejamento estratégico, em empresas ou centros de pesquisas, no direcionamento de pesquisas futuras de acordo com as necessidades do mercado.

É importante ressaltar que tecnologias neste contexto são os processos necessários para transformação ou melhoria do produto alimentício, através de métodos e práticas de processamento e produção.

#### 2.4.2 QFD – Desdobramento da Função Qualidade

O método Desdobramento da Função Qualidade (QFD - *Quality Function Development*), destaca-se na literatura por levar em conta as necessidades do consumidor durante o PDP. Desta forma, amplia as chances de sucesso no lançamento de novos produtos, produzindo produtos com maior qualidade, menores custos em um menor tempo de desenvolvimento (BENNER et al., 2003; CHENG et al., 1995; HAUSER & CLAUSING, 1988).

O método QFD consiste na construção de uma ou mais matrizes. A primeira matriz do QFD é chamada de “Casa da Qualidade”, o principal objetivo desta matriz é traduzir as necessidades dos clientes em requisitos do produto. A estrutura básica da Casa da Qualidade é ilustrada na figura 16.



Legenda:

- 1 - Lista dos requisitos dos clientes, ou seja, O QUÊ os clientes desejam ou esperam do produto
- 2 - Valoração dos requisitos dos clientes
- 3 - Lista dos requisitos de projeto que irão atender as necessidades, ou seja, COMO para atender o O QUÊ.
- 4 - Avaliação do produto em relação a concorrência.
- 5 - Relacionamentos entre os requisitos dos clientes e os requisitos de projeto, que podem ser forte, médio ou fraco.
- 6 - Telhado da casa da qualidade, onde os requisitos de projeto são analisados entre si na busca de contradições.
- 7 - Importância dos requisitos de projeto, obtido pela consideração dos valores atribuídos em 4 e em 3 e/ou em 5.

Figura 16 – Casa da Qualidade.

O modelo mais usado para descrever o QFD, iniciando a partir da casa da qualidade é o modelo de quatro fases também conhecido como modelo ASI ou modelo de Clausing. O modelo consiste na construção de quatro matrizes: I. Matriz de planejamento do produto; II. Matriz de desenvolvimento do projeto; III. Matriz de planejamento da manufatura; IV. Matriz planejamento da produção, a figura 17 ilustra o modelo quatro fases (BENNER et al, 2003).

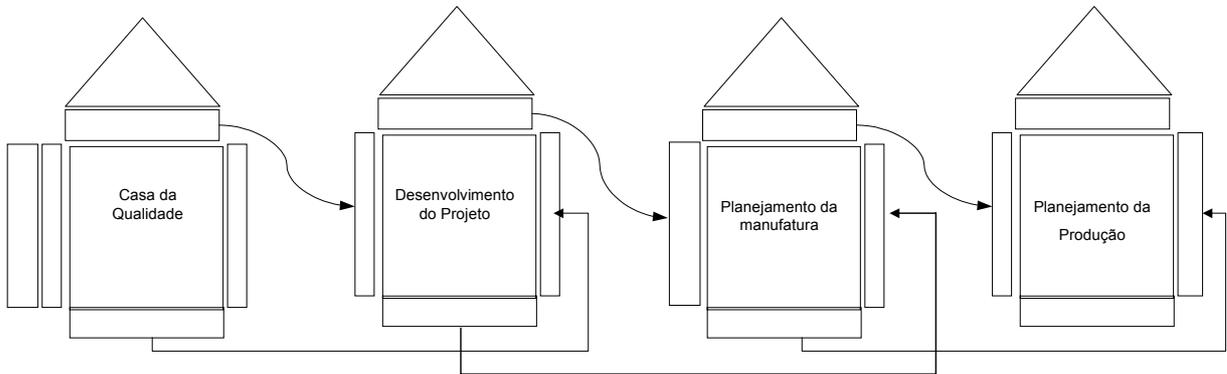


Figura 17 – Modelo ASI (QFD). Fonte: BENNER et al. (2003).

#### 2.4.2.1 QFD na indústria de alimentos

Devido às características dos produtos alimentícios o método necessita de algumas alterações para que possa considerar as particularidades da indústria de alimentos. A utilização de outros métodos e ferramentas para apoiar o QFD é sugerida na literatura estudada com objetivo de atender estas particularidades.

Os artigos estudados descrevem em linhas gerais o que é o método, discutem pouco sua aplicação e as dificuldades encontradas na implantação. Esta constatação foi observada durante a revisão bibliográfica na busca do uso do QFD no projeto do processo, a segunda e terceira matriz do modelo ASI. O quadro 11 ilustra um resumo sobre o que a literatura aponta sobre o uso do QFD na indústria de alimentos.

Entre os trabalhos estudados destacam-se os trabalhos de SARANTOPOULOS et al (1999), que relata a utilização do QFD como guia para aquisição de uma nova tecnologia pela empresa; o trabalho de CARVALHO (1998), que utiliza o QFD na escolha de um equipamento; o trabalho de PAIVA (1999) que relata a implantação do método em uma pequena empresa de massas alimentícias e o trabalho de HOLMEN & KRISTESEN (1998), que apresenta uma modificação na segunda matriz do QFD.

Quadro 10 – Revisão da literatura sobre o QFD na indústria de alimentos

Referência	Tipo de produto	Notas	Tipo desenvolvimento de produto segundo classificação de FULLER (1997)
RUDOLPH (1995)		O autor faz uma explanação teórica sobre o QFD.	
BECH et al.(1997)	Ervilhas	Os autores enfocam a casa da qualidade como ferramenta principal. Utilizam técnicas de análise sensorial para tradução dos atributos sensoriais mensuráveis, sendo o projeto de experimentos e análise de variâncias utilizado como método intermediário.	Extensão de linha
DALEN (1996)	Carnes	O autor apresenta a construção da matriz da casa da qualidade.	Melhoria do produto existente
HOLMEN & KRISTESEN (1998)	Biscoitos	Os autores apresentam uma adaptação da segunda matriz do método com intuito de levar em conta as características de um produto alimentício	Extensão de linha
CARVALHO (1998)	Carnes	O autor relata a utilização do QFD para auxiliar na tomada de decisão na escolha de um novo equipamento de processo.	Extensão de linha
SARANTOPOULOS et al. (1999).	Produto carneos	Relata a utilização do QFD como guia em processo de aquisição ainda não dominada pela empresa	Extensão de linha
POLIGNAMO (1999)		Apresenta a inserção da análise sensorial na “casa da qualidade”. Trabalho semelhante ao publicado por BECH (1997), porém não foi utilizado o projeto de experimentos.	
VIAENE & JANUSZEWSKA (1999)	Chocolate	Utilizou o método publicado por BECH (1997).	Extensão de linha
PAIVA (1999)	Massas	A autora relata a implantação do QFD na melhoria de produto.	Extensão de linha
COSTA et al. (2001).	Ketchup	Os autores fazem uma revisão do QFD na indústria de alimentos e relatam o método baseado em um trabalho anterior (COSTA, 1996). O autor construiu uma Casa da Qualidade simplificada.	Melhoria de produto
BENNER et al. (2003)	Brócolis	Os autores fazem uma revisão sobre o QFD na indústria de alimentos e relatam a utilização do método por outro autor, Holmen and Kristesen (1998).	

O trabalho de SARANTOPOULOS et al. (1999) relata a utilização do QFD como guia em um processo de aquisição de tecnologia ainda não dominada pela empresa. A implantação do projeto, com a transferência de tecnologia, guiada pelo QFD utilizada, ocorreu em 12 etapas:

1. Busca do produto *benchmark* internacional e nacional;
2. Definição das qualidades exigidas “o que”: foi feito através de pesquisa de mercado qualitativa por meio dos produtos *benchmark* nacional e internacional. A tabela de qualidade exigida foi assim constituída de 72 itens agrupados no nível primário em atributos relativos a: versatilidade, aparência do produto, desempenho no preparo, praticidade, armazenamento, porcionamento, leveza, confiabilidade, sabor e instruções de preparo. Nesta etapa foi feito uso de ferramentas de análise sensorial com intuito de auxiliar no levantamento das qualidades exigidas.
3. Compatibilização das qualidades exigidas com o *conceito do produto*.
4. Desdobramento da função qualidade: a partir da qualidade exigida “os quês”, fizeram-se a extração das características de qualidade, “os comos” ou requisitos de projeto. Para estabelecer as características de qualidade utilizou-se de dados da literatura e as características de qualidade definidas em análise descritivas quantitativas. As priorizações das qualidades exigidas foram priorizadas com base na correlação mercadológica.
5. Definição do Padrão Técnico de Processo: foi elaborada a partir da primeira matriz uma segunda matriz no qual os requisitos de projeto (características de qualidade) tornaram-se “os quês”, e “como” são as características de qualidade dos processos intermediários. Para fazer os desdobramentos das características de qualidade dos produtos intermediários utilizou-se a literatura científica. Os “como” da segunda matriz (características de qualidade dos processos intermediários) tornam-se os “quês” da terceira matriz para geração dos “como” que são os parâmetros de controle.
6. Definição prévia das características de qualidade de matérias-primas, utilizou-se nessa etapa a literatura científica e informações proveniente dos fornecedores de matérias primas e embalagens.
7. Transferência de tecnologia foi guiada pela tabela de qualidade exigida (consumidor) e através do padrão técnico de processo. Implantação do projeto.
8. Posta em marcha: a equipe teve como principais objetivos garantir que os padrões do novo produto fossem utilizados, através da análise completa da qualidade projetada. Utilizaram os padrões técnicos de processo para chegar valores de controle dos

processos intermediários, e estabeleceram os padrões de controle pré-definidos pelo fornecedor da tecnologia.

9. Verificação das Características de qualidade projetadas.
10. Lançamento no mercado.
11. Monitoramento do produto.

O modelo apresentado por SARANTOPOULOS et al (1999) não ilustra os desdobramentos realizados na utilização do método. O método neste trabalho foi usado para fornecer ao fabricante de equipamentos as especificações de qualidade exigidas para o produto, porém antes da utilização do método, segundo o autor, o processo produtivo já estava definido. Contudo, o QFD auxiliou na compra da tecnologia mostrando ao fornecedor as características de qualidade que o processo produtivo necessitava cumprir para fazer o produto.

No trabalho apresentado por CARVALHO (1998), o QFD foi utilizado na escolha de um equipamento, com o propósito de considerar a relação entre o equipamento e o seu produto (resultado do processo), outros parâmetros tais como capacidade produtiva e custos também foram levados em conta.

Devido os tipos de equipamentos possuírem tecnologias diferentes, o que impossibilita uma comparação direta em nível de subsistemas, foi feita uma modificação no método QFD. A partir das características de qualidade do processo fatiar foram definidas as principais funções que o equipamento deveria desempenhar. Isto pode ser feito por que apesar das diferenças entre os equipamentos os mesmos deveriam desempenhar as mesmas funções, fatiar os produtos garantindo os valores especificados para suas características de qualidade, com alta produtividade e baixos custos. Então, foram definidas as funções que o equipamento deveria desempenhar, com base nas características de qualidade do produto resultado do processo. O mesmo foi feito para os parâmetros relacionados a custos, fator entrega e flexibilidade.

Segundo o autor a utilização do QFD na escolha de um equipamento permitiu que fossem identificadas possíveis melhorias a serem incorporadas nos equipamentos, a partir da interação da empresa com os fornecedores desses equipamentos. A limitação da utilização do método neste trabalho, está relacionada ao conhecimento, pela empresa, das características de qualidade resultado dos processos intermediários. No caso estudado, essas características já estavam pré-determinadas. Entretanto, quando essas características de qualidade não são conhecidas, elas devem ser estabelecidas para que o método possa ser utilizado na escolha de equipamentos. Deve-se atentar para a confiabilidade e a exatidão das informações, pois todo o processo estará baseado nelas.

O trabalho realizado por PAIVA (1999), descreve a experiência de implantação do sistema de desenvolvimento de novos produtos, em uma pequena empresa de massas alimentícias, utilizando o QFD para elaboração de um macarrão tipo instantâneo. De acordo com a autora a empresa apresentava inúmeras carências entre elas pode-se destacar a inexistência de instalações físicas para o desenvolvimento de atividades específicas como laboratórios para análise sensorial, plantas pilotos para realização de testes de produtos e processos, carência de equipamentos para análise dos produtos acabados e das matérias-primas entre outras.

As etapas realizadas para desenvolvimento do produto, que a autora chama de etapas para inovação do produto, foram:

1. Pesquisa de mercado através de entrevista estruturada e análise sensorial.
2. Elaboração das características de qualidade (especificações técnicas do produto). Importante ressaltar que neste momento houve várias modificações para que o conceito estivesse tanto em nível financeiro quanto em relação à tecnologia compatível com a estrutura da fábrica.
3. Correlacionamento das características de qualidade com os processos intermediários e os controles de processo construídos juntamente com os encarregados de produção e com auxílio dos operadores de processo, pois não houve dificuldades em se estabelecer os parâmetros de processos e controle de processo, visto que se assemelhava bastante com as demais massas fabricadas no pastificio.
4. Correlacionamento das características de qualidade do produto final com as características de qualidade das matérias primas.

Segundo a autora o QFD mostrou-se eficaz no sentido de direcionar, de forma prática, a maneira de planejar e conduzir as atividades necessárias ao processo de desenvolvimento de produtos na empresa. Além disso, para que a empresa atinja uma eficiência semelhante a já alcançada em grandes indústrias do setor, faz-se necessário, inicialmente, a busca de suporte para algumas atividades, como: marketing, análise sensorial e controle de processos.

A modificação da segunda matriz do QFD foi proposta por HOLMEN & KRISTENSEN (1998). A partir da segunda matriz do QFD são geradas as características dos componentes dos produtos. Contudo, devido à natureza do produto e dos processos de produção, os autores sugerem uma alteração do método, no qual as características de qualidade dos ingredientes e dos processos foram implementadas na mesma matriz.

Como exemplo: a característica de crocância do biscoito é afetada por um grande número de ingredientes (coco, açúcar, farinha, noz, chocolate, produtos com fibra e o conteúdo de água). Além disso, a crocância é afetada pela quantidade de vapor aplicado durante o cozimento, que depende da forma e da espessura do biscoito. O resultado da segunda casa indica quais os processos e os ingredientes críticos, em relação à crocância. Como exemplo, quantidade máxima de água: 2%.

Segundo HOLMEN & KRISTENSEN (1998), a construção da segunda matriz a partir da primeira matriz pode não ser o melhor caminho para refletir as necessidades dos consumidores ao longo do desenvolvimento de produtos, pois, existe a necessidade do estudo de outras ferramentas para levantar as necessidades dos clientes e possibilitar correlação entre todas as características de qualidade. As características de qualidade precisam ser mensuráveis quantitativamente ou qualitativamente para que as informações não se percam ao longo dos desdobramentos.

#### 2.4.2.2 Considerações sobre o uso do QFD no PDPA:

A utilização do QFD mostra-se uma ferramenta eficiente na tomada de tradução das necessidades dos clientes ao longo do desenvolvimento de um produto, e possibilita considerar as necessidades dos clientes internos, externos e intermediários. A principal dificuldade da utilização das quatro matrizes está na divisão das partes dos alimentos e na geração dos processos intermediários para produtos realmente novos, onde fluxograma de produção não é conhecido. A utilização de outros métodos e ferramentas pode auxiliar na implantação do uso QFD na indústria de alimentos. As principais ferramentas sugeridas pelos autores são: o projeto de experimentos, métodos e ferramentas de análise sensorial, painel de consumidores, *benchmarking* e o *brainstorming*.

#### 2.4.3 Espiral do desenvolvimento.

A espiral do desenvolvimento conforme proposto por FONSECA (2000) e adaptada para produtos alimentícios por PENSO (2003). O emprego desta ferramenta, figura 18, permite, entre outras coisas, o levantamento das necessidades dos clientes ao longo do ciclo de vida do produto, auxiliando no levantamento das necessidades para as matrizes do QFD. O quadro 11 apresenta os diferentes tipos de clientes envolvidos no projeto de um produto.

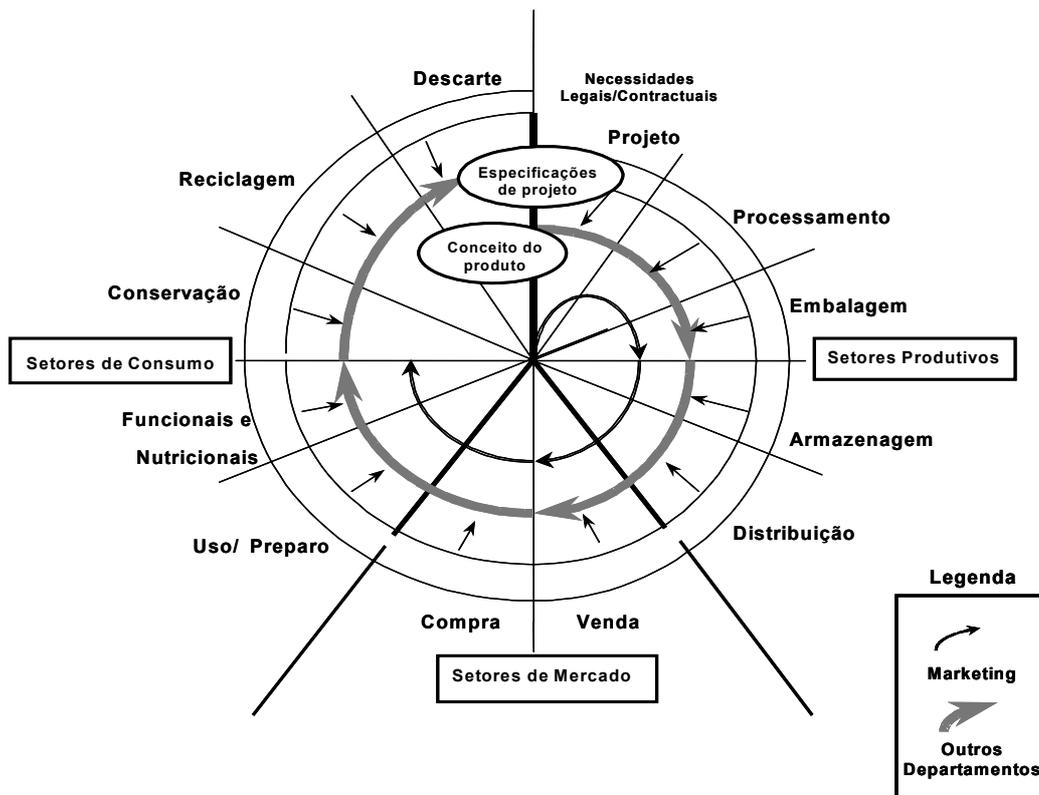


Figura 18 – Espiral do desenvolvimento. Fonte: adaptado PENSO (2003)

Quadro 11 – Clientes do Projeto. Fonte: FONSECA (2000)

Termo	Significado
Cliente externo	Pessoas ou instituições que irão usar ou consumir o produto
Cliente intermediário	Pessoas ou instituições responsáveis pela distribuição, marketing e vendas do produto.
Cliente interno	Pessoal envolvido no projeto e na produção do produto

#### 2.4.4 Matriz dos atributos

A matriz dos atributos é uma ferramenta para auxiliar na elaboração dos atributos a partir das necessidades dos clientes. Consiste em correlacionar em uma matriz, as necessidades identificadas através da espiral do desenvolvimento e os atributos que permitem satisfazer estas necessidades. Estes podem ser expressos na forma qualitativa ou quantitativa, dependendo de sua natureza ou grau de abstração das informações no momento da aplicação da matriz (FONSECA, 2000; PENSO, 2003). A figura 19 ilustra um exemplo de uma matriz de atributos para um produto alimentício.

Necessidades	Atributos										
	Forma	Peso	Cor	Sabor	Textura	Aparência	Materiais	Custo	Preço	Praticidade	Validade
Legais											
Processamento											
Embalagem											
Armazenagem											
Distribuição											
Venda											
Compra											
Uso/preparo											
Funcionais/nutricionais											
Conservação											
Reciclagem											
Descarte											

Figura 19 - Matriz de atributos de um produto alimentício. Fonte: PENSO (2003).

#### 2.4.5 Pesquisa de necessidades

Entender as necessidades dos clientes é de fundamental importância para identificar especificar e justificar uma oportunidade de produto ou melhoria de um processo. Busca-se descobrir o que os clientes esperam de um produto. Os métodos de pesquisa podem ser internos à empresa, bibliográficos, qualitativos e quantitativos. As fontes de informações podem ser externas ou internas à empresa. As fontes internas: departamentos de vendas, compras, produção, P&D, marketing, SAC, entre outros. As fontes externas são: feiras, conferências, palestras, jornais, revistas, bibliotecas, agências governamentais e não governamentais, entre outras. O monitoramento das necessidades pode ser contínuo, cartões de consulta, informações comerciais, notícias do setor, informações de reclamações dos clientes ou periódicos através de entrevistas e estudos de caso.

#### 2.4.6 Painel de consumidores

Esta técnica permite acompanhar as mudanças dos consumidores em relação à marca ou produto da empresa através de sua opinião espontânea. As informações levantadas contribuem para gerar idéias para novos produtos e mercados, melhorar os produtos já existentes e avaliar os produtos concorrentes.

Esta técnica pode ser aprimorada através do estudo de grupos foco, cuja principal função é determinar as reações dos consumidores em relação aos produtos. Este procedimento é acompanhado por um moderador com formação para avaliação psicológica, para avaliação das diferentes reações como expressão oral, a linguagem do corpo usada pelo grupo para as respostas escondidas. Vários grupos focos com diferentes consumidores podem ser necessários até uma

resposta satisfatória (FULLER, 1994). Estas técnicas podem estar associadas aos métodos de análise sensorial.

#### **2.4.7 Análise sensorial**

A importância da análise sensorial é reconhecida pelas indústrias de alimentos como uma ferramenta chave para seleção de produtos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade e aceitação do consumidor.

Os métodos sensoriais podem determinar a aceitabilidade e a qualidade dos alimentos, com o auxílio dos órgãos humanos dos sentidos, visão, gustação, audição e sensibilidade cutânea, cujos dados coletados sofrem tratamento estatístico e formulação de hipóteses. No desenvolvimento de um novo produto o fabricante necessita de informações sobre a qualidade sensorial e a aceitabilidade relativa do protótipo em desenvolvimento. Os testes envolvidos são:

- Caracterização do produto teste para determinar se é único ou existe um ponto de diferenciação dos produtos existentes no mercado;
- Avaliação dos produtos testes para estabelecer se existe diferença entre eles (protótipo e um padrão);
- Determinação da aceitabilidade desse produto-teste da preferência em relação a um padrão.

O melhoramento do produto e as alterações de processo podem ser medidos através de testes de diferença (poderá ser melhor ou pior que o controle) e teste afetivos, se o experimental é mais preferido que o controle.

No controle de qualidade os seres humanos são utilizados como instrumentos de medida, com o objetivo de quantificar as sensações percebidas pelos órgãos dos sentidos quando estimulado pelo ambiente, havendo por isso necessidade de criar metodologias padronizadas para avaliação das amostras, bem como treinar grupos de provadores que vão constituir esses painéis.

As principais características sensoriais medidas em alimentos são: aparência (cor, brilho, tamanho e forma), odor (milhares de componentes voláteis), gosto (doce, ácido, salgado e amargo), textura (propriedades físicas: dureza, quebradiço, viscosidade, fibrosidade e etc.), som (relacionado com a textura, exemplo: barulho ao mastigar) (MODESTA, 1994). Os métodos sensoriais podem ser divididos em quatro grupos (TEIXEIRA, et. al., 1987):

1. Testes de sensibilidade: utilizados para avaliar a sensibilidade ao sabor e são indicados para detectar o limite mínimo detectável de concentração de uma substância ou de alteração nesta concentração.

2. Testes de diferenças: são usados para determinar se existem diferenças sensoriais entre produtos ou amostras. As informações que estes fornecem podem ser usadas no desenvolvimento de programas de controle de padrões.
3. Teste de preferência e aceitabilidade: A aceitação e preferência possuem uma relação significativa, porém não são a mesma coisa. A preferência expressa o grau máximo de gostar ou não gostar, implica na escolha de um produto sobre outro. A aceitação é uma experiência que se caracteriza por uma atividade positiva, medida através do consumo real do alimento, expressando algum grau de gostar do alimento. Os métodos utilizados para prever a preferência são: os Testes de Ordenação, Testes Pareados e Testes de Escalas de Avaliação.
4. Testes analíticos: utilizados para discriminar, descrever e quantificar informações a respeito de características em estudo. Estes testes são classificados:
  - 4.1 Testes de Análise Descritiva Quantitativa (Perfil de características): Faz-se a ordenação de detecção de um produto ou uma amostra através de pontos de aparência, cor, odor, sabor e textura. É recomendado no desenvolvimento de produtos para estabelecer a diferença entre as amostras ou produtos, no controle de qualidade para correlacionar dados sensoriais com dados instrumentais e para treinamento de degustadores.
  - 4.2 Testes de Análise Qualitativa (Perfil de Textura): Através de uma aproximação sistemática para medir as dimensões de textura de um alimento, em termos de suas características mecânicas, geométricas, de gordura e umidade. O perfil de textura é utilizado para desenvolvimento de produtos cárneos.
  - 4.3 Teste de Estímulo Único (Teste da Amostra Única): As amostras são servidas individualmente, em sucessão, e cada uma é provada e avaliada isoladamente. Requer provadores treinados e experientes para quantificar a intensidade da característica que está sendo testada.

As metodologias de análise sensorial são empregadas ao longo do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios e são uma importante fonte de informação. Também servem como fonte de informação para melhor compreensão das necessidades dos consumidores (pesquisa de mercado) e entrada de dados para outras ferramentas, como por exemplo, o QFD.

Alguns trabalhos acadêmicos foram desenvolvidos utilizando as metodologias de análise sensorial para desenvolvimento de um produto alimentício como, por exemplo: Avaliação Sensorial e Instrumental de Camarões Reconstituídos (MEINERT, E. M, 1997); A Elaboração e

Análise Sensorial de Patês Destinados ao Consumo Humano a Partir de Carne Escura, resíduo da indústria de Atum (ROMIO, R. C, 1999); A influência da Goma Xantana como Substituto da Gordura nas Características Físico Químicas e Sensoriais do Requeijão Cremoso (QUEIROZ, M. T. H, 2001).

#### **2.4.6 Projeto de experimentos**

É uma técnica através da qual se pode avaliar os fatores que influem significativamente sobre uma determinada resposta, bem como os efeitos de interação (efeitos cruzados) entre as variáveis. Além disso, as variáveis analisadas podem ser qualitativas (preparação de uma mistura com ou sem agitação) ou quantitativas, valores das variáveis analisadas, por exemplo, a diferentes temperaturas de agitação (MONTGOMERY, 1997 e BARROS et al, 1995).

Existem diferentes tipos de planejamento de projeto de experimentos, sendo que o tipo de planejamento depende do objetivo a ser alcançado.

- Planejamento de dois níveis é utilizado em investigações preliminares.
- Planejamento fatorial fracionário ou incompleto é utilizado na triagem de variáveis.
- Planejamento fatorial completo em nível maior que dois é utilizado na otimização de experimentos.
- Planejamento fatorial completo com repetição é utilizado na avaliação de erros experimentais.

O Método da Superfície de Resposta é uma técnica de otimização que emprega planejamentos fatoriais, utilizando modelagem empírica. A modelagem utiliza modelos lineares ou quadráticos, sendo sua escolha uma função da menor quantidade de resíduos deixados pelos mesmos. O deslocamento é feito no caminho da máxima inclinação da superfície, de modo a encurtar a trajetória aos pontos de máximo ou mínimo desejado no processo. Através da análise destas superfícies é então possível avaliar as melhores condições para obter o resultado desejado (BARROS et al, 1995).

O método de superfície de resposta pode ser usado para otimização do produto. Na fase de formulação experimental de um alimento com muitos ingredientes misturados, os atributos sensoriais, podem auxiliar na melhor formulação, pois o atributo pode ser maximizado ou minimizado. Um exemplo do projeto experimentos através da utilização do método de superfície de resposta é apresentado por RUDOLPH (1995). O autor relata a aplicação do método na formulação do *Ketchup*.

As três variáveis mais importantes identificadas são porcentagens de sal, ácido e quantidade de frutose no xarope de milho. Foram elaboradas quinze formulações de *Ketchup* para análise sensorial. As formulações foram avaliadas de três maneiras: com batatas fritas salgadas, com batatas fritas sem sal e o *ketchup* puro.

Os resultados revelaram que existem diferenças nas características sensoriais do produto puro em comparação com o uso em batatas fritas. A formulação otimizada foi aceitável no limite nas três condições de uso. O tempo de otimização foi reduzido drasticamente comparado com os métodos tradicionais de tentativa e erro, que dependem de uma avaliação subjetiva na formulação do produto.

O projeto de experimentos também pode ser usado para melhoria de processos ou implementação de um novo processo de fabricação. Como exemplo a desidratação da cebola seca utilizando pré-tratamento por desidratação osmótica em mistura de Sólido (SANTOS, 1998). O planejamento de experimentos e análises de superfícies de resposta foram utilizados para avaliar os efeitos da temperatura, da concentração e composição da solução osmótica, da proporção produto/solução, de espessura de corte do produto e da agitação sobre o processo de desidratação osmótica de cebola, bem como a influência da variação da matéria prima sobre o processo.

O projeto de experimentos é bastante utilizado pelos pesquisadores devido à redução do número de experimentos, reduzindo também o tempo e os recursos envolvidos. Contudo, o projeto de experimentos ainda é pouco utilizado pelas empresas, sendo que na maioria das vezes fixam-se dois fatores num certo nível e varia-se o outro até descobrir qual o valor que fornece o resultado desejado.

#### **2.4.9 Benchmarking**

O *Benchmarking* é uma prática de gestão que facilita o recurso contínuo de informações novas para empresa. A partir do *Benchmarking* pode-se medir a excelência do processo e as atividades capacitadoras que produzam resultados. Esta metodologia serve como fonte onde são descobertos os aprendizados e oportunidades (WAQUED, 2002).

O *Benchmarking* segundo WATSON (1994) pode ser dividido em cinco fases de evolução:

- 1º fase "Engenharia reversa": orientado para análise técnica comparativa do produto, inclui a "destruição" e avaliação das características dos produtos.
- 2º fase "*Benchmarking* competitivo": extrapola-se as comparações de produto com intuito de incluir comparações de processos de seus concorrentes, com objetivo de

compreender o que seus concorrentes estão utilizando para entregar seus produtos com maior eficiência.

- 3º fase "*Benchmarking* processo": em vez de só objetivar os concorrentes procura-se por empresas que possuem métodos consistentes reconhecidos independentes do tipo de negócio. Baseia-se no desenvolvimento de analogias entre os processos empresariais em duas ou mais empresas.
- 4º fase "*Benchmarking* estratégico": procura-se por alternativas de desempenho compreendendo adaptações e estratégias bem sucedidas de parceiros externos.
- 5º fase "*Benchmarking* global": propõem a interligação entre os processos e a satisfação e fidelização dos clientes.

#### **2.4.10 *Brainstorming***

A palavra *brainstorming* é um termo em inglês composto de *brain* (cérebro) e *storm* (tempestade). O trabalho é conduzido por um monitor que formula um convite a um grupo de pessoas para uma reunião, para sugerir soluções para um problema formulado. O número de pessoas recomendado é de 5 a 10 pessoas. O convite deve ser feito as pessoas representantes de diversos departamentos ou formações. O monitor deve garantir que as sugestões sejam registradas.

Durante a reunião deve-se evitar qualquer crítica ou avaliação prematura sobre soluções apresentadas, mesmo que pareçam absurdas. Em um primeiro momento procura-se o máximo possível de soluções, as soluções podem ser combinadas, uma pode gerar outra. Em um segundo momento compara-se as soluções e selecionam-se algumas soluções.

Este método pode ser usado em qualquer fase do desenvolvimento do produto, contudo é indicado para encontrar novas soluções de problemas mais gerais. É um método intuitivo na busca de soluções alternativas. Existem outros métodos intuitivos como analogias (direta, simbólica, pessoal ou empatia), sinergia, listagem de atributos e instigação de questões (FORCELLINI, 2002).

#### **2.4.11 *Sinética***

A técnica foi desenvolvida em 1957, por Willian Gordon como uma melhoria no método *Brainstorming*. É empregada quando se deseja introduzir mudanças inovadoras em produtos e processos. O uso de analogias auxilia o grupo, com diferentes formações, a olhar o problema conhecido sob um novo ponto de vista, ou seja, transformar o familiar em estranho, e desta

forma, sugerir soluções inovadoras ao invés de tradicionais (BAXTER, 2000). Os quatro tipos de analogias são:

- a) Analogia pessoal: coloca-se mentalmente no lugar do processo mecanismo ou objeto que se pretende criar;
- b) Analogia direta: são realizadas comparações do problema com fatos reais, conhecimentos e tecnologias semelhantes;
- c) Analogia fantasiosa: costuma-se elevar a imaginação, fugindo de leis e normas estabelecidas na busca da solução para o problema.

#### **2.4.12 MESCRAI**

É uma sigla que significa: Modifique, Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte e Inverta. Esses termos funcionam numa lista de verificação para estimular possíveis modificações no produto e no processo. Também pode ser empregado para combinar soluções parciais para o problema proposto (BAXTER, 2000).

#### **2.4.13 TRIZ**

Teoria da Solução Inventiva de Problemas, conhecida como TRIZ, foi desenvolvida pelo pesquisador russo Genrich Altshuller, por volta de 1940, pesquisando cerca de 1.500.000 patentes de produto. Neste estudo, o autor observou a existência de 40 princípios inventivos, os quais constituem orientações para o projeto do produto e a existência de 39 parâmetros de engenharia, os quais representam e modelam o produto (CARVALHO, 1999 e FERREIRA, 2001).

A TRIZ apresenta um conjunto de ferramentas de criatividade, as quais podem ser empregadas, para aumentar o nível de inovação do produto e minimizar a busca por soluções de compromisso durante o processo de projeto. Ainda, pode ser empregada em conjunto com o QFD, na busca por soluções para problemas originados na contradição entre requisitos de projeto, no telhado da Casa da Qualidade (CARVALHO, 1999 e FERREIRA, 2001).

Adaptação 40 dos princípios inventivos da TRIZ para o desenvolvimento de produtos alimentícios foi publicada na forma de artigo por WINKLESS & MANN (2001). Neste trabalho os autores ressaltam a utilização dos princípios inventivos nas sessões de *brainstorming*, na busca de soluções inovadoras. O quadro 12 ilustra alguns dos 40 princípios inventivos da TRIZ exemplificados pelos autores.

Quadro 12 - Princípios inventivos da TRIZ aplicados no PDPA.

<i>Princípio Inventivo</i>	<i>Exemplo</i>
Princípio 1: Segmentação	<i>Sachets</i> com molho para salgadinhos, arroz em saquinhos (porções individuais)
Princípio 5: Combinação	Bebidas lácteas prontas
Princípio 9: Anti-ação antecessora	Alimentos desidratados: são mais leves, ocupam menos espaço e podem ser reidratados novamente.
Princípio 17: Outra dimensão	Batatas fritas onduladas dão a sensação de maior crocância.
Princípio 25: Auto-serviço	Embalagens que resfriam bebidas ou aquecem alimentos ao serem abertas para o consumo.
Princípio 32: Alteração de Cor	Rótulos termossensíveis: mudam de cor para indicar a temperatura ideal de consumo de bebidas.
Princípio 40: Materiais compostos	Cereais em barras.

Fonte: WINKLESS & MANN (2001)

Pela busca de princípios de criatividade para o desenvolvimento de equipamentos de processamento de alimentos, BARBIER et al (2002) levantaram informações a respeito dos princípios inventivos das operações unitárias utilizadas na indústria de alimentos e classificaram de acordo com sua função principal. O quadro 13 ilustra as cinco funções principais das operações unitárias usadas no processamento de alimentos

Quadro 13 – As cinco funções principais operações unitárias usadas no processamento de alimentos.

Função principal	Exemplo de operações unitárias
1. Separação	Classificação, limpeza, peneiramento, descascamento, centrifugação, filtração, tecnologia de membranas (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração, osmose reversa), extração usando solvente, concentração membrana, desidratação, evaporação, destilação, concentração, concentração/congelada, secagem gelada.
2. Mistura	Mistura de sólidos, mistura de líquidos (ou emulsificação usando “mixers” ou emulsificante) e misturas de sólidos e líquidos.

Continuação do quadro 13.

3. Preservação	Desidratação (secagem, desidratação osmótica, pasteurização, irradiação, branqueamento, embalagem de controle de atmosfera modificada, congelamento, resfriamento, secagem a frio, cozimento, fermentação, pulso elétrico, alta pressão hidrostática, pulso de luz, ultra som, aquecimento ôhmico).
4. Transformação com mudanças de composição	Tecnologia das enzimas, fermentação, cozimento, assar, tostar e fritar.
5. Transformação através mudanças na composição	Redução na medida. Em fibras de alimentos: fatiamento, floculação, secagem de alimentos: moer; para líquidos em alimentos: homogeneização.

Fonte: BARBIER et al (2002)

A procura pela solução padrão do problema foi facilitada com auxílio de um banco de dados com os princípios aplicados no processamento de alimentos. A utilização de soluções padronizadas foi usada como ferramenta para ser diretamente aplicado ou fazer combinações para geração de novas soluções. A metodologia para a pesquisa de princípios de solução no projeto de equipamentos para alimentos é mostrada na figura 20. (BARBIE, et al, 2002).

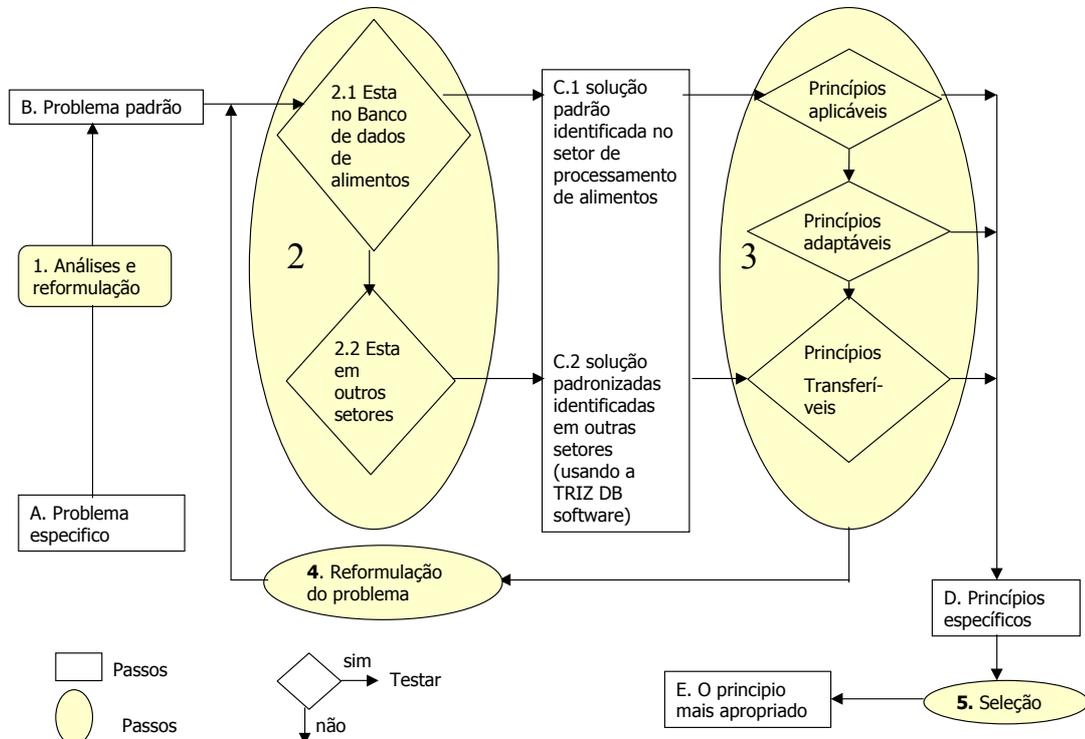


Figura 20 - Esquema da metodologia para a pesquisa dos princípios no processamento alimentos.

Fonte: BARBIER et al. (2002).

Comparando esta abordagem com a abordagem geral da TRIZ, os autores ressaltam diferenças nos seguintes pontos:

- No teste 2.1 e 2.2 a pesquisa é realizada exclusivamente dentro de um banco de dados de alimentos. Isto é facilitado pelo uso de banco de dados multidisciplinar baseado na TRIZ para avaliação. Os caminhos da pesquisa podem ser feitos simultaneamente.
- Na ação 4 é realizada a reformulação do problema padrão. Esta reformulação pode ser feita, por exemplo, para proposição de uma mudança na natureza do produto a ser processado. Estas mudanças propostas são uma necessidade intermediária ou auxiliar às funções.
- Na ação 5 propõe-se uma avaliação de todos os princípios diretamente identificados usando o banco de dados e a geração de modificações ou combinações. Esta avaliação é proposta para eliminar os princípios que não são viáveis.

O entendimento da avaliação de cada passo desta metodologia é um caminho livre para o usuário obter princípios de solução durante a fase de criatividade.

No trabalho apresentado por BARBIER et al (2002) foi feita uma organização das soluções disponíveis para o processamento de alimentos de forma fácil de ser utilizada, baseada somente em soluções disponíveis na literatura de alimentos. Outras áreas de conhecimento podem fornecer princípios ou soluções padrões para a transformação do alimento.

A TRIZ pode ser utilizada na concepção de diferentes sistemas para o processamento de alimentos, oferecendo opções diferentes para agregar valor a um alimento durante seu processamento.

#### **2.4.14 Declaração para o produto**

Os elementos de um produto alimentício são: formulação, processo e a embalagem. Estes elementos podem ser desdobrados conforme ilustra o quadro 14. Com base nas idéias geradas, a partir das especificações de projeto, elabora-se a declaração para o produto. A declaração do produto é composta pela designação do alimento (conforme a legislação) mais a função global para o processo de produção. Esta ferramenta foi proposta a partir do método síntese de funções, empregado no projeto de sistemas mecânicos (FORCELLINI, 2002; PAHL & BEITZ, 1996; BACK, 1983).

A formulação do alimento refere-se a um sistema químico, físico e microbiológico (sistema composto) que pode ser desdobrado em formulação básica, ingredientes e aditivos de fabricação.

Quadro 14 – Desdobramento dos elementos de um produto alimentício.

<i>Formulação</i>	<i>Formulação básica, matérias primas, ingredientes e aditivos.</i>
<i>Processo</i>	<i>Funções principais, funções parciais e elementares, princípios de solução e operações unitárias.</i>
<i>Embalagem</i>	<i>Funções Principais e mercadológicas</i>

O processo de produção é conduzido ou desempenhado com ajuda de sistemas técnicos. Os sistemas técnicos são constituídos de subsistemas e componentes relacionados entre si, como meio ambiente e demais sistemas técnicos. Sob esta estrutura processam grandezas do tipo material, energia e sinal. Desta forma, para transformar a formulação básica em produto acabado, é necessário um sistema técnico complexo, elaborado a partir da necessidade de transformação do produto. O apêndice A apresenta os desdobramentos das principais funções básicas do processo de transformação de alimentos até o nível de princípios de solução encontrados na literatura de operações unitárias. A figura 21 ilustra um exemplo da ferramenta.

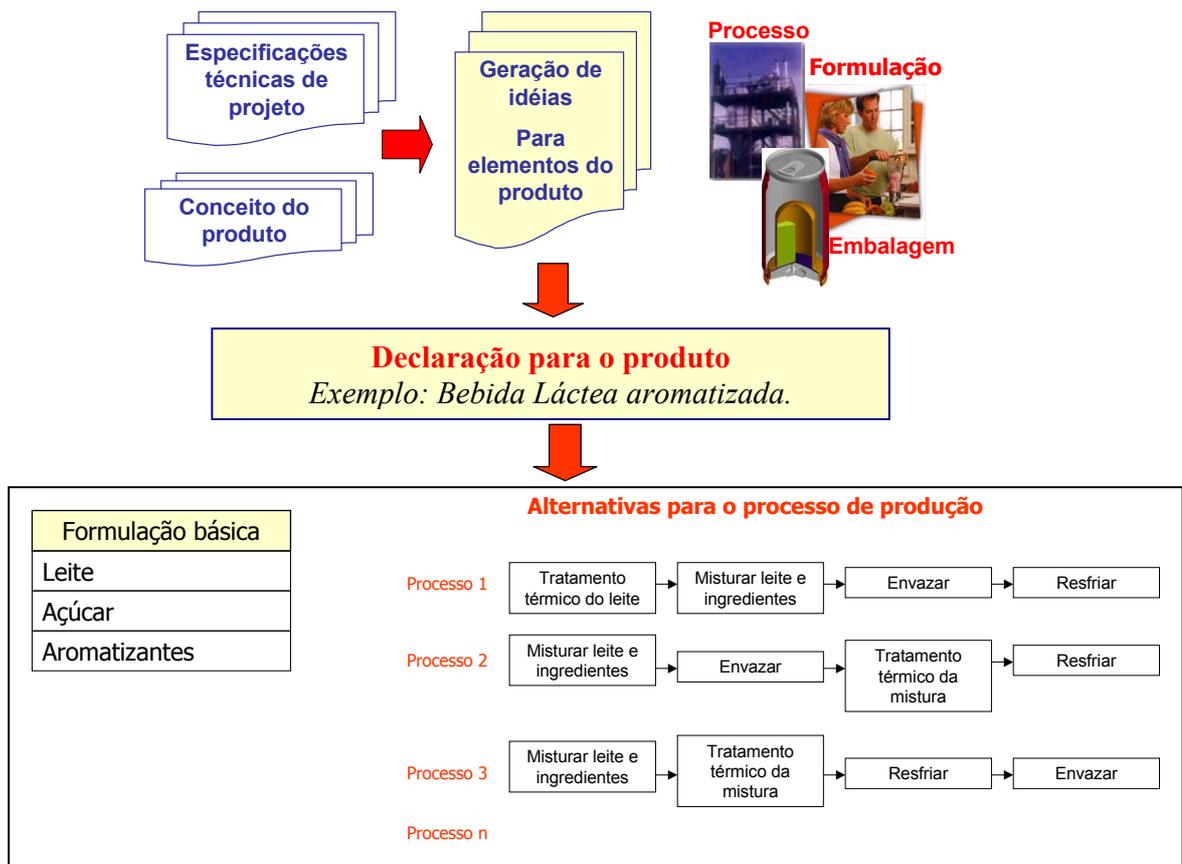


Figura 21 – Exemplo para declaração do produto.

Através da geração de idéias para a formulação básica e para as alternativas para o processo de produção é possível combinar diferentes soluções na matriz morfológica do produto e processo e gerar várias alternativas de concepção para o produto.

#### 2.4.15 Matriz morfológica

O método morfológico consiste numa pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos ou parâmetros, com o objetivo de encontrar uma nova solução para o problema. O método da matriz morfológica consiste nos seguintes passos: Determinação da seqüência de funções de processo; Preenchimento da primeira coluna da matriz com a seqüência de funções; Busca de princípios de solução alternativos para cada função. Para cada linha busca-se soluções que podem ser na forma de descrições laterais ou representações gráficas. Estas soluções podem ser o resultado de um levantamento da literatura, utilização de mecanismos de outras máquinas ou então soluções criadas usando métodos intuitivos como *brainstorming*.

O quarto passo é o de busca de soluções alternativas ou concepções alternativas para o problema formulado. Uma vez construída a matriz morfológica procura-se estabelecer combinações adotando um princípio de solução de uma linha com os princípios de solução das demais linhas. Desta forma pode-se gerar um número elevado de concepções alternativas. O quinto e último passo é a avaliação e seleção das concepções. Muitas das combinações podem ser eliminadas de imediato por não serem compatíveis ou viáveis. Mas as viáveis devem ser submetidas a um processo mais criterioso de avaliação. A figura 22 ilustra o exemplo de uma matriz morfológica, elaborado a partir do exemplo iniciado na ferramenta de declaração do produto.

<b>Formulação Básica</b>	<b>Ingredientes, matérias, primas, aditivos e outros</b>				
Leite	Integral	Desnatado	Semi-desnatado	pó	soro
Açúcar	líquido	crystal	frutas		
Aromatizantes	Cacau	chocolate	Frutas frescas	aroma	
<b>Processo 1</b>	<b>Princípios de solução e operações unitárias</b>				
Tratamento térmico do leite mais ingredientes	Esterilizar	Pasteurizar	Irradiar	Congelar	
Misturar ingredientes	Mixer	Emulsificantes	Misturador p7 sólidos	Misturador p/ líquidos	
Embalar	vidro	Polipropileno	Cartonado		
Resfriar	imersão	Túnel	Trocador a placas	Tanque	

Figura 22 – Exemplo de matriz morfológica.

### 2.4.16 Técnicas de seleção

As técnicas de seleção irão reduzir os vários conceitos gerados em uns poucos, que poderão resultar em produtos de qualidade. A principal dificuldade envolvida nesta tarefa, encontra-se na principal característica das fases iniciais de projeto: informações são limitadas e abstratas. FORCELLINI (2002) sugere a utilização de quatro métodos consecutivos como ilustra a figura 23.

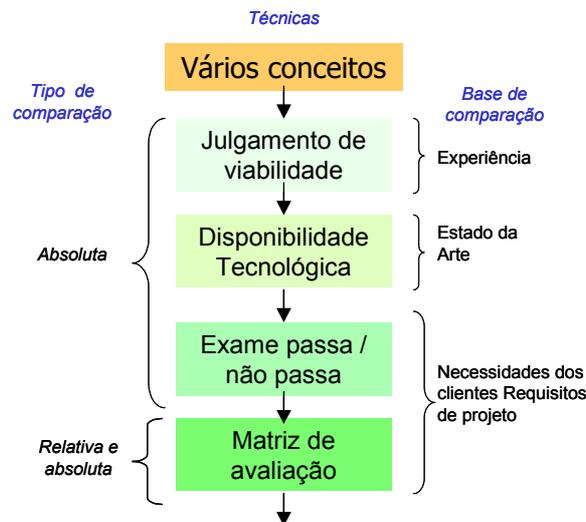


Figura 23 – Técnicas de avaliação. Fonte: (FORCELLINI, 2002)

#### 2.4.16.1 Avaliação baseada no julgamento de viabilidade:

Verificar se o conceito é viável explica-se o porquê da inviabilidade, o conceito será condicionalmente viável se alguma coisa vier acontecer, por exemplo disponibilidade de tecnologia, o conceito deve ser considerado quando não se evidencia imediatamente se uma boa ou má idéia.

#### 2.4.16.2 Avaliação baseada na disponibilidade imediata de tecnologia

A segunda técnica de avaliação é voltada para determinar a disponibilidade tecnológica que pode ser utilizada o conceito de solução. O objetivo é forçar a comparação absoluta com as capacidades do atual estado da arte. Se uma determinada tecnologia deverá ser utilizada no projeto esta deve ser suficientemente amadurecida para ser utilizada.

#### 2.4.16.3 Avaliação baseada no passa/ não passa

O enfoque da base de comparação esta em verificar se os conceitos atendem às necessidades dos clientes através de questões que deverão ser respondidas por sim ou possivelmente (passa), ou não (passa).

Este tipo de avaliação serve não somente para encontrar conceitos que não são adequados, mas serve para auxiliar a geração de novas idéias. Esta avaliação permite identificar de maneira rápida os pontos fracos de um conceito, e dependendo da situação, modificar o conceito de modo a ajustá-lo melhor ao problema. Durante esta modificação, a estruturação funcional e a matriz morfológica deverão ser analisadas e possivelmente atualizadas.

#### 2.4.16.4 Método de PUGH

Este método fornece uma maneira de medir a capacidade de cada conceito de atender às necessidades dos clientes. A comparação dos escores obtidos para os conceitos servirá para indicar as melhores alternativas e fornecer boas informações para a tomada de decisões. É um método interativo de avaliação, que testa a completeza e o entendimento das necessidades, identificando rapidamente os conceitos mais fortes, e auxilia a criar novos conceitos, A figura 24 ilustra a essência do método.

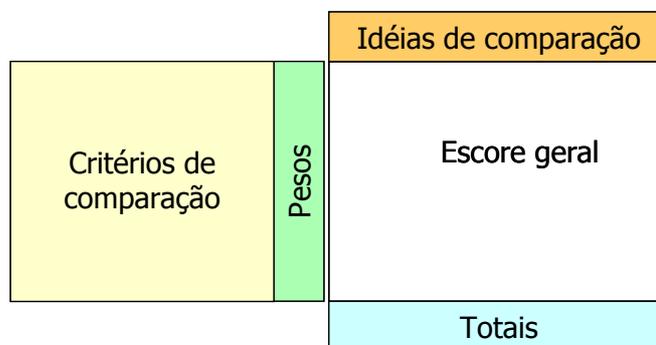


Figura 24 – Matriz de decisão. Fonte: FORCELLINI (2002)

#### 2.4.17 Análise de valor

Na literatura de Análise de Valor ou Engenharia de Valor existem inúmeras abordagens, com o objetivo de redução de custos, aumento da qualidade do produto, melhoria de processo entre outras. Busca-se, neste momento, destacar a análise de valor como uma ferramenta de avaliação do valor agregado, durante o projeto do processo.

A base do método de engenharia de valor é a identificação das funções do produto/processo e a determinação do grau de importância para cada um, sob a ótica do consumidor, o valor agregado (POSSAMAI, 2002).

Para efetuar a valorização de um produto/processo é importante determinar a importância para o consumidor a fim de melhor atender às suas expectativas. Para isso pode-se utilizar o Método de Avaliação Numérica Funcional, conhecido como diagrama de Mudge. Este método hierarquiza as funções secundárias, através da análise de duas a duas.

Através da metodologia de Análise de Valor pode-se obter a Taxa de Valor Agregado (TVA) de um processo, que pode ser sobre o tempo para executar a atividade ou sobre o custo da atividade.

Montando-se uma matriz de relação entre as atividades do processo produtivo e o custo ou tempo de cada atividade, para as diferentes “concepções de produção”, pode-se obter diferentes TVA para o processo, que pode auxiliar na seleção das diferentes concepções de produção, durante o projeto do processo.

#### **2.4.18 Simulação**

O aumento dos recursos como custo de energia e matéria-prima tornam-se os processos de produção cada vez mais caros, pois tem-se a necessidade de um melhor aproveitamento da eficiência através de modificações nos processos. Os riscos envolvendo, pessoas e o meio ambiente são fatores importantes na realização de testes industriais. Esses fatores introduzem a necessidade de se analisar os fluxogramas alternativos, com o auxílio de novas ferramentas computacionais.

A simulação é a reprodução em computador do comportamento de uma unidade de processo. Cada unidade de processo gera um conjunto de relações matemáticas. Os pesquisadores DIES, OKOS e MORGAN (2000) demonstram como a simulação de processos, pode ser usada no projeto de fluxogramas. Neste trabalho foi realizado o estudo de cinco processos alternativos para fabricação de leite em pó, cuja melhor alternativa foi escolhida através da simulação das diferentes concepções, através dos balanço de massa e energia realizado em cada unidade do processo.

O estudo da simulação de processo para produtos alimentícios vem sendo incrementado na academia através de comportamentos ideais e ensaios reológicos de produtos. Mas ainda apresenta uma certa dificuldade de utilização na prática das empresas devido à dificuldade de

representação dos fenômenos físicos, bioquímicos e microbiológicos presentes nos alimentos durante o processo de transformação.

#### **2.4.19 Ferramentas de qualidade**

A qualidade é definida como um grupo de características do produto para satisfazer suas necessidades implícitas e explícitas. Adoção de padrões pré-definidos para assegurar a qualidade tem fornecido aos consumidores a garantia do trabalho feito pelas empresas. Na indústria de alimentos dois diferentes aspectos de qualidade do produto podem ser identificados: o primeiro a integridade de segurança sanitária do produto e a outro os aspectos relacionados com a funcionalidade do alimento, características nutricionais e etc. que atraem o consumidor.

A aplicação de diferentes metodologias como o FMEA (Análises do Modo de Falha) o APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) e outras ferramentas estatísticas como o controle estatístico de processo, são usados visando garantir a qualidade do produto alimentício.

Esses tipos de metodologias auxiliam no diagnóstico de problemas e falhas que surgem ao longo do processo de desenvolvimento, fazendo descrições, análises e correlacionamento dos dados de produção, mercado e desenvolvimento. Além disso, as metodologias e ferramentas inclusas nesta categoria, auxiliam a busca de novas soluções já que muitas vezes identificam causas e implementam ações com o intuito de corrigir falhas.

#### **2.4.20 Estimativas de custos**

O sucesso econômico de um produto depende da margem de lucro, diferença entre preço de venda e o custo de fazer o produto. Além disso, deve assegurar a qualidade do produto, mesmo minimizando os custos de produção. As estimativas de custos iniciam na fase de projeto informacional quando os requisitos de projeto são estabelecidos, e são encontradas as contradições entre eles, por exemplo, para característica de desempenho de projeto, a redução do peso pode aumentar o custo de manufatura. Para realização das estimativas são coletadas informações de vários tipos como: desenhos, especificações de projeto e alternativas de projeto, entendimento detalhados do processo de produção e estimativas do custo de fabricação, volumes de produção tempo e retornos de investimento.

Para realizar as estimativas recomenda-se: a construção de uma base (modelo financeiro), análise de desempenho para entendimento das relações entre o sucesso financeiro e as principais variáveis do modelo, o uso de análises de sensibilidade para compreender as contradições e a consideração de fatores qualitativos no sucesso do projeto. ULRICH & EPPINGER (1995).

A figura 25 ilustra um modelo simples de estimativa de custo, com entradas e saídas, de um processo de produção. O custo do processo de produção é o conjunto de todos os gastos de entrada do sistema mais custo de perdas e sobras do sistema.

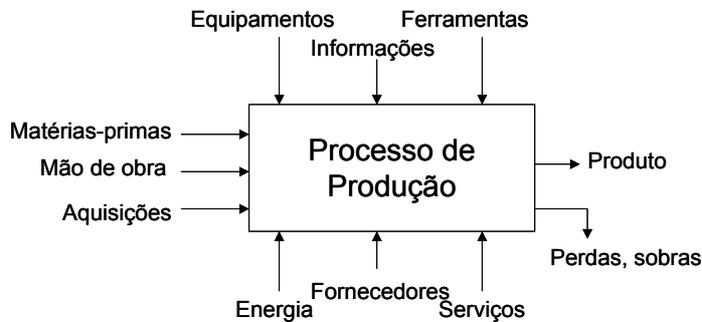


Figura 25 - Componentes de custo do processo de produção. Fonte: adaptado de ULRICH & EPPINGER (1995).

Outro caminho para calcular as estimativas de custos é dividir o processo de produção em custos fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que estão presentes, independente de quantas unidades de produto que são fabricados, por exemplo, aquisição de um molde de injeção para plástico. Os custos variáveis são aqueles presentes na proporção direta de unidades produzidas, por exemplo, o custo de matéria-prima é diretamente proporcional ao número de unidades produzidas.

## 2.5. Comentários sobre o estado da arte

Os modelos estudados de FULLER (1994), RUDOLPH (1995), EARLE (1997) e POLIGNAMO & DRUMOND (2001), apresentam o mesmo nível de informação em relação ao projeto do produto e processo. Além disso, os modelos apresentam lacunas referentes às tomadas de decisão no PDPA, carecendo de ferramentas e técnicas para execução das atividades.

O modelo proposto por PENSO (2003), possui um excelente referencial teórico sobre o projeto do produto. Contudo, o modelo não aborda o projeto do processo e sua natureza interativa com o projeto do produto. O projeto do processo é tratado na fase de projeto detalhado, no final do desenvolvimento. A autora utilizou o modelo do NeDIP como base para elaboração do modelo para o PDPA. No entanto, as fases de projeto preliminar e detalhado do modelo do NeDIP foram pouco exploradas pela autora.

O modelo do NeDIP têm sido utilizado com sucesso no projeto de protótipos de máquinas e equipamentos agrícolas, envolvendo muitas vezes princípios de solução que podem ser utilizados na indústria de alimentos. Desta forma, apresenta um excelente referencial teórico sobre o projeto de máquinas e equipamentos, apesar de não considerar as particularidades da indústria de alimentos.

Os modelos estudados da engenharia química (COULSON & RICHARDSONS, 1993; ULRICH, 1984; BISIO & KABEL, 1985; e BENJAM et al, 1996) apresentam a natureza interativa entre o projeto do produto e o projeto do processo. Contudo, estão voltados principalmente para seleção de equipamentos e para instalações industriais. As principais atividades relacionadas com o projeto do processo mencionadas pelos autores são: atendimento as necessidades dos clientes, levantamento das informações a respeito dos possíveis processos, levantamento de dados de propriedades físicas dos produtos, esboço do diagrama de blocos, definição das principais funções e restrições de cada bloco, combinação dos elementos econômicos e químicos entre outros.

Através de uma análise crítica dos modelos estudados, de suas carências e pontos fortes foi possível reescrever o modelo para o PDPA, no nível de atividade e tarefas, levando consideração às particularidades presentes na indústria de alimentos.

Existe um grande número de métodos e ferramentas que auxiliam na tomada de decisão e na execução das atividades no PDP, e o objetivo deste capítulo não foi esgotar o assunto. Neste trabalho procurou-se apresentar os métodos e ferramentas de forma sucinta de maneira que fosse compreendida sua aplicação no modelo em desenvolvimento.

Através do estudo dos métodos e ferramentas procurou-se identificar quais métodos e ferramentas, sugeridos através da literatura, poderiam contribuir na execução das tarefas e atividades ao longo do PDP. Contudo, ao longo do estudo verificou-se a necessidade de adaptar algumas delas às particularidades da indústria de alimentos. Entre estas se destaca a declaração do produto, elaborada a partir do método síntese de funções.

Desta forma, espera-se que as ferramentas desenvolvidas contribuam para o PDPA para que ocorra mais rápido, com menores custos e com um menor índice de retrabalho, diminuindo os riscos no PDPA.

O próximo capítulo apresentará uma pesquisa de campo com objetivo de identificar as atividades envolvidas no projeto do processo no PDPA e os métodos e ferramentas utilizados pelas empresas para execução das atividades.

O objetivo da pesquisa de campo foi conhecer as atividades envolvidas no projeto do processo no desenvolvimento de um novo produto nas indústrias de alimentos.

O primeiro passo para a realização da pesquisa de campo foi elaborar um roteiro que possibilitasse o levantamento de informações que estivessem em consonância com o objetivo proposto e complementassem as informações obtidas através da literatura. Para isso utilizou-se o conceito de ciclo de vida do produto no projeto de questionários, proposto por REIS (2003).

As diretrizes estabelecidas para elaboração das questões são os clientes envolvidos no projeto e o que se deseja saber em cada fase do ciclo de vida do produto.

Para a seleção das empresas, buscaram-se critérios que pudessem contribuir com o objetivo do trabalho, através da identificação da existência do PDP nas empresas, além de identificar profissionais que possuíssem experiência no processo de desenvolvimento de produtos e processos na indústria de alimentos.

Devido à abrangência do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, com intuito de focar a entrevista no objetivo proposto, antes do início de cada entrevista foi apresentado o objetivo do trabalho, o modelo em desenvolvimento e algumas ferramentas de apoio.

### **3.1 Elaboração do roteiro de entrevista**

A utilização de questionários é prática usual na “coleta de informações”, durante a fase de projeto informacional, pois, os questionários podem ser usados na identificação das necessidades e desejos dos clientes para o projeto de novos produtos ou reprojeto.

Os textos básicos para confecção de questionários focam-se na estrutura, deixando de abordar como identificar os conteúdos relevantes para a pesquisa. Para minimizar esta carência REIS (2003) propôs uma metodologia para confecção dos questionários baseada no conceito de ciclo de vida do produto.

A metodologia apresentada por REIS (2003) está estruturada em quatro etapas:

- 1º. Estabelecer as fases do ciclo de vida do produto, as fases são baseadas na espiral do desenvolvimento (figura 18, capítulo II)
- 2º. Definir os clientes do projeto;
- 3º. Elaborar questões para cada cliente do projeto de desenvolvimento do produto;
- 4º. Formatar o questionário.

As fases do ciclo de vida para um produto alimentício, com base na proposta de FONSECA 2000, são: projeto, processamento, embalagem, distribuição, venda, compra, uso/preparo, funcionais e nutricionais, conservação, reciclagem e descarte (vide figura 18 capítulo II).

De forma geral, podem-se classificar os clientes em internos, externos e intermediários. Através da análise do ciclo de vida do produto, mostrado na espiral do desenvolvimento de FONSECA 2000, (figura 18 capítulo II), os principais clientes do projeto do processo são os clientes internos: produção, garantia da qualidade, manutenção, logística, marketing e vendas. As principais fases do ciclo de vida do produto para análise são as fases iniciais, que se confundem com as fases do projeto.

Para elaborar as questões trabalhou-se com dois componentes principais: os clientes e o que se deseja saber. O entendimento claro destes dois componentes é essencial para a definição das informações que se está buscando através da entrevista. O quadro 15 mostra as fases de projeto de um produto alimentício, baseado no trabalho proposto por PENSO (2003) e o que se busca saber em cada fase.

A estrutura das questões para entrevistas pode ser aberta ou fechada. A estrutura aberta permite ao respondente emitir sua opinião de forma livre não restringindo e não direcionando a resposta a uma única abordagem, por esta razão foi escolhida esta abordagem. A estrutura fechada direciona as respostas e não permite acréscimo de outras visões ou questões.

Na formulação das questões procurou-se incluir palavras (“porque”, “como”, “cite”, etc..) que evitassem respostas sim ou não, estimulando assim a elaboração de respostas mais ricas em informações. O roteiro elaborado para entrevista encontra-se no apêndice B.

### **3.2 Seleção das empresas**

A escolha das empresas a serem estudadas ocorreu segundo dois critérios: possuir ambientes de desenvolvimento de produtos e possuir uma equipe de desenvolvimento de produto.

Seguindo estes critérios, foram mantidos os contatos e marcadas as entrevistas. Deve-se acrescentar, contudo, que não foram estabelecidos limites para o número de participantes e por essa razão, em alguns casos, houve a participação de mais de uma pessoa.

Procurou-se também durante a seleção das empresas buscar profissionais que possuem experiência no PDP. Para que eles pudessem contribuir não somente relatando a prática da empresa, mas relatando também as carências no processo de desenvolvimento de produtos na

indústria de alimentos. Buscou-se também identificar interesse para que em um segundo momento de contato a empresa contribuísse também com a avaliação do modelo.

Quadro 15 – Fases do projeto o que se deseja saber.

<b>FASES</b>	<b>O QUE SE DESEJA SABER</b>
1º Fase – Planejamento estratégico da empresa (PE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Oportunidades tecnológicas em relação a novos produtos</li> <li>✓ A origem do desenvolvimento de novos produtos</li> <li>✓ Plano estratégico do produto x plano estratégico para manufatura (alinhamento dos objetivos)</li> </ul>
2º Fase – Plano do PE do PDP	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipos de produtos desenvolvidos (extensões de linhas, novas embalagens, novos para o mercado)</li> </ul>
3º Fase – Planejamento do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documentação do processo de desenvolvimento de produto</li> </ul>
4º Fase – Projeto informacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Origem das informações para novos produtos</li> <li>✓ Elaboração das especificações de produto e processo</li> <li>✓ Restrições de processo</li> <li>✓ Desenvolvimento com apoio de centros de pesquisa</li> <li>✓ Relação com os fabricantes de equipamentos para compra e escolha de equipamentos, novas tecnologias, treinamentos, manutenção da planta, existência de plantas pilotos</li> </ul>
5º Fase – Projeto Conceitual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Testes com matéria prima</li> <li>✓ Pesquisa sobre os parâmetros de processo</li> <li>✓ Pesquisa de processos de fabricação</li> <li>✓ Pesquisa sobre os métodos de conservação</li> <li>✓ Laboratório físico-químico, microbiologia e análise sensorial</li> <li>✓ Fluxograma de processo</li> </ul>
6º Fase – Projeto Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Simulação das concepções de processo</li> <li>✓ Construção de planta piloto</li> <li>✓ Decisão de automatização ou não automatização</li> </ul>
7º Fase – Projeto Detalhado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Projeto da instalação industrial</li> </ul>
8º Fase – Preparação para Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboração das especificações e procedimentos de análise e operação da planta, plano APPCC</li> <li>✓ Produção lote piloto</li> <li>✓ Treinamentos</li> </ul>
9º Fase – Lançamento do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Serviço de atendimento ao consumidor</li> <li>✓ Material publicitário</li> </ul>
10º Fase - Acompanhamento do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Assistência ao consumidor</li> </ul>
11º Fase – Retirada do produto do mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desativação da linha, equipamentos</li> </ul>

### 3.3 Aplicação do questionário

No início de cada entrevista foi apresentado, o objetivo da pesquisa, o porquê do estudo da metodologia de desenvolvimento de produtos, as vantagens e o modelo em desenvolvimento.

O entendimento do contexto do trabalho por parte dos entrevistados possibilitou que esses fornecessem respostas mais próximas com os propósitos estabelecidos para a pesquisa.

As empresas foram informadas com antecedência da duração prevista, com intuito de melhor se organizarem evitando possíveis interrupções.

Após cada uma das entrevistas, as anotações foram passadas a limpo, sendo relacionadas às interpretações das respostas dos entrevistados e às questões do que desejava saber. Dessa forma, tentou-se evitar qualquer tipo de perda ou distorção das informações fornecidas.

### 3.4 As empresas pesquisadas

No que se refere às empresas pesquisadas, por uma questão de ética, estas foram mantidas no anonimato. Procurou-se descrever características gerais, que proporcionassem ao leitor um mínimo de idéia do ambiente onde foram colhidos os dados.

A pesquisa foi conduzida em quatro empresas de alimentos de grande porte que produzem produtos diferentes. O quadro 16 resume o perfil geral das empresas pesquisadas.

Quadro 16 – Perfil geral das empresas pesquisadas

<b>Empresas</b>	<b>Origem</b>	<b>Produtos</b>	<b>Entrevistados</b>
A	Multinacional com sede no Brasil	Condimentos e aditivos, aromas, produtos para sorvete, desidratados, temperos, recheios e outros.	Gerente de qualidade, gerente de desenvolvimento e aplicação de produtos, gerente de pesquisa e desenvolvimento, criação de aromas, processos
B	Multinacional	Margarinas, óleos e maionese.	Gerente de desenvolvimento de produtos
C	Multinacional	Leite, iogurte, biscoitos, chocolates, condimentos e outros.	Analista de processos, Chefe técnico, Gerente de Fábrica.
D	Multinacional	Pescados	Gerente de pesquisa e desenvolvimento de produtos

O porte da empresa, medido geralmente pelo número de empregados, as origens das empresas, nacionais ou multinacionais, não é determinante para os recursos disponíveis para o processo de desenvolvimento de produtos, contudo influenciam diretamente na profundidade das análises e a demanda de informações para as tomadas de decisão.

Quanto aos profissionais entrevistados, a principal base de informação deste capítulo, suas opiniões retratam o sentimento e percepção de quem vivencia a atividade de projeto e desenvolvimento de produtos, algumas delas talvez, merecessem uma reflexão maior, mas isto vai além do objetivo da pesquisa de campo.

A maioria dos entrevistados tem mais de quinze anos de empresa, e acima de cinco anos no processo desenvolvimento de produtos.

### 3.5. Resultados obtidos

Os resultados da pesquisa estão limitados às declarações dadas e, em situações nas quais houve maior abertura, tanto por parte das empresas como dos entrevistados, mais detalhes foram apresentados.

Uma dificuldade encontrada, mesmo utilizando palavras, do tipo “porque”, “como”, “cite”, objetivando evitar respostas sim ou não, foi o aparecimento de repostas vagas para algumas questões. Esse fato pode ser explicado pela dificuldade em encontrar pessoas que dominem em profundidade todos os aspectos discutidos na revisão bibliográfica.

O objetivo da entrevistas foi buscar na prática “o que” as empresas fazem na fase de desenvolvimento de produto, principalmente em relação ao projeto do processo para produzir o produto, e saber “como” elas realizam estas atividades.

As informações coletadas são de ordem qualitativa e são apresentadas em forma de resumo com o intuito de mostrar um pouco mais sobre as empresas pesquisadas

#### 3.5.1 Empresa A

O processo de desenvolvimento de produtos da empresa A inicia a partir de um pedido do cliente. É realizado um estudo para verificar a possibilidade de atendimento ao pedido, caso a empresa não possua condições de atender com os processos de manufatura existentes em suas plantas e é, então, realizado um estudo de viabilidade econômico-financeiras e de mercado para aquisição de novos equipamentos. Verifica-se principalmente o potencial do cliente ao longo do tempo, para justificar um investimento em um novo processo de produção.

A maior parte dos produtos lançados pela empresa é de extensão de linha. Os processos de produção são operações unitárias básicas, e o rearranjo destas operações unitárias (secagem, destilações e outros) possibilita uma maior flexibilidade no processo de produção. Geralmente são produzidos pequenos lotes, produtos concentrados, com alto valor agregado, de acordo com o pedido do cliente. Por utilizarem operações unitárias básicas os equipamentos são encontrados disponíveis no mercado nacional. O nível de automação é baixo, devido a pequenas produções por lote e a flexibilidade necessária para produzir diferentes tipos de misturas. A empresa possui uma equipe de engenharia (manutenção) para fazer pequenas alterações nos equipamentos existentes na unidade, por exemplo: bico do *spray-drier* para uma nova granulometria durante o processo de secagem.

As especificações técnicas dos produtos são elaboradas através dos flavoristas que traduzem as necessidades dos clientes em requisitos de projeto. O desenvolvimento do produto é realizado em parceria com o cliente, e são levantadas suas necessidades em relação ao aroma em desenvolvimento (odor, sabor do produto do cliente) e restrições (em relação à

linha de processamento do cliente, legislação de alimentos, mercado de atuação do produto do cliente).

A empresa possui plantas piloto que podem ser usadas pelos clientes com intuito de testarem seus produtos e fazerem o desenvolvimento em parceria. O acompanhamento do projeto é feito através de análises sensoriais durante o desenvolvimento.

O processo de desenvolvimento de produtos na empresa é documentado de acordo com a norma ISO 9001 versão 2000, esta é usada como ferramenta de gerenciamento das atividades. Cada área da empresa possui conjunto de normas que servem como guia para execução das atividades.

### 3.5.2 Empresa B

O processo de desenvolvimento de produtos inicia a partir dos dados de marketing que elaboram um *Briefing* do produto. A equipe de projeto é composta por representantes das áreas de pesquisa e desenvolvimento, planejamento da produção, suprimentos e marketing. Esta equipe faz análise da tecnologia disponível na empresa para a produção, das taxas de retorno do produto, da necessidade de instalações de novos equipamentos e da necessidade de matérias-primas novas para a empresa. Realiza-se um estudo detalhado do mercado no qual o produto será inserido com o intuito de levantar as restrições em relação à legislação de alimentos, segurança do produto, formulação, transporte e armazenagem do produto.

Após a definição do conceito do produto são realizados estudos sobre a aceitação do produto no mercado através de técnicas de análise sensorial, por exemplo, um grupo foco, onde o produto é testado na casa do consumidor. Esta mesma técnica é usada para avaliação dos produtos concorrentes. O tempo médio que a empresa leva para fazer este estudo é de aproximadamente dois meses. Durante este período realiza-se o estudo do tempo de vida de prateleira dos produtos (*shel-life*). De acordo com os relatos da empresa o tempo do desenvolvimento pode não ser suficiente para o desenvolvimento completo do *shel-life* do produto, levando a empresa a tomar decisões baseadas em produtos similares ou na experiência da equipe de desenvolvimento.

O uso de plantas piloto é uma prática comum na empresa. Contudo, em alguns casos envolve um grande número de parâmetros de controle de processo para realização dos testes industriais, a melhor alternativa torna-se a utilização da planta industrial.

Para um novo processo, os primeiros testes de produto e processos são realizados na planta do fornecedor de equipamentos, sendo que a maioria deles encontra-se fora do país.

A preparação da produção para lançamento do produto envolve a elaboração documentos (especificações técnicas do produto, ficha técnica do produto, fluxograma do

produto, os procedimentos de operação da linha, especificação dos processos intermediários, especificações das matérias primas, especificações dos ingredientes), a preparação do controle de qualidade para realizar as análises de controle e legislação de alimentos, recrutamento e treinamento de mão de obra e o material para venda do produto.

A origem dos novos equipamentos surge da necessidade de aumentar a produtividade e atender aos novos produtos. A tecnologia utilizada é importada, sendo que são transferidos os conhecimentos de operação e pouco de manutenção para operação, ou seja, a empresa não domina a tecnologia que processa seus produtos. A seleção de um novo equipamento esta baseada no conhecimento técnico da empresa, histórico da empresa, e através de visitas técnicas a plantas industriais instaladas fora do país. A escolha das alternativas de diferentes equipamentos é realiza-se cruzando os dados necessários e os requisitos. São feitas análises do custo, capacidade, *set up* do equipamento, o que o equipamento pode ou não pode fazer.

Os fluxogramas de processo são estudados para que forneçam uma maior flexibilidade possível no desenvolvimento de novos produtos. Diferentes fluxogramas são discutidos entre os fabricantes de equipamentos e a equipe projeto. Não se constatou neste momento o uso de métodos e ferramentas que possam auxiliar nesta tomada de decisão.

### **3.5.3 Empresa C**

A empresa C não desenvolve mais produtos no Brasil, porém possui profissionais com mais de vinte anos com experiência no PDP. Estes hoje fazem à conexão das equipes de desenvolvimento, no exterior, com o Brasil. Por outro lado a empresa apresentou-se bastante fechada sobre a prática nos centros de desenvolvimentos.

Uma equipe de desenvolvimento vem ao país conhecer as marcas dos produtos concorrentes e as características do mercado nacional. Para produtos como biscoitos e culinárias onde as mudanças ocorrem mais rapidamente, as fábricas instaladas no país possuem linhas para testes de novos ingredientes, e gera-se desta forma uma grande quantidade de produtos do tipo extensão de linha. A maior parte dos produtos novos para o mercado nacional é introduzida através de alto investimento em propaganda. A empresa possui um centro de pesquisa nos EUA onde são utilizados programas computacionais, para simulação de projetos de alimentos. Entretanto, os programas computacionais ainda são pouco utilizados pela empresa para projeto de novos produtos.

A empresa investe maciçamente na formulação dos seus produtos em relação ao valor nutricional oferecido ao consumidor final. De forma que os produtos sejam mais nutritivos. Muitos produtos da empresa com alto valor agregado, lançados anteriormente pela empresa, devido ao baixo poder de compra do mercado brasileiro estão sendo retirados de produção.

Todos os processos dentro da empresa são altamente documentados. São enviados relatórios para acompanhamento para verificação em que estágio encontra-se o processo de desenvolvimento. A empresa possui programa de Qualidade implantado, assim como o APPCC.

Para lançamento de um novo produto, o projeto do processo produtivo é realizado no exterior, e quando necessário são construídas novas instalações fabris. Os engenheiros conhecem os processos de produção com o tempo, e em cima do conhecimento adquirido são montados novos fluxogramas de produção. Os projetos de novas tecnologias são desenvolvidos em parcerias com empresas de equipamentos no exterior, como por exemplo, leite esterilizado em embalagens cartonadas. O nível de automação das fábricas é o mais alto possível, e evita-se dentro do possível a manipulação dos alimentos.

### **3.5.4 Empresa D**

O processo de desenvolvimento de produtos surge através dos *briefing* elaborados em laboratório. Estes produtos são testados no mercado, para decisão se o processo continua ou não. Devido o produto surgir primeiro do que o processo, já aconteceu de ser cancelado o lançamento do produto devido a empresa não conseguir produzi-lo.

Um novo processo na empresa surge para suprir a necessidade de produzir um novo produto ou aumentar a capacidade de produção. No momento os processos da empresa estão sendo mudados para modernização da fábrica.

O processo de desenvolvimento de produtos já foi mais documentado, antes da última fusão com outra multinacional há dois anos. Anteriormente era feito um planejamento das ações e o mesmo era acompanhado por qualidade e P&D. O produto só era lançado para o mercado quando todas as ações estivessem em conformidade. Hoje o processo segue mais na informalidade. A maior parte dos equipamentos é importada da Espanha, Portugal e Itália onde são desenvolvidas as tecnologias, principalmente de recravação. A indústria de equipamentos nacional não atende as necessidades da empresa.

Os principais requisitos para compra de equipamentos são, em relação à produtividade, que atendam as normas de qualidade e principalmente façam o produto de acordo com as especificações. A escolha dos equipamentos ocorre após visitas em plantas operantes, onde estão instalados os equipamentos, e teste de produtos nestas plantas.

Os fluxogramas de processo são montados através de tentativas, para concepção da melhor seqüência de processamento. A empresa possui uma equipe de manutenção para fazer pequenas alterações e ajustes nos processos existentes. Os projetos e produtos na sua grande maioria são extensões de linhas, por exemplo, atuns e sardinhas com molhos diferentes.

A empresa foi precursora no processamento de pescado enlatado no país, através de um novo processo de tratamento térmico dado ao produto; contudo esta inovação foi facilmente copiada pelos concorrentes deixando de ser um diferencial no produto. Este "novo processo" iniciou com objetivo de melhorar a qualidade do produto, diminuindo a manipulação durante o processamento e aumentar a produtividade.

As plantas piloto de desenvolvimento dos produtos são as plantas piloto dos fornecedores de ingredientes, porém não é passada a fórmula como um todo para o fornecedor, sendo repassado para cada fornecedor partes da formulação do produto, posteriormente acrescentado mais ingredientes para formulação final na própria fábrica. Os melhores testes de produtos são feitos em plantas industriais devido às variações no processamento. O nível de automação está relacionado com custo/benefício, e as linhas instaladas são parcialmente automatizadas.

### 3.5.5 Métodos e ferramentas usados pelas empresas

Os principais métodos e ferramentas utilizados pelas empresas são as práticas relacionadas a garantir a qualidade do produto/e processo. O quadro 17 mostra um resumo do questionamento sobre métodos e ferramentas usados durante o PDP para auxiliar na tomada de decisão, nas empresas pesquisadas.

Quadro 17 - Resumo dos métodos e ferramentas utilizadas pelas empresas pesquisadas

<b>Método ou ferramenta</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<i>Pesquisa de mercado</i>	<i>realiza</i>	<i>realiza</i>	<i>realiza</i>	<i>realiza</i>
<i>QFD (desdobramento da função qualidade)</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>
<i>Benchmarking do produto e do processo</i>	<i>sim p/produto</i>	<i>sim p/ produto e processo</i>	<i>sim p/ produto e processo</i>	<i>não</i>
<i>Equipe multidisciplinar</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>
<i>Projeto de experimentos</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>
<i>Análise sensorial</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>
<i>TRIZ (Solução inventiva de problema)</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>
<i>Simulação de processo na fase de projeto</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>
<i>Análise de Valor</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>	<i>não</i>
<i>Análise estatística na fase de projeto</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>
<i>ISO 9001 Versão 2000</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>Sim</i>
<i>APPCC</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>

### 3.7 Comentários sobre os dados da pesquisa de campo

A área de marketing é a fonte de dados para desenvolvimento de produtos, porém, observou-se uma grande barreira entre as duas áreas, pois, o que se percebe é que a partir do “*briefing*” do produto, o marketing realiza testes no mercado, para averiguar a viabilidade de seu desenvolvimento. As equipes são formadas por representantes da área de marketing, vendas, pesquisa e desenvolvimento, suprimentos, qualidade, engenharia e produção.

Com a idéia do produto em mãos a equipe de desenvolvimento irá estudar como este produto poderá ser elaborado, se existe a tecnologia disponível no mercado, quais são os países que dominam esta tecnologia, se existem plantas instaladas com esta tecnologia. Então se realiza uma avaliação econômica preliminar frente aos objetivos da empresa.

É importante ressaltar que avaliação dos dados de custo, preço potencial para venda, volume freqüente de venda, e período de *payback* são informações essenciais nesta fase inicial do projeto. Outra informação bastante importante nessa fase inicial do projeto é o mercado onde o produto será vendido, pois dependendo do mercado, haverá variações no tipo de processo produtivo. Como exemplo: a granulometria de um tipo de farinha será influenciada pelo tipo de peneira usada durante o processo de produção. Após a avaliação inicial, parte-se para elaboração de um plano desenvolvimento com as principais atividades que precisam ser executadas com os respectivos responsáveis, e os prazos estabelecidos.

O desenvolvimento do protótipo do produto consiste em tentar reproduzir o conceito do produto de laboratório em maior escala. Este teste pode ocorrer em uma planta piloto ou em uma planta industrial. A vantagem da planta piloto sobre a planta industrial deve-se ao volume de recursos gastos (matérias-primas, ingredientes, consumo de energia), geralmente é mais aconselhável nos testes iniciais quando a subjetividade do produto é maior. As plantas industriais têm maior vantagem, pois fornecem o comportamento real do produto em processo, reduzindo o número de variáveis durante os testes. Contudo, são necessárias paradas de linha para a realização dos testes de produto.

Para um “novo processo” as plantas piloto ou mesmo plantas industriais utilizadas são as plantas do fabricante de equipamentos. Os fluxogramas de produção são discutidos entre os fornecedores de equipamentos e a equipe de desenvolvimento de produtos, com representantes da área de engenharia, produção e qualidade. Contudo, nenhuma das empresas entrevistadas utiliza métodos ou ferramentas que auxiliam na tomada de decisão. O nível de automação das unidades esta inversamente proporcional à flexibilidade das linhas para produção dos novos produtos. O quadro 18 ilustra as principais atividades relacionadas ao projeto do processo de acordo com o modelo de fase em desenvolvimento.

Quadro 18 – Principais atividades realizadas no PDP das empresas entrevistadas

<b>Fase</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Atividades (O que fazer)</b>	<b>Como é feito</b>
Projeto Informacional	Levantamento das informações para atender o cliente.	Estudo da necessidade de aquisição de novas linhas de processamento  Elaboração das especificações técnicas.	Análise econômica financeira e de mercado  Flavoristas, equipe técnica especializada (experiência), análise sensorial, teste no mercado.
Projeto Conceitual	Elaborar a concepção do produto	Diferentes tipos de formulação  Definição do processo produtivo	Especialistas no desenvolvimento de aromas. Características do produto final (restrições). Visita aos fornecedores de equipamentos, desenvolvimento em parceria (experiência)
Projeto Detalhado	Elaborar o plano detalhado para fazer o novo produto	Teste em linha piloto Teste em planta industrial Instalação industrial	Experiência da equipe Contratação de empresa especializada em instalações
Preparação da Produção	Preparação da produção para o lançamento do produto	Elaboração de documentos e implementação: Especificações técnicas do produto semi-acabado e acabado, Especificações de matérias primas e ingredientes, Procedimentos de operação de linha ( APPCC e operacionais).  Preparação do controle de qualidade (métodos de análises e tipos de análises)  Recrutamento e treinamento de mão de obra	ISO 9001 Relatórios de desenvolvimento de produtos. Especificações dos fornecedores. Boas práticas de fabricação Normas legislação de alimentos Programa APPCC e FMEA Treinamentos da mão de obra na linha de produção nas salas de treinamento.

Não se percebeu nas empresas pesquisadas, um desdobramento metodológico detalhado e ordenado do trabalho, que forneça às empresas a segurança do controle sobre o processo de desenvolvimento de produtos. Ao contrário, o trabalho é conduzido de forma que as decisões tomadas pelos profissionais estejam baseadas em seu conhecimento prévio e sobre as condições ambientais.

As tecnologias de processamento mais elaboradas utilizadas pelas empresas são desenvolvidas fora do país e repassadas para as empresas através da compra de equipamentos, as informações publicadas dos processos de produção são restritas.

Através das entrevistas confirmou-se que existe uma carência de uma metodologia sistematizada que conduza o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, principalmente referente ao projeto do processo. A figura 26 resume através de um fluxograma os principais eventos no processo de desenvolvimento de produto realizado pelas empresas entrevistadas. Sendo assim, o próximo capítulo apresentará o modelo proposto para

o PDPA com ênfase no projeto do processo e o emprego de ferramentas de projeto associadas às atividades correspondentes à sua finalidade.

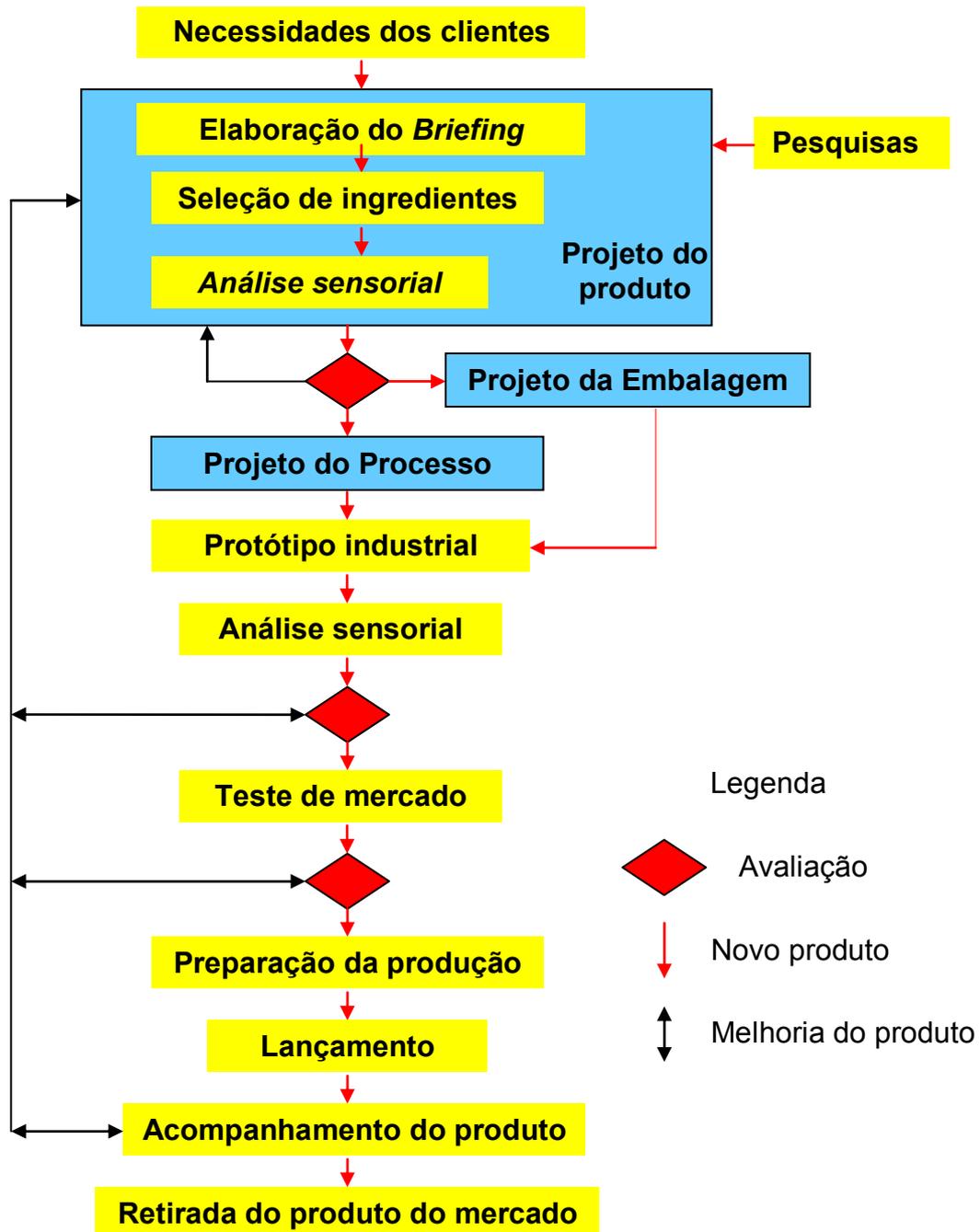


Figura 26 – Fluxograma do PDP das empresas entrevistadas

## **CAPITULO IV – PROPOSIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA**

---

O objetivo deste capítulo é a proposição de um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios (PDPA) com foco no projeto do processo.

Para tanto, foram realizados estudos sobre os modelos de PDP para alimentos, de outras áreas de conhecimento, e métodos e ferramentas de apoio, apresentados no capítulo II.

Com intuito de trazer um pouco mais da prática das empresas, além do referencial teórico, fez-se uma pesquisa de campo com objetivo de levantar as principais atividades do projeto do processo no PDPA, capítulo III.

O modelo de referência proposto pode ser usado como base (modelo ideal) para o desenvolvimento ou avaliação de modelos particulares de empresas. A intenção com este modelo é organizar as informações ao longo do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios (PDPA), enfatizando a importância do projeto do processo. Desta forma, o modelo de referência contribui na formação de estudantes e ou atualização de profissionais que trabalham na área, e como base para implementação de melhorias no processo de desenvolvimento de produtos das empresas de alimentos.

Os critérios para escolha da estrutura de representação do modelo de referência foram estabelecidos baseados no trabalho proposto por ROMANO (2003) e nos conhecimentos adquiridos no estado da arte. Os critérios estabelecidos foram:

- Uma representação baseada na visão por processo;
- Ter uma visão de todo o processo de desenvolvimento do produto através da unidade visual de representação gráfica e descritiva;
- Subdivisão do PDPA em macro-fases, fases, atividades e tarefas;
- Indicação de uma sequência lógica das fases e atividades;
- Apresentação do que deve ser feito ao longo do processo, ou seja, as atividades e tarefas, apoiadas nos princípios de engenharia simultânea;
- Definição das informações necessárias a realização das atividades, apresentadas sob a forma de métodos, ferramentas e documentos de apoio;
- Definição das avaliações que marcam o término das fases, e que definem os resultados desejados para a mudança de fase;
- Registro das lições aprendidas no final de cada fase.

### **4.1 O modelo de referência para o PDPA**

O modelo proposto foi baseado nos modelos de PENSO (2003) e do NeDIP (AREND, 2003 e FONSECA, 2000). Estes trabalhos forneceram um excelente referencial teórico sobre

o projeto do produto. Entretanto, o foco do trabalho é o projeto do processo. Por este motivo e devido à natureza interativa entre o produto e o processo no PDPA, fez-se alterações no modelo proposto por PENSO (2003). Essas alterações foram realizadas com objetivo de haver o inter-relacionamento entre as atividades e tarefas do projeto do produto e do projeto do processo. Para isso, foram realizadas mudanças e adaptações nos métodos e ferramentas estudados, com objetivo de atender às particularidades presentes na indústria de alimentos no PDPA. Além disso, procurou-se resgatar detalhes no modelo desenvolvido por PENSO (2003), que, devido à forma de representação escolhida pela autora, não apresentam os detalhes sobre as tarefas a serem realizadas.

Os modelos da engenharia química contribuíram principalmente no levantamento das atividades nas fases de projeto preliminar e detalhado, e na indicação de outros métodos e ferramentas para execução das atividades.

As contribuições da pesquisa de campo para o modelo foram na indicação de o que precisa ser feito, pois as empresas pesquisadas geralmente desenvolvem os produtos a partir de um processo existente. Para o projeto de novos processos de produção, as decisões estão baseadas na experiência da equipe de projeto e na interação com os fornecedores de equipamentos.

O modelo de referência do PDPA é desdobrado em três macro-fases: Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento, Pós-desenvolvimento. A macro-fase de desenvolvimento, domínio de conhecimento do projeto da engenharia, está desdobrada em cinco fases, com base no modelo do NeDIP: Projeto informacional, Projeto conceitual, Projeto Preliminar, Projeto Detalhado e Preparação para a produção, ilustrado na figura 27. Ao final de cada fase acontece a avaliação com intuito de:

- Decidir sobre a continuidade do processo de desenvolvimento de produto;
- Revisar o projeto em desenvolvimento;
- Registrar as lições aprendidas.

A proposição do modelo para o projeto do processo no PDPA envolve a participação de representantes das áreas de marketing, vendas pesquisa e desenvolvimento, suprimentos, qualidade, engenharia e produção, estes possuem diferentes domínios de conhecimentos necessários para o lançamento de um novo produto.

Para cada domínio de conhecimento existe um conjunto de atividades e tarefas que precisam ser executadas. Essas atividades necessitam de interação dos diferentes departamentos da empresa. Portanto, para projetar o processo à necessidade do envolvimento de diferentes áreas de conhecimento e não somente a área de engenharia. A figura 27, baseada

na representação proposta por ROMANO (2003), ilustra os domínios de conhecimento envolvidos no PDPA, com destaque para fase de projeto do processo.

O modelo de referência para o PDPA necessita de uma estrutura mais detalhada, do que é apresentada na figura 27, sendo buscada uma representação que facilite o processo de sistematização do projeto do processo. A convenção adotada para representar o modelo foi elaborada a partir do modelo do NeDIP. A figura 28 ilustra a representação do modelo referência para o PDPA.

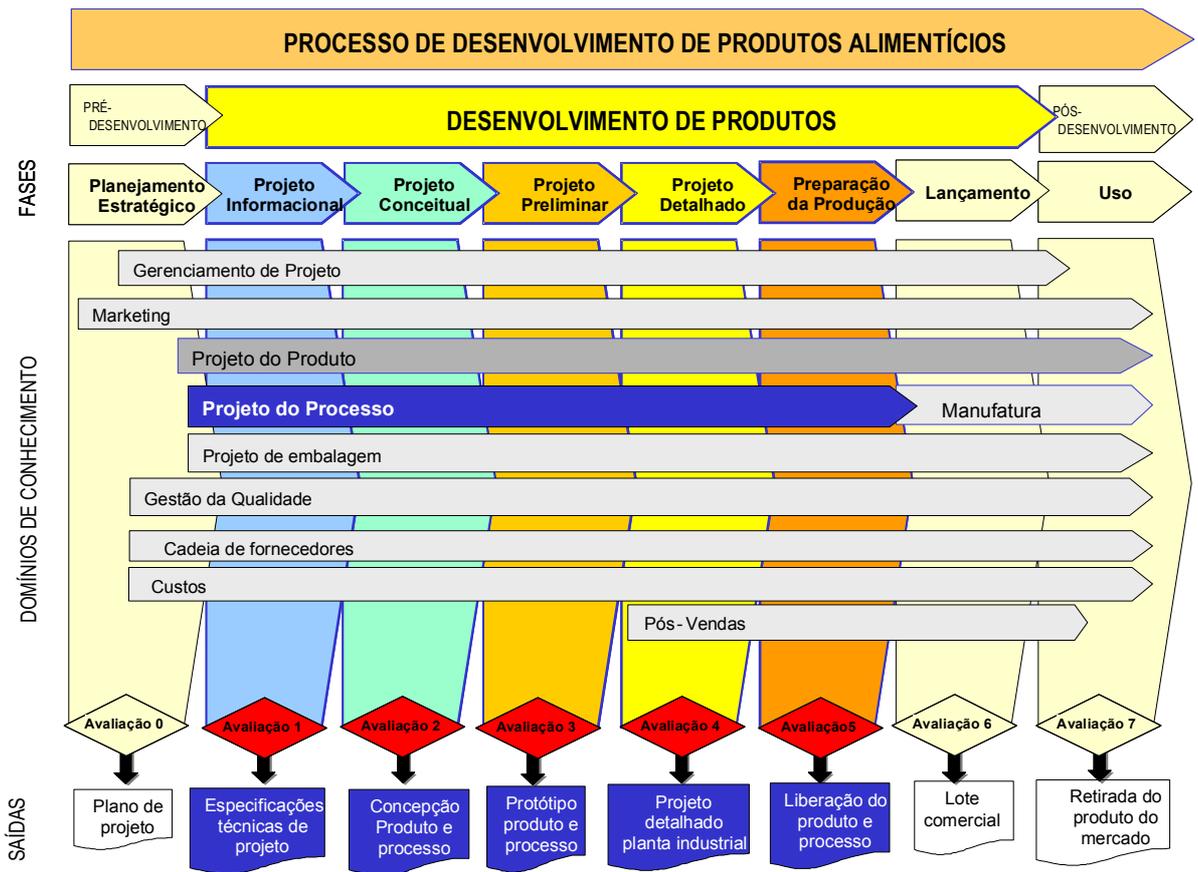


Figura 27 – Modelo para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios. Fonte.

Adaptado de ROMANO (2003).

A macro-fase de Desenvolvimento tem como finalidade transformar a oportunidade comercial do novo produto em um “produto final” que será lançado no mercado. Para isso, existe a necessidade da tradução das oportunidades (necessidades dos clientes), através de atividades e tarefas, em produtos que atendam às expectativas da empresa e aos consumidores.

A fase de “Projeto Informacional” destina-se à definição das especificações técnicas de projeto. Para isso, necessita-se entender qual é o problema do projeto, quem são os clientes, quais suas necessidades, quais os requisitos e as restrições de projeto para produzir

um produto. No final desta fase são registradas as lições aprendidas, as especificações técnicas de projeto são submetidas à aprovação, sendo este o critério que autoriza o progresso para a fase seguinte.

A fase de “Projeto Conceitual” destina-se ao desenvolvimento da concepção do produto e à concepção do processo de produção. A partir das especificações técnicas de projeto e da geração de idéias geram-se alternativas para os elementos que formam um produto alimentício (formulação, processo e embalagem). Nesta fase são feitos os primeiros testes de formulação de produto em escala de laboratório, cozinha industrial ou planta piloto.

A fase de “Projeto Preliminar” destina-se ao estabelecimento da formulação final do produto e do leiaute final do processo de produção. Nesta fase é definida a estrutura do processo de produção onde serão decididas quais partes serão desenvolvidas e quais partes serão compradas. O estudo do comportamento funcional do processo de produção pode ser estudado através da construção de protótipos de equipamentos.

A fase de “Projeto Detalhado” tem como principal objetivo o detalhamento da planta industrial para a produção do produto em desenvolvimento. O início desta fase compreende a utilização das informações vindas da fase de projeto preliminar.

A fase de “Preparação da Produção” inicia com a instalação da planta industrial e envolve a implementação do produto na linha de produção e o encerramento do projeto do processo. O objetivo de apresentar esta fase não é detalhar o projeto de instalação de uma planta industrial, mas mostrar o encerramento do projeto do processo.

Cada fase é descrita através de atividades, tarefas, entradas, saídas, métodos e ferramentas e documentos de apoio. As tarefas e as atividades representam “o que” precisa ser feito e os métodos e ferramentas o “como fazer”. As entradas e as saídas são os recursos físicos ou informações necessárias para a execução das tarefas e atividades.

O desdobramento detalhado cada fase do modelo de referência do PDPA é representado na figura 29. Para ilustrar os conhecimentos envolvidos nesta estrutura, esta representação foi dividida em mais de uma figura. Os tópicos a seguir apresentam conteúdo detalhado de cada fase do modelo.

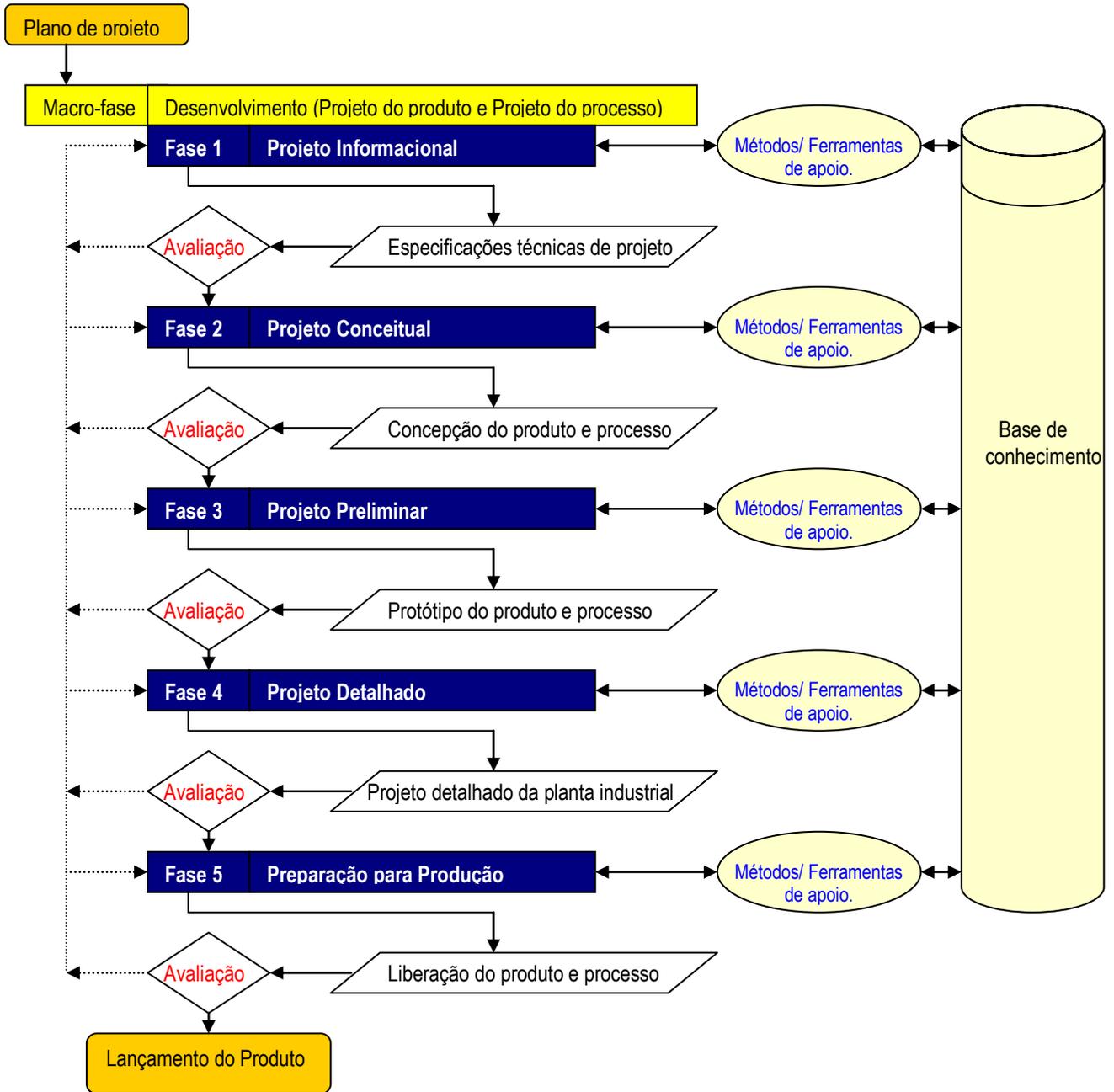


Figura 28 – Modelo de referência para o PDPA.

Fase		Nome da Fase			
Atividade	Nome da atividade	Tarefa			
		Nome da tarefa			
		Tarefa xx	Entrada	Métodos/ferramentas e documentos de apoio	Saídas
Atividade	Nome da atividade				
Fase		Nome da Fase			

Figura 29 - Representação detalhada de cada fase do modelo de referência.

## 4.2 FASE DE PROJETO INFORMACIONAL

O objetivo da fase de projeto informacional é a geração das especificações técnicas de projeto. Para isso necessita-se entender qual é o problema de projeto, quem são os clientes, quais suas necessidades, quais são os requisitos e as restrições de projeto para produzir o produto.

O principal método utilizado nesta fase é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD). A partir da primeira matriz do QFD a "Casa da Qualidade", são hierarquizados os requisitos de projeto para elaboração das especificações técnicas do produto. Contudo, devido à natureza dos produtos alimentícios, muitas vezes não é possível realizar o desdobramento das partes, segunda matriz do QFD, para hierarquização dos requisitos de processo. Por este motivo, fez-se uma alteração do método. A figura 30 ilustra o fluxograma geral da fase de projeto informacional.

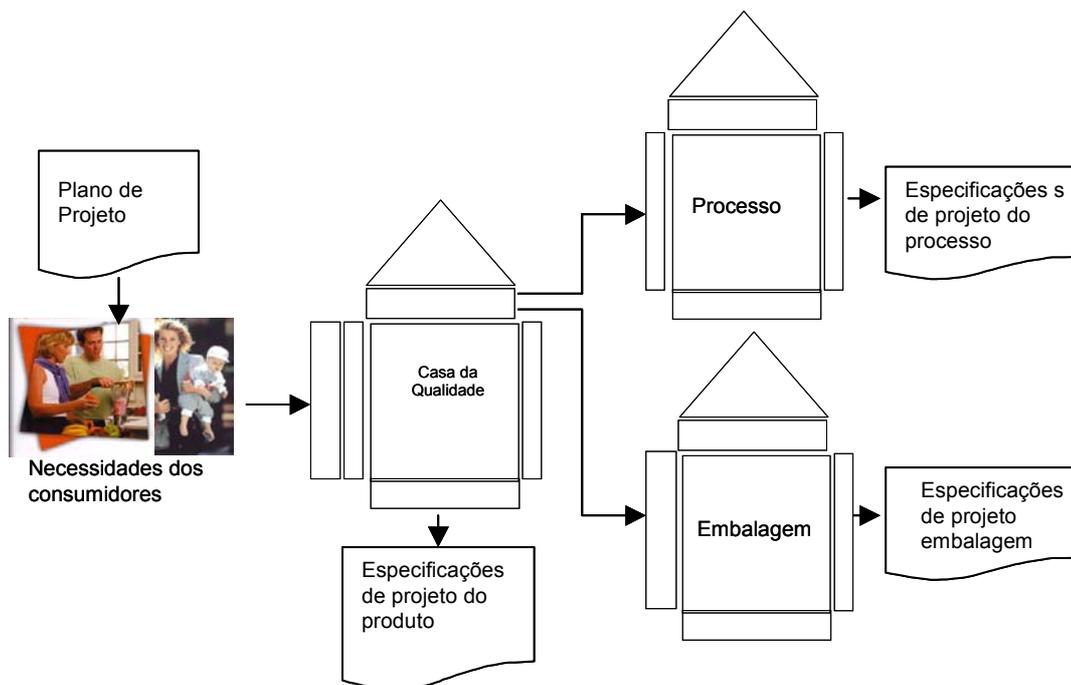


Figura 30 – Fluxograma geral da fase de projeto informacional.

A utilização de métodos e técnicas de análise sensorial e projeto de experimentos, assim como a literatura científica e informações vindas dos fornecedores de equipamentos, matérias primas e embalagem auxiliam no preenchimento das matrizes do QFD.

A figura 31 ilustra a fase de projeto informacional desdobrada em atividades. As atividades podem ocorrer paralelamente ou em conjunto, dependendo do tamanho da equipe de projeto, da complexidade do produto em desenvolvimento e da estrutura organizacional da empresa. A fase de projeto informacional apresenta uma releitura da fase de projeto

informacional do modelo desenvolvido por PENSO (2003), onde foram incluídas as atividades referentes ao projeto do processo não abordado por essa.

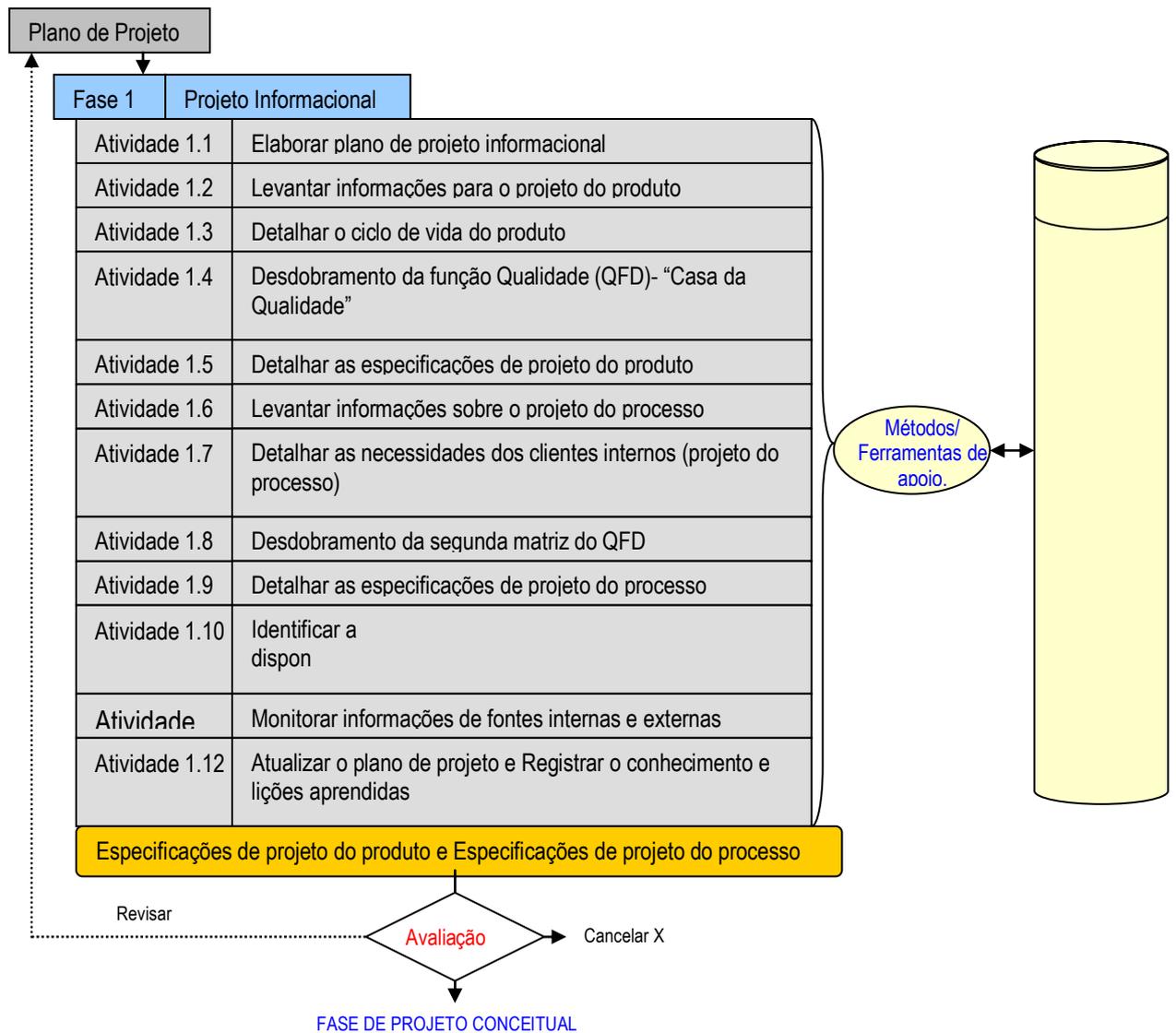


Figura 31 - Fase de Projeto Informacional.

**Atividade 1.1 - Elaboração do Plano de Projeto Informacional**

Esta atividade tem por objetivo realizar alguns procedimentos básicos para o gerenciamento e controle da fase, além da análise de risco de desenvolvimento. O quadro 19 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 19 – Detalhamento da atividade de elaboração do plano de projeto informacional.

Entradas:	Métodos, ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto, Orçamento global do produto, Dados de fontes internas e externas.	5W2H, Análise de problemas, MS Project, Check List.	Plano de projeto informacional

### Atividade 1.2 – Levantar Informações para o Projeto do Produto.

O objetivo desta atividade é coletar informações que auxiliem a equipe de projeto a conhecer melhor o problema de projeto. Esta atividade compreende a elaboração do conceito do produto a partir das informações provenientes do mercado (*briefing*), e a elaboração do relatório sobre as restrições de projeto, apêndice C. A figura 32 ilustra as tarefas, entradas, saídas e os métodos/ferramentas e documentos de cada tarefa desta atividade.

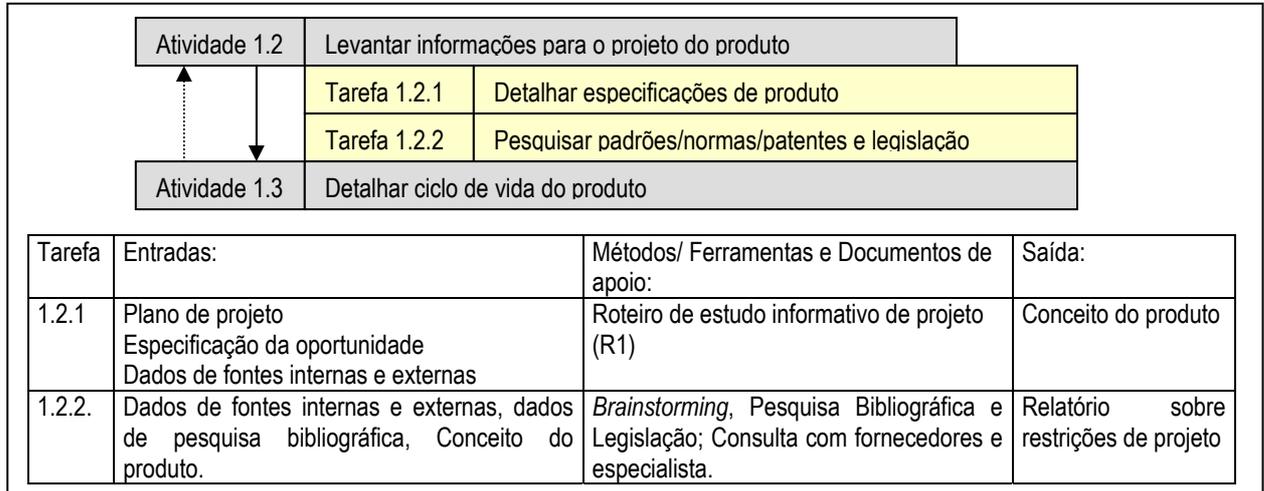


Figura 32 – Atividade de levantar informações para o projeto do produto.

### Atividade 1.3 - Detalhar o Ciclo de Vida do Produto

Esta atividade está dividida em duas tarefas: definição dos clientes envolvidos no ciclo de vida do produto e a definição dos atributos do produto. Para auxiliar na execução desta atividade, elaborou-se o roteiro R2, apêndice D. A figura 33 ilustra as tarefas, entradas, saídas e os métodos, ferramentas e documentos de cada tarefa desta atividade.

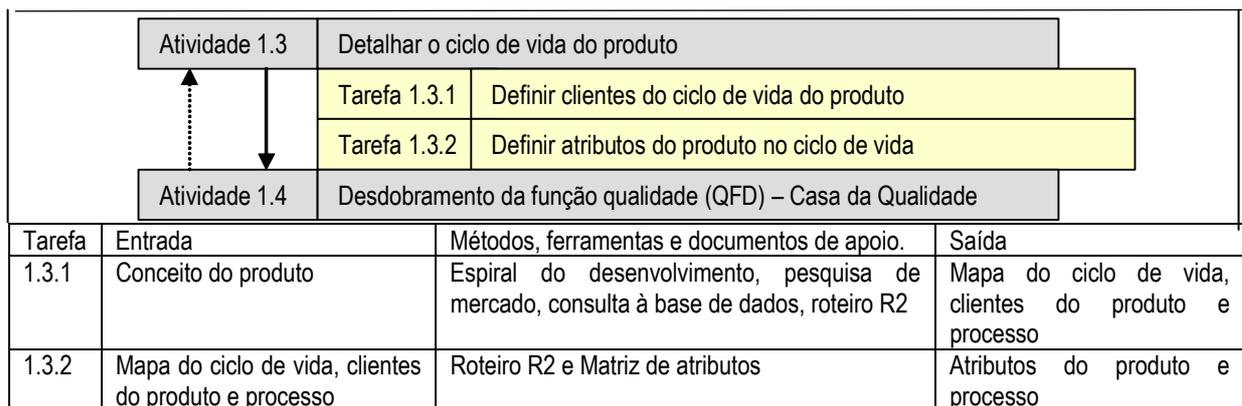


Figura 33 – Atividade de detalhar o ciclo de vida do produto.

### Atividade 1.4 – Desdobramento da Função Qualidade (QFD) - “Casa da Qualidade”.

Esta atividade consiste na construção da primeira matriz do QFD, chamada de “Casa da Qualidade”, onde o principal objetivo desta matriz é traduzir as necessidades dos clientes em requisitos de projeto do produto.

Devido às particularidades encontradas na indústria de alimentos, outros métodos e ferramentas são utilizados, em conjunto com o QFD, como análise sensorial e métodos e ferramentas de criatividade. A figura 34 ilustra a atividade de desdobramento da Função Qualidade (QFD) em tarefas. Esta atividade foi desdobrada inicialmente por PENSO (2003) e FONSECA (2000), no entanto procurou-se definir claramente os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução de cada tarefa.

Atividade 1.4		Desdobramento da função qualidade (QFD)	
Tarefa 1.4.1	Coletar e agrupar as necessidades dos clientes (Dados primitivos)		
Tarefa 1.4.2	Extrair a qualidade exigida (QE)		
Tarefa 1.4.3	Converter QE em requisitos de projeto do produto (RPP)		
Tarefa 1.4.4	Definir escalas de avaliação e o grau de relacionamento		
Tarefa 1.4.5	Correlacionar QE com RPP na matriz QFD		
Tarefa 1.4.6	Determinar tipo de relacionamento entre RPP		
Tarefa 1.4.7	Determinar o grau de importância da tabela de desdobramento da QE e do RPP com empresas concorrentes		
Tarefa 1.4.8	Fazer análise comparativa dos QE, RPP com concorrentes da empresa.		
Tarefa 1.4.9	Estabelecer a qualidade planejada		
Tarefa 1.4.10	Estabelecer a qualidade projetada		
Tarefa 1.4.11	Solucionar conflitos entre RPP		
Atividade 1.5		Detalhar as especificações de projeto do produto	
Tarefa	Entradas	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saída
1.4.1	Mapa do CV e clientes do produto, atributos do produto, conceito do produto	Brainstorming, pesquisa de mercado, Check-list, Análise sensorial, grupo foco	Necessidades dos clientes (dados primitivos)
1.4.2	Necessidades dos clientes (dados primitivos)	Desdobramento das necessidades, organização das necessidades	Tabela de desdobramento da QE
1.4.3	Tabela de desdobramento da QE	Dados da literatura, características definidas em análise descritiva.	Tabela de desdobramento RPP
1.4.4	Dados de fontes internas e externas	Método AHP	Escalas de 3 a 5
1.4.5	Tabela de desdobramento QE e RPP, escalas e grau de relacionamento	QFD (software WINDQFD)	Matriz da Qualidade
1.4.6	Tabela de desdobramento e RPP escalas de relacionamento	QFD (software WINDQFD)	Conflitos entre requisitos de projeto do produto.
1.4.7	Tabela de desdobramento da QE e escalas de avaliação	QFD (software WINDQFD)	Grau de importância das QE e RPP
1.4.8	Tabela de desdobramento do RPP e QE, escalas de avaliação	QFD (software WINDQFD)	Análise comparativa
1.4.9	Tabela de desdobramento do RPP e QE, escalas de avaliação, grau de importância da QE, Análise comparativa	QFD (software WINDQFD), Cálculos estatísticos.	Qualidade planejada, Índice de melhoria, Argumento de venda
1.4.10	Tabela de desdobramento do RPP e QE, escalas de avaliação, grau de importância da QE, Análise comparativa	QFD (software WINDQFD), Formulário de estabelecimento da qualidade projetada, Cálculos estatísticos	Qualidade Projetada
1.4.11	Conflitos entre RPP	Brainstorming, TRIZ, MESCRAI, Sinética	Soluções para os conflitos

Figura 34- Atividade de desdobramento da função qualidade, 1º matriz do QFD

### Atividade 1.5 – Detalhar as Especificações do Projeto do Produto.

Após a hierarquização dos requisitos de projeto de produto através do QFD, na tarefa anterior, a próxima tarefa é o detalhamento das especificações de projeto do produto, levando em conta as restrições, metas e objetivos do projeto. Têm-se quatro tarefas, que são: o estabelecimento dos requisitos técnicos e de mercado, estabelecimento dos requisitos normativos e legais, estabelecimento dos requisitos de fabricação, embalagem, estocagem, distribuição, preparo/uso e descarte, elaboração das especificações de projeto do produto. A figura 35 ilustra o detalhamento da atividade.

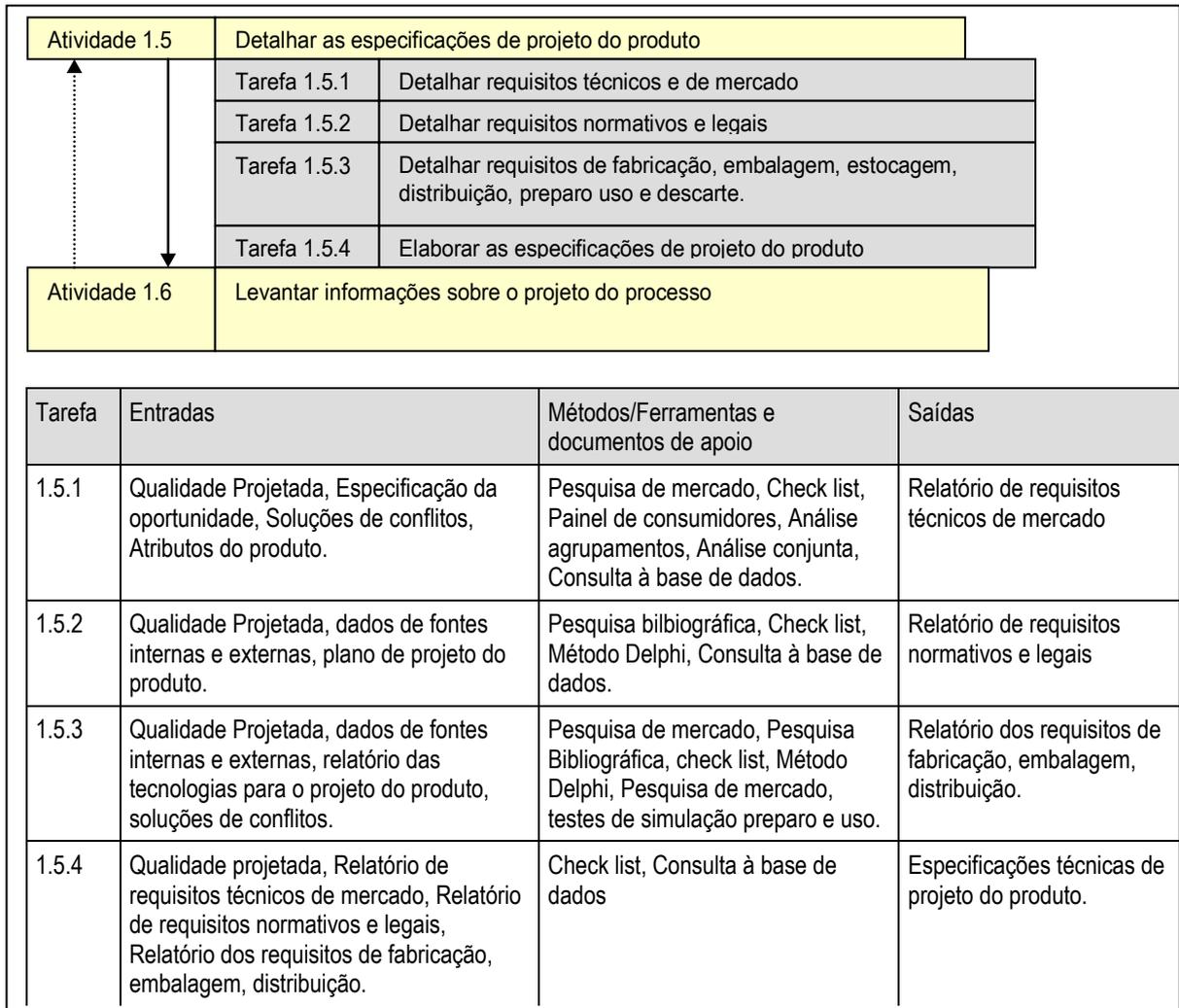


Figura 35 - Atividade de detalhar as especificações de projeto do produto.

### Atividade 1.6 – Levantar Informações Sobre o Projeto do Processo

A partir das informações levantadas nas atividades anteriores para elaboração do projeto do produto (conceito do produto, relatório sobre restrições de produto, especificações técnicas projeto do produto), inicia-se o estudo informativo do problema de projeto do processo. As principais saídas desta atividade são o conceito do processo, e o relatório de

restrições técnicas para o projeto do processo. A figura 36 ilustra o detalhamento desta atividade.

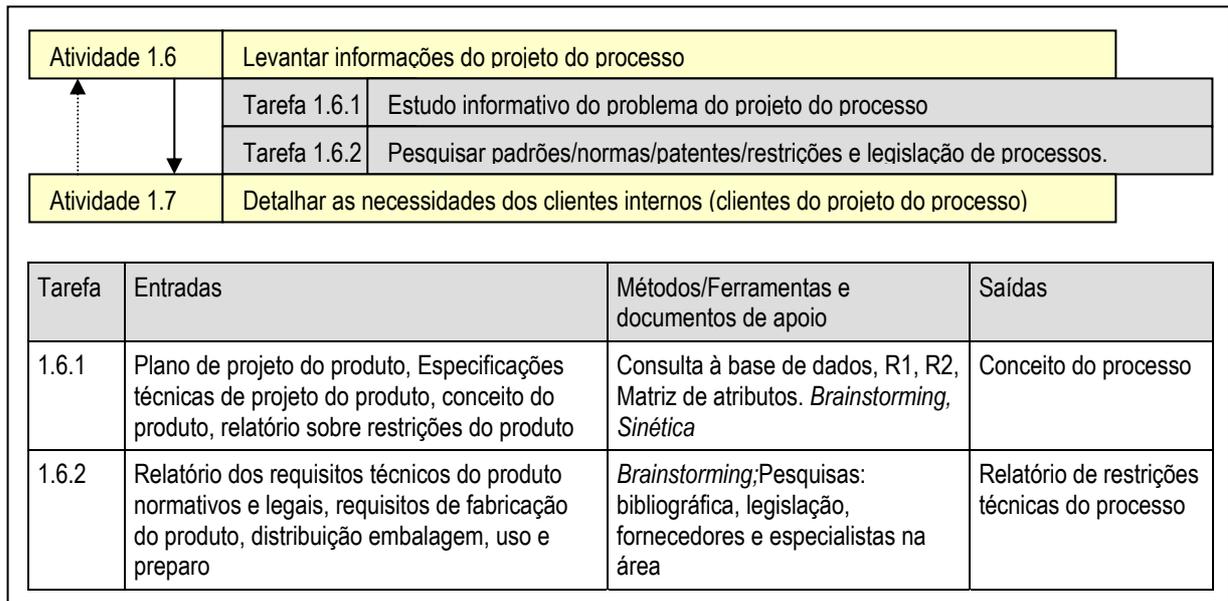


Figura 36 – Atividade de levantar informações para o projeto do processo

#### Atividade 1.7 – Detalhar as Necessidades dos Clientes Internos

Esta atividade tem como objetivo detalhar com maior profundidade as necessidades dos clientes, principalmente os clientes internos envolvidos no projeto do processo e a definição dos atributos do projeto do processo. A figura 37 apresenta o detalhamento da atividade.

Esta atividade foi desdobrada inicialmente por PENSO (2003) e FONSECA (2000); no entanto, procurou-se definir claramente os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução de cada atividade.

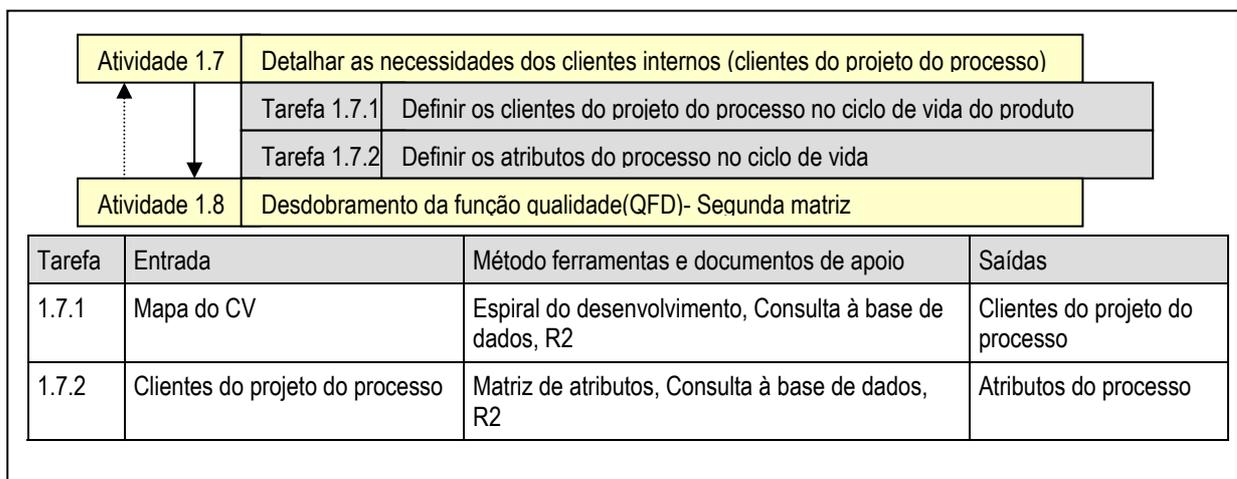


Figura 37 – Atividade de detalhar as necessidades dos clientes internos envolvidos no projeto do processo.

### Atividade 1.8 – Desdobramento da Função Qualidade (QFD) - Segunda Matriz

A construção da segunda matriz é construída devido a tabela de qualidade exigida (QE) da primeira matriz, estar voltada principalmente para as necessidades dos clientes em relação ao produto, outras informações como as necessidades dos clientes em relação ao processo são necessárias para o projeto. A figura 38 apresenta o detalhamento da atividade.

Atividade 1.8		Desdobramento da função qualidade (QFD)- Segunda matriz	
	Tarefa 1.8.1	Elaborar tabela de necessidades do projeto do processo	
	Tarefa 1.8.2	Quantificar a importância das necessidades do processo	
	Tarefa 1.8.3	Converter as necessidades do projeto do processo em requisito do projeto do processo	
	Tarefa 1.8.4	Definir escalas e o grau de relacionamento	
	Tarefa 1.8.5	Correlacionar a tabela de desdobramento das necessidades do processo com a tabela de desdobramento dos requisitos de projeto do processo (RPPRO)	
	Tarefa 1.8.6	Determinar o tipo de relacionamento entre os RPPRO	
	Tarefa 1.8.7	Determinação do valor de importância dos requisitos de projeto do processo	
	Tarefa 1.8.8	Solucionar conflitos entre os RPPRO	
Atividade 1.9		Detalhar as especificações de projeto do processo.	
Tarefa	Entrada	Métodos/ Ferramentas e documentos de apoio.	Saídas
1.8.1	Tabelas: Requisitos de projeto do produto (RPP), Necessidades dos clientes do processo, Requisitos dos ingredientes de matéria primas e embalagens, Atributos do processo.	<i>Brainstorming</i> , Espiral do desenvolvimento, R2, matriz de atributos, consulta a base de dados.	Tabela de desdobramento das necessidades do processo
1.8.2	Valor de importância dos RPP, Valor de importância dos requisitos de projeto dos ingredientes.	Consulta a base de dados	Valor de importância das necessidades do processo
1.8.3	Tabela de desdobramento das necessidades do processo	Literatura científica, dados dos fornecedores, características das matérias primas.	Tabela de desdobramento dos requisitos projeto do processo
1.8.4	Escala Definidas	Método AHP	Escalas de relacionamento
1.8.5	Tabela de desdobramento das necessidades do processo e dos RPPRO	QFD (Software WINDQFD)	Segunda matriz do QFD
1.8.6	Tabela de desdobramento dos RPPRO, escalas e os graus de relacionamento entre os RPPRO.	QFD (Software WINDQFD)	Conflitos entre os requisitos de projeto do processo
1.8.7	Tabela de desdobramento das necessidades do processo, RPPRO, Escalas e grau de relacionamento entre os RPPRO	QFD (Software WINDQFD)	Qualidade projetada do processo, Índice de melhoria, requisitos de compra.
1.8.8	Conflitos entre os RPPRO	Brainstorming, TRIZ, Princípios de Soluções de Problemas	Soluções de conflitos dos RPPRO

Figura 38 - Atividade desdobramento da função qualidade (QFD), segunda matriz.

### Atividade 1.9 – Detalhar as Especificações do Projeto do Processo

Após o desdobramento da segunda matriz do QFD na atividade de hierarquização dos requisitos de projeto do processo a próxima atividade é a definição das especificações de projeto do processo, levando em conta as restrições, metas e objetivos do projeto. A figura 39 ilustra o desdobramento da atividade.

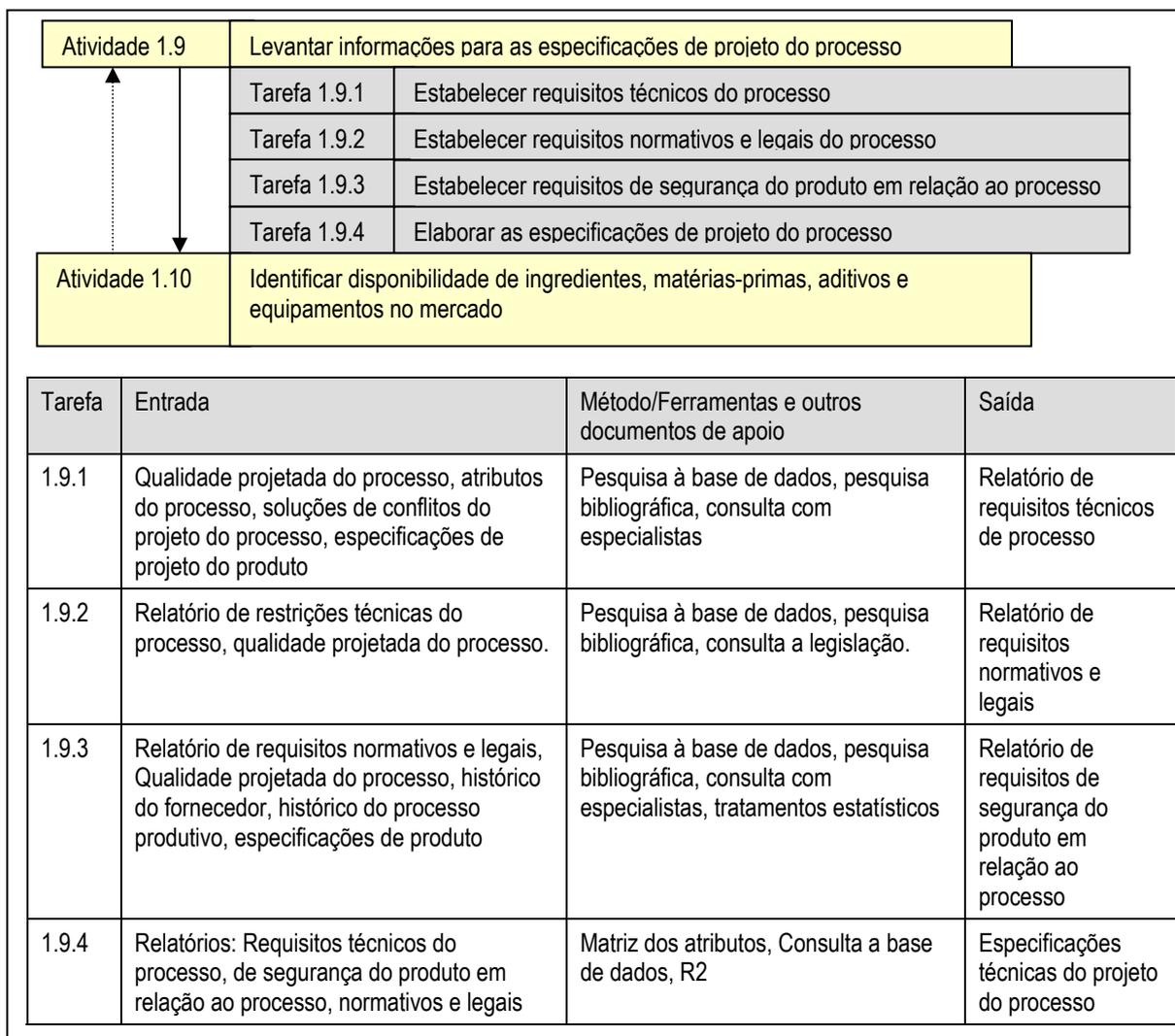


Figura 39 – Atividade de levantar informações para as especificações técnicas de projeto do processo.

### Atividade 1.10 – Identificar Disponibilidade de Ingredientes, Matérias Primas, Aditivos e Equipamentos no Mercado

Devido à complexidade envolvida no desenvolvimento de um produto alimentício, existe necessidade de analisar as especificações de projeto do processo em relação ao envolvimento de fornecedores. Para auxiliar esta atividade, elabora-se um plano de envolvimento de fornecedores que será complementado nas próximas fases do PDPA. A

figura 40 ilustra as entradas, saídas e os métodos ferramentas e documentos de cada tarefa desta atividade.

Atividade 1.10		Desenvolver estratégias para o envolvimento de fornecedores de	
Tarefa 1.10.1	Identificar as especificações de projeto relacionadas ao desenvolvimento de fornecedores.		
Tarefa 1.10.2	Anexar estratégias para o desenvolvimento de fornecedores no plano de projetos		
Atividade 1.11		Monitorar fontes de informações internas e externas	
Tarefa	Entrada	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saída
1.10.1	Plano de projeto, Especificações de projeto do processo, especificações de projeto do produto, especificações de embalagem	Consulta à base de dados, pesquisa bibliográfica, consulta com especialistas	Lista de especificações de produto /processo para o fornecedor de equipamentos
1.10.2	Lista de especificações de produto e processo para o fornecedor de equipamentos. Plano de projeto	Consulta à base de dados	Plano de envolvimento dos fornecedores.

Figura 40 – Atividade de desenvolver estratégias de envolvimento de fornecedores de equipamentos.

#### **Atividade 1.11 – Monitorar Informações de Fontes Internas e Externas**

O objetivo desta atividade é a identificação de novos riscos e oportunidades que possam influenciar na determinação das especificações de projeto. As fontes de informações internas são provenientes da própria empresa como: departamento de vendas, compras e produção, pesquisa e desenvolvimento, marketing, e serviços de atendimento ao consumidor. As fontes externas são: feiras, conferências, palestras, jornais e revistas, agências governamentais e não governamentais, entre outras.

#### **Atividade 1.12 – Atualizar o Plano de Projeto e Registrar os Conhecimentos e as Lições Aprendidas**

O objetivo desta atividade é verificar se é necessário realizar a fase de projeto conceitual ou se as soluções permitem passar diretamente para o projeto preliminar ou detalhado ou mesma para a fase de preparação da produção. Além disso, verifica se é necessário realizar o projeto de um novo processo ou se o produto será elaborado a partir de processos existentes. São realizadas também análises econômicas e financeiras. O quadro 20 apresenta as entradas, as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 20 – Detalhamento da atividade de atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e lições aprendidas - Projeto informacional.

Entradas:	Métodos, ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Especificações de projeto, plano de projeto, Identificação de necessidades de mudanças no projeto. Plano de projeto informacional	Análise de problemas, MS Project, <i>Check List</i> , Consulta á base de dados. Técnicas de análise econômica e financeira.	Plano de projeto atualizado Registro das lições aprendidas. Fechamento do plano de projeto informacional

### **Avaliação da Fase de Projeto Informacional**

A avaliação da fase de projeto informacional se refere à aceitação formal das especificações técnicas de projeto do produto e projeto do processo, onde se autoriza o progresso para a fase projeto conceitual, cancelamento do projeto ou a revisão do projeto.

As principais informações de entrada são o plano de projeto atualizado e as especificações de projeto.

O próximo item apresenta a fase de projeto conceitual, segunda fase do modelo, conforme ilustrado na figura 28, no início deste capítulo.

### 4.3 Fase de Projeto Conceitual

A fase de Projeto Conceitual destina-se ao desenvolvimento da concepção do produto e da concepção do processo de produção.

Elabora-se a declaração do produto a partir da geração de idéias para os elementos que compõem um produto alimentício, que foram geradas com base nas especificações de projeto, no conceito do produto e no conceito do processo.

A declaração do produto é uma expressão escrita em detalhes suficientes em relação aos elementos que compõem o produto. Os elementos de um produto alimentício são: a formulação, o processo e a embalagem, conforme ilustra a figura 41. Estes elementos podem ser desdobrados, conforme ilustra o quadro 21.

Através do desdobramento dos elementos do produto alimentício a partir da declaração do produto é possível combinar diferentes soluções na matriz morfológica do produto alimentício para gerar várias alternativas de concepção do produto.

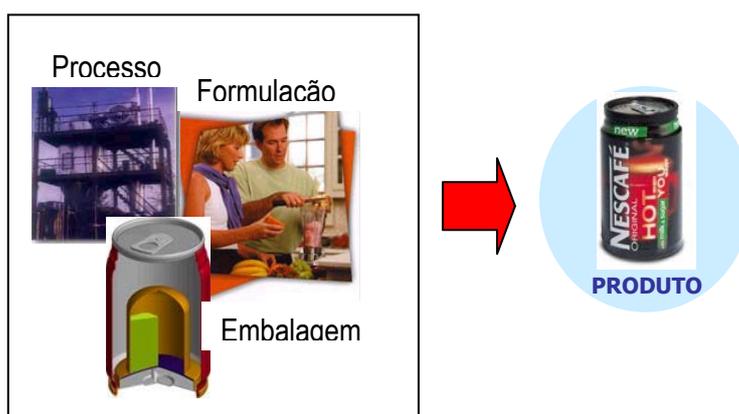


Figura 41 - Elementos que compõem um produto alimentício

Quadro 21 – Desdobramento dos elementos de um produto alimentício.

<i>Formulação</i>	<i>Formulação básica, matérias primas, ingredientes e aditivos.</i>
<i>Processo</i>	<i>Funções principais, funções parciais e elementares, princípios de solução e operações unitárias.</i>
<i>Embalagem</i>	<i>Funções Principais e mercadológicas</i>

O projeto de embalagens não faz parte do escopo deste trabalho, conforme ilustrado na figura 1, capítulo I.

A figura 44 ilustra a fase de projeto conceitual desdobrada em atividades e suas principais saídas, definição da concepção da formulação e a definição da concepção do processo produtivo. As atividades “desenvolver alternativas de formulação” e “desenvolver

alternativas para o processo”, em destaque na figura 42, podem ocorrer paralelamente ou simultaneamente, dependendo do tamanho da equipe de projeto, da complexidade do produto em desenvolvimento e da estrutura organizacional da empresa. A descrição das atividades segue na seqüência no texto.

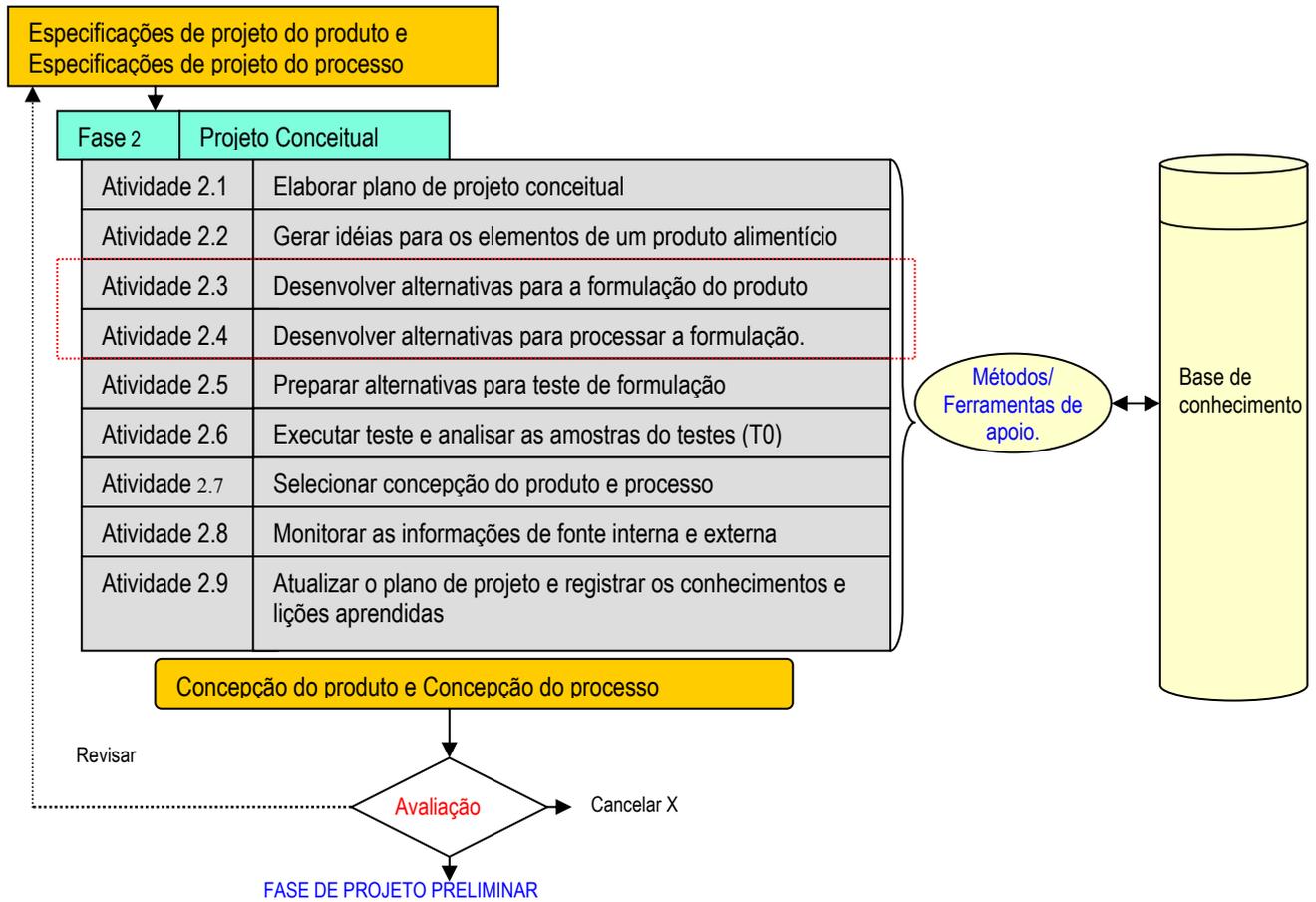


Figura 42 – Fase de Projeto Conceitual

**Atividade 2.1 – Elaborar o Plano de Projeto Conceitual**

Esta atividade tem por objetivo o gerenciamento e controle da fase, onde se consideram todas as atividades e tarefas com objetivo de controlar riscos e o andamento do projeto. O quadro 22 apresenta as entradas, as saídas e os métodos/ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 22 – Desdobramento da atividade "elaborar plano de projeto conceitual"

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Especificações de projeto, plano de projeto, orçamento global do projeto	5W2H, Análise de problemas, MS Project, Check List.	Plano de projeto conceitual

### Atividade 2.2 – Gerar Idéias para os Elementos de um Produto Alimentício

Após a elaboração das especificações de projeto geram-se soluções alternativas para os elementos que compõem um produto alimentício. O objetivo é propor várias alternativas para o produto e o processo em desenvolvimento. A figura 43 ilustra as tarefas envolvidas nesta atividade. O quadro 23 apresenta as entradas e saídas das tarefas, os métodos/ferramentas e documentos de apoio para elaboração das tarefas.

Atividade 2.2	Gerar idéias para os elementos de um produto alimentício
	Tarefa 2.2.1   Pesquisar ingredientes, Matérias primas e aditivos (suprimentos)
	Tarefa 2.2.2   Pesquisar receitas e formulações
	Tarefa 2.2.3   Pesquisar processos de fabricação
	Tarefa 2.2.4   Pesquisar parâmetros controle de processo
	Tarefa 2.2.5   Pesquisar tipos de embalagens e rótulos.
	Tarefa 2.5.6   Pesquisar métodos de conservação, preparo e uso.
	Tarefa 2.2.7   Elaborar a declaração para o produto
Atividade 2.3	Desenvolver alternativas para formulação teórica do produto

Figura 43 – Atividade de gerar idéias para os elementos de um produto alimentício

### Atividade 2.3 – Desenvolver Alternativas para a Formulação do Produto

A partir da declaração do produto parte-se para a elaboração da formulação básica. A formulação básica do produto pode ser desdobrada em ingredientes, matérias primas, aditivos, corantes e outros.

Na matriz morfológica é possível combinar diferentes formulações teóricas para o produto, gerando formulações teóricas. Para selecionar a formulação teórica, geralmente mais de uma, confronta-se a formulação teórica com as especificações de projeto, procurando identificar a formulação que possui o melhor potencial de atendimento às especificações de projeto do produto. A figura 44 ilustra o desdobramento da atividade de desenvolver alternativas de formulação do produto

### Atividade 2.4 – Desenvolver Alternativas para Processar a Formulação.

A partir das especificações de projeto estabelece-se a função global para o processo de produção. Para transformar a formulação em produto acabado, a função global, é desdobrada em funções básicas. O apêndice A apresenta os desdobramentos das principais funções básicas do processo de transformação de alimentos até o nível de princípios de soluções encontrados na literatura de operações unitárias.

Na matriz morfológica é possível combinar diferentes princípios de solução para resolver o problema de projeto. Para selecionar os princípios de solução confronta-se os com

as especificações de projeto, onde procura-se identificar a melhor concepção de processo para atendimento as especificações de projeto. A figura 45 ilustra o desdobramento da atividade de desenvolver alternativas para o processo de produção.

Salienta-se que as atividades de "desenvolver alternativas de formulação de produto" e "desenvolver alternativas de processo" podem ser desenvolvidas em paralelo ou simultâneo, gerando-se uma única matriz morfológica do produto alimentício com objetivo de gerar várias alternativas de concepção do produto e processo.

Quadro 23 - Detalhamento da atividade de geração de idéias para os elementos de um produto alimentício.

Tarefa	Entrada	Método/Ferramenta e documentos de apoio	Saída
2.2.1	Dados de fontes internas e externas. Especificações de produto e processo Relação de fornecedores, Catálogo de MP, ingredientes e aditivos. Relatórios de projetos desenvolvidos, histórico de compras, Relatórios de produtos concorrentes e similares.	Consulta à base de dados, <i>Check list</i> , pesquisa bibliográfica, engenharia reversa, método Delphi, Análise paramétrica.	Relatório sobre ingredientes, Matérias primas, e aditivos
2.2.2	Dados de fontes internas e externas. Especificações de produto e processo, Catálogo de produtos. Relatórios de projetos desenvolvidos, histórico da produção, Relatórios de produtos concorrentes e similares. Relatório sobre ingredientes matérias primas e aditivos.	Consulta à base de dados, <i>Check list</i> , pesquisa bibliográfica, engenharia reversa, método Delphi, Análise paramétrica.	Relatório sobre receitas e formulações
2.2.3	Especificações de projeto do produto e processo, Relatório de projetos desenvolvidos, Catálogos de equipamentos, Dados de fontes internas e externas, Relatório sobre ingredientes, MP e aditivos, Relatório sobre receitas e formulações, Relatório de análise dos concorrentes, Relatório de avaliação das oportunidades tecnológicas.	Check-list, Pesquisa Bibliográfica, Método Delphi, Consulta a base de dados	Relatório sobre os processos de fabricação
2.2.4	Especificações de projeto do produto, relatórios de projetos desenvolvidos, catálogos de equipamentos, Relatório sobre processos de fabricação, Plano APPCC de projetos desenvolvidos.	Consulta à base de dados, <i>Check list</i> , Pesquisa bibliográfica, Método Delphi, Otimização de processos.	Relatório sobre parâmetros de controle de processo
2.2.5	Especificações de projeto do produto, processo e embalagem. Relatórios de projetos desenvolvidos, Catálogos de embalagem e rótulos, Relatório sobre processos de fabricação, Relatório sobre produtos concorrentes e similares	<i>Check list</i> , pesquisa bibliográfica, Método Delphi, Engenharia reversa, Análise paramétrica.	Relatório sobre o tipo de embalagens e rótulos.
2.2.6	Especificações de projeto do produto, relatórios de projetos desenvolvidos, relatório sobre ingredientes, MP e aditivos, Relatório sobre receitas e formulações, Relatório sobre processos de fabricação, Relatório sobre parâmetros de processo, dados de fontes internas e externas, relatório sobre produtos concorrentes e similares, relatório sobre tipos de embalagens e rótulos.	<i>Check list</i> , pesquisa bibliográfica, Método Delphi, Engenharia reversa, Análise paramétrica	Relatório sobre método de conservação, preparo e uso
2.2.7	Especificações de projeto, Relatório sobre: ingredientes, matérias primas e aditivos, sobre receitas e formulações, sobre os processos de fabricação, sobre parâmetros de controle de processo.	Declaração para o produto (apresentada no cap.2)	Declaração para o produto.

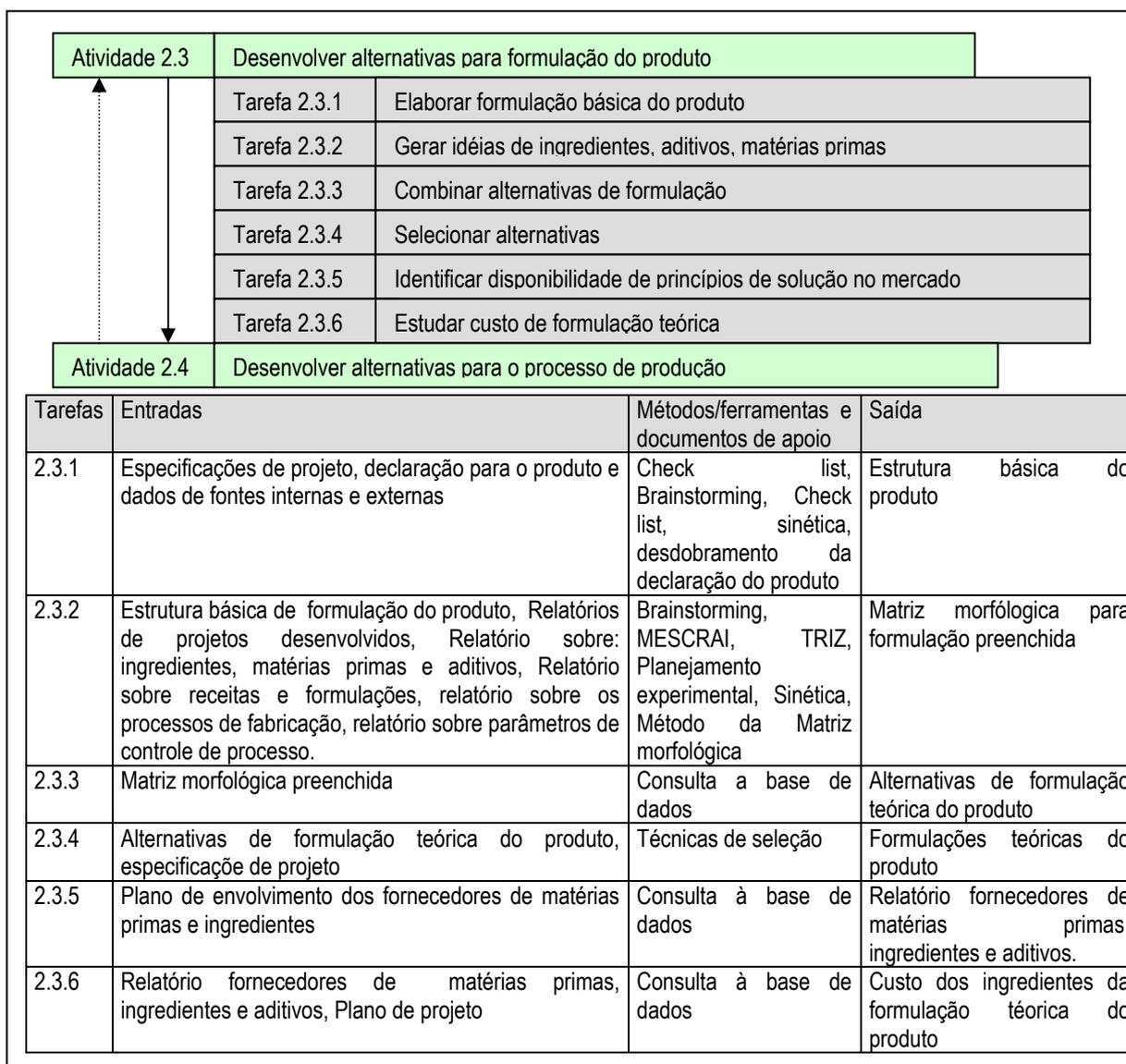


Figura 44 – Atividade de desenvolver alternativas para formulação do produto.

### Atividade 2.5 – Preparar Alternativas para Teste de Formulação

O objetivo desta atividade é preparar uma estrutura (caso não exista), para que se possa testar as alternativas de formulação teórica do produto e as alternativas de concepção do processo de produção. Este teste pode ser realizado em equipamentos de laboratório, cozinha industrial ou planta piloto, de forma que simule da melhor maneira possível o processo para transformar um alimento. O detalhamento desta atividade é ilustrado na figura 46.

Atividade 2.4		Desenvolver alternativas para o processo de produção	
	Tarefa 2.4.1	Desdobramento da função global em funções básicas e elementares	
	Tarefa 2.4.2	Gerar e selecionar a estrutura funcional do processo	
	Tarefa 2.4.3	Buscar por princípios de solução	
	Tarefa 2.4.4	Gerar concepções alternativas de processo	
	Tarefa 2.4.5	Selecionar concepções alternativas de processo	
	Tarefa 2.4.6	Estudo do custo das concepções alternativas de processo	
	Tarefa 2.4.7	Selecionar fornecedores para os princípios de solução	
Atividade 2.5		Preparar alternativas para o teste de formulação	

Tarefas	Entradas	Métodos/ferramentas e documentos de apoio	Saída
2.4.1	Especificações de projeto, declaração para o produto e dados de fontes internas e externas	Check list, Brainstorming, Check list, sinética, desdobramento da declaração do produto	Alternativas de estrutura funcional do processo (Funções básicas e elementares do processo)
2.4.2	Alternativas de estruturas funcionais do processo	Técnicas de seleção: avaliação baseada no julgamento de viabilidade, avaliação baseada na disponibilidade imediata da tecnologia, avaliação baseada no passa/não passa, avaliação utilizando as necessidades dos clientes.	Fluxograma do processo-estrutura funcional do processo selecionada.
2.4.3	Estrutura funcional do processo selecionado (Fluxograma de processo), Relatório sobre os processos de fabricação, parâmetros de processo e receitas e formulações, princípios de operações unitárias	Brainstorming, TRIZ, I, Sinética, Método da Matriz morfológica	Matriz morfológica para o processo preenchida
2.4.4	Matriz morfológica preenchida	Técnicas de seleção	Alternativas de concepção de processos de produção
2.4.5	Alternativas de formulação teórica do produto, especificação de projeto, Alternativas de concepção de processos de produção	Técnicas de seleção.	Alternativas de concepção do processo de produção
2.4.6	Relatório fornecedores de equipamentos	Consulta à base de dados	Estimativas de custo de processo
2.4.7	Plano de envolvimento dos fornecedores de equipamentos	Consulta à base de dados	Relatório de fornecedores de equipamentos

Figura 45 - Atividade desenvolver alternativas para processo de produção.

Atividade 2.5		Preparar alternativas para teste de formulação (T0)	
↑ ↓	Tarefa 2.5.1	Elaborar plano de teste (T0)	
	Tarefa 2.5.2	Selecionar equipamentos para o teste	
	Tarefa 2.5.3	Estudo do custo preliminar do equipamento	
	Tarefa 2.5.4	Definir os parâmetros de controle de processo e produto	
	Tarefa 2.5.5	Selecionar ingredientes, matérias primas, aditivos e outros, para o teste	
	Tarefa 2.5.6	Analisar e selecionar amostras de ingredientes/aditivos e fornecedores	
	Tarefa 2.5.7	Estudo do custo preliminar da formulação	
Atividade 2.6		Executar e analisar o plano de testes	
Tarefa	Entrada	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saídas
2.5.1	Plano de projeto, Formulações teóricas do produto, Alternativas de concepção do processo de produção, relatório sobre os fornecedores de equipamentos	5W2H, Consulta com especialistas, Consulta à base de dados, projeto de planejamento de experimentos	Plano de teste para o processo
2.5.2	Alternativas de concepção do processo de produção. Relatório de fornecedores de equipamentos. Especificações de projeto do processo	Consultar à base de dados	Equipamentos ou princípios de solução para o teste (T0) Laboratório ou cozinha industrial
2.5.3	Equipamentos ou princípios de solução para o teste (T0), Laboratório ou cozinha industrial	Consultar a base de dados	Custo do teste em relação aos equipamentos
2.5.4	Relatório sobre os parâmetros de controle de processo	Consultar a base de dados	Parâmetros de controle para o teste.
2.5.5	Relatórios fornecedores de matérias primas, ingredientes e aditivos, Alternativas de formulação teóricas dos produtos, histórico de fornecimento	Consultar à base de dados,	Lista de fornecedores de ingredientes matérias-primas e aditivos
2.5.6	Especificações de projeto do produto Tipos de análises de produto	Técnicas de análise físico Químico, Microbiológicas e sensoriais. Plano de amostragem	Relatório de análises dos ingredientes, matérias primas e aditivos.
2.5.7	Lista de fornecedores de ingredientes matérias primas e aditivos, Relatório de análises dos ingredientes, matérias primas e aditivos	Consultar a base de dados	Custo preliminar da formulação para o teste

Figura 46 – Atividade preparar alternativas para teste de produção.

### Atividade 2.6 – Executar e Analisar as Amostras do Teste T0

Esta atividade tem como propósito executar o plano de teste T0 e analisar as amostras de formulação do produto. O detalhamento desta atividade é mostrado na figura 47.

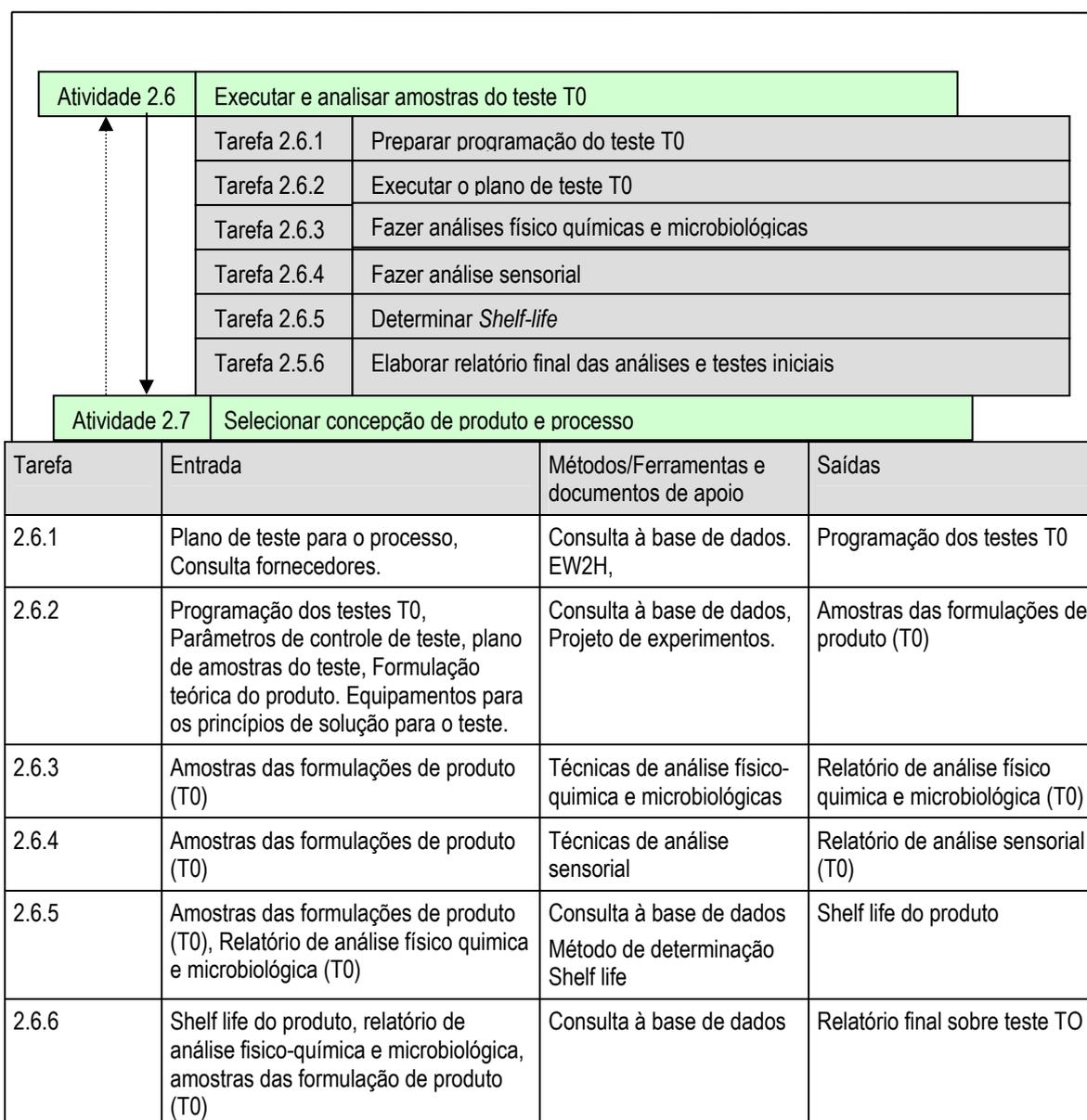


Figura 47 – Atividade executar e analisar amostras do teste T0.

### Atividade 2.7 – Selecionar Concepção de Produto e Processo

Após o teste realizado, o teste inicial de formulação (T0), a próxima atividade é selecionar as alternativas de formulação de produto e as alternativas de processo que foram testadas. Para selecionar a melhor concepção de formulação e processo confrontam-se as com as especificações de projeto. A saída desta atividade é a seleção da concepção de produto (formulação) e a concepção de processo que seguiram para as próximas fases. A figura 48 ilustra o detalhamento desta atividade.

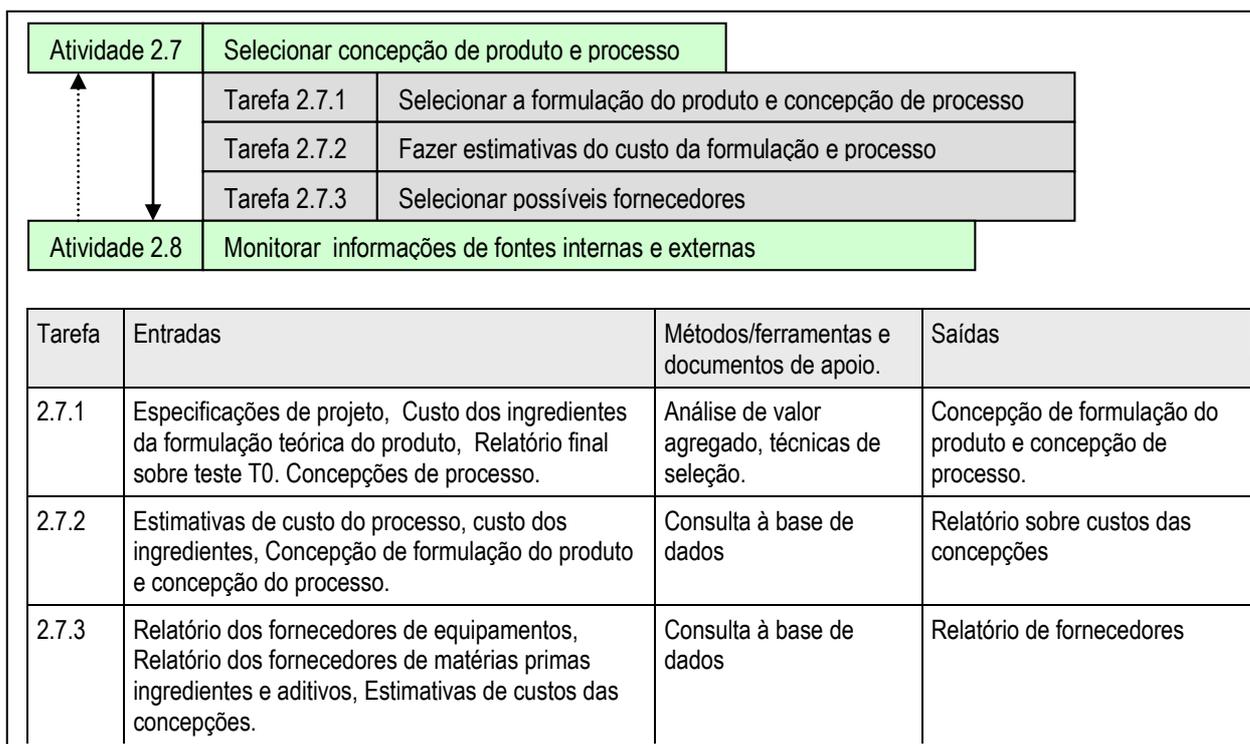


Figura 48 – Atividade selecionar concepção de produto e processo.

### Atividade 2.8 – Monitorar Informações de Fontes Internas e Externas

O objetivo desta atividade é a identificação de novos riscos e oportunidades que possam influenciar nas concepções do produto e concepções do processo. As fontes de informações internas são provenientes da própria empresa, como: departamento de vendas, compras e produção, pesquisa e desenvolvimento, marketing, e serviços de atendimento ao consumidor. As fontes externas são: feiras, conferências, palestras, jornais e revistas, agências governamentais e não-governamentais entre outras. O quadro 24 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 24 – Detalhamento da atividade de monitorar informações de fonte interna e externa – Projeto Conceitual.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto, concepção de produto e processo, atualização da demanda do produto para o mercado.	Consulta à base de dados.	Identificação de necessidades de mudanças no projeto

### **Atividade 2.9 – Atualizar o Plano de Projeto e Registrar os Conhecimentos e as Lições Aprendidas.**

O objetivo desta atividade é verificar se é necessário realizar a fase de projeto preliminar ou se as soluções permitem passar diretamente para o projeto detalhado ou mesmo para fase de preparação da produção

Nesta atividade, faz-se uma revisão detalhada dos riscos envolvidos e os recursos necessários para continuidade do projeto. Nas próximas fases do projeto, o produto sai do papel para uma forma física, a qual envolve maiores investimentos. O quadro 25 apresenta as entradas, as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 25 – Detalhamento da atividade de atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e as lições aprendidas – Projeto Conceitual

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Concepção de produto e processo, plano de projeto, Identificação de necessidades de mudanças no projeto. Plano de projeto conceitual	Análise de problemas, MS Project, Check List, Consulta á base de dados. Técnicas de análise econômica e financeira.	Plano de projeto atualizado Registro das lições aprendidas. Fechamento do plano de projeto conceitual

### **Avaliação da Fase de Projeto Conceitual**

A avaliação da fase de projeto conceitual refere se aceitação formal das concepções produto e concepções do processo, onde se autoriza o progresso para a fase projeto preliminar, cancelamento do projeto ou a revisão do projeto. As principais informações de entrada são o plano de projeto atualizado, concepções do produto e concepções de processo.

O próximo item apresenta a fase de projeto preliminar, terceira fase do modelo, conforme ilustrado na figura 28, no início deste capítulo.

#### **4.4 Fase de Projeto Preliminar.**

A fase de “Projeto Preliminar” destina-se ao estabelecimento da formulação final do produto, do leiaute final de processo e a avaliação da viabilidade econômica do projeto.

O “Projeto Preliminar” inicia com a elaboração do plano de projeto preliminar, onde são planejadas as tarefas necessárias ao gerenciamento e controle da fase, a análise de risco do desenvolvimento, a definição das estratégias de comunicação entre a equipe e outros possíveis parceiros, e os recursos necessários para a fase de projeto preliminar.

A próxima atividade compreende a definição da estrutura do processo de produção, onde as operações unitárias são definidas em blocos ou subsistemas, onde são definidas as interfaces entre os blocos, para geração do fluxograma do processo de produção.

Após a definição da estrutura do processo parte-se para a elaboração do fluxograma do processo de produção. Esta atividade compreende o detalhamento da atividade anterior. São detalhadas as linhas de fluxo do processo, o número de equipamentos, os nomes dos equipamentos, as temperaturas e pressões da linha de processamento, o balanço de massa e energia, as necessidades de periféricos e as necessidades para instalação industrial.

A atividade de decidir fazer ou comprar tem por objetivo decidir pela viabilidade de desenvolver e produzir ou comprar o equipamento. Neste momento são levantados custos, tempo, capacidades e competências para o desenvolvimento ou fornecimento das operações unitárias.

Caso seja decidido desenvolver o equipamento existem outros parâmetros envolvidos além das especificações técnicas de projeto, como as propriedades físicas e microbiológicas do alimento as condições ambientais em que se encontra durante o processo entre outras. Contudo, muitas vezes não é possível prever o comportamento funcional do equipamento e sendo assim, se faz necessário à construção de protótipos para testar seu funcionamento de operação. A atividade de desenvolvimento do protótipo pode ser iniciada no final da fase anterior, fase de projeto conceitual, dependendo da finalidade e dos parâmetros pesquisados.

A figura 49 ilustra o desdobramento da fase de Projeto Preliminar em suas atividades e tarefas. A descrição das atividades está apresentada na seqüência a seguir.

##### **Atividade 3.1 – Elaborar o Plano de Projeto Preliminar**

Esta atividade tem por objetivo o gerenciamento e controle da fase, sendo consideradas todas as atividades e tarefas com objetivo de controlar riscos e o andamento do projeto. O quadro 26 apresenta as entradas, as saídas e os métodos/ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

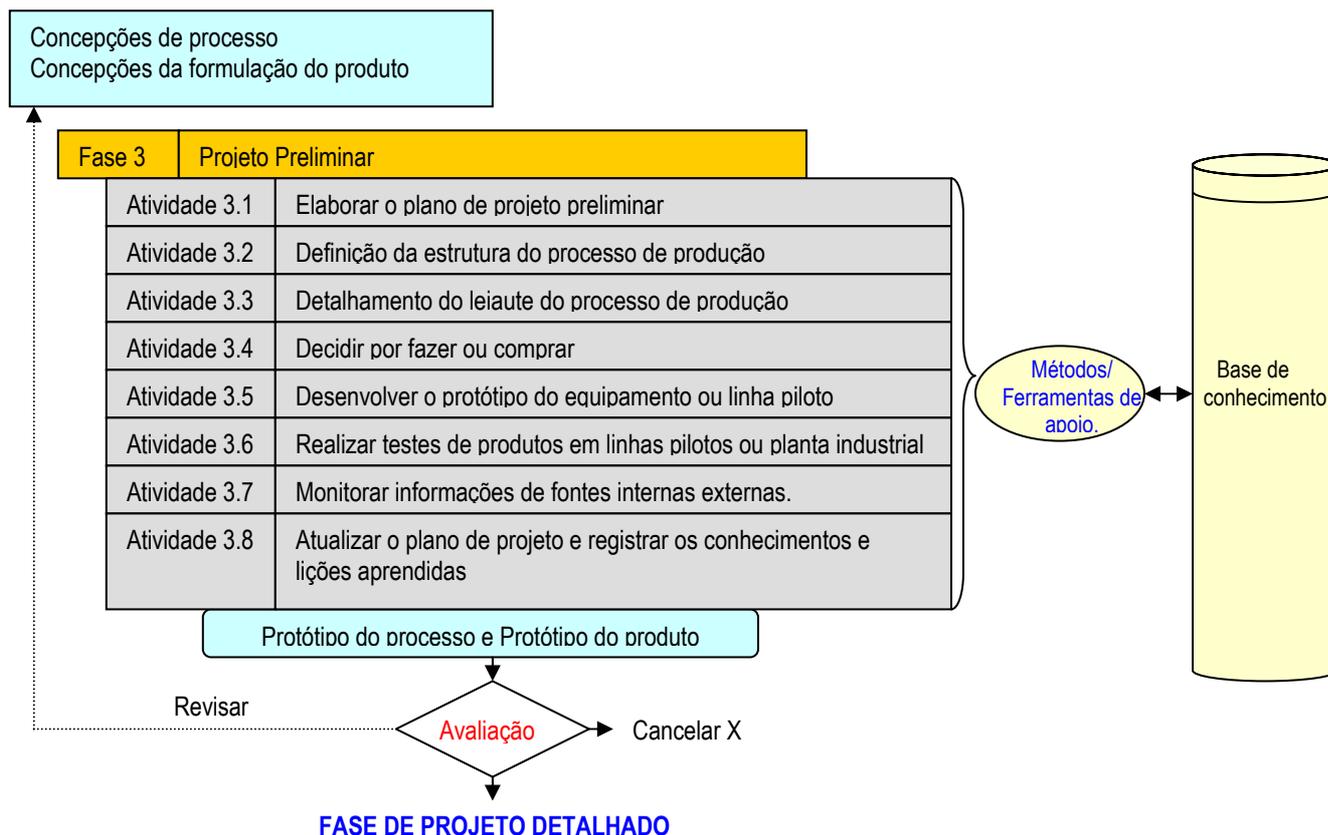


Figura 49 – Fase de Projeto Preliminar.

Quadro 26 – Detalhamento da atividade de elaborar o plano de projeto preliminar.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Concepções de formulação e as concepções de processo, plano atualizado de projeto, orçamento global de projeto	5W2H, Análise de problemas, MS Project, <i>Check List</i> Consulta à base de dados	Plano de projeto preliminar

### Atividade 3.2 – Definição da Estrutura do Processo de Produção

Esta atividade tem como principal saída a definição da estrutura do processo de produção. As tarefas consistem na verificação de processos de produção já existentes, e o agrupamento das operações unitárias em blocos ou subsistemas a partir das concepções geradas na fase de projeto conceitual, e a identificação interfaces necessárias para unir os subsistemas. A figura 50 ilustra a atividade em maiores detalhes

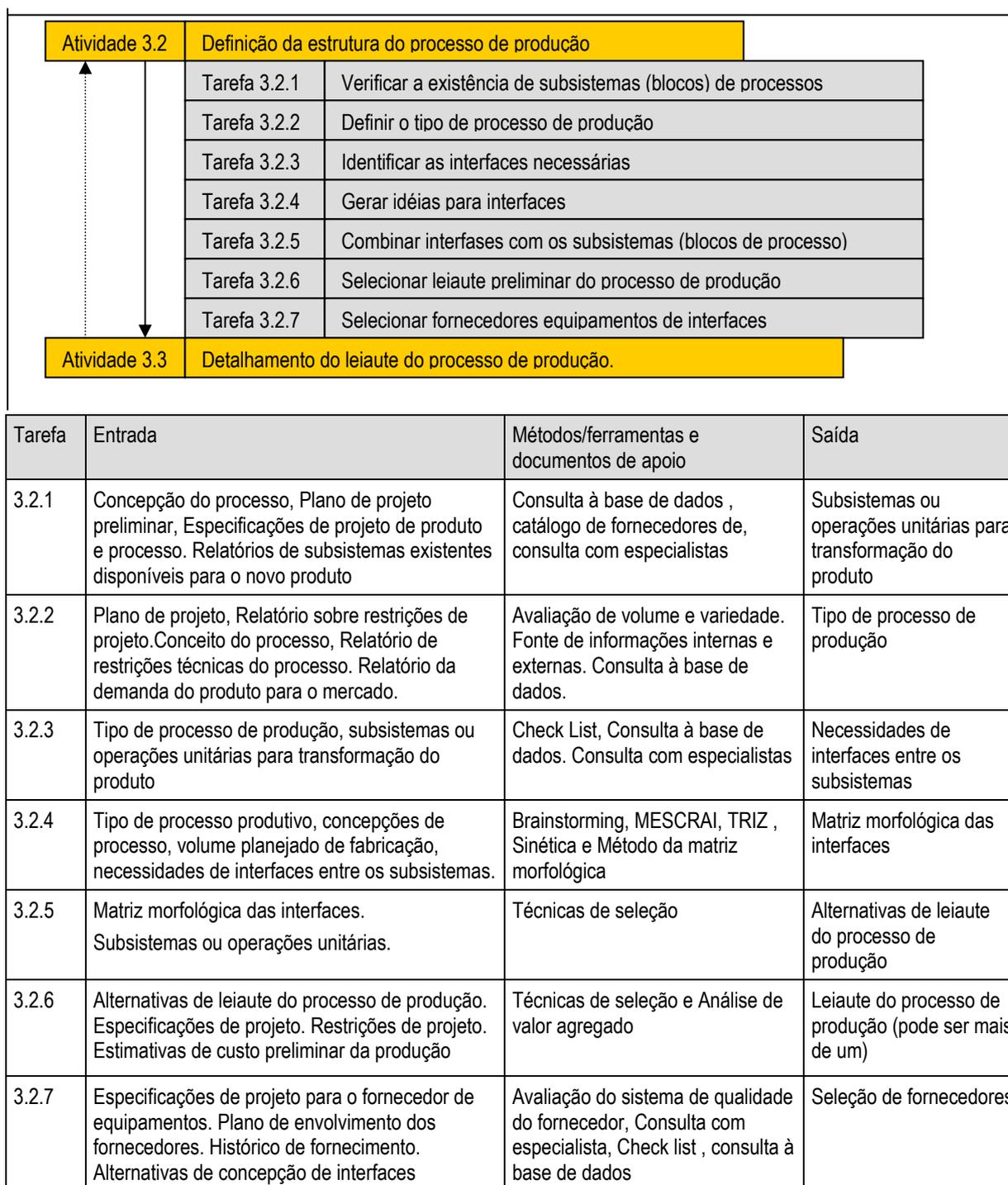


Figura 50 - Atividade de definição da estrutura do processo de produção.

### Atividade 3.3 – Detalhamento do Leiaute do Processo de Produção

A principal saída desta fase é o detalhamento da fase anterior, conforme ilustra a figura 51. O número de leiautes que podem ser detalhados dependerá da complexidade do projeto, do tamanho da equipe de projeto e do tempo de desenvolvimento.

As tarefas que constituem esta atividade iniciam com a análise e identificação dos aspectos críticos envolvidos no leiaute do processo de produção, relacionados principalmente com o controle do processo de produção, a segurança e qualidade do produto. A utilização dos

métodos como FMEA e o APPCC podem auxiliar na execução desta tarefa. A próxima tarefa é dedicada ao dimensionamento dos subsistemas e seleção dos equipamentos. A conclusão definitiva só ocorrerá na próxima fase (projeto detalhado). É importante nesta tarefa registrar as informações e os esboços dos equipamentos selecionados com intuito de gerar a ficha técnica do processo de produção.

A geração de modelos na forma semântica (representação explicativa verbal ou textual); gráfica (elementos geométricos para descrever ou representar objetos); analítica (equações, regras ou procedimentos de desempenho ou comportamento); física (representação por modelos sólidos, maquetes e protótipos, etc) constituem a próxima tarefa. Os modelos auxiliam na simplificação de uma situação real, dentro de limitações pré-estabelecidas, possibilitando o estudo de variáveis e parâmetros de processo. Como exemplo os balanços de massa e energia, a partir de modelos analíticos e gráficos auxiliam na seleção dos equipamentos. Além disso, a simulação que consiste em imitar o comportamento de um sistema, através de restrições previamente estabelecidas, permite prever condições de desempenho do processo de produção o comportamento do produto durante o processo. No final desta atividade são levantadas as necessidades de periféricos (para uma instalação industrial de processamento de alimentos) com objetivo de auxiliar na avaliação da viabilidade econômica ainda no final da fase de projeto preliminar.

### **Atividade 3.4 – Decidir Fazer ou Comprar**

Esta atividade tem sua representação na figura 52 e tem por objetivo decidir o que é mais viável, se desenvolver, produzir ou comprar (matérias primas, ingredientes e aditivos, equipamentos, periféricos e instalação industrial). São levantados custos, tempo, capacidade e competências para o desenvolvimento e fornecimento (matérias primas, ingredientes e aditivos, equipamentos, interfaces, periféricos e instalação industrial).

A tarefa de estimativa do custo do processo de produção envolve o levantamento do conjunto de todos os custos envolvidos nas entradas e saídas de um processo de produção. As entradas incluem matérias primas, aquisições de componentes, trabalho, energia e equipamento. A saída inclui mercadoria finalizada e as perdas envolvidas no processo de produção.

Com as informações referentes sobre custos, comportamento do processo, especificações de produto e processo, parâmetros de controle de processo e segurança e qualidade do produto, toma-se a decisão do que será produzido e comprado. Após isso, serão preparadas as especificações técnicas para compras (suprimentos) e acertados os contratos com fornecedores.

Atividade 3.3		Detalhamento do leiaute do processo de produção	
	Tarefa 3.3.1	Identificar, analisar aspectos críticos e definir parâmetros de controle	
	Tarefa 3.3.2	Realizar dimensionamento e seleção dos equipamentos	
	Tarefa 3.3.3	Realizar modelagem e simulação do processo de produção	
	Tarefa 3.3.4	Levantar necessidades dos periféricos no fluxograma de produção	
	Tarefa 3.3.5	Levantar as necessidades de instalações industriais	
Atividade 3.4		Decidir por fazer ou comprar	
Tarefa	Entrada	Métodos/ Ferramentas e documentos de apoio	Saída
3.3.1	Leiaute do processo de produção, Relatório de restrições técnicas de processo. Especificações técnicas do processo. Parâmetros de controle do teste (T0)	APPCC, FMEA, CEP, Consulta à base de dados.	Parâmetros de controle de processo e de segurança do produto
3.3.2	Leiaute do processo de produção, Relatório de restrições técnicas de processo. Especificações técnicas do processo. Relatório de fornecedores, relatório custo das concepções. Relatório de histórico dos fornecedores.	Técnicas de seleção, Consulta à base de dados, catálogos, sistemas CAD/CAM, ferramentas estatísticas, Check list, normas técnicas.	Dimensionamento e seleção dos equipamentos
3.3.3	Leiaute do processo de produção, parâmetros de processo, dimensionamento dos equipamentos, relatório de alternativas de equipamentos, relatório de requisitos normativos e legais, relatório de restrições e requisitos de processo, relatório de requisitos de segurança do produto em relação ao processo e outros	Softwares de simulação de processos, estudos de balanço de massa energia, APPCC, Planejamento experimental, análise do histórico do processo produtivo da empresa	Relatório do comportamento do processo
3.3.4	Leiaute do processo de produção, Relatório de comportamento do processo. Plano de projeto	Mapa do ciclo de vida, Consulta à base de dados.	Relatório das necessidades dos periféricos.
3.3.5	Relatório das necessidades dos periféricos, plano de projeto, Dimensionamento dos equipamentos, Leiaute do processo de produção.	Espiral do desenvolvimento, Consulta à base de dados.	Relatório das necessidades de instalações industriais.

Figura 51 – Atividade de detalhamento do leiaute do processo de produção.

### Atividade 3.5 – Fazer Simulação do Processo

Esta atividade tem como objetivo prever o comportamento funcional do processo de produção na elaboração do produto, através de testes de funcionamento e otimização do processo e do produto.

Os primeiros passos para elaboração do protótipo foram iniciados na atividade 2.5 na fase de projeto conceitual, a partir dos testes iniciais de produtos (T0). Linhas piloto podem ser necessárias antes do projeto das instalações industriais, isto depende da complexidade do produto em desenvolvimento e do grau de desenvolvimento da tecnologia que está sendo

utilizada no processo de produção. Esta atividade ilustrada na figura 53 pode ser iniciada em paralelo com atividades anteriores, dependendo da finalidade e complexidade envolvida.

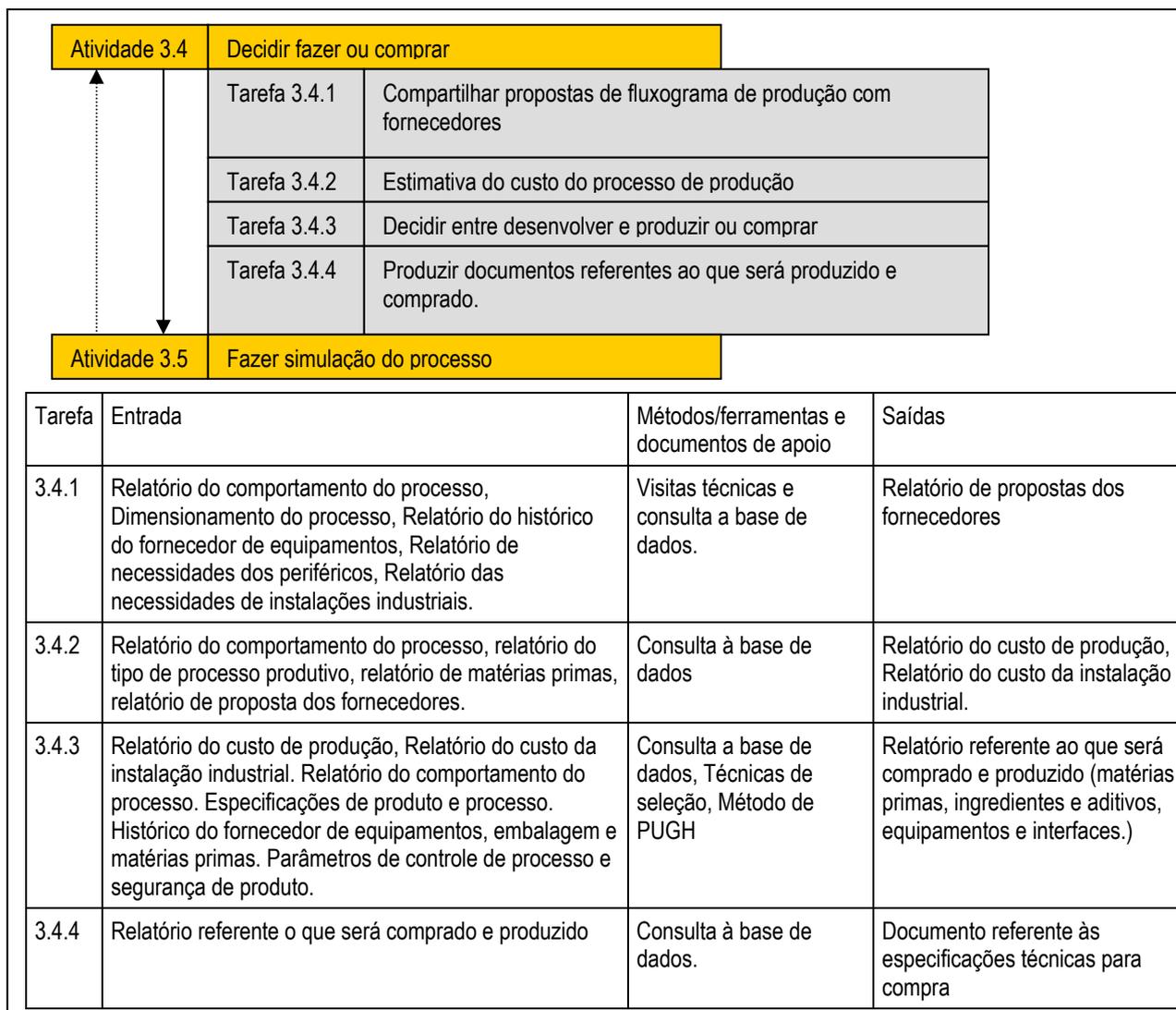


Figura 52 – Atividade decidir por fazer ou comprar.

### Atividade 3.6 – Realizar Testes de Produtos em Linhas Pilotos ou Planta Industrial de Fabricação (T1)

A principal saída desta atividade é o protótipo do produto ou produto teste (T1), esta atividade pode ser realizada em paralelo com atividade anterior (fazer simulação do processo de produção) com objetivo de aperfeiçoar produto e processo, ou pode ser realizada na planta industrial do fabricante de equipamentos.

Inicialmente é planejado o plano de teste do produto, envolvendo o fornecedor de equipamentos. As amostras de ingredientes/aditivos e matérias primas são analisadas com objetivo de garantir, controlar, e identificar possíveis desvios de qualidade nas matérias primas que serão utilizadas. São feitas as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais e *shelf-life*. O relatório final das análises e testes dos protótipos de produto (T1)

deve ser confrontado com os relatórios finais testes de formulação do produto (T0), com as especificações técnicas de produto e com as necessidades dos consumidores. O objetivo de identificar possíveis desvios no produto em desenvolvimento. A figura 54 ilustra o desdobramento da atividade.

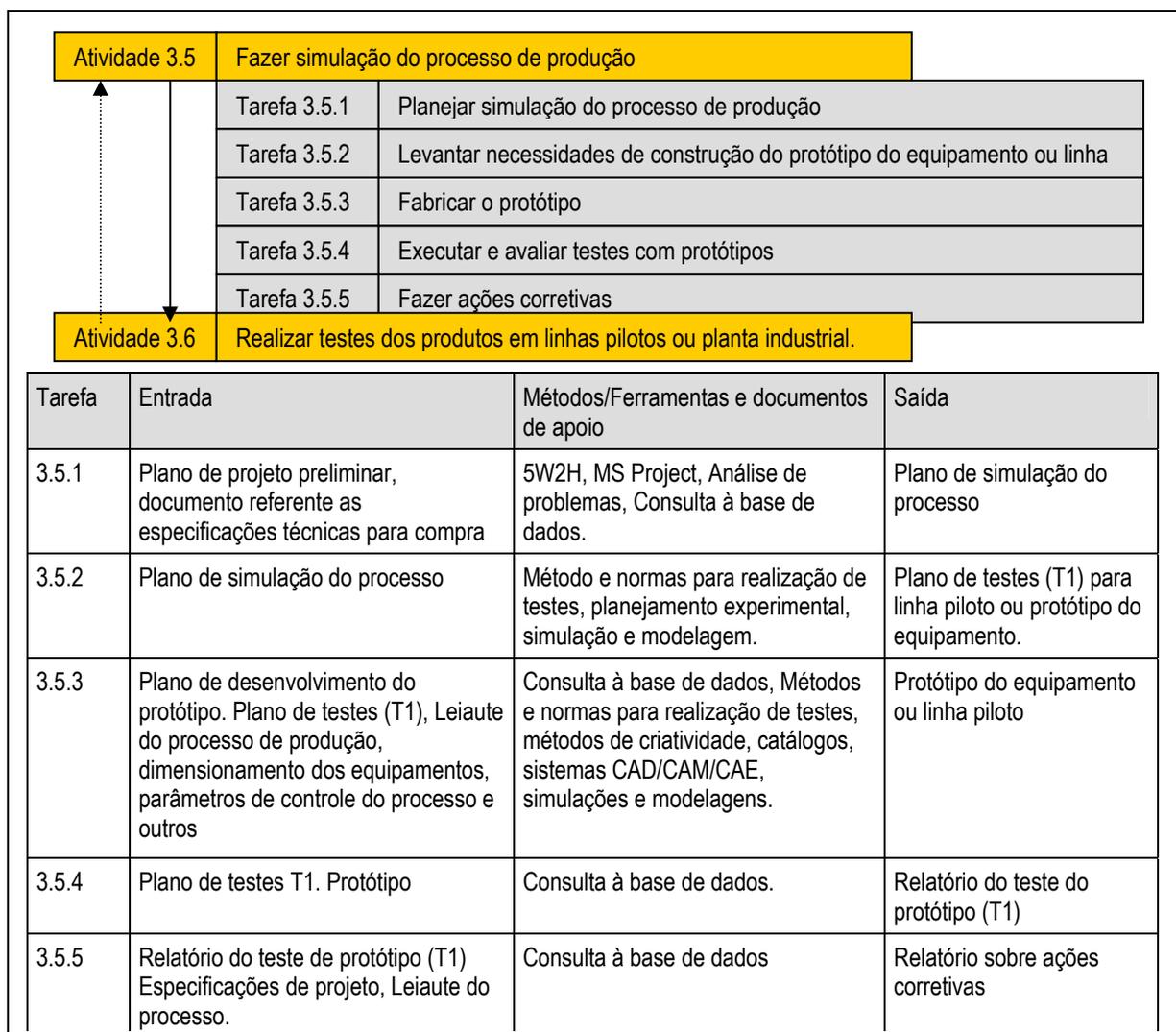


Figura 53 – Atividade fazer simulação do processo

### Atividade 3.7 – Monitorar Informações de Fontes Internas e Externas

O objetivo desta atividade é a identificação de novos riscos e oportunidades que possam influenciar no protótipo do produto e protótipo do processo. O quadro 27 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 27 – Atividade monitorar informações de fonte internas e externas – Projeto Preliminar.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto, protótipo do produto e o protótipo do processo, atualização da demanda do produto para o mercado.	Consulta à base de dados.	Identificação de necessidades de mudanças no projeto

### **Atividade 3.8 – Atualizar o Plano de Projeto e Registrar os Conhecimentos e as Lições Aprendidas.**

O objetivo desta atividade é verificar se é necessário realizar a fase de projeto detalhado ou se as soluções permitem para fase de preparação da produção. Nesta atividade é realizado o registrado das lições aprendidas com o propósito de ter histórico do projeto em andamento, realizar melhorias em projeto futuros e repetir as melhores práticas de projeto. O quadro 28 apresenta as entradas às saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 28 - Atividade de monitorar o plano e registrar os conhecimentos e lições aprendidas.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Protótipo de produto e o protótipo de processo, plano de projeto, identificação de necessidades de mudanças no projeto. Plano de projeto preliminar	Análise de problemas, MS Project, Check List, Consulta a base de dados. Técnicas de análise econômica e financeira.	Plano de projeto atualizado Registro das lições aprendidas. Fechamento do plano de projeto preliminar.

### **Avaliação da Fase de Projeto Preliminar**

A avaliação da fase de projeto preliminar refere-se a aceitação formal do protótipo do produto e protótipo do processo autorizando-se o progresso para a fase projeto detalhado, cancelamento do projeto ou a revisão do projeto. As principais informações de entrada são o plano de projeto atualizado, protótipo do produto e o protótipo do processo e o plano de investimento necessário.

Tarefa	Entradas	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saída
3.6.1	Plano de projeto, Plano de projeto preliminar, Concepção da formulação do produto, relatório sobre custos das concepções, relatório de fornecedores. Plano de envolvimento de fornecedores	5W2H, consulta à base de dados, projeto de experimentos.	Plano de testes de produto T1
3.6.2	Especificações de projeto do produto, tipos de análises de produto	Técnicas de análises físico químico, microbiológicas e sensoriais. Plano de amostragem	Relatório de análises dos ingredientes, matérias primas e aditivos.
3.6.3	Plano de testes de produto (T1), planta piloto ou planta industrial, Parâmetros de controle de teste, plano de amostragem, formulação teórica do produto (concepção).	Consulta à base de dados, projeto de experimentos.	Relatório de avaliação do teste em planta piloto ou planta industrial, amostras dos protótipos de produtos testados.
3.6.4	Amostras das formulações de produto (T1) Planilhas de análises físico químicas e microbiológicas.	Técnicas de análise físicas químicas e microbiológicas	Relatório de análise físico química e microbiológica (T1)
3.6.5	Amostras das formulações de produto (T1)	Técnicas de análise sensorial.	Relatório de análise sensorial (T1)
3.6.6	Amostras das formulações de produto (T1), Relatório de análises físico químicas e microbiológica (T1)	Consulta à base de dados, Método de determinação <i>shelf life</i> .	<i>Shelf-life</i> do produto.
3.6.7	<i>Shelf life</i> do produto, relatório de análise físico química e microbiológica, amostras das formulações de produto (T1). Relatório de avaliação do teste em planta industrial. Relatório de análises dos ingredientes matérias primas e aditivos	Consulta a base de dados	Relatório final das análises e testes dos protótipos de produto (T1)
3.6.8	Relatório final das análises e testes dos protótipos de produto (T1), Relatório final das análises e testes de formulação (T0), Especificações técnicas do produto e processo e as necessidades dos consumidores. Documento referente às especificações técnicas para compra	Consulta à base de dados	Relatório ações corretivas ou melhorias no protótipo do produto

Figura 54 – Atividade realizar testes de produtos em linhas pilotos ou planta industrial.

O próximo item apresenta a fase de projeto detalhado, quarta fase do modelo, conforme ilustrado na figura 28 no início deste capítulo.

## 4.5 Fase de Projeto Detalhado

A fase de “Projeto Detalhado” tem como principal objetivo o detalhamento da planta industrial para a produção do produto em desenvolvimento. O início desta fase compreende a utilização das informações vindas da fase de projeto preliminar: documentos referentes às especificações técnicas de projeto para compra, relatório de propostas dos fornecedores, relatórios das necessidades de instalação industrial, relatório das necessidades dos periféricos, relatório do comportamento do processo, relatório dos testes de protótipo de produto e processo (T1), relatório de ações corretivas e outros possíveis documentos pertinentes ao desenvolvimento nesta fase. A figura 55 ilustra a fase de projeto detalhado.

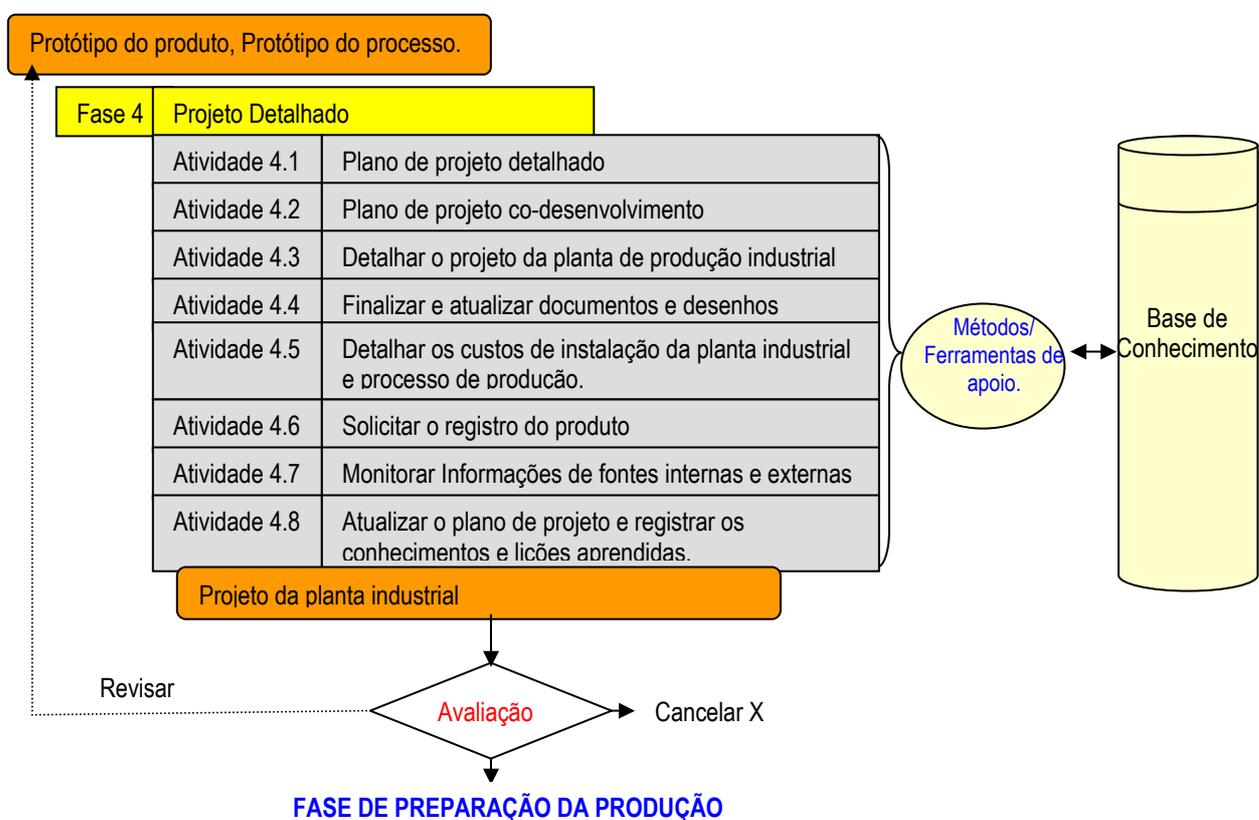


Figura 55 – Fase de projeto detalhado

A descrição das atividades da fase de projeto detalhado segue a seqüência mostrada a seguir.

### Atividade 4.1 – Elaborar o Plano de Projeto Detalhado

Esta atividade tem por objetivo o gerenciamento e controle da fase, onde considera-se todas as atividades e tarefas com o objetivo de controlar riscos e o andamento do projeto. O quadro 29 apresenta as entradas, as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para a execução da atividade.

Quadro29 - Atividade de elaboração do plano de projeto detalhado.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto atualizado e o orçamento global do projeto do produto.	MS Project, Check List e Consulta à base de dados.	Plano de projeto detalhado

#### **Atividade 4.2 – Elaboração do Plano de Projeto Co-Desenvolvimento.**

Devido aos parceiros envolvidos para elaboração da planta industrial existe a necessidade de elaboração de um plano de projeto de co-desenvolvimento onde são compartilhados informações com fornecedores (equipamentos e serviços) para elaboração da planta industrial. O quadro 30 ilustra as entradas, método/ ferramentas e documentos de apoio e a principal saída desta atividade.

Quadro 30 – Atividade de elaboração do plano de projeto co-desenvolvimento

Entrada	Métodos e Ferramentas e documentos de apoio	Saída
Plano de projeto preliminar, Orçamento global do projeto, Relatório das necessidades de instalação industrial, Relatório das necessidades dos periféricos do processo. Relatório referente o que será desenvolvido e comprado (matérias primas, ingredientes e aditivos, equipamentos, interfaces). Relatório referente às especificações técnicas para compra	Consulta à base de dados, MS Project, Check List	Plano de projeto detalhado para os fornecedores

#### **Atividade 4.3 – Detalhamento da Planta de Produção Industrial**

A atividade de detalhamento da planta de produção industrial envolve a execução de obras instalações industriais, construção civil e instalações elétricas e outros. Além do projeto para tratamento de efluentes e resíduos industriais. Esta atividade envolve a contratação de fornecedores especializados em cada área. A figura 56 ilustra o desdobramento da atividade.

#### **Atividade 4.4 – Finalizar e Atualizar Documento e Desenhos.**

Esta atividade tem como objetivo principal finalizar desenhos e documentos envolvidos no projeto da planta industrial. Esta atividade deve exigir bastante interação com as atividades anteriores, porque os documentos representam o que foi projetado. A figura 57 ilustra o desdobramento da atividade.

Atividade 4.3		Detalhar o projeto da planta de produção industrial	
	Tarefa 4.3.1	Finalizar dimensionamento e seleção dos equipamentos	
	Tarefa 4.3.2	Projetar arranjo físico.	
	Tarefa 4.3.3	Levantar necessidades de instrumentos e equipamentos de apoio	
	Tarefa 4.3.4	Finalizar projeto civil	
	Tarefa 4.3.5	Finalizar do projeto de periféricos	
Atividade 4.4		Finalizar e atualizar documentos e desenhos	
Tarefa	Entradas	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saída
4.3.1	Propostas de equipamentos, contratos de fornecedores, plano de projeto para os fornecedores, relatório final das análises e testes dos protótipos de produto, relatório ações corretivas ou melhorias no protótipo do produto. Relatório de teste do protótipo do equipamento ou linha piloto, relação ações corretivas ou melhorias no processo para produção do produto.	Catálogos, sistemas CAD/CAE/CAM, Check list, lista de aspectos críticos (FMEA e APPCC) fichas técnicas	Projeto detalhado dos equipamentos para produção industrial (desenhos, dimensões, capacidades, recomendações de instalação) Balanços de massa e energia atualizados.
4.3.2	Projeto detalha do dos equipamentos para produção industrial, tipo de processo produtivo, área requerida por centro de trabalho, restrições para áreas de trabalho, o nível e a direção do fluxo de cada par de trabalho. Especificações de projeto e restrições de projeto.	Análise de localização de recursos, Diagramas de fluxo. Consulta a base de dados. Softwares especializados. Técnicas de seleção	Projeto detalhado do fluxo de produto e arranjo físico.
4.3.3	Projeto detalhado dos equipamentos, definição do arranjo físico, parâmetros de controle de processo, Contratos com fornecedores.	Catálogos, Check List, FMEA, APPCC. Consulta à base de dados.	Projeto Detalhado da instrumentação necessária
4.3.4	Relatório das necessidades de instalação industriais, plano de projeto detalhado, projeto detalhado dos equipamentos, planejamento estratégico para manufatura (pré-desenvolvimento)	Consulta à base de dados, Consulta com especialistas da área. Técnicas de seleção	Projeto Detalhado das instalações civis.
4.3.5	Relatório das necessidades dos periféricos, plano de projeto detalhado, comportamento do processo, projeto detalhado dos equipamentos, escolha do tipo de arranjo físico, detalhamento	Consulta à base de dados, consulta com especialistas da área e fornecedores.	Projeto detalhado dos periféricos

Figura 56 – Atividade de detalhar o projeto da planta de produção industrial.

#### **Atividade 4.5 – Detalhar os Custos de Instalação da Planta Industrial e Processo de Produção.**

A atividade de avaliar custos após o detalhamento da planta industrial tem por finalidade decidir pela viabilidade de instalação da planta industrial. Neste momento são levantados custos, tempos, capacidades e competências para execução final do projeto de instalação da planta industrial. São avaliados contratos com os fornecedores (equipamentos e serviços).

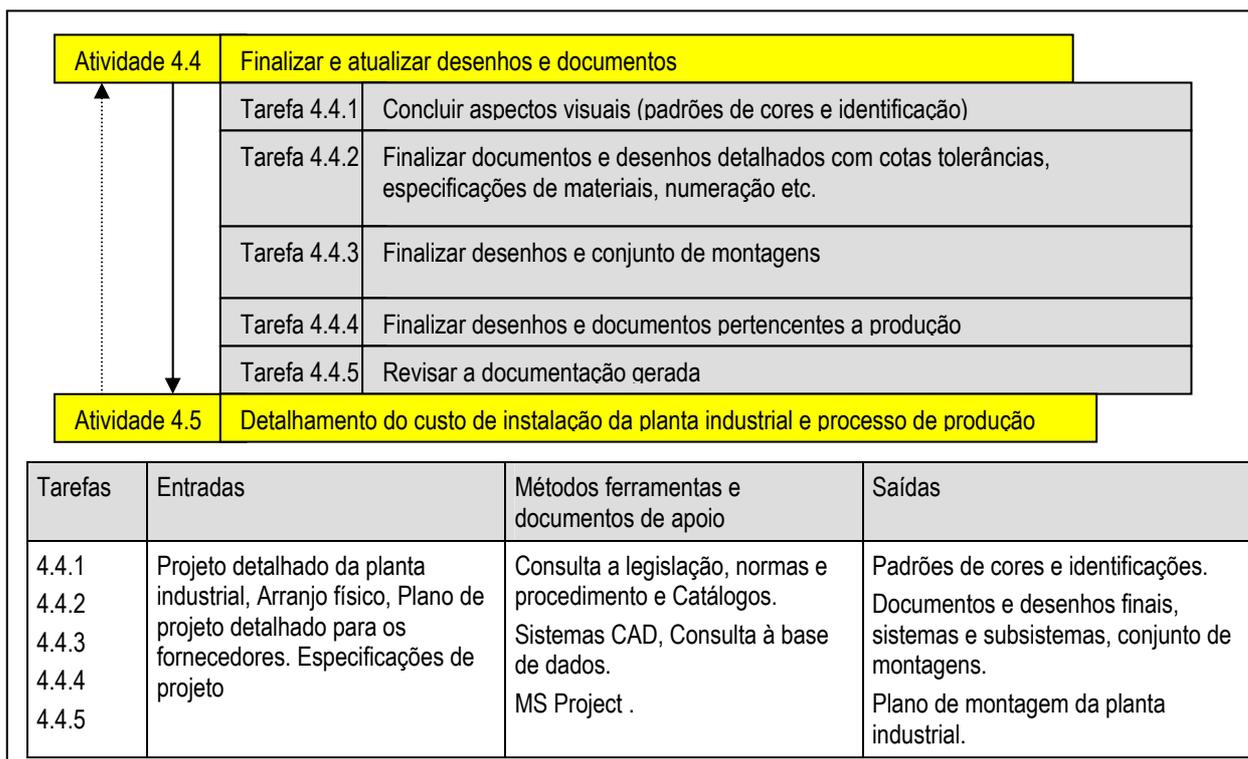


Figura 57 – Atividade de finalizar e atualizar documentos e desenhos

#### **Atividade 4.6 – Solicitar Registro do Produto**

Uma vez que se tenha o protótipo do produto aprovado, significa que se tem a fórmula do produto. Mesmo que sejam necessários ajustes na fase de testes industriais, geralmente esses são mínimos. Sendo assim, pode-se iniciar a solicitação de registro de produtos junto aos órgãos competentes. Existem dois ministérios legislando sobre alimentos no Brasil, o da Agricultura e o da Saúde. Como regra geral, se o produto for de origem animal, dever-se-á consultar a legislação publicada pelo Ministério da Saúde, se o produto for de origem vegetal a legislação é a do Ministério da Agricultura.

#### **Atividade 4.7 – Monitorar Informações de Fontes Internas e Externas**

O objetivo desta atividade é a identificação de novos riscos e oportunidades que possam influenciar no projeto da planta industrial para produção do novo produto. As fontes de informações internas provenientes da própria empresa como: departamento de vendas, compras e produção, pesquisa e desenvolvimento, marketing, e serviços de atendimento ao consumidor. As fontes externas: são feiras, conferências, palestras, jornais e revistas, agências governamentais e não governamentais entre outras.

Nesta atividade faz-se uma revisão detalhada dos riscos envolvidos e os recursos necessários para continuidade do projeto. Na próxima fase o projeto do processo sai do papel para uma forma física onde envolve maiores investimentos. O quadro 31 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 31 – Detalhamento da atividade de monitorar informações de fontes internas e externas - Projeto detalhado.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto, projeto detalhado da planta industrial, atualização da demanda do produto para o mercado.	Consulta à base de dados.	Identificação de necessidades de mudanças no projeto

#### **Atividade 4.8 – Atualizar o Plano de Projeto e Registrar os Conhecimentos e as Lições aprendidas.**

Grande parte das atividades desta fase está relacionadas com fornecedores, o registro das lições aprendidas deve ser feito em parcerias com os mesmos, principalmente com o objetivo de levantar as não conformidades durante o projeto e montar o histórico de fornecimento.

A atualização do plano de projeto tem por objetivo verificar se a planta industrial atende as necessidades, especificações de projeto, se o mesmo poderá ser implementado, na fase de preparação da produção ou se será cancelado. O quadro 32 apresenta as entradas às saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 32 – Detalhamento da atividade de atualizar o plano de projeto e registrar os conhecimentos e lições aprendidas- Projeto detalhado.

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Projeto detalhado da planta industrial Plano de projeto Plano de projeto detalhado.	Análise de problemas, MS Project, Check List, Consulta à base de dados. Técnicas de análise econômica e financeira.	Plano de projeto atualizado Registro das lições aprendidas. Fechamento do plano de projeto detalhado.

#### **Avaliação da Fase de Projeto Detalhado**

A avaliação da fase de projeto detalhado refere se aceitação formal do projeto da planta industrial, onde se autoriza o progresso para a fase preparação da produção, cancelamento do projeto ou a revisão do projeto. As principais informações de entrada são: o plano de projeto atualizado e o projeto detalhado da planta industrial.

O próximo item apresenta a fase de preparação da produção, quinta fase do modelo conforme ilustrado na figura 28 no início deste capítulo.

#### **4.6 Fase de preparação para Produção**

O objetivo de apresentar a fase de preparação da produção neste trabalho é encerrar o projeto do processo no PDPA. A fase inicia com a instalação da planta industrial para elaboração do produto. Envolve a implementação do produto na linha de produção e o encerramento do projeto do processo.

Para implementação do produto na linha de produção são realizados testes do produto, onde são avaliados os procedimentos de operação e verificado a possibilidade de otimização do processo. Após o primeiro testes de produção, amostras do produto são analisadas e comparadas com o protótipo do produto, com as especificações técnicas de projeto. Caso necessário, novos testes são realizados. Outras atividades ocorrem em paralelo tais como a elaboração de documentos para a produção e a elaboração de documentos técnicos.

O projeto do processo é encerrado após a produção do lote inicial e a verificação de não conformidades. Estando o produto dentro dos padrões legais, de qualidade e segurança é liberada a produção do lote inicial. O desdobramento da fase de preparação é ilustrado na figura 58.

#### **Atividade 5.1 – Elaborar o Plano de Instalação da Planta Industrial**

Esta atividade tem por objetivo realizar os procedimentos para o controle e gerenciamento da instalação da planta industrial. São planejadas as estratégias de comunicação, recursos necessários, o tempo para assegurar que seja a planta instalada no prazo, e os riscos envolvidos na instalação. O quadro 33 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

#### **Atividade 5.2 – Instalar Planta Industrial**

Esta atividade tem por objetivo implementar o plano de instalação da planta industrial. Envolve o domínio de diferentes conhecimentos e contratações de especialistas na área. As principais entradas para esta atividade são: Plano de instalação da planta industrial, plano de montagem da planta, projeto detalhado dos periféricos, projeto detalhado das instalações (estrutural civil e elétrica), projeto detalhado da instrumentação necessária, projeto detalhado do arranjo físico e equipamentos.

As tarefas envolvidas nesta atividade são: compra, recebimento, instalação e preparação dos equipamentos e dispositivos para instalar a linha de produção do novo produto.

No final desta atividade deve ser feito a atualização do projeto da instalação da planta industrial, com objetivo de identificar as modificações ou desvios realizados durante a instalação. Esta tarefa pode ser executada utilizando-se de *check lists* elaborados a partir do projeto detalhado da planta industrial.

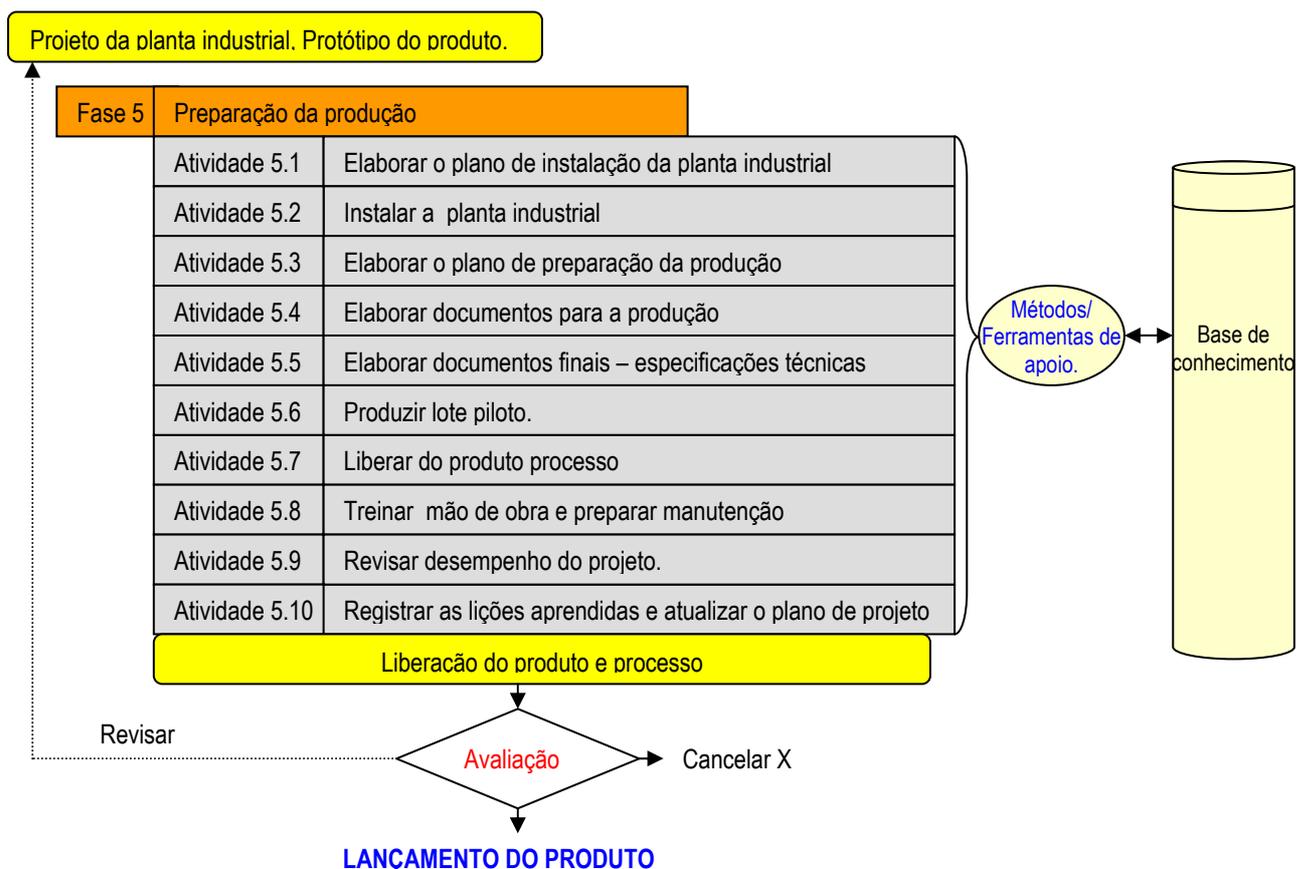


Figura 58 – Fase de preparação para produção

Quadro 33 - Detalhamento da atividade de elaborar o plano de instalação industrial

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Projeto detalhado da planta industrial, plano de montagem da planta industrial, conjuntos de montagens, orçamento e contratos com fornecedores, orçamento global.	MS Project, <i>Check List</i> e Consulta à base de dados.	Plano de instalação da planta industrial

### **Atividade 5.3 – Elaborar o Plano de Preparação da Produção**

Após a instalação da planta industrial, elabora-se o plano de preparação da produção com objetivo de gerenciar as atividades envolvidas na fase de preparação da produção. Os principais documentos de entrada desta atividade são o projeto detalhado da planta industrial atualizado e o plano de projeto. O quadro 34 apresenta as entradas as saídas e os métodos, ferramentas e documentos de apoio para execução da atividade.

Quadro 34 – Detalhamento da atividade de elaborar o plano de preparação da produção

Entradas:	Métodos ferramentas e documentos de apoio	Saída:
Plano de projeto atualizado e o orçamento global do projeto do produto.	MS Project, Check List e Consulta à base de dados.	Plano da Preparação da produção

### **Atividade 5.4 – Elaboração de Documentos para a Produção**

Nesta atividade são gerados os documentos indispensáveis para a garantia da qualidade e segurança do produto, atendendo também a legislação de alimentos e as normas e procedimentos de operação da empresa. A figura 59 ilustra o desdobramento desta atividade.

### **Atividade 5.5 – Elaborar Documentos Finais (Especificações Técnicas)**

Nesta atividade são gerados os documentos técnicos da empresa em relação ao produto, estes documentos são gerados a partir das especificações técnicas de projeto e resultados dos testes industriais do produto. O desdobramento desta atividade está ilustrado na figura 60.

### **Atividade 5.6 – Produzir Lote Piloto**

A principal saída desta atividade é o lote piloto do produto ou produto teste (T2). O lote piloto de produção é aquele que após os ajustes e otimizações, de produto e processo, e avaliações dos resultados de análises e comportamento do processo, estão mais próximos das especificações técnicas de projeto e das metas da empresa.

Esta atividade inicia após a instalação completa da planta industrial, são testados os procedimentos de operação e avaliação das possibilidades de otimização do produto e processo.

O relatório final das análises e testes do lote piloto (T2) deve ser confrontado, com o relatório final de teste de formulação do produto (T0), com o relatório final de teste de concepção do produto (T1) e com as especificações técnicas de projeto do produto. O objetivo é identificar possíveis desvios de qualidade no produto em desenvolvimento. Caso necessário,

novos testes devem ser realizados. A figura 61 ilustra o desdobramento desta atividade. O quadro 35 mostra as entradas saídas e os métodos e ferramentas e documentos de apoio da atividade de produzir lote piloto.

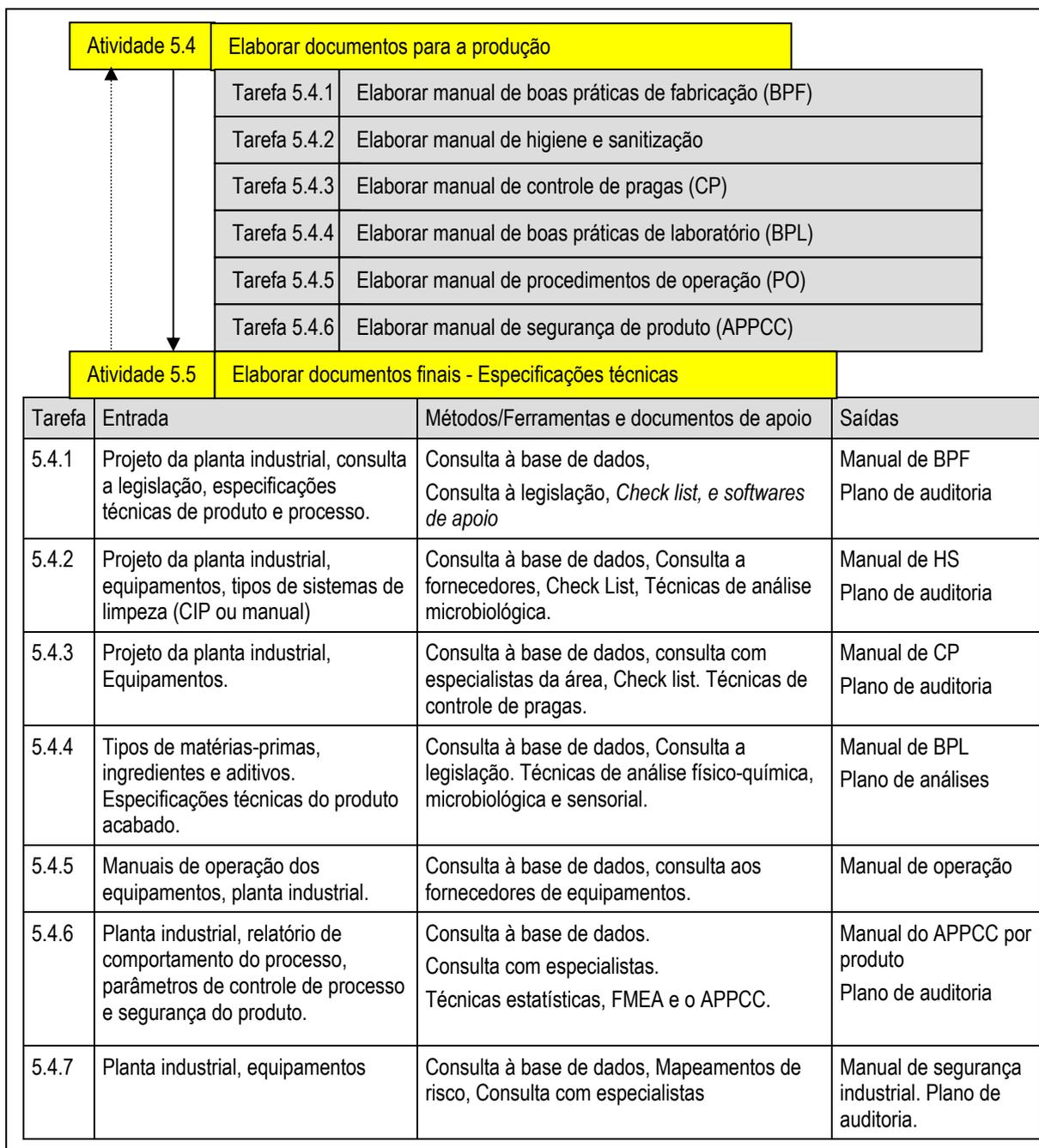


Figura 59 – Atividade elaborar os documentos para produção

<b>Atividade 5.5</b>		<b>Elaborar documentos finais – Especificações técnicas</b>	
	Tarefa 5.5.1	Elaborar especificações técnicas de produto acabado e semi-	
	Tarefa 5.5.2	Elaborar especificações técnicas de matérias primas, ingredientes e aditivos.	
	Tarefa 5.5.3	Elaborar especificações técnicas de embalagem	
	Tarefa 5.5.4	Elaborar procedimentos de análise de produto acabado, semi-acabado, matéria prima, ingredientes, aditivos e embalagens.	
<b>Atividade 5.6</b>		<b>Produzir lote piloto</b>	
Tarefa	Entradas	Métodos/ Ferramentas e documentos de apoio	Saída
5.5.1	Especificações técnicas de projeto do produto e projeto do processo, Relatórios de testes de produto.	Consulta à base de dados, Consulta à legislação, Plano APPCC	Especificações técnicas de produto acabado e semi-acabado
5.5.2	Especificações técnicas de projeto do produto e projeto do processo, Relatório dos fornecedores, Relatório de análises de matérias primas, ingredientes e aditivos.	Consulta à base de dados, Consulta à legislação, Plano APPCC	Especificações técnicas de matérias, ingredientes e aditivos.
5.5.3	Especificações técnicas de projeto da embalagem, Relatório de análises da embalagens, Relatório dos fornecedores	Consulta à base de dados Consulta com fornecedores de embalagens, Plano APPCC	Especificações técnicas do material de embalagem
5.5.4	Especificações técnicas de produto acabado, semi-acabado. Especificação técnica de matérias primas, ingredientes e aditivos. Especificações técnicas do material de embalagem.	Consulta à base de dados. Técnicas de análise físico química, microbiológicas, e sensorial. Técnicas de análise de embalagem	Procedimentos de análise.

Figura 60 – Atividade de elaborar documentos técnicos.

<b>Atividade 5.6</b>		<b>Produzir lote piloto</b>	
	Tarefa 5.6.1	Elaborar o plano de produção piloto	
	Tarefa 5.6.2	Analisar ingredientes/aditivos e matérias primas	
	Tarefa 5.6.3	Executar o plano de testes da produção piloto	
	Tarefa 5.6.4	Fazer análises físico-químicas e microbiológicas	
	Tarefa 5.6.5	Fazer análise sensorial	
	Tarefa 5.6.6	Fazer análise de embalagem	
	Tarefa 5.6.7	Elaborar relatório final das análises da produção piloto	
	Tarefa 5.6.8	Decidir ações corretivas	
	Tarefa 5.6.9	Otimizar o processo de produção	
<b>Atividade 5.7</b>		<b>Liberar produto e processo</b>	

Figura 61 - Desdobramento da atividade de produzir o lote piloto.

**Atividade 5.7 – Liberar Produto e Processo**

Após a produção do lote pilotos, amostras do produto são avaliadas para elaboração de um documento formal, que contém as especificações técnicas do produto e as especificações técnicas do processo de produção. Concluído isso, libera-se o produto para seu lançamento no mercado. As principais entradas para elaboração deste documento são as especificações técnicas de produto acabado, semi-acabado, matérias-primas, ingredientes, aditivos, embalagem e o relatório final da produção piloto.

**Atividade 5.8 – Treinar Mão de Obra e Preparar Manutenção**

Levando-se em conta que o processo de produção do novo produto é algo novo, existe a necessidade de treinamento da mão de obra para poder operá-lo e mantê-lo funcionando.

A fim de garantir a transição suave na fase de entrega do processo para a produção e a manutenção, os fornecedores de equipamentos devem trabalhar junto à equipe de operação e manutenção. As principais entradas desta atividade desta atividade são as informações dos fornecedores de equipamentos, e as informações provenientes dos testes realizados.

Os contratos de manutenção devem ser revistos assim como a necessidade de revisões periódicas e as reposições de peças de operação.

**Atividade 5.9 – Revisar Desempenho do Projeto**

Além da realização dos testes de aceitação, deve-se revisar a desempenho do projeto do processo de maneira mais ampla. Com objetivo de identificar se todas as tarefas foram realizadas de acordo com o contrato, se o resultado dos projetos (equipamentos, instalações industriais e periféricos) cumpre plenamente as especificações de projeto estabelecidas.

**Atividade 5.10 – Registrar as Lições Aprendidas e Atualizar o Plano de Projeto**

O objetivo desta atividade é atualizar o plano de projeto registrando as não conformidades e principalmente encerrar as atividades relacionadas ao projeto do processo. Ao final da atualização do plano de projeto avalia-se o se o projeto do produto continua para a fase de lançamento do produto, ou deve ser reavaliado.

**Avaliação da Fase de Preparação para Produção**

A avaliação da fase de preparação da produção refere se aceitação formal do produto e do processo de produção, onde autoriza-se o progresso para a fase lançamento do produto, cancelamento do projeto ou revisão do projeto. As principais informações de entrada são amostras do produto e relatórios do processo de produção

Quadro 35 – Desdobramento das tarefas de produzir o lote piloto

Tarefa	Entradas	Métodos/Ferramentas e documentos de apoio	Saídas
5.6.1	Plano de preparação para produção, Planta de produção industrial, Plano de projeto de produto, orçamento global de projeto	5W2H, Consulta à base de dados, Consulta com fornecedores, Projeto de experimentos, <i>MS Project</i> .	Plano de testes na linha (T2).
5.6.2	Especificações de projeto do produto, Relatórios de análises dos ingredientes, matérias primas e aditivos (T1)	Técnicas de análises físico-químico e microbiológicas e sensoriais. Plano de amostragem	Relatório de análises dos ingredientes, matérias primas e aditivos.
5.6.3	Plano de testes (T2), planta industrial, Parâmetros de controle de teste, plano de amostragem, formulação para o produto. Procedimentos de operação.	Consulta à base de dados, projeto de experimentos.	Relatório de avaliação do teste na planta, amostras dos produtos.
5.6.4	Amostras dos produtos (T2), Planilhas de análises físico-químicas e microbiológicas.	Técnicas de análise físico-químicas e microbiológicas	Relatório de análises físico-químicas e microbiológicas (T2).
5.6.5	Amostras do produto (T2).	Técnicas de análise sensorial	Relatório de Análise sensorial
5.6.6	Amostras do produto (T2).	Técnicas de análise de embalagens	Relatório de Análise de embalagens
5.6.7	Relatórios de análises físico-químicas e microbiológicas. Amostras dos produtos (T2), Relatório de análise sensorial, Relatório de análise de embalagens, Relatório de avaliação do teste na planta.	Consulta à base de dados	Relatório final de análises Relatório final de produção piloto.
5.6.8	Relatório final das análises e testes da produção piloto, Especificações técnicas de projeto do produto e processo.	Consulta à base de dados.	Relatório de ações corretivas.
5.6.9	Relatório de ações corretivas Especificações técnicas de projeto do produto.	Procedimentos de operação Consulta à base de dados	Incorporação das correções no produto e processo.

#### 4.7 Considerações Finais Sobre o Modelo Desenvolvido:

Foram apresentadas neste capítulo, as fases do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, desdobradas em atividades e tarefas, cujo foco principal do trabalho foi o projeto do processo. Procurou-se durante a elaboração do modelo considerar as necessidades dos clientes, estabelecendo-se um caminho para as tomadas de decisão ao longo do desenvolvimento de um novo produto integrado com um novo processo de produção.

Inicialmente o modelo proposto por PENSO (2003) para o projeto do produto foi tomado como base para proposição do projeto do processo. Contudo, foram necessárias algumas mudanças no modelo proposto pela autora, principalmente devido ao projeto do processo encontrar-se na fase final do desenvolvimento. As principais mudanças relacionadas ao projeto do produto são: o número de fases do modelo desenvolvido (a autora não apresenta

a fase de projeto preliminar) e a inserção do método "declaração para o produto", baseado na função síntese e no desdobramento dos elementos de um produto alimentício (vide figura 21, capítulo II).

O principal método utilizado na fase de projeto informacional é o QFD, devido à dificuldade do desdobramento das partes de um alimento, e devido às necessidades dos clientes internos serem diferente a dos clientes externos no projeto do processo, propôs-se com base na revisão bibliográfica apresentada no capítulo II, alteração do método, apresentada na atividade 1.8 (desdobramento da segunda matriz do QFD, fase de projeto informacional).

Em virtude da complexidade envolvida no desenvolvimento de produtos alimentícios, o modelo proposto apresenta três níveis para testes de produto/processo:

- O teste inicial (T0): tem por objetivo testar a formulação teórica do produto e os princípios de solução para o processo, podem ocorrer em laboratório ou cozinha industrial dependendo da estrutura disponível, ocorre na fase de projeto conceitual;
- O teste do protótipo (T1): tem por objetivo testar o comportamento funcional do processo de produção e a elaboração do protótipo do produto ou produto teste, pode ser realizada em planta piloto ou na planta industrial do fabricante de equipamentos, ou envolver o projeto de protótipos de equipamentos. No modelo proposto este teste ocorre na fase de projeto preliminar.
- Lote piloto ou produto teste (T2): tem por objetivo implementar e realizar os ajustes e otimizações para implementação do produto na planta industrial, ocorre na fase de preparação para produção.

Devido ao modelo envolver os testes dos princípios de solução e de comportamento funcional do processo, e contemplar os conhecimentos: da área de projetos e processos químicos e biológicos, o modelo pode ser usado como referência para o projeto de equipamentos para indústria de alimentos.

O número de métodos, ferramentas e documentos de apoio no modelo desenvolvido é ilustrado na figura 62. Não é objetivo de o trabalho esgotar os métodos, ferramentas e documentos de apoio que podem ser utilizados no PDPA, mas mostrar um caminho para execução das atividades e tarefas.

O processo de desenvolvimento de produtos alimentícios envolve diversas áreas de conhecimento, neste trabalho foi tratado o projeto do produto e o projeto do processo, com objetivo de se propor novos processos ou novos equipamentos para transformar os alimentos. No entanto ao longo da proposição do modelo, outros domínios de conhecimento foram tratados como o envolvimento de fornecedores, qualidade e algumas avaliações financeiras.

**DOCUMENTOS, MÉTODOS e FERRAMENTAS E DE APOIO**

1. Roteiro R1	21. Técnicas de seleção
2. Brainstorming	22. Softwares (MS PROJECT, WINDQFD)
3. Pesquisa bibliográfica e legislação	23. Plano de amostragem
4. Consulta com fornecedores e especialistas	24. Método de determinação do shelf-life
5. Espiral do desenvolvimento	25. Catálogos de fornecedores
6. Pesquisa de necessidades	26. Avaliação do volume e variedade
7. Check-list	27. Avaliação do sistema de qualidade do fornecedor
8. Técnicas de análises físico-químicas	28. APPCC
9. Técnicas de análise sensorial	29. FMEA
10. Técnicas de análise microbiológica	30. CEP
11. Roteiro R2	31. Sistema CAD/CAM
12. Roteiro R3	32. Balanços de massa e energia
13. Testes de simulação preparo e uso	33. Histórico da empresa
14. QFD	34. Diagramas de fluxo
15. TRIZ	35. Mapeamento de risco
16. MESGRAI	36. Técnicas de análise de embalagem
17. Painel de consumidores	37. Manuais, BPF, HS, CP, BPL, PO
18. Método de Síntese	38. Estimativas de custo
19. Projeto de experimentos	39. Benchmarking
20. Método da matriz morfológica	40. Consulta à base de dados
	41. Análise de Valor

Figura 62 – Documentos, métodos e ferramentas sugeridos no modelo desenvolvido

O próximo capítulo corresponde à avaliação do modelo de referência por representantes de empresas de alimentos com intuito de avaliar sua contribuição e aplicação na indústria de alimento e como ferramenta educacional na capacitação de profissionais.

## **CAPÍTULO V – AVALIAÇÃO DO MODELO**

---

Após a elaboração do modelo de referência para PDPA, com ênfase no projeto do processo, o mesmo foi submetido à avaliação por empresas de alimentos.

O sistema ideal de avaliação seria sua aplicação no projeto de um novo produto, o qual abrange o projeto de um novo processo de produção. Contudo, devido principalmente ao tempo necessário para implementação do mesmo, optou-se por avaliar o modelo através da experiência de profissionais no processo de desenvolvimento de produtos.

Os objetivos desta avaliação foram: verificar as características do modelo proposto, sua aplicação na indústria de alimentos, o emprego de métodos e ferramentas para execução de atividades, sua aplicação como ferramenta educacional e de capacitação pessoal. Para isso, elaborou-se um questionário que possibilitou o levantamento das informações necessárias para avaliação do modelo.

Para tanto foi elaborado um questionário, que foi aplicado após a leitura e apresentação do modelo.

Os dados obtidos de natureza qualitativa foram formatados em quadros com o objetivo de se avaliar os resultados obtidos.

### **5.1 Elaboração do questionário de avaliação**

Para avaliação do modelo foram elaboradas treze questões baseadas nas características que o modelo deve conter. Estas características foram propostas a partir dos trabalhos de ROMANO (2003) e PENSO (2003), que abordam a avaliação de modelos de referência. As características avaliadas do modelo estão descritas abaixo:

- Conteúdo: relacionado com domínio de conhecimento do projeto do produto e projeto do processo;
- Profundidade: o nível de detalhamento e decomposição do modelo;
- Clareza: capacidade de o modelo ser facilmente entendido;
- Generalidade: grande amplitude de aplicações em diferentes tipos de projetos;
- Simultaneidade: projeto simultâneo do produto e processo;
- Multidisciplinaridade: envolver diferentes áreas de conhecimento;
- Aplicabilidade: aplicável em diferentes tipos de indústrias de alimentos;
- Orientativo: relacionado ao uso de métodos e ferramentas para auxiliar na execução das atividades;
- Ensino: capacitação de pessoal e como ferramenta educacional.

Para cada questão foi estabelecido um conjunto de três respostas, satisfatório, bom, excelente e um espaço para comentários. Além disso, procurou-se durante a elaboração do questionário identificar quais métodos e ferramentas eram conhecidos pelos avaliadores, quais sugestões e melhorias poderiam ser sugeridas para melhorar o modelo. Desta forma, buscou-se registrar as críticas e sugestões de melhorias para o modelo desenvolvido. O questionário aplicado encontra-se no apêndice E.

## 5.2 Empresas avaliadoras

A escolha das empresas para avaliação do modelo seguiu os mesmos critérios utilizados na pesquisa de campo, ou seja, possuir ambiente e equipes de desenvolvimento de produtos.

As empresas contatadas inicialmente foram as que participaram da pesquisa de campo descrita no Capítulo III. Entretanto, devido à dificuldade de agendamento outras foram convidadas a participar do processo de avaliação.

Para execução da avaliação foram estabelecidos os seguintes passos:

- 1º. Agendamento da apresentação;
- 2º. Encaminhamento do modelo para leitura e compreensão;
- 3º. Apresentação e avaliação do modelo.

O modelo de referência desenvolvido envolve diferentes domínios de conhecimento, por este motivo, estendeu-se o convite para outras áreas da empresa, além da equipe de desenvolvimento de produtos.

A avaliação foi conduzida em duas empresas de alimentos de grande porte que produzem produtos diferentes, estas possuem ambientes e equipes desenvolvimento de produtos. O quadro 36 resume o perfil geral das empresas avaliadoras

Por solicitação das empresas, as mesmas foram mantidas no anonimato. Procurou-se descrever características gerais, que proporcionassem ao leitor um mínimo de idéia do ambiente onde foram colhidos os dados.

Quadro 36 – Perfil geral das empresas avaliadoras

<b>Empresas</b>	<b>Origem</b>	<b>Produtos</b>	<b>Avaliadores</b>
A	Multinacional (sede no Brasil)	Condimentos e aditivos, aromas, produtos para sorvete, desidratados, temperos, recheios e outros.	Gerente de garantia da qualidade; Gerente de Pesquisa e desenvolvimento de aromas; Gerente aplicação e desenvolvimento de produtos; Engenheiro de processos, Gerente de pesquisa e desenvolvimento.
B	Multinacional (sede na Itália)	logurtes, leite, sobremesas, sucos, creme de leite.	Líder internacional de projetos; Especialista desenvolvimento de produto e tecnologia.

### 5.3 Resultados e discussão da avaliação do modelo

Os resultados obtidos são de natureza qualitativa. Para tratamento dos dados procurou-se codificá-los com intuito de ter-se uma melhor visualização dos resultados. O quadro 37 apresenta o perfil dos avaliadores da empresa A e o quadro 38 apresenta o perfil dos avaliadores da empresa B.

Quadro 37 – Perfil dos avaliadores da empresa A

Avaliador	Formação	Função	Tempo de empresa
1	Engenheiro de alimentos com MBA em gestão empresarial	Gerente de garantia de qualidade	17 anos
2	Química industrial	Gerente de pesquisa e desenvolvimento de aromas	45 anos
3	Farmacêutica bioquímica com especialização em alimentos	Gerente aplicação e desenvolvimento de produtos	18 anos
4	Engenheiro industrial de alimentos	Engenheiro de processos	25 anos
5	PhD. Engenharia de alimentos	Gerente de pesquisa e desenvolvimento	15 anos

Quadro 38 – Perfil dos avaliadores da empresa B.

Avaliador	Formação	Função	Tempo de empresa
6	Farmacêutico Bioquímico	Líder internacional de projeto	8 anos
7	Química industrial	Especialista desenvolvimento de produto e tecnologia	10 anos

Para cada questão sobre o modelo de referência para o PDPA os avaliadores classificaram em satisfatório (S), bom (B) e Excelente (E) e tiveram oportunidade de comentar suas repostas. Os quadros 39 e 40 respectivamente, apresentam a avaliação realizada e uma síntese dos comentários registrados.

As principais dificuldades encontradas para obtenção dos dados, foram reunir diferentes áreas ou departamento da empresa, e a leitura do documento antes da apresentação. A leitura prévia do documento teve como objetivo otimizar o tempo de apresentação, sem perder os detalhes das informações contidas no modelo.

Para as respostas das treze questões do modelo de referência foram atribuídos os seguintes pesos:

- ✓ 1 (um) para satisfatório;
- ✓ 3 ( três) para bom;
- ✓ 5 (cinco) para excelente.

O quadro 41 ilustra o resultado da avaliação de cada questão e o resultado por avaliador.

Quadro 39 – Avaliação do modelo pela empresa A.

Questões	1	2	3	4	5	Comentários dos avaliadores
1. Conteúdo referente ao projeto do produto e ao projeto do processo	E	E	E	E	E	"O modelo é bastante completo atingindo toda a macro fase de desenvolvimento de produto"
2. O desdobramento em fases (projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado e preparação para produção) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto	B	E	E	E	B	"As fases podem ser sobrepor (através das atividades); Pode-se observar em qual fase do projeto nos encontramos e adequar ao tipo de projeto em desenvolvimento; Poderia ficar mais "claro" a questão da simultaneidade entre as atividades e tarefas"
3. O nível de detalhamento (desdobramento em fases, atividades e tarefas) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto	B	B	E	E	B	"O desdobramento das fases em atividades e tarefas auxilia na compreensão do que precisa ser feito, porém precisa ser aplicado na prática para averiguar melhor o nível detalhamento"
4. As estruturas de representação (figuras) são adequadas para a representação do modelo.	E	B	E	B	E	"Apresenta uma fácil visualização de todo o processo. Durante a apresentação deveria ter mais tempo para explicar mais detalhes. O documento apresenta uma leitura de fácil compreensão"
5. O modelo é fácil de ser entendido	E	B	E	E	B	"O modelo se aplica tanto para produto novo como para produtos extensão de linha; Devemos colocá-lo na prática para observar os resultados; Conceitualmente esta muito bem elaborado"
6. O modelo de referência suporta diferentes tipos de projeto (novo produto, produto extensão de linha, novo processo de produção)	E	B	B	B	B	"Pode acelerar o desenvolvimento de produtos extensão de linha; O pré-desenvolvimento precisa ser explorado; Permite orientações para diferentes tipos de projetos"
7. O emprego de métodos e ferramentas e documentos de apoio sugeridos no modelo são adequados para execução das atividades e tarefas	E	E	E	E	B	"O modelo apresenta ferramentas simples de serem inseridas no ambiente desenvolvimento; As equipes precisam ser treinadas conforme a necessidade"
8. O projeto do processo e o projeto do produto no início do PDPA	E	B	E	B	B	"Esta é a base da engenharia de alimentos; Alguns projeto possuem algumas particularidades; Desperta-me necessidade conhecer como gerenciar a integração de uma equipe multidisciplinar"
9. Adequação do modelo às particularidades da indústria de alimentos	S	B	E	E	B	"O modelo é bastante genérico para aplicação em algumas empresas creio que tenha que ser adequado; Alguma parte do modelo já se utiliza; Sugestão de fazermos um projeto piloto para avalia-lo melhor"
10. Integração dos diferentes departamentos da empresa ou equipes de desenvolvimento	E	E	E	E	E	"Esta é uma necessidade interna da empresa; o modelo é bastante completo em relação a segurança e a qualidade do produto"
11. O emprego do modelo para o treinamento de equipes de desenvolvimento de produtos.	S	E	E	E	B	"Precisa ser adequado para realidade da empresa antes de ser inserido na equipe; Vejo imediata necessidade de aplicação e certamente solicitaremos apoio futuro; Permite visualizar com mais profundidade o papel que cada um realiza no projeto de um novo produto"
12. A utilização do modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos.	E	E	E	B	B	"O modelo necessita abordar as outras macro fases para ter toda a empresa envolvida; O modelo pode auxiliar ao gerenciamento, contudo fica dúvida em relação a estrutura de gerenciamento"
13. O modelo proposto pode auxiliar no processo de desenvolvimento de produtos de sua empresa:	E	E	E	E	E	"Praticamos estágios avançados de técnicas e metodologia de desenvolvimento de novos produtos, mas ainda não é geral; O modelo desenvolvido contribuíra com segmentos da empresa; Com certeza permitirá nos organizarmos melhor"
<b>Legenda:</b> S- Satisfatório      B – Bom      E - Excelente						

Quadro 40 – Avaliação do modelo pela empresa B

Questões	6	7	Comentários dos avaliadores
1. Conteúdo referente ao projeto do produto e ao projeto do processo	B	E	"O conteúdo é pertinente apresentando uma seqüência lógica de todo o PDP"
2. O desdobramento em fases (projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado e preparação para produção) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto	E	E	"É adequado, sugestão de adequação do vocabulário de projeto informacional para geração das especificações de produto, e especificações de produto para qualidade exigida"
3. O nível de detalhamento (desdobramento em fases, atividades e tarefas) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto	B	E	"Permite visualizar o que precisa ser feito"
4. As estruturas de representação (figuras) são adequadas para a representação do modelo.	B	B	"Sugiro apresentar ou indicar as interações de forma explícita; Exemplo: Cadeia de fornecedores no projeto preliminar"
5. O modelo é fácil de ser entendido	B	E	"Os conceitos estão bem apresentados".
6. O modelo de referência suporta diferentes tipos de projeto (novo produto, produto extensão de linha, novo processo de produção)	B	E	"O modelo é bastante genérico podendo ser adaptado para diferentes tipos de projetos de produto"
7. O emprego de métodos e ferramentas e documentos de apoio sugeridos no modelo são adequados para execução das atividades e tarefas	E	E	"O modelo requer a interação de diferentes setores da empresa- equipe multidisciplinar para utilizar os métodos e ferramentas, gerando nova necessidade"
8. O projeto do processo e o projeto do produto no início do PDPA	B	E	"Surge a dificuldade de gerenciar projeto de origens diferentes simultâneos."
9. Adequação do modelo às particularidades da indústria de alimentos	B	B	"Estruturas maiores de PDP suportaram melhor o modelo"
10. Integração dos diferentes departamentos da empresa ou equipes de desenvolvimento	B	E	"Exige que a empresa se estruture de maneira diferente, trabalhe mais em equipe"
11. O emprego do modelo para o treinamento de equipes de desenvolvimento de produtos.	E	E	"O modelo pode auxiliar a treinar equipes de desenvolvimento independente do nível de instrução"
12. A utilização do modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos.	E	B	"Seria interessante aplicá-lo para verificar suas chances de sucesso"
13. O modelo proposto pode auxiliar no processo de desenvolvimento de produtos de sua empresa:	E	B	"Esta sendo estudado para utilização de partes do modelo e melhorias no da empresa"
Legenda: S- Satisfatório      B – Bom      E - Excelente			

Quadro 41 - Resultado da avaliação, média por questão e por avaliador.

Avaliadores	Questões													Média avaliadores
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Avaliador 1	5	3	3	5	5	3	5	5	1	5	1	5	5	3,9
Avaliador 2	5	5	3	3	3	3	5	3	5	5	5	3	3	3,9
Avaliador 3	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4,8
Avaliador 4	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5	4,5
Avaliador 5	5	3	3	5	5	3	3	3	3	5	3	3	3	3,6
Avaliador 6	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3	5	3	3	3,5
Avaliador 7	5	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5	3	3	4,4
Média das questões	4,7	4,4	3,9	3,9	4,4	3,3	4,7	4,1	3,6	4,7	4,1	3,6	3,9	
Legenda: Empresa A <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> Empresa B <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> 1- Satisfatório      3- Bom      5 - Excelente														

Considerando as médias obtidas por questões e as médias dos avaliadores, os resultados obtidos demonstram que o modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios atende aos critérios de avaliação, sendo o resultado final do modelo de referência proposto de bom para excelente, conforme ilustra a figura 63.

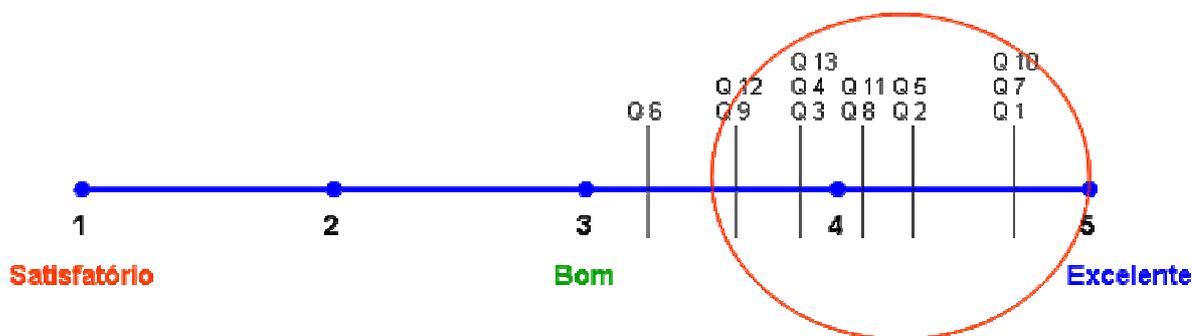


Figura 63 – Avaliação do modelo de referência.

As questões um, sete e dez (Q1, Q7, Q10), apresentam os maiores pesos relacionadas ao conteúdo do modelo, ao emprego de métodos, ferramentas e documentos de apoio e a integração das diferentes áreas ou departamentos da empresa. Conclui-se que o modelo apesar da abordagem genérica pode ser utilizado como modelo de referência para melhoria no PDP das empresas de alimentos. Sendo que em um primeiro momento as empresas mostraram resistência à utilização do modelo, isto pode ser confirmado através da questão treze (Q13 - Emprego do modelo em sua empresa) que apresenta um peso menor.

O emprego de métodos e ferramentas de apoio foi identificado pelos avaliadores como a principal fonte de sucesso do modelo proposto, devido ao direcionamento para tomada de decisão e execução das atividades e tarefas.

O modelo apresenta a necessidade de integração dos conhecimentos para o PDPA, isso despertou os avaliadores para a necessidade de gerenciamento das equipes e dos múltiplos projetos que ocorrem no mesmo período de tempo. Por este motivo a questão doze (Q12 - A utilização do modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos), obteve um peso menor.

As questões seis e nove (Q6, Q9), apresentam o menor peso por estarem relacionada com a aplicação do modelo de referência, o modelo foi abordado de forma genérica e os exemplos apresentados, foram elaborados a partir da literatura, sendo necessária sua aplicação

para uma avaliação mais precisa. Entretanto, após o encerramento das avaliações e devido os questionamentos e comparações realizadas durante a apresentação do modelo, pode-se concluir que o modelo ou parte, esta sendo utilizado como base para melhoria nos modelos das empresas que participaram da avaliação.

A utilização do modelo de referência para treinamento de equipes de desenvolvimento de produtos foi avaliada de bom para excelente, a sugestão dos avaliadores que seja elaborado um estudo de caso de acordo com o tipo de produto, com intuito de facilitar compreensão e utilização do modelo em empresas.

Segundo os avaliadores da empresa A, a qual possui um grande número de estagiários e engenheiros em seu quadro de profissionais, existe uma carência de uma visão mais sistemática e integrada do PDPA, dos alunos recém formados na graduação. Além disso, existe o desconhecimento de métodos e ferramentas que possam ser trabalhadas em grupos para auxiliar na resolução dos problemas na empresa. Desta forma, os avaliadores consideraram a utilização do modelo de bom para excelente, no ensino sobre o PDP, sugeriram a introdução como disciplina em cursos de graduação e pós-graduação.

Os resultados sobre o uso e conhecimento sobre os métodos e ferramentas pelos avaliadores é apresentado nos quadros 42 e 43.

Os métodos e ferramentas relacionados ao programas de qualidade do produto e melhoria de processo são mais amplamente conhecidos e utilizados pelos avaliadores, como exemplo: sistema de qualidade do fornecedor e ferramentas estatísticas. Outros métodos e ferramentas como o APPCC, análise de *Shelf Life* e análise sensoriais são empregados comumente nas empresas de alimentos. Outras ferramentas são conhecidas e utilizadas isoladamente por algumas áreas, isto pode ser observado nos quadros 42 e 43.

Durante a apresentação do modelo alguns avaliadores salientaram a importância do QFD para geração das especificações técnicas, com auxílio de outras ferramentas, como planejamento experimental e análise sensorial. A matriz morfológica foi avaliada como excelente ferramenta acoplada aos métodos de criatividade, com objetivo de buscar novas soluções para os problemas. O método de declaração para o produto foi facilmente compreendido, sendo que a principal dificuldade durante a apresentação do método foi abstração para encontrar as soluções.

Como sugestões de melhorias para o modelo proposto os avaliadores sugeriram detalhar com mais profundidade o envolvimento da cadeia de fornecedores, a introdução de métodos e ferramentas de custos para o melhor controle durante todo o PDPA. Além da introdução de indicadores e abordagem de gerenciamento de projetos.

Quadro 42 - Conhecimentos sobre métodos e ferramentas de apoio da empresa A

<b>Métodos/ferramentas e documentos de apoio</b>	<b>Utiliza</b>	<b>Não utiliza</b>	<b>Não conhecia</b>	<b>Não se aplica na sua área de atuação</b>
Brainstorming	1 2 3 4 5			
MS Project	1	2 3 4 5 6 7		
Análise do ciclo de vida do produto	1 2 5	4		3
Pesquisa de mercado	1 2 3 4 5			
Técnicas de análise sensorial	1 2 3 4 5			
QFD		1 2 5	3 4	
Método AHP			1 2 3 4 5	
TRIZ			1 2 3 4 5	
Sinética		5	1 2 3 4	
MESCRAI			1 2 3 4 5	
Método Delphi			1 2 3 4 5	
Projeto de experimentos	2 3 4	1 5		
Ferramentas estatísticas	1 2 3 5	4		
Engenharia reversa	2	1 5	3 4	
Análise paramétrica	2 4	5	1 3	
Softwares de otimização de processos		3 4 5	1 2	
Análise de Valor			1 2 3 4 5	
Benchmarking	1 2 3 5	4		
Método da Matriz morfológica			1 2 3 4 5	
Técnicas de seleção	2 3 4 5	1		
Método de determinação do shelf life	1 2 3 4 5			
Sistema de qualidade do fornecedor	1 2 3 4 5			
APPCC	1 2 3 4 5			
FMEA	1 3 5		2 4	
CEP	1 2 5		4	3
Sistemas CAD/CAM/CAE	1 2		4 5	3
Balanços de massa e energia (processo)	2 3 4 5			1
Simulação e modelagem de processo	2 3 4 5			1
Métodos de escolha e análise de arranjos físicos (Equipamentos, fluxo de materiais)	2 3 4 5			1

Legenda:

Avaliadores: 1, 2, 3, 4, 5

Utiliza: é usado na rotina de trabalho do avaliador.

Não utiliza: o avaliador conhece a ferramenta, porém ela não é usada na empresa.

Não conhecia: o avaliador entrou em contato a primeira durante a apresentação.

Não se aplica na sua área de atuação: a empresa utiliza em outras áreas.

Quadro 43 – Conhecimentos sobre os métodos e ferramentas da empresa B

<b>Métodos/ferramentas e documentos de apoio</b>	<b>Utiliza</b>	<b>Não utiliza</b>	<b>Não conhecia</b>	<b>Não se aplica na sua área de atuação</b>
Brainstorming	6 7			
MS Project		6 7		
Análise do ciclo de vida do produto	6 7			
Pesquisa de mercado	6 7			
Técnicas de análise sensorial	6 7			
QFD		6 7		
Método AHP			6 7	
TRIZ			6 7	
Sinética		7	6	
MESCRAI			6 7	
Método Delphi			6 7	
Projeto de experimentos	6 7			
Ferramentas estatísticas	6 7			
Engenharia reversa	7		6	
Análise paramétrica	6 7			
Softwares de otimização de processos				6 7
Análise de Valor			6 7	
Benchmarking	6			
Método da Matriz morfológica		6	7	
Técnicas de seleção	6 7			
Método de determinação do shelf life	6 7			
Sistema de qualidade do fornecedor	6 7			
APPCC	6 7			
FMEA		6 7		
CEP	7	6		
Sistemas CAD/CAM/CAE				6 7
Balanços de massa e energia (processo)		6		
Simulação e modelagem de processo		7		6
Métodos de escolha e análise de arranjos físicos(Equipamentos, fluxo de materiais)	7			6
<p><b>Legenda:</b></p> <p>Avaliadores: 6 e 7.</p> <p>Utiliza: é usado na rotina de trabalho do avaliador.</p> <p>Não utiliza: o avaliador conhece a ferramenta, porém ela não é usada na empresa.</p> <p>Não conhecia: o avaliador entrou em contato a primeira durante a apresentação.</p> <p>Não se aplica na sua área de atuação: a empresa utiliza em outras áreas.</p>				

#### 5.4 Considerações finais sobre a avaliação do modelo

Com base nos resultados sobre a avaliação do modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos conclui-se que o mesmo possui as seguintes características:

- ✓ Conteúdo adequado referente ao projeto do produto e ao projeto do processo;
- ✓ Profundidade, através dos desdobramentos em fases, atividades e tarefas, apoiado por métodos, ferramentas e documentos de apoio,
- ✓ É facilmente entendido;
- ✓ Possui simultaneidade entre as tarefas de projeto de produto e projeto do processo. Contudo, a representação da simultaneidade precisa ser mais bem trabalhada.
- ✓ Envolve diferentes domínios de conhecimento;
- ✓ É aplicável em diferentes tipos de indústrias de alimentos e em diferentes tipos de projetos de produto e processo;
- ✓ Os métodos e ferramentas orientam no "como" fazer;
- ✓ Pode ser utilizado como ferramenta de capacitação pessoal e educacional.

Contudo, necessita ser implementado para que possam ser avaliadas outras características imprescindíveis para o sucesso do lançamento de novos, como a redução do tempo de desenvolvimento. Segundo os avaliadores o grande desafio é despertar o interesse de profissionais para a prática do modelo.

Durante a avaliação do modelo proposto, houve bastante interesse das empresas avaliadas a respeito das práticas de gerenciamento durante o processo de desenvolvimento de novos produtos. Relacionadas principalmente à formação das equipes multifuncionais, o gerenciamento de um grande número de projetos simultâneos. Foi salientada pelos avaliadores a importância do registro e principalmente o resgate das lições aprendidas.

Outro questionamento bastante discutido nas empresas foi como implementar o modelo de referência, como sugestões após breve discussão na empresa A sugeriu-se:

1. Realizar um diagnóstico na empresa e escolher uma área ou departamento como piloto;
2. Através do treinamento e inserção das ferramentas de acordo com a necessidade;
3. Aplicar o modelo em um produto teste e inseri-lo gradativamente em novos projetos.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

Através da proposição do modelo de referência para o PDPA, com foco no projeto do processo, sistematizou-se a diversidade de conhecimentos envolvidos no projeto de um produto alimentício e o seu processo de transformação. O resultado obtido envolve a integração dos conhecimentos de projeto de produto e projeto de processo, que pode ser utilizado como meio para melhoria no PDP das empresas de alimentos e na capacitação de pessoal, contribuindo como referencial teórico, cuja complexidade e conteúdo ainda não são totalmente conhecidos de forma integrada e sistematizada.

A proposição sistemática e integrada do projeto do produto/processo auxilia no planejamento das atividades e nos recursos necessários no PDPA; com isso pode-se otimizar o tempo e os recursos envolvidos no projeto de um novo produto ou processo de produção.

O PDPA pode ser chamado de "processo intensivo", cujas características do produto são altamente obtidas pelo processo de produção, no qual o produto e o processo são desenvolvidos juntos desde o início ou o produto é desenvolvido a partir de um processo de produção existente. Todavia, as práticas da engenharia simultânea, tanto para o desenvolvimento de modelos de referência como para as empresas, ainda são um desafio com intuito de se obterem as melhores práticas de projeto.

Entre os modelos estudados para o PDPA pode-se destacar o modelo de PENSO (2003), o qual apresenta uma estrutura de desdobramento em fases, etapas e tarefas. Este juntamente com o modelo do NeDIP, serviu como base para proposição do modelo de referência. Entretanto, o modelo de PENSO (2003) e do NeDIP não abordam a natureza interativa entre o projeto do produto e o projeto do processo, por esse motivo, o modelo de referência desenvolvido envolveu também o projeto do produto.

Em virtude da complexidade envolvida no PDPA, o modelo proposto envolve testes de produto e processo em diferentes fases do modelo, englobando o projeto de protótipos de equipamentos, tomado como base o modelo do NeDIP. Nesse sentido o modelo de referência para o PDPA, também pode ser usado como meio para o projeto de equipamentos para a indústria de alimentos, integrando os conhecimentos de projeto com os conhecimentos de processos químicos e microbiológicos.

Através da análise crítica sobre os modelos publicados na literatura para o desenvolvimento produtos alimentícios, ainda que os mesmos apresentem algumas deficiências principalmente sobre o projeto do processo, o estudo aprofundado dos mesmos

contribuiu com aprimoramento da proposta de trabalho e com a indicação de alguns métodos e ferramentas para execução das atividades e tarefas.

Por meio dos livros e artigos sobre o tema proposto, localizaram-se grupos de pesquisa fora do país, com os quais foram trocadas algumas informações, sendo que esta é uma nova área de pesquisa em crescimento.

O modelo do NeDIP foi tomado como base para proposição do modelo de referência para o PDPA, adaptando-o em relação ao produto (alimento) e o seu processo de transformação. Ainda que o mesmo apresente uma deficiência em relação ao projeto do processo, amenizou-se esta através do estudo dos modelos da engenharia química. Concluiu-se, que a integração entre diferentes áreas de conhecimento torna-se imprescindível para resolução dos problemas de projeto.

Tendo em vista que o levantamento bibliográfico realizado sobre o PDPA é bastante escasso, principalmente referente ao projeto do processo, e considerando os resultados positivos em relação à avaliação, demonstra seu potencial de contribuição tanto para a academia como para as empresas que venham a utilizá-lo como modelo de referência.

O levantamento sobre os aspectos práticos em relação ao projeto do processo, no desenvolvimento de produtos, realizado através da pesquisa de campo em empresas de alimentos, permitiu identificar as principais práticas em relação ao uso de métodos e ferramentas, e as principais atividades realizadas. Além disso, evidenciou o distanciamento existente entre a teoria e as práticas das empresas. Revelando ainda, que muito pouco se faz no Brasil em relação ao desenvolvimento de equipamentos para indústria de alimentos.

As adaptações dos métodos e ferramentas para utilização na indústria de alimentos foram realizadas após um estudo minucioso, de forma que as mesmas se completassem e pudessem ser utilizadas em diferentes tipos de projetos. Procurou-se, durante o estudo, visualizar sua aplicação prática, sendo que em alguns casos, chegou-se à conclusão que existia a necessidade de modificação da ferramenta. Como exemplo, tem-se o método da função síntese, o qual precisou de modificação devido ao alimento não ser um sistema mecânico e sim um sistema físico-químico e microbiológico. Porém, seu processo de transformação pode ser realizado através de sistemas mecânicos, onde então, foi possível a modificação do método.

Através das entrevistas e da avaliação do modelo, concluiu-se que uso de métodos e ferramentas para execução das atividades e tarefas de projeto é uma prática pouco utilizada e desconhecida pelas empresas.

Os pontos fortes do modelo de referência para PDPA são os empregos de métodos e ferramentas e documentos de apoio, a integração das diferentes áreas ou departamentos das

empresas. Além desses, pode-se destacar também as entradas e saídas, o registro de informações e as lições aprendidas e o sistema de avaliação no final de cada fase do modelo.

Portanto, a principal vantagem do modelo de referência para o PDPA, com ênfase no projeto do processo, é certamente sua utilização nas empresas de alimentos, independente do porte da empresa, como meio para melhoria do processo utilizado e a prática de um processo melhorado, mais formalizado e sistemático. O objetivo do mesmo não foi para ser implementado diretamente: para isto precisaria levar em conta as particularidades inerentes de cada empresa, tais como cultura organizacional e recursos disponíveis. Contudo, pode ser implantado após elaboração de um diagnóstico inicial para verificação das necessidades de cada empresa.

Tão importante quanto a utilização do modelo pelas empresas é sua adoção nos cursos de graduação e pós-graduação na área de engenharia de alimentos e outras afins, para formação de profissionais a partir dos conhecimentos explicitados, através de disciplinas teóricas e práticas sobre o desenvolvimento de novos alimentos e o desenvolvimento de novos processos de transformação.

O processo de desenvolvimento de produtos envolve diversas áreas de conhecimento. Neste trabalho foi tratado com profundidade o projeto do produto e o projeto do processo, com o propósito de elaborar um modelo de referência que pudesse ser usado como modelo para projetar um novo produto e o novo processo a partir de informações mínimas. Contudo, o modelo apresenta oportunidade de detalhamento, que sugere novas pesquisas e otimizações de estudo em outras áreas de conhecimento para o PDPA como:

- ✓ Gerenciamento de projetos;
- ✓ Marketing;
- ✓ Projeto de embalagem;
- ✓ Gestão da qualidade;
- ✓ Gestão da cadeia de fornecedores;
- ✓ Financeira;
- ✓ Produção.

A partir do modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, e considerando a avaliação realizada pelas empresas, algumas sugestões de trabalhos futuros nesta linha de pesquisa são:

- a. A aplicação do modelo de referência em uma empresa ou no projeto de um equipamento para transformação de um produto alimentício;

- b. O desenvolvimento de indicadores de custo, tempo e qualidade ao longo todo o processo de desenvolvimento de produtos alimentícios;
- c. Pesquisas que possam explorar as outras fases do modelo com detalhes, como a fase de preparação da produção, lançamento e pós-desenvolvimento;
- d. A pesquisa e/ou proposição de outros métodos e ferramentas para tradução das necessidades e desejos dos clientes ao longo de todo o processo de desenvolvimento de produtos, além do QFD;
- e. Pesquisas que possam explorar o gerenciamento de projetos, considerando as particularidades da indústria de alimentos, relacionadas com a estrutura organizacional das empresas, comunicação, e riscos envolvidos no projeto de produtos alimentícios;
- f. O estudo de métodos e ferramentas relacionados ao custo do processo de desenvolvimento de produtos alimentícios;
- g. Proposição de software que auxilie no gerenciamento das informações ao longo de todo o processo de desenvolvimento de produtos;
- h. Elaboração de um portal sobre o projeto de produtos alimentícios para troca de informações entre pesquisadores e profissionais da área;
- i. O estudo de modelos de outras áreas de conhecimento, como os modelos da indústria farmacêutica, de forma que possam contribuir no melhoramento e aperfeiçoamento do modelo proposto;
- j. O estudo de outras formas de representação do modelo, de maneira que as informações sejam mais facilmente visualizadas, e as novas informações sejam facilmente atualizadas a estrutura do modelo original.

Finalizando, os objetivos geral e específico do trabalho foram alcançados. O modelo, por ser uns dos primeiros trabalhos na área não tem como objetivo esgotar o assunto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREND, L. **Sistematização das fases de projeto preliminar e detalhado do desenvolvimento de produtos e sua aplicação no projeto de um multicultor modular**. Florianópolis, 2003. Dissertação de mestrado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

BACK, N. **Metodologia de projetos de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

BAKER, R.; HAHN, P. W.; ROBBINS, K. R. **Fundamentals of new of food product development**. New York: Elsevier Science, 1998.

BARBIER, M. T. et al. **A TRIZ-based creativity tool for processing equipment design**. *Triz-Journal*, october, 2002. Disponível em: < <http://www.triz-journal.com/archives/2002/10/b/index.htm> > Acesso em: 28 de outubro de 2002.

BARROS, N. et al. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas - SP: editora da Unicamp, 1995.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o *design* de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1998.

BECH, A. C.; HANSEN, M. & WIENBERG **Application of house of quality in translation of consumer needs into sensory attributes measurable by descriptive sensory analysis**. *Food Quality and Preference*, v 8, n° 5/6, p.329-348, 1997. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodqual>> Acesso em: 28 de julho de 2003.

BENJAN, A.; TSATSARONIS, G.; MORAN, M. **Thermal design and optimization**. New York: Wiley Interscience Publication, 1996.

BENNER, M. et al. **Quality function deployment (QFD) – can it be used to develop food products?** *Food Quality and Preference*, v. 14, p.327-339, 2003. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodqual>> Acesso em: 28 de julho de 2003.

BELLGRAN, M. & ARESU, E. **Different design preconditions in simultaneous development of products and production systems**. International Conference on Engineering Design, ICED 99, Munich, August 24-26, 1999.

BLANCHARD, B.S and FABRYCKY, W. J. **Systems engineering and analysis**. Prentice: Hall, 1990.

BISIO, A. & KABEL, R.L. **Scaleup of chemical process conversion from laboratory scale tests to successful commercial size design**. New York: Wiley-Interscience, 1985.

BRANCO, M. S. A. **Sistemática para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos num ambiente de engenharia simultânea**. Florianópolis, 1998, 160f. Dissertação de Mestrado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

BOAN, F. S. **A integração do planejamento da manufatura ao processo de desenvolvimento de produtos: Uma abordagem gerencial através do método de desdobramento da função qualidade.** Belo Horizonte, 1998, 231 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais.

CARVALHO, M. **Modelo prescritivo para a solução criativa de problemas nas etapas iniciais do desenvolvimento de produtos.** Florianópolis, 1999. 167 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

CARVALHO, A. A. P. **A utilização do QFD para escolha de equipamentos durante o desenvolvimento de produtos.** Belo Horizonte, 1998, 138 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais.

CLARK, K.B; FUGIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry.** Boston: Harvard Business School Press, 1991

CLAUSING, D. **Total quality development – A step-by-step, guide to world class concurrent engineering.** New York: ASME Press, 1995.

CHENG, L. C. et. al. **QFD planejamento da qualidade.** Belo Horizonte. Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

COSTA, A.I.A, DEKKER, M. & JONGEN, W. M. F. **Quality function deployment in the food industry a review,** Trends in Food & Technology, v.11, p. 306-314, 2001.

COULSON, J. F & RICHARDSON, J. F. **Chemical engineering.** Second edition. Oxford: Pergamon, 1993. v.6, p. 1-29.

DALEN, G. A. **Assuring eating quality of meat.** Meat Science, v. 43, p.21-33, 1996.

DIEFES, H. A.; OKOS, M.R; MORGAN, M. T. **Computer-aided process design food operations oriented design system block library.** Journal of Food Engineering, v. 46, p.99-108, 2000.

EARLE, M.D. **Changes in the food product development process,** Trends in food Science & Technology , vol. 8, p. 19-24 , January 1997.

EVERSHEIM, W., BOCHTLER, W., GRÄßLER, R., KÖLSCHIED **Simultaneous engineering approach an integrated design an process planning.** European Journal of Operations Research, v. 100, p. 327-337, 1997.

FERREIRA, C. V., **Metodologia para as fases de projeto informacional e conceitual de componentes de plástico injetados integrando os processos de projeto e estimativa de custo.** Florianópolis, 2002, 330 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

FERREIRA, M. G. G. **Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual**. Florianópolis, 1997. 128f. Dissertação de mestrado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projetos de produtos industriais e sua implementação computacional**. Florianópolis, 2000, 180 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

FORCELLINI, F. A. **Projeto de produtos**, Florianópolis, 2002. Apostila (Disciplina de Projeto Conceitual) Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

FULLER, W. G. **New food product development: from concept to marketplace**. Florida: CRC Press LLC, 1994.

HARTLEY, J. R., **Concurrent engineering, shortening lead times, raising quality and lowering costs, productivity press**, Cambridge, 1992.

HOLMEN, E.; KRISTENSEN, P. S. **Supplier role in product development: interaction versus task partitioning**. European Journal of Purchasing & Supply Management, v.4, pp.185-193, 1998.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 1993.

LINEMANN, A. R. et. al. **Consumer-oriented technology development**. Trends in food Science & Technology, v. 9, pp. 409-414, 1999.

MARIBONDO, J.F. **Desenvolvimento de uma metodologia de projeto de sistemas modulares, aplicada a unidades de processamento de resíduos sólidos domiciliares**. Florianópolis, 2000. 277 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, UFSC.

MATZ, A. S. **Technology of food product development**, Pan Tech International, MC Allen, Texas, 1994.

MAZETTO, G. M. **Desenvolvimento de um sistema modular para mecanização agrícola conservacionista em pequenas propriedades**. Florianópolis, 2000, 140 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

MENEGON, N. L. **Projeto de alimentos: produtos, tecnologias e conhecimento de base**. Anal do 2º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, São Carlos , SP - 30 a 31 agosto/2000, pp.260-263.

MEINERT, E. M.. **Avaliação sensorial e instrumental da textura de camarão reconstituído**. Florianópolis, 1997 102f. Dissertação Mestrado, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

MODESTA, R. C. D. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: geral**. Rio de Janeiro: EMBRAPA- CTAA, 1994.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 4nd. ed. New York: J. Wiley, 1997

OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetados**. Florianópolis, 1999. 349 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2nd ed. London: Springer Verlag, 1996.

PAIVA, C. L. **O emprego do QFD como ferramenta para a implantação do processo de desenvolvimento de novos produtos em pequena empresa de massas alimentícias**. Belo Horizonte, 1999, 170 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais.

PENSO, C. C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos**. Florianópolis, 2003, 180 f. Dissertação de Mestrado Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

POLIGNAMO, L.A.C. et al. **Utilização dos mapas de percepção e preferência como técnicas auxiliares do QFD durante o desenvolvimento de produtos alimentícios**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: UFMG, 1999. CD- ROM: il.p.274-284.

POLIGNAMO, L.A.C; DRUMOND, F. B. **O papel da pesquisa de mercado durante o desenvolvimento de novos produtos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3, 2001, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: UFSC, 2001. CD-ROM: il.p.121-130.

POSSAMAI, O. **Análise de valor agregado**. Florianópolis, 2002. Apostila de análise de valor. Pós-Graduação em Engenharia Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

PROENÇA, R. P. C. **Aspectos organizacionais e inovação tecnológica em processos de transferência de tecnologia: uma abordagem antropotecnológica no setor de alimentação coletiva**. Florianópolis, 1996, 306 f. Tese de Doutorado, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

PUGH, S. **Total design**. Great Britain: Addison-Wesley Publishing company, 1991.

QUEIROZ, M. T. L **Influência da goma xantana como substituto de gordura nas características físico-químicas e sensoriais do requeijão cremoso**. Florianópolis, 2001, 158 f. Dissertação de Mestrado, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas**. Florianópolis, 2003. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

REIS, A. V.; MENEGATTI, F.A.; FORCELLINI, F.A. **O uso do ciclo de vida do produto no projeto de questionários.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 4, 2003, Gramado. **Anais...**Gramado: UFRGS, 2003. 1 CD-ROM.

ROMANO, L. N **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto: aplicações na indústria brasileira de máquinas agrícolas.** Florianópolis, 2003, 321 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

ROMIO, R. C. **Caracterização química de carne escura e carne clara de atum (katsuwonus pelamis): elaboração e análise sensorial de patês destinados ao consumo humano a partir da carne escura, resíduo da indústria atuneira.** Florianópolis, 1999, 87 f. Dissertação de Mestrado, Tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

RUDOLPH, J. M. **The food product development process.** British Food Journal. Vol. 97, n 3, pp. 3-11, 1995.

SANTOS, F.B. F. **Obtenção de cebola seca utilizando pré-tratamento por desidratação osmótica em misturas de solutos.** Florianópolis, 1998, 152 f. Dissertação de mestrado, Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina.

SARANTOPOULOS, I. A.et al. **Processo de transferência de tecnologia guiado pelo QFD.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: UFMG, 1999. CD- ROM: il.p.15-24.

SCALICE, R. K. **Desenvolvimento de uma família de produtos modulares para o cultivo e beneficiamento de mexilhões.** Florianópolis, 2003. 252 f. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

TEIXEIRA, E; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis: editora da UFSC, 1987.

ULRICH, G. D. **A Guide to chemical engineering process design and economics.** New York: J. Wiley, 1984.

ULRICH, K. T. & EPPINGER, S. D. **Product design and development.** New York: McGraw-Hill, 1995.

VIAENE, J.; JANUSZEWSKA, R. **Quality function deployment in the chocolate industry.** Food Quality and Preference, v 10, pp.377-385, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodqual>> Acesso em: 01 de agosto de 2003.

VILBRANDT, F. C & DRYEDEN, C. E. **Development of the project. Inc: \_\_\_\_\_**Chemical engineering plant desing. 4º edition. Tokyo: Mc Graw Hill Kogakusha, 1960. p.15-39.

WAQUED, C. A. **Benchmarking como base para melhoria contínua de processos e sua aplicabilidade em regionais**. Florianópolis, 2002, 122 f. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

WATSON, G. H. **Benchmarking estratégico: como transformar as técnicas de benchmarking em fator de competitividade e acréscimo da produtividade**. 1º edição. São Paulo: ed. Markron Books, 1994.

WINKLESS, B.; MANN, D. **Food product development and the 40 inventive principles**. **Triz Journal: maio**, 2001. Disponível em:< <http://triz-journal.com/archives/2001/05/e/index.htm> > Acesso em: 28 de outubro de 2002.

## BIBLIOGRAFIA

ABIA (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação, Departamento Econômico) **O mercado brasileiro de alimentos industrializados. Produção e demanda: situação atual e perspectivas**, Setembro 2000.

BAASEL, W. D. **Preliminary chemical engineering plant design**. New York: Elsevier, 1978.

BARTHOLOMAI, A. **Fábrica de Alimentos. Procesos, equipamiento, costos**. Espana: Acribia, 1987

CSILLAG, J. M. **Análise do Valor**. 4ª edição. São Paulo: Atlas S.A., 1995.

DAVIS, M.M., AQUILANO, N. e CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. Editora Bookman, 2000.

DEKKER, M.; VERKERK, R.; JONGEN, M.F.W. **Predictive modeling of health aspects in food production chain: a case study on glucosinolates in cabbage**. Trends in Food Science & Technology, v.11, p. 174-181, 2000.

FELLOWS, P. **Tecnologia del Procesado de los Alimentos. Principios y prácticas**. Espana: Acribia, 1994.

GONZALEZ, J. C. S.; MIGUEL, P. A. C. **APQP: Uma ferramenta para estruturação do desenvolvimento de produto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: UFMG, 1999. CD- ROM: il.p.147-156.

JONSDOTTIR, S.; VESTERAGER, J.; BORRESEN, T. **Development of a product model specifying new lines of seafood products**. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, v.16, p. 465-473, 2000. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/rcim>> acesso: em 10 de outubro 2002.

JONSDOTTIR, S.; VESTERAGER, J.; BORRESEN, T. **Concurrent engineering and product model in seafood companies**. Trends in Food Science & Technology, v.9, p.362-367, 1998.

KNOX, B. S. et. al. **A model for reduced fat food product development success**. Food Quality Preference, v. 14, p. 583-593, 2003. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodqual>> acesso: em 11 outubro 2003.

LEPKISON, H. A. **SOMA – Sistema orgânico de manufatura autônoma: uma nova abordagem distribuída para o gerenciamento do chão de fábrica**. Florianópolis, 1998. (Tese doutorado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

HALEVI, G. & WEILL, R.D. **Principles of process planning. A logical approach**. London: Chapman & Hall, 1995

HERMANN, R., **The distribution of product innovations in the food industry**. Agribusiness, V.13, n. 3, p.319-334, 1997.

HITOMI, K. **Manufacturing systems engineering**. London: Taylor & Francis Ltd, 1979.

HOUAISS, A.; VILLAR, M.S.; FRANCO, F. M. M. **Minidicionário HOUAISS da língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2003.

HUANG, G. Q. **Design for X. Concurrent engineering imperatives**. London: Chapman & Hall, 1996.

HUBKA, V. & EDER, W. E. **Theory of technical systems**. 2° Edition, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1988.

MAKIYA, I. K. & ROTONDARO, R. G. **Integração entre os sistemas GMP/HACCP/ ISO 9000 nas indústrias de alimentos**. Higiene Alimentar, v. 16, p. 46-50, agosto de 2002.

PETRONI, A; PANCIROLI, B. **Innovation as a determinant of suppliers' roles and performances: an empirical study in food machinery industry**. European Journal of Purchasing & Supply Management, v.8, p.135-149, 2002. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ejpusupmgt>> acesso: em 3 de fevereiro 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Um guia de conhecimento do gerenciamento de projetos. (PMBOK® Guide) Pennsylvania: Project Management Institute, 2000.

ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por processos**. Inc: Contador, J. C. Gestão de Operações. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

SCIPIONI, A et. al. **FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company**. Food Control, v. 13, p.495-2001, 2002. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodcont>> acesso: em 27 de janeiro 2003.

SHERWOOD, T. K. **Projeto de processos**. Inc: \_\_\_\_\_Projeto de processos da indústria química. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1972. p.1-4.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 1997

SOBAL, J. et al. **A conceptual model of food and nutrition system**. Sociedad Science of Medical. Vol. 47, pp. 853-863, 1998.

STADING, G.; FLORES, B.; OLSON, D. **Understanding managerial preferences in selecting equipment**. **Journal of Operations Management**, v. 19, p.23-27, 2001. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/dsw>> acesso: em 12 de maio 2003.

STOECKER, W. F. **Design of thermal systems**. Third Edition. New York: McGraw- Hill,1989.

TOLEDO, J. C.; BATALHA, M. O. Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas. RAE – Revista de administração de empresas, São Paulo, v. 40, n. 2, pp90-101, abr./jun. 2000.

TUCKE, B. R. **Agregando valor ao seu negócio**. São Paulo: MAKRON Books, 1999.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2000.

**APÊNDICE A - Desdobramento das funções básicas até os princípios de soluções.**

Função Básica	Função Parcial/elementar	Princípios de soluções	Operações unitárias
Separação	Classificação Limpeza Seleção Eliminação Concentração	Peneiramento Descascamento Filtração Extração usando solvente Tecnologia de membranas Desidratação Evaporação Extração usando solvente Congelamento Tratamento térmico Tratamento químico Cristalização Centrifugação Prensagem	Peneiramento, descascamento, centrifugação, filtração, tecnologia de membranas (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração, osmose reversa), concentração por membrana, desidratação, evaporação, destilação, concentração (por sólidos, por tratamento térmico, por refrigeração) Sedimentação Destilação Absorção Extrusão líquido-líquido Lixiviação
Mistura	Mistura de sólidos Mistura de líquidos Mistura de sólidos e líquidos	Adição de ingredientes Misturadores Agitadores Tratamento térmico Condições de temperatura e pressão	Emulsificantes, emulsificação usando mixers, misturadores para sólidos, misturadores para líquidos.
Preservação	Tratamento térmico Adição de sólidos Desidratação Separação Mistura Tratamento químico Proteção externa	Secagem Desidratação osmótica, pasteurização, irradiação, branqueamento, embalagem em atmosfera modificada, congelamento, resfriamento, secagem a frio, cozimento, fermentação, pulso elétrico, alta pressão hidrostática, pulso de luz, ultra som, aquecimento ôhmico e outros Tecnologias de embalagem	Esterilização Pasteurização Congelamento Refrigeração Evaporação Secagem Fermentação Atmosfera controlada Irradiação
Transformação	Com Mudanças na composição  Através da mudança da composição  Redução da medida	Adição de microorganismos Tratamento térmico Adição de sólidos Assar, tostar e fritar. Misturar Tratamento térmico	Moagem Misturas Moldagem Gelificação Extrusão Emulsificação Tecnologias das enzimas Fermentações Cozimento Floculação, Homogeneização

**APÊNDICE B – Roteiro de entrevista**

<b>DATA:</b>	<b>Hora Início:</b>	<b>Hora Final:</b>
--------------	---------------------	--------------------

**DADOS DO ENTREVISTADO**

Formação acadêmica		Tempo na empresa	
Tempo de atividade no PDP		Número de projetos desenvolvidos	

**PROJETO DO PROCESSO**

1. O que surge primeiro o produto ou o processo?
2. Como surge um novo processo de fabricação na empresa? <i>(origem vem do PDP, aumento da capacidade das instalações, inserção de novas tecnologias, planejamento estratégico da manufatura)</i>
3. O projeto do processo é documentado? Como ocorre? <i>(Existe um Procedimento sistemático indicando as tarefas que devem ser feitas e como devem ser feitas, nível de detalhamento)</i>

**EQUIPAMENTOS**

4. Qual a origem dos equipamentos (processos) na empresa? <i>(Nacionais e importados, Países de origem, Assistência técnica.)</i>
5. Requisitos principais na escolha de um equipamento? <i>(são usados ferramentas, como garantir que as exigências dos consumidores estão sendo atendidas, no projeto do processo)</i>
6. Como são determinados os fluxogramas da novas linhas de produção? <i>(Princípios de criatividade, trabalho de grupo, são levantadas as necessidades das áreas envolvidas)</i>
7. A empresa já construiu com seu corpo técnico ou com parcerias algum equipamento novo para atender uma necessidade interna específica da empresa? <i>Como se dá esta parceria ... como são transmitidas estas informações ?</i>

**PROJETOS**

8. A maioria dos projetos do processo foi feitos (últimos cinco anos): <i>Aumentar a capacidade de produção:</i> <i>Adaptações para um novo tipo de produto:</i> <i>Adaptações para um novo tipo de embalagem:</i>
9. Quantos projetos de produto foram desenvolvidos nos últimos cinco anos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produtos extensões de linha:</li> <li>- Reposicionamento de produtos existentes:</li> <li>- Existentes com novas formas:</li> <li>- Existentes reformulados:</li> <li>- Produtos totalmente novos para empresa:</li> <li>- Produtos totalmente novos para o mercado:</li> </ul>

**O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO**

10. Como a empresa elabora as especificações para novo produto – <i>(como transforma as informações vindas do mercado em informações para produção de um novo produto e leva estas informações para o processo)</i>
11. A empresa possui um banco de dados com as principais operações unitárias? <i>As vantagens entre os diferentes tipos, informações vindas dos fabricantes..</i>

**PLANTA PILOTO**

12. Como a empresa montou sua planta piloto? (*orientações dos fabricantes, parcerias com institutos de pesquisa planta piloto de terceiros*)

13. Como é feita a transferência da planta piloto para planta comercial

**LINHA DE PROCESSAMENTO (Manufatura)**

14. Como é selecionado o nível de automação da nova linha de processamento

15. Como é garantida a flexibilidade da linha para produzir novos produtos

16. Partindo da escolha da matéria-prima é feita uma relação entre o nível de processamento desejado? (*garantir segurança do produto e o nível de qualidade*)

17. Quais são as exigências da empresa em relação a segurança, saúde, meio ambiente, no projeto de uma linha de processamento (*existe esta preocupação durante a fase de projeto de um novo produto, como garante que isto ocorra*)

**ACOMPANHAMENTO DO PROJETO DESENVOLVIMENTO**

18. Como é acompanhado o desenvolvimento do processo x mudanças no mercado

19. Como garante-se que as exigências dos consumidores estão se mantendo através do projeto.

**RETIRADA DO PRODUTO DO MERCADO**

20. No caso de descontinuidade de um produto o que é feito com a linha de processamento

**MÉTODOS E FERRAMENTAS (APLICAÇÃO NA EMPRESA) (Sim ou Não)**

Pesquisa de mercado

QFD (desdobramento da função qualidade)

*Benchmarking* do produto e do processo

Equipe multidisciplinar

Projeto de experimentos

Análise Sensorial

Triz (Solução inventiva de problema)

Simulação de processo na fase de projeto

Análise de Valor

Análise estatística na fase de projeto

ISO 9001 Versão 2000

APPCC

**29. Qual a infra-estrutura disponível na empresa para desenvolvimento de produtos?**

**APÊNDICE C- R1 ( Roteiro de estudo informativo de projeto)**

<b>1. Determinar o objetivo do produto alimentício baseado em:</b>			
Volume esperado/ necessidade Lucro esperado/ necessidade Tendências e necessidades dos consumidores Inovação tecnológica Análise econômica preliminar			
<b>2. Tipo de desenvolvimento de produto</b>			
Produto extensão de linha Reposicionamento produto existente Produto existente com nova forma Produto existente reformulado Produto existente com novas embalagens Produto inovador Produto criativo			
<b>3. Tipo de projeto:</b>			
Original Adaptativo Variante Reprojeto			
<b>4. Volume planejado de fabricação</b>			
<b>5. Mercado alvo</b>			
Varejo Atacado (escolar, industrial, hospitais e outros)			
<b>6. Preço de venda, custo do produto, margem bruta</b>			
	Alto	Baixo	Estimado
Preço de venda			
Custo do produto			
Margem bruta			
<b>7. Tipo de processo produtivo</b>			
Projeto propriamente dito Jobbing Lotes ou bateladas Produção em massa Contínuos Enxuto			
<b>8. Desejos explícitos dos clientes internos:</b>			
<b>9. Restrições do projeto (considerações de desenvolvimento e produção)</b>			
Tempo Recursos humanos Condições de processo Escolha do processo Métodos Regulamentações de segurança Controle governamental Segurança alimentar Leis físicas Legislação Ambiental Patentes			
<b>10. Tecnologias e métodos de fabricação disponíveis:</b>			

<b>11. Produtos similares no mercado:</b>

<b>12. Produtos concorrentes:</b>

**APÊNDICE D – R2 ( Roteiro do levantamento das principais necessidades dos clientes).**

<b>1. Definição do ciclo de vida do produto ( sugestão espiral do desenvolvimento)</b>

<b>2. Definição das formas de ouvir o cliente</b>
Cartões de consulta Informações comerciais Informações e reclamações dos clientes Estudo de caso Grupo foco Entrevistas

<b>3. Definição de quem são os clientes e quais são as suas necessidades</b>		
<b>Fases do ciclo de vida do produto</b>	<b>Clientes das fases</b>	<b>Suas necessidades</b>
Projeto		
Processamento		
Embalagem		
Distribuição		
Venda		
Compra		
Uso/preparo		
Funcionais e nutricionais		
Conservação		
Reciclagem		
Descarte		

## APÊNDICE E– Questionário de avaliação do modelo de referência para o PDPA

Avaliação do Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos Alimentícios com Ênfase no Projeto do Processo – PDPA

Dados pessoais:

**Formação:** \_\_\_\_\_

**Função:** \_\_\_\_\_

**Tempo de empresa:** \_\_\_\_\_

**De sua opinião** sobre o modelo proposto para o PDPA considerando os seguintes aspectos, classificando em **satisfatório (S)**, **Bom (B)**, **Excelente (E)**:

1. Conteúdo referente ao projeto do produto e o projeto do processo: ( )

Comentários:

-----  
-----

2. O desdobramento em fases (projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado e preparação para produção) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto: ( )

Comentários:

-----  
-----

3. O nível detalhamento (desdobramento em fases, atividades, tarefas) é adequado para descrever o projeto do processo e o projeto do produto: ( )

Comentários:

-----  
-----

4. As estruturas de representação (figuras) são adequadas para a representação do modelo: ( )

Comentários:

-----  
-----

5. O modelo é fácil de ser entendido: ( )

Comentários:

-----  
-----

6. O modelo de referência suporta diferentes tipos de projetos (novo produto, produto extensão de linha, novo processo de produção): ( )

Comentários:

-----  
-----

7. O emprego dos métodos, ferramentas e documentos de apoio sugeridos no modelo são adequados para execução das atividades e tarefas: ( )

Comentários:

-----  
-----

8. O projeto do processo e o projeto do produto no **início** do PDPA, (projetos simultâneos) ( )

Comentários:

-----

-----

9. Adequação do modelo às particularidades da indústria de alimentos: ( )

Comentários:

-----

-----

10. Integração dos diferentes departamentos da empresa ou equipes de desenvolvimento: ( )

Comentários:

-----

-----

11. O emprego do modelo para o treinamento de equipes de desenvolvimento de produtos: ( )

Comentários:

-----

-----

12. A utilização do modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos:

( ) Comentários:

-----

-----

13. O modelo proposto pode auxiliar no Processo de desenvolvimento de Produtos de sua empresa: ( )

Comentários:

-----

-----

Sobre os *Métodos Ferramentas e documentos de apoios* de sua opinião. Marque um x na melhor alternativa.

Métodos/ferramentas e documentos de apoio	Utiliza	Não utiliza	Não conhecia	Não se aplica na sua área de atuação
Brainstorming				
MS Project				
Análise do ciclo de vida do produto				
Pesquisa de mercado				
Técnicas de análise sensorial				
QFD				
Método AHP				
TRIZ				
Sinética				
MESCRAI				
Método Delphi				
Projeto de experimentos				
Ferramentas estatísticas				
Engenharia reversa				
Análise paramétrica				
Softwares de otimização de processos				

Continuação - Sobre os *Métodos Ferramentas e documentos de apoios* de sua opinião. Marque um x na melhor alternativa.

<b>Métodos/ferramentas e documentos de apoio</b>	<b>Utiliza</b>	<b>Não utiliza</b>	<b>Não conhecia</b>	<b>Não se aplica na sua área de atuação</b>
Método Análise de Valor				
Benchmarking				
Método da Matriz morfológica				
Técnicas de seleção				
Método de determinação do <b>shelf life</b>				
Sistema de qualidade do fornecedor				
APPCC				
FMEA				
CEP				
Sistemas CAD/CAM/CAE				
Balanços de massa e energia (processo)				
Simulação e modelagem de processo				
Métodos de escolha e análise de arranjos físicos(Equipamentos, fluxo de materiais)				

#### Legenda

Utiliza: é usado na rotina de trabalho do avaliador.

Não utiliza: o avaliador conhece a ferramenta, porém ela não é usada na empresa.

Não conhecia: o avaliador entrou em contato a primeira durante a apresentação.

Não se aplica na sua área de atuação: a empresa utiliza em outras áreas.

Dê sua opinião sobre apresentação do modelo e sugestões para apresentações futuras:

---



---

Sugestões:

---



---

**GLOSSÁRIO:**

**Amostras de formulações de produtos:** Amostras físicas do produto alimentício obtido através de testes iniciais (T0) na fase de projeto conceitual.

**Amostras dos protótipos dos produtos:** Amostras físicas do produto alimentício obtidas através de teste piloto.

**Análise do problema:** questionamento a partir da formulação do problema onde pergunta-se: "por que quer resolver este problema?. A resposta à esta questão é submetida a outros "por quês" até a identificação das verdadeiras razões da empresa, obtendo-se assim, as alternativas para resolver o problema e atingir os objetivos e metas.

**Argumento de venda:** Entre os requisitos de produto são aqueles considerados fundamentais para a venda, quando estabelecido à qualidade planejada do novo produto.

**Atributos do processo:** Características da qualidade do processo relacionadas com as necessidades levantadas ao longo do ciclo de vida do produto e também sob o ponto de vista legal e contratual. Os atributos são fonte de informação para elaboração das especificações de projeto do processo, e auxiliam no desdobramento da qualidade. (Fonseca, 2000).

**Atributos do produto:** Características da qualidade do produto relacionadas com as necessidades levantadas ao longo do ciclo de vida do produto e também sob o ponto de vista legal e contratual. Os atributos são fonte de informação para elaboração das especificações de projeto e auxiliam no desdobramento da qualidade. (Fonseca, 2000).

**Briefing:** Descrição detalhada dos objetivos e do conteúdo do produto, uma espécie de *check list* contendo as informações necessárias do produto e do mercado. (KOTLER, 1993).

**Cientes do projeto:** Todas as pessoas envolvidas direta e indiretamente na elaboração de um projeto.

**Check list:** Lista de verificação, elaboradas a partir de uma necessidade específica.

**Conceito do produto:** É uma descrição detalhada da especificação da oportunidade do produto que será fonte de informação para as atividades pertinentes a elaboração das especificações técnicas. (Penso, 2003)

**Crítérios de seleção:** São os critérios técnicos, legais, econômicos, financeiros e de qualidade empregados na seleção das concepções.

**Concepção de produto e processo:** Combinações resultantes dos princípios de solução encontrados para as funções do produto. As concepções serão submetidas aos testes dando origem aos protótipos do produto.

**Conflitos entre os requisitos:** são os conflitos resultantes do tipo de relacionamento entre os RPP ou RPPRO, quando há comprometimento de um em função do outro devido a um relacionamento fortemente negativo, no telhado da matriz do QFD.

**Dados de fontes internas e externas:** São provenientes de fontes internas como: departamentos de vendas, compras, produção, P&D, marketing, SAC, entre outros. As fontes externas são: feiras, conferências, palestras, jornais, revistas, bibliotecas, agências governamentais e não governamentais, entre outras (Penso, 2003).

**Declaração para o produto:** Expressão escrita em detalhes suficientes em relação aos elementos que compõem o produto, gerados a partir das especificações técnicas do produto e a partir da geração de idéias para os elementos do produto.

**Design estrutural:** Corresponde a uma maquete e ou leiaute definitivo da embalagem do produto, onde se define materiais, forma, peso, tamanho, condições e transporte e empilhamento entre outras.

**Design gráfico:** Corresponde a parte gráfica da embalagem onde define-se as cores, estilo, informações e rótulo.

**Especificação da oportunidade:** É um documento onde descreve se a oportunidade de mercado e a oportunidade de negócio do novo produto. É composta por uma descrição da oportunidade do novo produto, focalizando o benefício básico e por uma justificativa da oportunidade de negócio, contendo a projeção de vendas, margem sobre os custos de produção, custos de desenvolvimento, ponto de equilíbrio, entre outras. É utilizada pela gerência da empresa na tomada de decisões sobre o investimento inicial no novo produto e para orientar as atividades da equipe no projeto do novo produto. (Penso, 2003)

**Especificações técnicas de projeto:** Especificar ou discriminar o que vai ser projetado durante o PDP, em relação ao produto, processo e embalagem.

**Ferramenta 5W2H:** (What, Why, Who, When, Where, How, How Much) "o que" executar, "quem" deverá executar, "quando" será executado, "onde" deve ser executado, "como" deve ser

executado, "por que" deve ser executado, "por quem" deve ser executado e "quanto custa" para executar.

**Formulação básica:** estrutura obtida pelo desdobramento da declaração do produto, os componentes principais para formulação.

**Índice de melhoria:** É o indicativo obtido pelo nível da qualidade planejada em relação ao nível atual, grau de satisfação, para a qualidade exigida.

**Manual de análises de perigos e pontos críticos de controle (APPCC):** Conjunto de normas e procedimentos que asseguram a segurança do produto ao ser consumido, garantindo a saúde do consumidor.

**Manual de boas práticas de laboratório (BPL):** Conjunto de normas e procedimentos que orientam os envolvidos, nas condições dos métodos de análise e segurança pessoal durante a execução das análises.

**Manual de boas práticas de fabricação (BPF):** Conjunto de normas e procedimentos que asseguram que os envolvidos com o processo de produção do alimento as conheçam, entendam e cumpram, onde envolve a higiene pessoal, as condições das instalações industriais, assegurando que os produtos cheguem aos clientes com qualidade, e livres de qualquer tipo de contaminação.(PROFIQUA, 1995).

**Manual de controle de pragas (CP):** Conjunto de normas e procedimentos necessários a um eficiente programa de controle de pragas.

**Manual de higiene e sanitização (HS):** Conjunto de procedimentos de higiene e sanitização, visando prevenir e corrigir problemas que possam levar à contaminação microbiológica, física e química.

**Manual de procedimentos operações (PO):** Conjunto de orientações das tarefas e procedimentos de operação, com objetivo que o produto seja feito sempre da mesma forma. Mantendo o padrão de qualidade do produto acabado.

**Manual de Segurança industrial:** Conjunto de normas e procedimentos que garanta a saúde dos colaboradores na execução das tarefas, bem como o patrimônio da empresa.

**MESCRAI:** É uma sigla composta das iniciais de “Modifique, Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte e Inverta”. É uma lista para estimular a busca de formas alternativas para transformar um produto existente. (Baxter, 1995, p. 79).

**Necessidades dos clientes:** Declaração direta do usuário ou clientes (Fonseca, 2000)

**Orçamento global do projeto do produto:** Estimativa de todos os custos envolvidos no projeto do produto. Estimativas do preço final do produto e taxas de retorno do produto.

**Periféricos:** Conjunto de equipamentos que indispensável no processo de produção, mas que não fazem parte diretamente do processo produtivo. Como exemplo sistema de frio, caldeiras, tratamento de efluentes entre outros.

**Plano de auditoria:** Diretrizes para verificação de um determinado conjunto de procedimentos, com objetivo de levantar não conformidades e gerar melhorias.

**Plano de projeto:** Documento que apresenta o escopo, recursos, custo e tempo, aquisições, riscos, qualidade e comunicações envolvidas no projeto do produto.

**Plano de projeto informacional:** Documento que orienta as atividades pertinentes a fase de projeto informacional a partir do plano de projeto.

**Plano de projeto conceitual:** documento que orienta as atividades pertinentes a fase de projeto conceitual à partir do plano de projeto atualizado

**Plano de projeto preliminar:** documento que orienta as atividades pertinentes a fase de projeto preliminar à partir do plano de projeto atualizado.

**Plano de projeto detalhado:** documento que orienta as atividades pertinentes a fase de projeto detalhado à partir do plano de projeto atualizado.

**Plano para preparação para produção:** documento que orienta as atividades pertinentes a fase de preparação para produção a partir do plano de projeto atualizado.

**Projeto:** Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma seqüência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definitivo sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade (Vargas, 200 p.8). Entende-se empreendimento como um todo, que envolve o desenvolvimento de produtos.

**Qualidade exigida (QE):** Dentre as exigências relacionadas à mercadoria oferecida, é aquela exigência relativa à qualidade expressa por meio de linguagem.

**Qualidade planejada:** trata-se da escala que indica qual nível se quer atingir, em relação aos níveis de satisfação atual da qualidade exigida. Normalmente são utilizadas escalas de 5 níveis.

**Qualidade projetada:** qualidade vista como meta de produção, a partir da qualidade projetada é elaborada as especificações de projeto do produto.

**Subsistemas:** Conjunto de operações unitárias ou princípios de solução agrupados em um bloco.

**Tipos de processo de produção:** cada tipo de processo em fabricação implica em uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume e variedade. Definida uma posição específica de volume e variedade esta influencia diretamente a natureza dos objetivos de desempenho do processo de produção. Os tipos de processo de produção podem ser classificados segundo SLACK et. Al (1997).em: projeto, *jobbing*, lote ou bateladas, em massa e contínuo ou combinação entre eles.

**T0:** Teste da formulação teórica do produto realizado na fase de projeto conceitual.

**T1:** Teste do protótipo (produto e processo) realizado na fase de projeto preliminar.

**T2:** Teste de produto realizado na planta industrial na fase de preparação para produção.