

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

LUCIANO AUAD DA SILVA

PROPOSTA DE UM MODELO DE APOIO A ANÁLISE PARA DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS VIA DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO
DE PRODUTO, PROCESSO E CADEIA DE SUPRIMENTO

São Leopoldo
2011

LUCIANO AUAD DA SILVA

PROPOSTA DE UM MODELO DE APOIO A ANÁLISE PARA DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS VIA DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO
DE PRODUTO, PROCESSO E CADEIA DE SUPRIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel

São Leopoldo

2011

S586p Silva, Luciano Auad da
Proposta de um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis via desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento / Luciano Auad da Silva. -- 2011.
159 f. : il. ; color ; 30cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2011.
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel.

1. Engenharia de produção. 2. Produto Sustentável - Desenvolvimento simultâneo. 3. Eteno Verde. 4. Cadeia de suprimento. I. Título. II. Cassel, Ricardo Augusto.

CDU 658.5

Catálogo na Publicação:
Bibliotecária Eliete Mari Doncato Brasil - CRB 10/1184

FOLHA DE APROVAÇÃO

Luciano Auad da Silva

Título: Proposta de um Modelo de apoio a Análise para Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis via Desenvolvimento Simultâneo de Produto, Processo e Cadeia de Suprimento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Ribeiro de Oliveira (UERJ)

Prof. Dr. Rafael Teixeira (UNISINOS)

Prof. Dr. Daniel Lacerda (UNISINOS)

Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel (Orientador)

São Leopoldo, novembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Há muitos a quem agradecer, porém limitar-me-ei às pessoas diretamente envolvidas neste trabalho, particularmente aos meus familiares, meu pai Armandino Vieira da Silva, e minha mãe Chirlei Auad da Silva, por me proporcionarem a educação básica e o convívio familiar saudável para encarar a vida e superar os desafios; aos meus irmãos e irmãs; e aos meus amigos, que sempre me apoiaram na realização desta conquista. E, primeiramente, agradeço ao meu professor e orientador Ricardo Augusto Cassel e aos professores do PPGEPS, José Antônio Antunes Júnior, Miguel Afonso Sellitto, Luis Henrique Rodrigues, Alsones Balestrin, Beatriz Fischer, Guilherme Luis Vaccaro, Giancarlo Pereira, Luciana Vieira, Ely Paiva, Celso Matos e Ivan Garrido, que ao longo de dois anos repassaram-me, de forma inteligente e prazerosa, seus conhecimentos e experiências de vida.

RESUMO

Este trabalho aborda questões econômicas, sociais e ambientais sob a ótica do desenvolvimento de produtos sustentáveis nas empresas, e o impacto desses produtos para a sociedade que os consome e os descarta após sua vida útil. Através das definições de sustentabilidade frente à cadeia de suprimentos, processos e produtos, propôs-se um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis por meio de um ambiente de Desenvolvimento Simultâneo. A metodologia de pesquisa utilizada caracteriza-se por uma abordagem qualitativa de cunho exploratório, tendo como estratégia de pesquisa o estudo de caso, associado a entrevistas com os facilitadores e a utilização de uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com o que foi escrito sobre o assunto de pesquisa. Dentre os diversos processos de desenvolvimento de produto, este estudo delimitou-se às áreas de pesquisa nas etapas de planejamento, produção e comercialização de um produto chamado de sustentável, analisando os impactos de cada etapa em relação à visão sustentável. O *case* “Eteno Verde”, desenvolvido pela Braskem S/A, foi o objeto investigado e analisado na pesquisa, e deu origem à formalização de um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis via desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento.

Palavras-chave: Pesquisa e Desenvolvimento. Produtos Sustentáveis. Desenvolvimento Simultâneo. Eteno Verde.

ABSTRACT

This paper discusses economic, social and environmental issues from the perspective of sustainable product development in companies, and the impact of these products on the society that consumes and discards them after their useful life. Through the definitions of sustainability to supply chain, processes and products, a model to support analysis of development for sustainable products was proposed through a Simultaneous Development environment. The research methodology used is characterized by a qualitative exploratory approach, with a case study research strategy, combined with interviews with the facilitators and the use of a literature research in order to put the researcher into direct contact with what was written on the subject of research. Among various processes of product development, this study narrowed to the areas of research in planning, production and marketing of a product called sustainable, analyzing the impact of each step in relation to the sustainable vision. The case "Green Ethylene," developed by Braskem S/A, was the object investigated and analyzed in the study, and led to the formalization of a model to support analysis of development for sustainable products development through Development in product, process and supply chain.

Keywords: Research and Development. Sustainable Products. Simultaneous Development. Green Ethylene.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Potenciais fontes de impacto ambiental de um processo produtivo	21
Figura 02- Diferentes visões sobre a sustentabilidade	22
Figura 03 – Princípios da Política Ambiental	23
Figura 04- Desenvolvimento Sustentável Tridimensional.	32
Figura 05- Desenvolvimento de produtos sustentáveis.	50
Figura 06- Curva generalizada do ciclo de vida do produto	58
Figura 07- Passos sequenciais do Desenvolvimento de Produtos.	60
Figura 08- Fases do Desenvolvimento de um Produto.....	60
Figura 09- Adaptação do Balanço de massa.....	67
Figura 10 - Tipos de Canais de Relacionamentos.	72
Figura 11- Etapas da análise para melhoria de processos logísticos	73
Figura 12- Rede Genérica de fluxo de produtos.....	78
Figura 13- Sobreposição de responsabilidades entre Produto, processo e atividades da cadeia de suprimentos.	82
Figura 14- Modelo simultâneo tridimensional	84
Figura 15- Etapas de Pesquisa.	106
Figura 16- Cadeia Produtiva Petroquímica no Brasil.....	115
Figura 17 - Cadeia Produtiva do <i>Eteno Verde</i>	118
Figura 18 - Fluxo de matéria-prima do <i>Eteno Verde</i> entre os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul	121
Figura 19- Ciclo de vida de um investimento.	123
Figura 20- Estrutura hierárquica no desenvolvimento de produtos.....	125
Figura 21- Modelo de apoio a Análise de Desenvolvimento Simultâneo de Produtos Sustentáveis (DSPTS).	137
Gráfico 01- Projeto Pégaso (Petrobras)	25
Gráfico 02- Consumo de Resinas no Brasil.....	27
Gráfico 03- Capacidades de Produção de Resinas nas Américas.....	111

LISTA DE QUADROS E DE TABELAS

Quadro 01 - Princípios e valores de uma Política Ambiental	24
Quadro 02 - Definições das palavras “desenvolvimento” e “sustentável”	31
Quadro 03 - Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho social sustentável	35
Quadro 04 - Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho ambiental sustentável.....	38
Quadro 05 - Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho econômico sustentável.....	40
Quadro 06 - Características diferenciadoras da empresa tradicional e da empresa sustentável.....	42
Quadro 07 - Modelos de referência para o projeto de desenvolvimento de produtos.....	63
Quadro 08 - Análise para o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis através da visão sustentável	88
Quadro 09 - Fases de desenvolvimento de Produtos Sustentáveis na Braskem	132
Quadro 10 - Análise para o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis, através do caso	133
Quadro 11 - Itens a serem analisados durante o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis.....	140
Quadro 12 - Proposta para desenvolver um produto sustentável através da simultaneidade de produto, processo e cadeia de suprimento	142
Tabela 01 – Taxonomia do Desenvolvimento Sustentável	20
Tabela 02 - Opções sobre o que fazer com um produto comercial devolvido	55
Tabela 03 - Público entrevistado	98
Tabela 04 - Pesquisa Bibliográfica	103
Tabela 05 - Resumo do Referencial Bibliográfico	105

LISTA DE SIGLAS

ABIQUIM - Associação Brasileira das Indústrias Químicas
ACV - Análise do Ciclo de Vida
APL- Arranjo Produtivo Local
BSI- *British Standards Institution*
COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
CPFR - Planejamento, previsão e reposição
CRM - *Customer Relationship Managemet*
CSN - Companhia Siderúrgica Nacional
CT&I - Centro de Tecnologia e Inovação Braskem
DPS - Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis
DPSS - Desenvolvimento de Produtos e Serviços Sustentáveis
DST- Desenvolvimento Simultâneo Tridimensional
DSTS- Desenvolvimento Simultâneo Tridimensional Sustentável
ERP - *Enterprise Resource Planning*
ES - Engenharia Simultânea
ESD - Estratégia de Desenvolvimento Sustentável
GGPA - Grupo de Gestão e Política Ambiental
GPP - *Green Public Procurement*
ICLEI - Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais
ISO- *International Organization for Standardization*
LAI - *Lean Aerospace Initiative*
MIT - *Massachusetts Institute of Tecnology*
ODM - Fabricação do Projeto Original
OEM - Fabricação do equipamento Original
ONG's - Entidades e não governamentais
ONU - Organização das Nações Unidas
OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PAS - Produtos Ambientalmente Superior
PIB - Produto Interno Bruto
RFID - *Radio Frequency Identification*

RSE - Responsabilidade Social Empresarial

SCM - *Supply Chain Management*

SCOR - Modelo Referencial de Operações de Cadeia de Suprimento

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

VICS - *Voluntary Inter-Industry Commerce Standards*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA	16
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 JUSTIFICATIVA	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	27
2 REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1 SUSTENTABILIDADE	31
2.1.1 Sustentabilidade Social	32
2.1.2 Sustentabilidade Ambiental	36
2.1.3 Sustentabilidade Econômica	38
2.1.4 Empresas Sustentáveis, através de uma visão social, ambiental e econômica	41
2.1.5 Desempenho Empresarial Sustentável	44
2.2 PRODUTOS SUSTENTÁVEIS	46
2.2.1 Definição de Produtos Sustentáveis	46
2.2.2 Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis	49
2.2.2.1 Ecodesenvolvimento	51
2.2.2.2 Gestão de um Ecodesenvolvimento	52
2.3 DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO	56
2.3.1 Desenvolvimento de Produto	57
2.3.2 Desenvolvimento do Processo Produtivo	65
2.3.3 Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	70
2.3.4 Simultaneidade entre as dimensões (produto, processo e cadeia de suprimento) ...	81
2.4 ANÁLISES ENTRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO	86
3 METODOLOGIA	90
3.1 DELIMITAÇÕES	91
3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA	92
3.2.1 Desenho da Pesquisa	93
3.2.2 Estudo de caso	95

3.2.3 Entrevistas com facilitadores	96
3.2.4 Coleta de dados	96
3.2.5 Análise dos dados	98
3.3 MÉTODO DE TRABALHO	101
4 ESTUDO DE CASO	108
4.1 O SETOR PETROQUÍMICO	108
4.1.1 Mercado Petroquímico Mundial	109
4.2 HISTÓRICO E PERFIL	111
4.2.1 Histórico	112
4.2.2 Perfil	112
4.3 CADEIA PRODUTIVA DO SETOR PETROQUÍMICO CONVENCIONAL <i>VERSUS</i> CADEIA PRODUTIVA DO <i>ETENO VERDE</i>	114
4.3.1 Cadeia Produtiva Tradicional	115
4.3.2 Cadeia Produtiva do <i>Eteno Verde</i>	117
4.4 APLICAÇÃO DAS ENTREVISTAS	118
4.5 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	119
4.5.1 Desenvolvimento de Produtos (P&D)	119
4.5.2 Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento (<i>Supply Chain Management</i>)	121
4.5.3 Diretoria de Empreendimento (DE)	122
4.5.4 Desenvolvimento do Processo produtivo <i>Eteno Verde</i>	124
4.5.5 Simultaneidade ocorrida entre as áreas pesquisadas	126
4.5.5.1 Simultaneidade entre Produto/Processo	127
4.5.5.2 Simultaneidade entre Produto/Cadeia de Suprimento	128
4.5.5.3 Simultaneidade entre Processo/Cadeia de Suprimento	129
4.5.5.4 Simultaneidade entre Produto/Processo/Cadeia de Suprimento.....	129
4.6 POSSÍVEIS FRAGILIDADES DO MODELO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS DA EMPRESA PESQUISADA	130
4.6.1 Fragilidades internas	130
4.6.2 Fragilidade externa	131
5 MODELO DE APOIO À ANÁLISE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS	136
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
6.1 FRAGILIDADES DO MODELO PROPOSTO	144
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	145

REFERÊNCIAS	146
ANEXO A- MODELO DE APOIO A ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (DSPA)	157
ANEXO B: MATRIZ DE REQUISITOS PARA INVESTIMENTOS.....	157
APÊNDICE A (ROTEIRO DE QUESTÕES).....	159

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que transformações sociais e econômicas há tempos ocorrem, todavia algumas organizações não conseguem prever e/ou visualizar o mundo ao seu redor. A verdade é que algumas organizações ainda acreditam que ideias inovadoras são fruto de grandes corporações, conglomerados empresariais com grandes investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Algumas empresas investem em P&D com garantias de resultados financeiros positivos, levando em consideração não só aspectos relativos à tecnologia de produtos e processos, mas também uma melhor compreensão da lógica econômica e dos conceitos técnicos de ferramentas específicas, tal como afirma Antunes (2008). No entanto, para isso é interessante entender o verdadeiro sentido da palavra “desenvolvimento”.

Para Nunes e Cassel (2008), as empresas precisam considerar que estão envolvidas em um ambiente de constantes mudanças, no qual a busca pela competitividade, através da inovação, tem representado, muitas vezes, a sobrevivência dos negócios. Considerar apenas a realidade atual dos fornecedores pode representar um erro devido à impossibilidade de desenvolvimento de melhorias no futuro, pois uma ampla visão do negócio da empresa e das condições do mercado também é fundamental. Para Castells (1999), o objetivo principal das transformações organizacionais é lidar com as incertezas causadas pelo ritmo veloz das mudanças nos ambientes econômico, institucional e tecnológico; e também com a melhoria de processos, produção enxuta, reengenharia e automação; ou seja, com a transformação da produção em massa, dita *Fordista*, para a produção chamada de *flexível*, e como preocupação atual as empresas precisam também adequar-se as necessidades ambientais

A preocupação com a degradação ambiental e com o impacto do consumo desordenado de matéria-prima de fontes não renováveis começou a ser discutida nos anos 70, através do apoio de entidades governamentais e não governamentais (ONG's), como, por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU); e do apoio de países com viés conservador nas questões ambientais, tais como Japão, através do Tratado de Kyoto; Brasil, via ECO 92; entre outros. Porém, poucas ações foram realmente implementadas a fim de reduzir os impactos danosos das atividades humanas no meio ambiente, o que se pode dizer, por exemplo, da dificuldade de países desenvolvidos em reduzir as emissões de gases que provocam o efeito estufa.

Para Maxwell e Vorst (2003), há cada vez mais pressão financeira e de mercado sobre a produção industrial, para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Por algum tempo, os

conceitos foram evoluindo e aos poucos ajudaram as empresas a cumprir com essa demanda de mercado, por meio da inclusão de projetos de concepção ecológica e de desenvolvimento de produtos sustentáveis. As diferentes formas de organizar a produção e incorporar novos conceitos e paradigmas têm impacto significativo sobre a capacidade de reação às mudanças no ambiente competitivo, identificação de oportunidades de lucro e ação estratégica através de uma visão sustentável (FERRO et. al. 2006). O tema “desenvolvimento de produtos sustentáveis” permeará esse trabalho de pesquisa com a ideia de propor um modelo de apoio à análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis, através do desenvolvimento simultâneo de produtos, processo e cadeia de suprimento.

Para as organizações que pretendem iniciar uma nova atividade produtiva, é quase que mandatário que seus gestores desenvolvam projetos que tratem das demandas sustentáveis de forma profissional, não somente por questões econômicas, mas também por questões legais e sociais. Além de apelo econômico, uma atividade industrial deve também respeitar as questões legais da sociedade que a cerca, pois é ela que consumirá os produtos. Algumas empresas estão profissionalizando-se nas questões de projetos sustentáveis em vários setores da economia, como, por exemplo, na indústria, no setor financeiro e em serviços, com intenção de obter resultados positivos para suas atividades, como por exemplo, a Alcoa¹ Mineradora que desenvolveu um Programa de Sustentabilidade em que uma estrutura foi formada para tratar dessas questões, a função de um diretor de sustentabilidade foi criada em 2004, a fim de integrar conceitos de sustentabilidade às operações da empresa.

O emprego de padrões internacionais de manufatura e de gestão pode gerar vantagem competitiva no que diz respeito à competitividade internacional. O mercado desenvolvido europeu admite com maior receptividade os produtos manufaturados que possuam apelo socioambiental em sua origem. A obtenção de uma certificação internacional de Gestão Ambiental por uma empresa brasileira pode abrir caminhos para a comercialização de seus produtos nesses países, nos quais o consumidor é mais exigente quanto às questões ambientais, obtendo, assim, maior nível de competitividade frente aos concorrentes mundiais.

Um dos objetivos fundamentais na Comunidade Europeia renovada, pós-recessão, é a realização de uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável (ESD), através de uma visão focada em proteção ambiental e em consumo sustentável, que implica na prevenção e na redução de impactos nocivos ao meio ambiente, além de conscientizar a comunidade em

¹ Alcoa: uma das líderes mundiais na produção de alumínio. Destaca-se pelo desempenho e capacidade estratégica em tratar as questões ambientais e sociais. Foi nomeada, pela quinta vez consecutiva em 2009, uma das empresas mais sustentáveis do mundo, durante o Fórum Econômico Mundial em Davos, Suíça. Disponível em: www.alcoa.com. Acesso: 27/04/2010.

relação ao consumo e produção sustentável, a fim de salvaguardar a capacidade da Terra para as próximas gerações, através de políticas consistentes (NASH, 2009).

Os *Green Public Procurement* (GPP), chamados de Contratos Públicos Verdes, são contratos realizados para organizações públicas com apelo sustentável tanto no produto como para os serviços, por exemplo, a Holanda estabeleceu como meta 100% de GPP para o público e para as autoridades até 2010; a Áustria fixou metas distintas dependendo do setor, por exemplo: 95% para Tecnologia da Informação (TI), 95% produtos de limpeza, 80% energia elétrica e 30% papel. As políticas e metas contidas nas iniciativas ligadas a GPP serão concretizadas através da escolha de dados e do desempenho de produtos de acordo com a evolução comportamental no mercado (NASH, 2009).

Os autores do Grupo de Gestão e Política Ambiental (GGPA) da Universidade Imperial de Londres, Reino Unido, vêm pesquisando as necessidades das indústrias para desenvolver produtos sustentáveis e também a capacidade de abordagem das ferramentas existentes para atender a essas exigências (MAXELL; VORST, 2003). Para Bilgen et. al. (2008), a produção de energia convencional e o consumo estão intimamente ligados à degradação ambiental que ameaça a saúde humana e a qualidade de vida; e que afeta o equilíbrio ecológico e a diversidade biológica. Barr et. al. (2009) explica que, convencionalmente, as questões ambientais foram percebidas como problemas de grande magnitude, nos quais cada solução precisa ser de mesmo tamanho, devendo ser implementada por governos ou grandes corporações empresariais. No entanto, algumas ações individuais vêm crescendo, como os questionamentos dos consumidores em relação às questões ambientais locais.

Como questão social, ambiental e econômica, a sustentabilidade está diretamente ligada ao estilo de vida da sociedade contemporânea. Na sociedade do século XV, por exemplo, o ser humano causava pouco impacto ao meio ambiente e, como consequência, elevava a sustentabilidade ambiental para as novas gerações. Frente à história, o que pesquisadores e estudiosos propõem para a sociedade contemporânea é um equilíbrio entre os três elementos que compõe a sustentabilidade: i) econômico; ii) social; iii) ambiental. Esses três elementos, quando monitorados, podem apresentar uma visão global do desempenho de uma atividade econômica em relação à sustentabilidade de seus produtos, processos e negócio.

Como consequência da evolução da sociedade, o consumo de materiais naturais de fontes renováveis e não renováveis aumenta gradativamente, quer seja para produzir alimentos ou veículos, quer seja para equipamentos eletrônicos, pois tudo que se consome necessita de uma origem natural ou artificial, ficando a cargo da estrutura econômica

representada pelas indústrias a definição de quais elementos serão necessários à produção de bens de consumo duráveis ou de consumo rápido.

Souza e Sampaio (2006) afirmam que a sociedade emerge em uma demanda de tecnologias sociais necessárias, e que promovem o eco desenvolvimento, isto é, o desenvolvimento socialmente mais justo, ecologicamente prudente e economicamente macro eficiente; que é sustentável para a maioria da população, sobretudo por ser baseado na participação e no engajamento da sociedade civil. O que se pretende é transformar a sociedade civil numa terceira esfera de poder que, conjuntamente com as esferas do Estado e do mercado, possa, por meio de processos de tomada de decisões organizacionais, desencadear estratégias alternativas de desenvolvimento, principalmente local e microrregional.

Esse trabalho de pesquisa possibilitará o entendimento e a manipulação de um problema organizacional concreto, não tendo como intenção, e nem condições metodológicas para se tornar uma proposta universal e generalizável a toda e qualquer organização. Contudo, pretende-se realizar de forma científica um estudo confiável sobre as práticas diferenciadoras de uma empresa conceituada do setor petroquímico frente aos seus concorrentes diretos, através do desenvolvimento simultâneo de produto, processo produtivo e cadeia de suprimento para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

O maior interesse deste trabalho está diretamente ligado às questões econômicas, sociais e ambientais, sob a ótica do desenvolvimento de produtos sustentáveis nas empresas e do impacto desses produtos para a sociedade que os consome e os descarta após sua vida útil.

Marsden (2010) afirma que o surgimento dos conceitos de "Desenvolvimento Sustentável" e de "Sustentabilidade" reflete uma mudança global no pensamento, que está forçando as firmas a reavaliarem suas abordagens para medir o desempenho organizacional, em um nível macro. A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento definiu como desenvolvimento sustentável o desenvolvimento que “atende às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras e satisfazerem suas próprias necessidades (WCED, 1987, p. 43).” Pensando nisso, esta dissertação, através de uma visão social, ambiental e econômica, pretende levar em considerações as teorias

conhecidas e acrescentar novas ideias em relação ao crescimento econômico sustentável e competitivo de uma organização.

Como a sustentabilidade tornou-se um problema contemporâneo, estratégias e abordagens para o desenvolvimento sustentável têm evoluído progressivamente. Duas abordagens principais são levantadas por Cam (2004), para a análise e compreensão do desenvolvimento sustentável: *racional* e *arcadismo*. A abordagem arcádica pode ser compreendida como um convite para voltar ao estilo de vida pré-industrial, pré-urbano, para viver em harmonia com a natureza; enquanto o racionalista volta-se para a inovação tecnológica, assim como para a lógica e para a economia da sociedade moderna, como solução para o problema atual de degradação ambiental e de deterioração da qualidade de vida.

Em muitas partes do mundo as duas abordagens compartilham a mesma crença sobre a importância de mudar a relação entre o estilo de vida e o ambiente físico, mas a abordagem racionalista, ou a chamada abordagem tecnocêntrica, que é de caráter radical, domina a prática do desenvolvimento sustentável. Cam (2004) afirma que a sustentabilidade é dirigida para melhorar as condições de vida humana pela harmonização ecológica, econômica e sociopolítica, considerando simultaneamente a disponibilidade de recursos naturais e os ecossistemas, vislumbrando as gerações futuras.

Senge (2008) sugere que todos deveriam trabalhar de forma diferente do passado na construção de produto, de energia, de transporte, de alimento, de água e de resíduos tóxicos; em suas formas de produção e de descarte. Pensando nisso, é coerente a criação de uma massa crítica de pesquisadores e de especialistas que desenvolvam métodos e modelos de gestão de processos e produtos que agridam menos ao planeta. Dessa forma, acredita-se que poderá ser entregue às próximas gerações um ecossistema o mais igualitário e humano possível.

Levando em consideração as abordagens para análise e compreensão do desenvolvimento sustentável levantadas por Cam (2004); Senge (2008) e Marsden (2010), é possível verificar uma problemática no atual modelo de produção, pois o atual modelo não é adequado para um desenvolvimento sustentável real, já que agride de forma nociva o meio ambiente ao consumir recursos não renováveis de forma desordenada; e por não tratar dos problemas sociopolíticos como a distribuição de renda, a educação nas comunidades locais e a perspectiva de vida. Esse trabalho de pesquisa realizará uma análise de como foi desenvolvido um produto sustentável em relação a um desenvolvimento simultâneo de produto, processo produtivo e de cadeia de suprimento, em que a economia permanecerá em constante crescimento, e a necessidade de inovação é algo concreto para os gestores empresariais.

Como consequência do crescimento econômico, o desenvolvimento de um portfólio diferenciado frente aos concorrentes sugere que o gestor considere uma mudança organizacional, devendo rever seus projetos de desenvolvimento de produtos sustentáveis, para que possa enquadrar ao máximo as características do produto aos conceitos de sustentabilidade. Pensando nesse nível de maturidade de gestão, esse trabalho de pesquisa realizará uma análise do desenvolvimento de um produto sustentável na Braskem S/A, chamado de “Eteno Verde”, através de um desenvolvimento simultâneo de produto de processo produtivo e de cadeia de suprimento, para tanto se faz a pergunta: *como desenvolver um produto sustentável competitivo levando em consideração um desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento?* Essa questão será respondida através de um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis, proposto como objeto de pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Propor um modelo de apoio a análise para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, através de um ambiente de desenvolvimento simultâneo entre produto, processo produtivo e cadeia de suprimento.

1.2.2 Objetivos específicos

Para tornar possível a coesão dos elementos a serem abordados ao longo da pesquisa, far-se-á necessária a definição de alguns objetivos intrínsecos ao estudo:

- apresentar os principais constructos existentes no desenvolvimento de um produto sustentável em relação ao desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento;

- mapear os processos de desenvolvimento de produtos sustentáveis na Braskem S/A, uma empresa do setor petroquímico;
- identificar qual(is) o(s) principal(is) constructos relacionam-se com o desenvolvimento de um produto sustentável em relação a um desenvolvimento simultâneo de produto, processo e de cadeia de suprimento, através de um estudo de caso;
- apontar, na empresa pesquisada, as fragilidades em relação ao modelo atual de desenvolvimento de produtos sustentáveis;
- propor, através de uma análise da teoria com o estudo de caso, um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis, através do desenvolvimento simultâneo de produto, processo produtivo e cadeia de suprimento.

1.3 JUSTIFICATIVA

A definição de sustentabilidade e de avaliação dos progressos nessa área é claramente um debate conflituoso, já que varia conforme conceitos geográfico-temporais. As opiniões de Marsden *et. al.* (2010); Aras e Crowther (2008) são em relação à compreensão do que é ou seria um estado sustentável, e isso ocorre na forma de representar os indicadores sustentáveis. Para Parris e Kates (2003), os defensores do desenvolvimento sustentável diferem nas ênfases sobre o que será desenvolvido e em como ligar o ambiente ao desenvolvimento e por quanto tempo. Lennan e Ngoma (2004) acreditam que se não houver maior atenção à capacidade de desenvolvimento institucional, o desenvolvimento sustentável continuará a ser um exercício de imaginação.

Parris e Kates (2003) estabeleceram uma relação entre o que é ser sustentável e o que deve ser desenvolvido, correlacionando três elementos fundamentais para definir cada um deles, tal como pode ser visto na tabela abaixo:

<i>O que deve ser sustentado</i>	<i>O que deve ser desenvolvido</i>
Natureza	Pessoas
Terra	Mortalidade Infantil
Biodiversidade	Expectativa de vida
Ecossistemas	Educação
	Capital
Suporte de Vida	Economia
Atividades no Ecossistema	Riqueza
Recursos	Setores Produtivos
Meio Ambiente	Consumo
Comunidade	Sociedade
Culturas	Instituições
Grupos	Capital Social
Lugares	Estado
	Região

Tabela 01 – Taxonomia do Desenvolvimento Sustentável. Adaptado: Parris e Kates (2003).

O foco em desenvolvimento econômico está mudando para um desenvolvimento mais humano, através de elementos relacionados ao bem-estar do ser, tais como, por exemplo, aumento da expectativa de vida, educação, igualdade e oportunidade. O desenvolvimento sustentável não pode ocorrer sem desenvolvimento econômico (PARRIS; KATES, 2003), pensando nisso esse trabalho de pesquisa pretende de forma científica apoiar no desenvolvimento de produtos inovadores sustentáveis, através da utilização de um modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis, reduzindo assim os impactos danosos ao meio ambiente, gerando produtos com maior aceitabilidade no mercado, atingindo assim um diferencial competitivo em relação aos seus concorrentes. Segundo Lennan e Ngoma (2004), os únicos meios reais para o desenvolvimento sustentável deveriam ser as comunidades locais, pois são elas que conhecem as condições e restrições² do ambiente. O desenvolvimento da sociedade também é um elemento fundamental nos estudos de Parris e Kates (2003), através do bem-estar e da segurança do Estado Nacional e das regiões.

² Para Noreen; Smith; Mackey (1996, p.29), “uma restrição num sistema é qualquer coisa que impeça o mesmo de alcançar o seu objetivo”.

Rossi Filho *et. al.* (2009) listam os principais impactos ambientais gerados em uma indústria, classificando-os de acordo com as potenciais causas decorrentes de processos produtivos e/ou gerenciais, levando em consideração a ilustração abaixo:

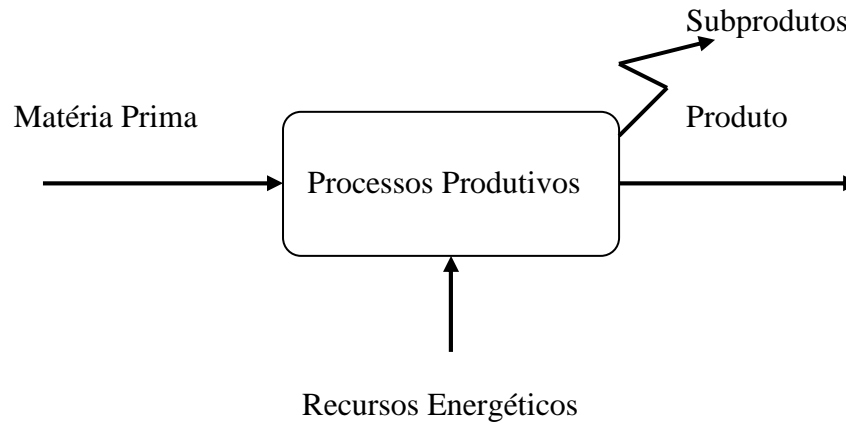
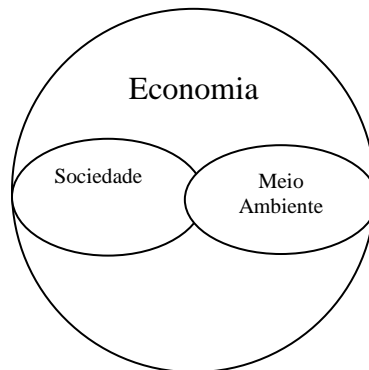


Figura 01- Potenciais fontes de impacto ambiental de um processo produtivo. Fonte: Rossi Filho *et. al.* (2009).

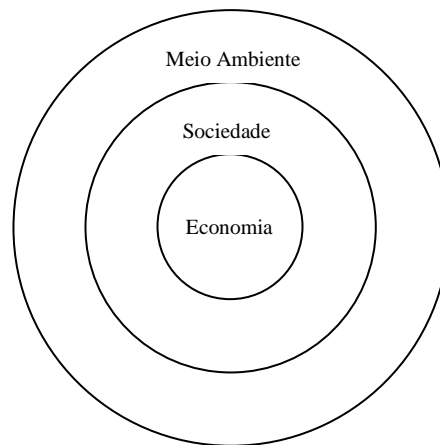
As escolhas adequadas das matérias-primas a serem empregadas em processos produtivos devem fazer parte dos projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos de qualquer empresa. Ou seja, quando iniciado um projeto de produto, os recursos energéticos a serem consumidos e os subprodutos gerados na produção do produto final também devem ser preocupação do gestor de P&D.

A visão de Rossi Filho *et. al.* (2009) é interna e restrita aos limites da organização. Quando se fala em “Sustentabilidade”, Senge (2008) sugere um mundo real diferente da visão de alguns executivos oriundos da “Era da bolha industrial”, que possuíam uma visão distante da relação da economia com a sociedade e com o meio ambiente, pois acreditavam que os três pilares que constituem a sustentabilidade estariam servindo aos desejos de lucro das organizações.

A figura 02 apresenta como os três pilares da sustentabilidade estariam organizados, através da visão econômica empresarial de alguns executivos e da visão de mundo real.



Visão de alguns Executivos



Visão do Mundo Real

Figura 02-Diferentes visões sobre a sustentabilidade. Adaptado: Senge (2008).

Nessa nova forma de ver o mundo dos negócios, o grande círculo é o meio ambiente. Entre esse círculo está a sociedade humana, a economia, as indústrias e, individualmente, os negócios, que representam o menor dos círculos e fazem a ligação entre sociedade e meio ambiente. Felizmente, muitas organizações compreendem inteligentemente a importância de mudar de perspectiva e prática, agindo de acordo com as novas ideias de gestão. A reputação das empresas está na relação entre o meio ambiente e a sociedade civil, estabelecendo uma vantagem competitiva (SENGE, 2008).

Neste momento, em que as questões sociais, ambientais e de sustentabilidade estão sendo abordadas pela comunidade, Tinoco e Robles (2006) explicitam que as questões críticas que afetam a humanidade estão, no geral, sendo ignoradas, e que há uma inadequação na

forma como estão sendo tratadas. O objetivo necessário de conservação do meio ambiente tende a levar a contabilidade a assumir o controle dos seguintes aspectos:

- fornecimentos de recursos mínimos e uso extensivo de materiais reciclados ou renováveis;
- processos produtivos e investimentos em imobilizado: mínimo consumo de água e energia, mínima emissão atmosférica e mínima quantidade de resíduos;
- características do produto: mínimos vasilhames e embalagens, reciclagem e reutilização.

Para Hespeinheide et. al. (2010) e Keeble et. al. (2003), clientes e consumidores estão aumentando seus interesses no desempenho de empresas, no que tange as questões sociais e ambientais, por exemplo: a empresa *Wal-Mart* anunciou o “Índice de Produto Sustentável”, que irá exigir dos fornecedores que indiquem dados sobre seus desempenhos de sustentabilidade, garantindo o alinhamento com os objetivos *Wal-Mart* de sustentabilidade. Para construir uma economia verde, a intenção da *Wal-Mart* é mais um passo para a criação de um conjunto global de normas para medição e comunicação do impacto sobre a sustentabilidade dos produtos e de seus fornecedores, afirma Hespeinheide et. al. (2010).

Para Tinoco e Robles (2006), a política ambiental materializa-se pela adoção dos princípios de uma Política Ambiental, conforme Figura 03.

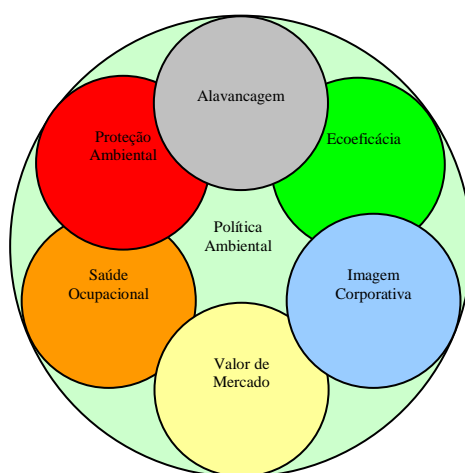


Figura 03 – Princípios da Política Ambiental. Adaptado: Tinoco e Robles (2006).

A figura 03 representa, de forma gráfica, as teorias de Tinoco e Robles em relação aos princípios que geram uma política ambiental satisfatória para os padrões de exigências do mercado atual, e o quadro que segue apresenta detalhadamente cada princípio.

Princípio	Valor
Ecoeficácia	Melhoria contínua em consumos e redução de perdas específicas por volume produzido; tratamento da poluição como forma de redução de custos marginais; diminuição de custos da reposição de perdas e os custos de tratamento.
Alavancagem	Acesso a financiamentos para crescimento do negócio vinculado à demonstração do desempenho ambiental; sujeição à auditoria ambiental dos organismos de financiamentos.
Saúde Ocupacional	Diminuição de exposição ocupacional; redução de acidentes; absenteísmo e de riscos de passivo e obrigações; melhoria do clima organizacional e moral (orgulho de pertencer).
Valor de Mercado	Redução de passivos ambientais; valorização em bolsas pelo <i>triple bottom line (3BL)</i> ou (Tripé da Sustentabilidade); menor risco do capital investido; responsabilidade social e ambiental como fatores de solidez e representação de capacidade de investimento.
Imagem Corporativa	Defesa do valor da “marca”.
Proteção Ambiental	Redução de riscos futuros de descontinuidade operacional; prevenção de passivos futuros advindos de eventuais multas e/ou indenizações; compensações de custos tangíveis/intangíveis de recuperação de imagem/marca; eliminação de custos crescentes com seguro.

Quadro 01- Princípios e valores de uma Política Ambiental. Adaptado: Tinoco e Robles (2006).

Dentre algumas políticas ambientais de sucesso, Tinoco e Robles (2006) apontam o caso da Petrobras que em 2004 apresentou sua política ambiental, e o chamado *Programa Pégaso*. A empresa expôs que sua agenda positiva de atuação viabiliza novas fontes de energia ambientalmente mais saudáveis. Durante o “Programa de Excelência em Gestão Ambiental e Segurança Operacional” (*Pégaso*), foram gastos, em 2003, R\$ 2,3 bilhões; todavia a previsão para todo o programa foi de R\$ 6,8 bilhões.

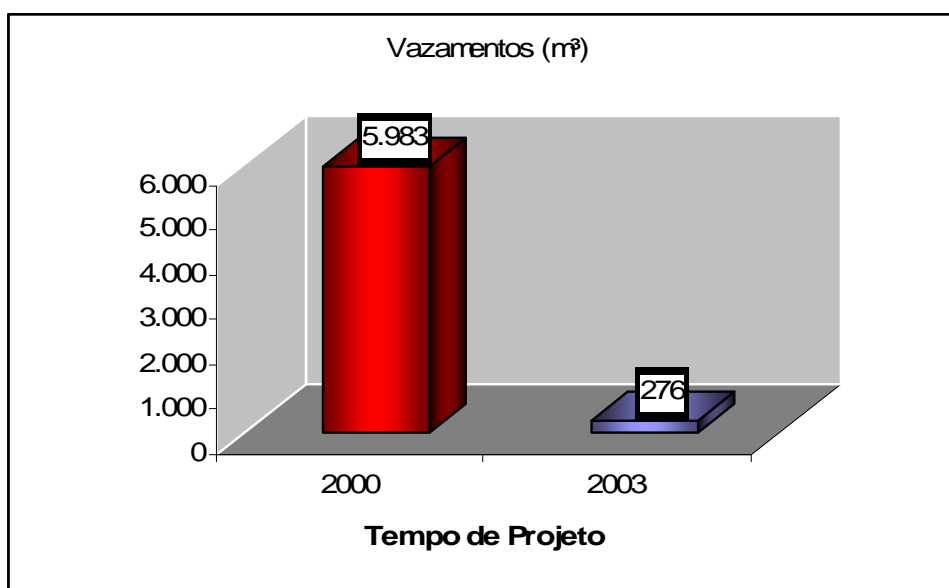


Gráfico 01- Projeto Pégaso (Petrobras). Adaptado: Tinoco e Robles (2006).

O sucesso do programa pode ser medido pela queda significativa no nível de vazamento de óleo e de derivados ocorrido durante o programa (iniciou-se em 2000, com término no final de 2003). Partindo de um vazamento máximo ocorrido em 2000, de 5.983 m³, para 276 m³, em 2003. O número das fatalidades também apresentou queda de 10%, empregados próprios e contratados; e 100% das unidades operacionais no país possuem certificação ISO 14001³ e BS 8800 ou OHSAS 18001⁴.

Para Tinoco e Robles (2006), outro *case* de sucesso no Brasil é o da Vale do Rio Doce, que apontam como principais objetivos do Sistema de Gestão e Qualidade Ambiental da Vale; i) inserir a variável ambiental na gestão da empresa, visando salvaguardar e agregar valor; identificar o controle dos aspectos, impactos e riscos ambientais; estabelecer e atender a política e os objetivos e metas ambientais, incluindo a conformidade legal; ii) perceber oportunidades para aprimoramentos operacionais e ambientais, custo/resultado; iii) monitorar

³ Criada pela *International Organization for Standardization* (ISO), é uma ferramenta de gestão que permite organização de qualquer tamanho ou tipo: identificar e controlar o impacto ambiental de atividades, produtos ou serviços; melhorar continuamente o desempenho ambiental; implementar uma abordagem sistemática para a definição de objetivos e metas ambientais. Fonte: www.iso.org. Acesso: 20/05/2011.

⁴ Criada pela *British Standards Institution* (BSI), é uma norma que pode ser adotada por qualquer organização que pretenda implementar procedimento formal para reduzir os riscos associados com saúde e segurança no ambiente de trabalho, para funcionários, clientes e o público em geral. Fonte: www.bsigroup.com. Acesso: 20/05/2011.

e aperfeiçoar o desempenho ambiental, evitar surpresas, além de atender a legislação ambiental complexa, abrangente e em permanente mudança.

Devido a tanta pressão algumas empresas mudaram suas estratégias focando mais nas questões ambientais, como, por exemplo, a estratégia de sustentabilidade da Hewlett-Packard, que evoluiu o controle de poluição e de prevenção de gestão e *design* de produto sustentável. A companhia, agora, assume a responsabilidade por todas as fases do ciclo de vida do produto, desde os fornecedores até a eliminação e a reciclagem final (PRESTON, 2001). Para Hart (1995) e Florida (1996), estrategicamente, as organizações podem ver a sustentabilidade como uma questão de cumprimento, algo que tem de ser feito porque é correto, um custo a ser minimizado, algo para passar o valor mínimo adiante, ou uma chance de vantagem competitiva, algo que conduza às oportunidades. Há alguma evidência de que as organizações sigam um processo evolutivo em relação as suas atitudes e comportamentos para o cumprimento de vantagens competitivas, isto é, que se orientem por um caminho que reflita suas respostas às questões de gestão ambiental.

Esse trabalho justifica-se, portanto, pela importância do assunto na economia atual, sociedade, preservação ambiental e relevância para o setor econômico pesquisado, pois a indústria petroquímica brasileira representa 1,5% do PIB. Hoje, o setor petroquímico gera mais de 320 mil postos de trabalhos, desempenhando um papel importante na economia do país. Na América Latina, o Brasil ocupa a posição de principal produtor de petroquímicos básicos e lidera também o *ranking* de capacidade dos petroquímicos de segunda geração. A importância brasileira na região é o resultado da reestruturação da petroquímica aliada ao crescimento da demanda doméstica.

O consumo aparente de resinas termoplásticas no Brasil, que representa a soma do volume de produção com importações menos o volume exportado, tem evoluído ao longo dos últimos anos, a uma taxa de 4% a.a., consequência do crescimento da economia brasileira - melhor distribuição de renda e maior poder de consumo das classes C, D e E.

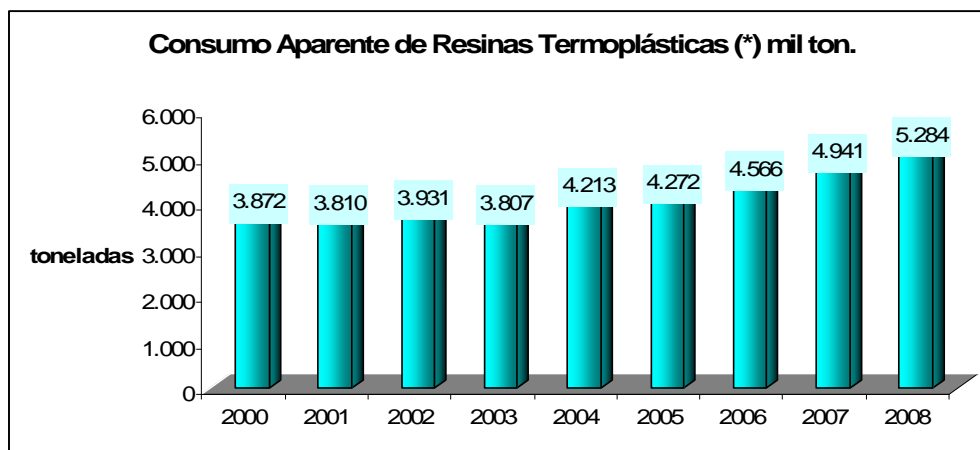


Gráfico 02 - Consumo de Resinas no Brasil. Fonte: Associação Brasileira das Indústrias Químicas (Abiquim).

Considerando apenas o mercado de resinas, polietileno (PE), polipropileno (PP) e PVC, o potencial de crescimento no consumo de plástico do mercado brasileiro pode ser observado quando comparado com o consumo em países economicamente desenvolvidos, como os EUA, onde o consumo de resinas, em 2008, foi de cerca de 80 kg por habitante; enquanto que no Brasil foi de 20 kg por habitante.

Entende-se, assim, que a compreensão de um processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis em um setor industrial, como o petroquímico, pode agregar conhecimento científico representativo para novas tecnologias de produção e inovação de produtos, a fim de produzir produtos menos nocivos ao meio ambiente, mais competitivos e com maior participação social.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta seção procura apresentar a organização geral do trabalho, com o objetivo de facilitar o entendimento a respeito do tema que está sendo abordado e das contribuições para a comunidade científica e para o público em geral. Para este fim, a presente dissertação está estruturada, além da introdução, em cinco outros capítulos:

- capítulo 02- Referencial Teórico;
- capítulo 03- Metodologia;
- capítulo 04- Estudo de Caso;
- capítulo 05- Modelo Proposto de Análise;

- capítulo 06- Considerações Finais.

Para que o objetivo seja atingido, o Capítulo 01, através da *Introdução*, apresentou o tema de pesquisa, a contextualização do problema e a questão de pesquisa que procura esclarecer e fundamentar a escolha do assunto a ser pesquisado, conforme sua importância nos meios científico, social e econômico. No mesmo capítulo, o objetivo geral indicou a intenção de se propor um modelo de estruturação organizacional para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Por conseguinte, foram apresentadas as justificativas, nas quais se argumentou sobre a relevância do estudo, através das teorias e da importância da pesquisa para o momento atual da economia, fazendo-se pensar nas gerações futuras da sociedade. Por fim, a estruturação do capítulo organizou, de forma clara e concisa, os elementos condicionantes para a formalização de uma pesquisa científica relevante.

No Capítulo 02, *Referencial Teórico*, far-se-á um apanho geral das teorias sobre sustentabilidade, desenvolvimento de produto sustentável e desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento, fundamentados através de artigos, livros, *home pages* e congressos que contribuirão para a contextualização do tema.

Em seguida, no Capítulo 03, *Metodologia*, o método de pesquisa será apresentado visando à escolha de uma metodologia adequada para o andamento e a conclusão da pesquisa. As delimitações foram apresentadas levando em consideração os limites físicos da organização pesquisada, além dos limites teórico-científicos abordados no trabalho. O método de trabalho será apresentado de forma que esclareça o andamento da pesquisa no que tange à linha de trabalho utilizada. Tanto a metodologia de pesquisa quanto o método de trabalho servem como referenciais para trabalhos futuros que possuam o mesmo aspecto a ser abordado.

No Capítulo 04, *Estudo de Caso*, a pesquisa romperá com os limites da teoria e partirá a campo em busca de coerência entre as teorias abordadas no referencial teórico. Neste item, também serão realizados um apanhado geral do setor petroquímico, a fim de fundamentar a escolha da empresa pesquisada, levando em consideração sua importância e relevância em relação ao tema pesquisado; e um apanhado histórico da empresa, mostrando como a Braskem S.A iniciou suas atividades; os seus principais produtos; a situação atual e a visão futura em relação às questões de sustentabilidade e impacto ao meio ambiente. Entrevistas com as pessoas envolvidas no desenvolvimento de produtos sustentáveis, gestão de recursos necessários para a produção dos mesmos e investimentos em processos serão conduzidas ao

longo deste capítulo, com o intuito de melhorar o entendimento e o desenho da organização da pesquisa e do desenvolvimento internos da Braskem S.A.

O Capítulo 05, *Modelo de apoio à análise para o desenvolvimento de produtos sustentáveis*, organizará as teorias abordadas até o momento e as práticas aplicadas na empresa pesquisada, a fim de possibilitar a elaboração de um modelo teórico para auxiliar no desenvolvimento de produtos sustentáveis, considerando a simultaneidade entre a cadeia de suprimento, os processos produtivos e o produto, através dos conceitos de Engenharia Simultânea Tridimensional.

Por fim, o Capítulo 06, *Considerações finais*, reunirá um apanhado das conclusões e das discussões em relação aos resultados obtidos na geração do modelo e na proposta de um fluxo de desenvolvimento de produtos sustentáveis, através do desenvolvimento simultâneo entre produto, processo e cadeia de suprimento. Será discutida, ainda, a relevância do tema como referencial para pesquisa futuras interessadas na abordagem metodológica e no tema em questão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresentará a revisão teórico-bibliográfica em que serão examinados os tópicos essenciais para a elaboração da pesquisa, que serão estruturados em três grandes eixos conceituais: sustentabilidade, desenvolvimento de produtos sustentáveis e desenvolvimento simultâneo.

A palavra “desenvolvimento”, em geral, tem uma definição bastante abrangente, podendo ser definida como um processo dinâmico de melhoria, que implica em mudanças, em evolução, em crescimento ou avanço. Contudo, esse significado pode estar inserido em vários contextos, tais como: i) desenvolvimento social; ii) desenvolvimento econômico; iii) desenvolvimento humano; iii) desenvolvimento científico e iv) desenvolvimento sustentável. Para melhor entender as expressões que serão utilizadas ao longo deste trabalho, o quadro abaixo explicará o significado das palavras “desenvolvimento” e “sustentável”, através da ótica proposta por Houaiss (2009) e Ferreira (2009).

	Houaiss (2009)	Ferreira (2009)
Desenvolvimento	<ol style="list-style-type: none">1. Ação ou efeito de desenvolver-se; desenvolvimento;2. Crescimento, progresso, adiantamento (da economia, das ciências);3. Crescimento econômico, social e político de um país, região, comunidade, etc.;4. Aumento de qualidades morais, psicológicas, intelectuais, etc. (dá inteligência, de uma habilidade).5. Desenvolvimento Sustentável: desenvolvimento econômico planejado com base na utilização de recursos e na implantação de atividades industriais, de forma a não esgotar ou degradar os recursos naturais, ecodesenvolvimento.	<ol style="list-style-type: none">1. Ato ou efeito de desenvolver-se; desenvolvimento;2. Adiantamento, crescimento, aumento, progresso;3. Desenvolvimento econômico;4. Desenvolvimento de projetos: processo de estudo e trabalho pelo qual o arquiteto, baseado no anteprojeto, elabora as peças do projeto da obra que se pretende construir.5. Desenvolvimento Sustentável: processo de desenvolvimento econômico em que se procura preservar o meio ambiente levando em conta os interesses das futuras gerações.

	Houaiss (2009)	Ferreira (2009)
Sustentável	Que pode ser sustentável; passível de sustentação; defensável; suportável.	(do latim, <i>Sustentabile</i>) 1. Que se pode sustentar; 2. Capaz de se manter mais ou menos constante, ou estável, por longo período.

Quadro 02- Definições das palavras “desenvolvimento” e “sustentável”.
Adaptado: Houaiss (2009) e Ferreira (2009).

2.1 SUSTENTABILIDADE

Diversas conferências e reuniões internacionais têm chamado atenção para a importância da educação para a sustentabilidade. A partir desses eventos, um grande número de declarações e acordos foram assinados, tais como: Declaração de Estocolmo, Tbilisi, Declaração de Talloires, Declaração de Halifax, Declaração de Swansea, Declaração de Kyoto, Declaração de Barbados, Declaração de Thessaloniki, Declaração de Lüneburg, Declaração de UBUNTU; Carta de Copérnico, Carta da Terra; Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014); e, as mais específicas: Declaração de Barcelona e ECO 92 - realizada no Brasil com grande representatividade em nível mundial, conforme afirma Segalás et. al. (2008).

Como resumo da Conferência ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, a Agenda 21⁵, contendo 27 princípios de desenvolvimento sustentável, destaca questões de desenvolvimento em quatro áreas que se relacionam entre si: ambiente, igualdade, participação e futuro.

O termo sustentabilidade é utilizado para expressar a necessidade de viver no presente sem colocar em perigo o futuro. Quando um processo é sustentável, ele pode ser cuidadoso com seus resíduos sem gerar impactos negativos ao meio ambiente (SENGE, 2008). No entanto, Aras e Crowther (2008); Gaziuluzoy *et. al.* (2008); Dasgupta e Tam (2005) atentam para o fato de que o termo sustentabilidade significa coisas diferentes para diferentes pessoas, e não deve ser visto como uma abordagem reducionista, devendo ser tratado como correlações

⁵ Considerada como o resultado mais importante da Eco-92, a Agenda 21, documento na ocasião assinado por 179 países, é um texto com as estratégias que devem ser adotadas para a sustentabilidade. Já adotada em diversas cidades por todo o mundo, inclusive através de parcerias e de intercâmbio de informações entre municipalidades, esse compromisso se desenrola no âmbito da cooperação e do compromisso de governos locais. Leva em conta, principalmente, as especificidades e as características particulares de cada localidade e de cada cidade, para planejar o que deve ser desenvolvimento sustentável em cada uma delas.
Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso: 04/05/2010.

e efeitos externos, pois mesmo assim é fundamental para as atividades de uma empresa, sem qualquer tentativa de tentar definir exatamente seu significado.

2.1.1 Sustentabilidade Social

Para Hubbard (2009), o desenvolvimento sustentável incorpora três principais e interligados pilares: integridade ambiental, capital social e crescimento econômico; isso significa que o desempenho em uma área tem efeitos sobre as outras. Tanzil e Belof (2006) acreditam que esses princípios estão correlacionados através de um desenvolvimento tridimensional entre progresso social, crescimento econômico e gestão ambiental. A figura abaixo representa essa relação de forma mais clara.

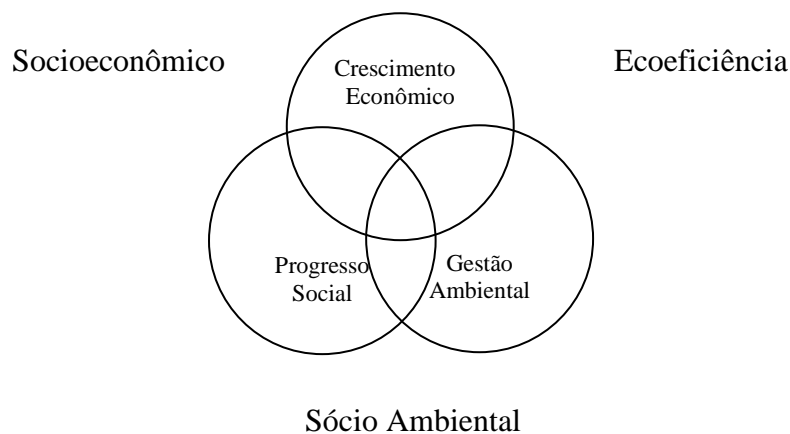


Figura 04- Desenvolvimento Sustentável Tridimensional. Adaptado: Tanzil e Belof (2006).

As considerações socioeconômicas são vistas como aquelas que geram impactos negativos e positivos entre a economia e o bem-estar social, enquanto que as socioambientais são entendidas como capazes de gerar efeitos danosos ao meio ambiente, como a degradação dos recursos naturais e a liberação de substâncias nocivas, interferindo, assim, na saúde e na segurança das pessoas das gerações atual e futura. Por derradeiro, a ecoeficiência está ligada a geração de maior valor econômico usando menos recursos naturais e com menores impactos ambientais possíveis (TANZIL; BELOF, 2006).

Para existir sustentabilidade social decorrente de uma atividade industrial, Abreu et. al. (2008) define que as organizações precisam adquirir Responsabilidade Social Empresarial (RSE), isso é, a obrigação da administração em tomar decisões e inculcar ações que contribuam

para o bem-estar e para os interesses da sociedade e da própria organização. No entanto, há dúvidas se a adoção da RSE vai ao encontro de uma racionalidade que se baseie não apenas no cálculo de consequências econômicas intra-organizacionais, como, por exemplo, a preocupação significativa das organizações em incluir seus projetos sociais no balanço social. A empresa é socialmente responsável quando vai além da obrigação de respeitar as Leis, de pagar os impostos e de observar as condições de saúde e de segurança dos trabalhadores, buscando construir uma sociedade mais justa, explica o autor (ABREU et. al., 2008).

Para identificar o nível de comprometimento da empresa, classificando-a em socialmente responsável ou não, deve-se levar em conta alguns parâmetros. Os valores e a transparência na cadeia produtiva, como preconizam os Arranjos Produtivos Locais (APLs); a gestão participativa que possibilita o desenvolvimento pessoal e profissional; o fortalecimento da empregabilidade para a comunidade; a gestão ambiental prudente; o desenvolvimento de produtos efetivos à comunidade; e o estabelecimento de parcerias nas políticas públicas; para Souza e Sampaio (2006), podem representar o comprometimento de uma empresa socialmente responsável.

Encalada e Caceres (2008) afirmam que o Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), um organismo que agrupa mais de 6.000 municípios em todo o mundo, desenvolveu uma ferramenta para ajudar os governos locais nos esforços sistemáticos para desenvolver comunidades sustentáveis. A ferramenta consiste em cinco etapas de um processo municipal liderado no sentido da sustentabilidade:

- A. estabelecer um processo efetivo e participativo;
- B. realizar um inventário de sustentabilidade;
- C. definir uma visão de sustentabilidade da comunidade;
- D. desenvolver e implementar uma estratégia de ação de sustentabilidade;
- E. monitorar e avaliar o progresso.

Souza e Sampaio (2006); Lennan e Ngoma (2004) afirmam que o desenvolvimento sustentável só é possível se ir além de uma preocupação com o desenvolvimento econômico. Dessa forma, acredita-se que se garantirão as necessidades mais elementares das pessoas, via necessidades setoriais básicas, como, por exemplo: remuneração acima da média do mercado, valorização do trabalho, facilidades para conclusão de curso superior de interesse do empregado, independentemente do interesse da empresa, e, ainda, projetos que resgatem e assegurem os direitos do cidadão para a comunidade dos arredores.

Donoso (2006) ressalva que os elementos e variáveis expostos no Quadro 03 são do tipo geral, portanto aplicáveis a um modelo genérico de empresa sustentável frente às questões sociais. Logo, cada empresa, junto com seus *stakeholders*⁶, deverá especificar os objetivos almejados com cada tipo de desempenho, bem como as ações definidas para atingir esse desempenho. Essas especificações deverão ser as que melhor se adequem às condições peculiares do negócio, à operação e ao entorno de onde estiver inserida a empresa.

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a qualidade de vida dos empregados; • Melhorar os agentes sociais direta e indiretamente afetados pelas atividades da empresa; • Traduzir em ações positivas e eficazes as pressões e as necessidades dos <i>stakeholders</i> sociais, internos e externos, à empresa; • Aumentar o valor para os <i>stakeholders</i> sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecimento de salários e de benefícios justos; • Investimento em aperfeiçoamento e reciclagem de funcionários; • Erradicação de práticas nocivas ao trabalhador; • Disponibilização de alternativas de compartilhamento dos lucros; • Participação de empregados nas tomadas de decisões; • Disponibilização de oportunidades aos deficientes e às minorias na empresa; • Zelo pela segurança e pela higiene no trabalho; • Zelo pelo trabalho significativo; • Respeito os direitos do trabalho e os direitos humanos; • Oferecimento de oportunidades e 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionários novos; • Funcionários mais velhos; • Grupos minoritários; • Grupos de funcionários aposentados; • Funcionários com famílias; • Sindicatos; • Moradores do entorno da empresa; • Associação de moradores; • Câmaras de comércio; • Escolas/Universidades; • Grupos de interesse especiais; • Igrejas e grupos confessionais; • Médios representantes dos diferentes tipos de mídias.

⁶ Agentes que pertencem ao ambiente interno e externo; possuem interesses no desempenho ambiental, social e econômico da organização. São os chamados “partes interessadas”.

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Social		desenvolvimento e de aprendizado; <ul style="list-style-type: none"> • Apoio e respeito ao entorno social da empresa; • Apoio às atividades de educação, de cultura e de arte das comunidades do entorno; • Permissão de maior participação das comunidades nas decisões da empresa que as afeta; • Divulgação de informações acerca do comportamento socioambiental da empresa e de seus impactos no entorno. 	

Quadro 03- Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho social sustentável. Adaptado de: Donoso (2006).

Já para Lennan e Ngoma (2004), um aspecto fundamental para o desenvolvimento de capacidades é o foco na capacitação. Isso significa que a capacitação deve ser orientada para as pessoas e instituições, assegurando seu controle sobre o desenvolvimento, em termos práticos, através de uma abordagem fortalecida que envolva o aumento dos níveis de acesso, participação e controle sobre a distribuição de recursos. Dada a ênfase na capacitação, uma compreensão integrada da capacidade desenvolvida implica um enfoque em três áreas:

- a. atos e prática: articular e implementar os princípios de boas práticas;
- b. desenvolvimento institucional: a concepção e as estruturas de apoio eficaz, os sistemas e procedimentos para a melhoria dos serviços e instituições;
- c. desenvolvimento de pessoas: os gestores qualificados, profissionais, apoio de membros da sociedade civil e de outros, através da construção de suas competências.

O desafio é que algumas instituições públicas operam em baixos níveis de funcionalidade, e a expectativa é de que elas se tornem instituições habilitadas com a ajuda de desenvolvimento organizacional e treinamento. Isso é irreal nas circunstâncias atuais, pois o primeiro passo, ainda, é normalizar as relações nessas instituições. O desenvolvimento sustentável é a mudança necessária para garantir algum nível de justiça e de qualidade, além de utilizar as capacidades locais, reconhecendo a diversidade como força de mudança, ao invés de exigir o cumprimento via regulamentos, esse desafio vai além de uma preocupação social, chegando aos níveis econômico e ambiental. (LANNAN; NGOMA, 2004)

2.1.2 Sustentabilidade Ambiental

De acordo com Schneider et. al. (2010), os conceitos ambientais foram introduzidos em meados de 1945, após a segunda grande guerra, e desde o início sempre foram subordinados aos objetivos de crescimento e à expectativa de “ganha-ganha”. O crescimento sustentável, através da tecnologia e de melhorias eficientes, não ocorria. Hoje, a crise econômica abriu oportunidade social para responder à questão fundamental do impacto da industrialização nas questões climáticas e na biodiversidade. Para tanto, o autor sugere e fomenta teorias de decrescimento econômico, nas quais acredita que:

- os países subdesenvolvidos não precisam seguir o modelo econômico dos Estados Unidos e da União Europeia;
- a segunda fonte de decrescimento econômico está ligada às questões democráticas e às aspirações econômicas e sociais; quebrando a ligação entre os sistemas político, tecnológico, de educação, de informação e de interesses econômicos de curto prazo;
- a terceira fonte é ecológica: defender o ecossistema mostrando respeito a todos os seres vivos em todas as dimensões;
- a quarta fonte está ligada ao que alguns autores chamam de “o significado da vida e do movimento”, enfatizando a espiritualidade, a não violência e o voluntariado;
- a última fonte pode ser chamada de bioeconômica, ou economia ecológica. Ela lida com a utilização desordenada de recursos e com a disposição de resíduos no meio ambiente.

O decrescimento sustentável implica em diminuição do Produto Interno Bruto (PIB), indicando, assim, redução da utilização de recursos naturais e produtivos. No entanto, o que se espera são melhores bem-estar ecológico e igualdade social, conforme afirma Schneider et.al. (2010). A transformação do decrescimento sustentável deveria ser diferente do decrescimento insustentável, ou seja, recessão econômica ou depressão com deterioração das condições sociais, desemprego e pobreza.

De acordo com Tinoco e Robles (2006), a sociedade passou a demandar das empresas informações sobre a questão ambiental. Assim, a contabilidade, além do registro de transações econômicas, passa a apresentar eventos ambientais, assumindo o papel de divulgadora das ações de gestão ambiental, tendo em vista prevenir e corrigir danos, bem como salvaguardar os patrimônios empresarial e nacional. Os autores sugerem que a interferência do ser humano sobre os sistemas naturais tem feito com que se discutam e se programem cada vez mais ações que, ao contemplarem a questão ambiental, visem não comprometer tanto a qualidade de vida da atual população, e também a das próximas gerações. Para tanto, Donoso (2006) sugere que uma empresa atenda as necessidades de seus clientes através de especificações de objetivos de uma visão sustentável ambiental, esses objetivos deverão ser os que melhor se adequem às condições peculiares do negócio, à operação e ao entorno de onde estiver inserida a mesma, o Quadro 04 apresenta algumas dessas especificações.

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger o ambiente e conservar os recursos do ecossistema da empresa em escalas local, regional e global; • Reduzir os riscos ambientais associados a suas operações; • Aumentar o grau de reputação e imagem social; • Aumentar o valor para os <i>stakeholders</i> ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservação dos ecossistemas para as futuras gerações e para a sociedade como um todo; • Uso de tecnologias poupadoras de matérias primas e energia; • Implantação de ações de proteção ao meio ambiente; • Reconhecimento dos impactos ambientais das operações da empresa; 	<ul style="list-style-type: none"> • ONGS preocupadas com o meio ambiente natural; • ONGS preocupadas com as espécies e nichos ecológicos do entorno ambiental da empresa; • Movimentos e grupos Ambientais;

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Ambiental		<ul style="list-style-type: none"> • Investimento em tecnologias de produção, na inovação em processos, produtos e tecnologias com foco no meio ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cientistas; Governo e Secretarias do Meio Ambiente

Quadro 04- Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho ambiental sustentável. Adaptado de: Donoso (2006).

Encalada e Caceres (2008) definem que os recursos renováveis não devem ser consumidos mais rapidamente do que a proporção em que são renovados; e que os recursos não-renováveis não devem ser consumidos a uma taxa mais rápida do que a de sua substituição por recursos renováveis, já que os resíduos não devem ser lançados no meio mais rapidamente do que a capacidade do ecossistema em assimilá-los.

As políticas ambientais e as tomadas de decisões são normalmente baseadas na avaliação de aspectos quantificáveis da sustentabilidade. Apesar das solicitações crescentes dos órgãos ambientais e governamentais para a quantificação aproximada do impacto ao meio ambiente, para Dasgupta e Tam (2005), eles não dispõem de indicadores facilmente mensuráveis, além de a definição de sustentabilidade estar longe de ser universalmente estabelecida.

2.1.3 Sustentabilidade Econômica

A utilização da contabilidade de gestão ambiental pode proporcionar reduções de custos na gestão de resíduos, dado que os custos de manuseio e de deposição de resíduos são relativamente fáceis de definir e de imputar em produtos específicos. Outros custos/despesas ambientais, incluindo os da conformidade ambiental, legais, deterioração da imagem da empresa, riscos e responsabilidade ambiental, são mais difíceis de avaliar, afirmam Tinoco e Robles (2006).

A contabilidade é entendida como o meio de fornecer informações para *shareholders*⁷ (acionistas) e para *stakeholders* (parceiros ou atores sociais relevantes). Tinoco e Robles (2006); Keeble et. al. (2003) entendem que, no enfrentamento desse desafio, a contabilidade deve também atender aos interesses de atuação das empresas em relação ao meio ambiente, explicitando suas respostas à sociedade no que tange à responsabilidade social e à questão ambiental, subsidiando o processo de tomada de decisão. De acordo com Hespeinde et. al. (2010) e Schneider et. al. (2010), na teoria da economia ecológica houve muitos pensadores que acreditavam que países desenvolvidos deveriam manter-se em estado estacionário, contrariando os resultados positivos de um crescimento sustentável.

O desenvolvimento e a sustentabilidade devem ser componente chave da estratégia corporativa de qualquer empresa, pois a sustentabilidade, quando estrategicamente direcionada, pode atingir resultados significativos, melhorando operações, atraindo talentos, promovendo positivamente as relações públicas; aumentando a transparência e a responsabilidade. E, além de agilizar o cumprimento regulamentar, a sustentabilidade pode inspirar os parceiros da cadeia de suprimento a elevar os resultados dos acionistas (TINOCO; ROBLES, 2006), para Donoso (2006) o cumprimento das necessidades sociais, ambientais e econômica se dá através do atendimento dos objetivos referentes às três dimensões sustentáveis, o desempenho econômico sustentável pode ser visto no Quadro 05.

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar do ganho da empresa no presente e no futuro; • Explorar novos negócios e novas oportunidades sustentáveis; • Alavancar as dimensões ambiental e social a longo prazo; • Aumentar o valor e a riqueza para a empresa e para os <i>shareholders</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção e aumento do patrimônio; • Aumento da rentabilidade do negócio; • Grau de transparência na informação; • Produção de produtos com qualidade; • Melhoraria das garantias e dos serviços; • Entrega publicitária responsável; • Cumprimento dos contratos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Compradores individuais; • Clientes corporativos; • Nicho de mercado ético; • Representantes de consumidores; • Associações de consumidores; • Fornecedores; • Distribuidores; • Associações industriais;

⁷ É um termo utilizado para designar todos aqueles que possuem parte da empresa ou da organização. Por exemplo, acionistas e proprietários.

Desempenho	Objetivos	Principais ações direcionadas	Stakeholder's
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Pagar preços justos a fornecedores; • Estabelecer parcerias negociar de forma transparente e leal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecimento de preços justos e competitivos; • Cumprimento das disposições e dos acordos da indústria; • Respeito à concorrência; • Cumprimento de obrigações tributárias; trabalhistas e ambientais; • Restrição da prática de <i>lobby</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Câmaras/ Grêmios industriais; • Líderes de opinião da indústria; • <i>Policymakers</i> federais; • Governos estaduais e municipais; • Órgãos de licenciamento; • Órgãos fiscalizadores federais, estaduais e municipais.

Quadro 05- Matriz de caracterização e identificação das principais variáveis associadas com o desempenho econômico sustentável. Adaptado de: Donoso (2006).

Frente à definição dos elementos e das variáveis que determinam o desempenho sustentável para cada dimensão é que a empresa e as partes interessadas estarão delineando as características e as condições para atingir determinado nível de desempenho sustentável ambiental, social e econômico e, conseqüentemente, o desempenho sustentável global.

Se os investimentos em eficiência energética têm uma alta taxa de retorno, então a eficiência de capturas e de oportunidades deve melhorar a competitividade das empresas individuais e das economias nacionais. Para Bilgen et. al. (2008), alguns economistas argumentam que os "custos ocultos", tais como gestão de tempo ou interrupções de produção, criam oportunidades de eficiência muito menos atraentes do que parecem à primeira vista. No entanto, a evidência empírica sugere que as oportunidades estão disponíveis mesmo quando os custos ocultos estão em segundo plano. Porém, a competitividade deve também ser considerada em longo prazo com ações de pequeno impacto no resultado global.

2.1.4 Empresas Sustentáveis, através de uma visão social, ambiental e econômica

Em nível organizacional, uma empresa sustentável é definida como aquela que “atende às necessidades de seus acionistas sem comprometer a sua capacidade para satisfazer as suas necessidades no futuro (HUBBARD, 2009 p. 179).” O conceito de sustentabilidade em pensamento organizacional tem implicações para a estratégia de negócios, que, por sua vez, afeta as medidas de desempenho da firma. "Sustentabilidade" pode ter vários significados para as organizações, e algumas delas não fazem distinção entre o ambiente e a sustentabilidade, enquanto outras a igualam à sustentabilidade econômica, ou seja, com níveis consistentes de crescimento econômico (BANSAL, 2002).

Atualmente, enquanto algumas organizações mantêm as mesmas bases de inovação, os lucros do negócio são provavelmente a maior influência na instituição social. A sustentabilidade está transformando as prioridades corporativas da alta administração até os níveis vitais das empresas e da “Era da bolha industrial⁸”. Veroneze (2008) afirma que para existir sustentabilidade em processos de manufatura devem-se seguir alguns critérios: a) minimização dos recursos naturais e energéticos; b) recursos e processos de baixo impacto ambiental; c) otimização da vida dos produtos; d) extensão da vida dos materiais e facilidade de desmontagem.

Os problemas ambientais que afetam as empresas poderão ser reduzidos, ou até eliminados, se forem adotadas metodologias inovadoras de gestão no trato ambiental. Esses problemas tornam as empresas menos competitivas, já que incrementam seus custos, tornando-as débeis perante os concorrentes, podendo, inclusive, levar ao encerramento das atividades operacionais. Para Nash (2009), a poluição e os impactos ambientais de toda ordem prejudicam a comunidade, gerando problemas de saúde para os cidadãos e gastos crescentes para o poder público.

Em um esforço por caracterizar a empresa sustentável, Donoso (2006) aponta que ela se estrutura com base em uma rede de relações em múltiplos níveis e sistemas. Nessas relações, participam diversos atores ou partes interessadas, e são levadas em consideração estratégias, insumos, produtos, bens e serviços, fluxos de transformação, processos de retroalimentação e valores. Nesse sentido, para levar adiante a gestão dessa rede de relações, as empresas sustentáveis precisarão definir e implementar sistemas de gestão, os quais

⁸ Assim chamado por Senge (2008) o período em que as empresas produziam seus produtos utilizando recursos naturais à base de combustíveis fósseis, produção global de alimentos; enorme geração de resíduos, padronização e maximização dos ganhos.

permitirão satisfazer as diversas exigências derivadas dos múltiplos níveis, sistemas e atores que compõem a rede de relações, de forma eficiente e simultânea.

Para Lins (2004), por outro lado, uma empresa sustentável se caracteriza por possuir uma visão de negócios de longo prazo, que incorpora as dimensões econômica, social e ambiental, ou ecológica, em sua estratégia. Os elementos essenciais dessa postura, segundo o autor, são: ética nos negócios, transparência operacional, integração do ambiente nas decisões estratégicas, disposição para negociar e solucionar conflitos entre as partes interessadas, comunicação efetiva de ações positivas e/ ou negativas realizadas pela empresa e suas consequências, boas práticas de governança corporativa e prestação de contas perante a sociedade.

Algumas das principais características que vêm a diferenciar uma empresa com visão tradicional de uma empresa com visão sustentável podem ser observadas, resumidamente, no Quadro 06:

Empresa com visão tradicional	Empresa com visão sustentável
Maximizar o benefício para seus proprietários e /ou acionistas.	Maximizar a criação de riqueza (ou valor) para o entorno de onde estiver inserida, tendo em vista a maximização do benefício para seus proprietários e /ou acionistas.
Cumpra as regras do jogo, se preocupa unicamente em respeitar a legislação para não ser punida.	Atua de maneira pró-ativa e com visão de negócio ante os efeitos perniciosos que possam ter seus processos, produtos e serviços. Aproveita as oportunidades que as melhoras introduzidas lhe oferecem para novos negócios.
Atende às demandas de informação sobre suas atividades de parte da sociedade (em nível mínimo).	Favorece a participação da sociedade, em algum nível, nas decisões da companhia, principalmente em ações nas quais suas atividades incidam em seu entorno. Busca conjunta de soluções para o entorno. <i>Marketing</i> de responsabilidade social e ambiental. Reportes de Sustentabilidade.
Novas responsabilidades (ambiental, social etc) devem vir aparelhadas com novas leis, as que se devem fazer cumprir para todos.	As novas responsabilidades (ambiental, social, etc) a diferenciam e favorecem. Prefere poucas regras.
Atitude reativa no entorno.	Atitude pró-ativa e de liderança no entorno.

Quadro 06- Características diferenciadoras da empresa tradicional e da empresa sustentável.
Adaptado de Donoso (2006).

No sentido de caracterizar uma empresa sustentável, Sutton (1997) e Gomes (2005) identificaram cinco elementos que distinguem as empresas que promovem a sustentabilidade por meio de suas operações:

a) aceitação de responsabilidade: as empresas sustentáveis assumem, na sua estratégia, a responsabilidade não somente pela geração de valor para os acionistas, mas também para as outras partes interessadas;

b) transparência: as empresas sustentáveis assumem que têm a obrigação, dentro dos limites comerciais, de serem transparentes em relação as suas atividades e seus impactos, além do simples desempenho financeiro;

c) operação e planejamento integrados: as empresas sustentáveis integram ao planejamento estratégico seus compromissos com a sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ecológica;

d) integração com as partes interessadas (internas e externas): é um processo que vai além de meramente informar os objetivos do negócio, sendo desenvolvida com base em rigorosa pesquisa, diálogo e participação;

e) avaliação e confecção de relatórios multidimensionais: a análise sistemática e a verificação do desempenho econômico, ambiental e social da empresa sustentável, em conjunto com uma comunicação estruturada dos resultados, são essenciais para mostrar como a empresa sustentável age e assume seus compromissos.

Desta maneira, uma empresa sustentável corresponde a uma organização que não é focada apenas no valor econômico que gera, mas também no valor ambiental e social que produz ou deixa de produzir. A geração de valor econômico, ambiental e social pela empresa pode ser considerada criação de valor sustentável.

2.1.5 Desempenho Empresarial Sustentável

Para Hubbard (2009) e Keeble et. al. (2003), existem duas teorias que servem como base de medição de desempenho em uma organização: a teoria de valor ao acionista e a teoria das partes interessadas. Na década de 80, a empresa era vista como pertencente aos acionistas, e usava como medição de desempenho o retorno de investimento para o acionista. Contudo, a partir dos anos 90, iniciou-se um interesse maior das partes interessadas pelas responsabilidades da empresa, como os clientes, fornecedores, governos, indústrias e comunidade local.

Conforme a NBR ISO 14001, não é requerido que uma empresa apresente um procedimento documentado sobre a identificação dos aspectos ambientais, todavia essa é uma prática regular e consagrada no país. Uma sistemática consistente de identificação de aspectos ambientais não documentada, mas verificada quanto sua eficácia, pode ser aceita. Listagens, registros em *software* e/ou mídia específica são os meios mais comuns de evidenciar a atualização de informações no contexto dos aspectos ambientais. Porém, outra maneira pode ser aceita, se ela estiver consistente com o modelo do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implantado.

Sellitto e Walter (2006) afirmam que existem dois interesses distintos ao medir-se o desempenho de uma organização. O primeiro interesse diz respeito ao público externo, compreende-se o mercado acionário, o poder público e os sindicatos de categorias, e é atendido pela contabilidade financeira sob a forma de balanços patrimonial e social. O segundo interesse diz respeito ao público interno, devendo ser atendido por sistemas estruturados de medição de desempenho. Avalia-se, portanto, o desempenho da organização contra as expectativas de uma variedade de grupos interessados, e que têm interesses particulares dos efeitos das atividades da organização. Hubbard (2009), em sua perspectiva de desempenho organizacional, incorpora o valor do acionista, mas reconhece que os acionistas são apenas um grupo de interessados, e apenas relevantes para a organização que emitir ações.

Tinoco; Robles (2006) e Nash (2009) afirmam que o gerenciamento ambiental passa a ser um fator estratégico para o atendimento do desempenho desejado da firma, através de uma análise da alta administração nas organizações, incluindo uma série de atividades a serem consideradas, como: formular estratégias de administração para o meio ambiente; assegurar a conformidade com as Leis ambientais; implementar programas de prevenção à poluição; gerir instrumentos de correção de danos ao meio ambiente; adequar os produtos às especificações

ecológicas; monitorar, como uma vantagem competitiva, o programa ambiental da empresa de encontro ao conceito de excelência ambiental.

Metas exclusivamente financeiras, (como o lucro líquido e a taxa de retorno sobre investimento) que utilizavam sistemas de medições mais preocupados com resultados financeiros do que com outras dimensões de desempenho, não deixaram de ser normais no final da década de 1990, mas a forte competição internacional decorrida da globalização provocou as empresas a reverem seus indicadores globais de desempenho, a fim de responder com precisão aos apelos do mercado. Medições exclusivamente financeiras não são as mais eficazes no controle estratégico de uma organização, mas o somatório desses indicadores financeiros com indicadores intangíveis, como, por exemplo, aprendizado e crescimento, podem apresentar um panorama real da organização, facilitando, assim, as tomadas de decisões a níveis estratégicos (KAPLAN; NORTON, 1997).

Para acompanhar o desenvolvimento de técnicas administrativas, podem ser utilizados indicadores sustentáveis como ferramenta para tomada de decisões a níveis estratégicos das empresas, possuindo diversos elementos que auxiliam na tomada de decisão local, direcionando os esforços em busca da meta global de uma organização. Para Marsden *et. al.* (2010); Keeble *et. al.* (2003), mesmo observando indicadores de sustentabilidade perfeitos para a modalidade de uso, esses podem ser de pouca ou nenhuma relevância se não tiver qualquer influência sobre as decisões a serem tomadas no mundo real.

Para Ciegis *et. al.* (2009); Keeble *et. al.* (2003), os indicadores de desenvolvimento sustentável se caracterizam por: a) relação com políticas; b) a versatilidade; c) a acessibilidade; d) entendimento; e) avaliação qualitativa; f) solidez e eficácia científica; g) sensibilidade de mudança. Os indicadores são ferramentas muito utilizadas para, em termos quantitativos, resumir enormes fluxos de informações e desenvolver mecanismos úteis de retorno, destacando esferas de atuação corretas e esferas que necessitam de mais atenção.

Na verdade, os indicadores de sustentabilidade são utilizados para reduzir a quantidade de inter-relações complexas, convertendo em simples formatação o que torna a avaliação mais compreensível. A noção básica a ser perseguida consiste em analisar de forma detalhada, não somente os indicadores locais, mais os indicadores globais do Índice de Refugos e Retrabalhos, como também explicitar os locais em que eles foram gerados. Esses dados podem, por exemplo, alimentar o Banco de Dados da Empresa, para que as ações de melhorias objetivas possam ser planejadas e implantadas na prática (ANTUNES; KLIPPEL, 2003; KEEBLE *et. al.* 2003).

A abordagem de avaliação de sustentabilidade deve fornecer aos decisores políticos a informação que estiver em maior sintonia com a avaliação dos progressos na consecução dos objetivos de sustentabilidade. Marsden et.al. (2010) afirma que quando se tenta determinar o detalhe, ao invés da retórica dos objetivos da sustentabilidade, encontra-se sua ausência. Se as avaliações de sustentabilidade são concebidas para fazer uma diferença real, os indicadores sustentáveis necessitam de orientações claras. Esses deverão ser determinados em cada escala em que as estratégias serão desenvolvidas, e elas devem ser consistentes. Por exemplo: a soma das reduções de carbono local deve ser igual à expectativa nacional.

2.2 PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

A utilização de processos e de matérias-primas que gerem menos resíduos nocivos ao meio ambiente é considerada essencial para a produção industrial de produtos sustentáveis. Conforme Hagelstein (2009), a utilização de um minério adequado em um processo eletrolítico gerou menos resíduos de um agente nocivo, além da redução do consumo de água durante o processo; e a reciclagem dos materiais após o uso, reduzindo os impactos e a geração de partículas nocivas ao meio-ambiente. Porém, alguns custos foram imputados ao longo da cadeia produtiva decorrentes da mudança no produto e no processo. Para Lima (2010), as mudanças no processo produtivo das organizações podem gerar um redesenho do processo como um todo, influenciando no sistema logístico de distribuição, por meio da redução de resíduos e dos custos, e uma melhoria na utilização dos recursos, que tem por consequência a redução do impacto ambiental durante o ciclo de vida do produto.

2.2.1 Definição de Produtos Sustentáveis

A definição de um produto sustentável está ligada ao modelo de produção utilizado para produzi-lo e aos recursos despendidos, tais como matéria-prima, energia, eletricidade, conhecimento humano e custos. A principal característica de um produto sustentável está ligada à questão de comparação entre os métodos produtivos e ao Ciclo de Vida do produto, portanto ele deve possuir uma estrutura industrial diferente de um produto normal. Isso significa que o comparativo entre seus elementos condicionantes de produção em relação a

um produto não sustentável ocorre através de “valor”, de consumo, de impacto no meio ambiente e/ou de custo, tempo da vida útil e reutilização, re-uso e/ou descarte. (BRUN; HADORN, 2008).

Segundo Chehebe (1997 *apud* LIMA 2010, p. 41), os primeiros estudos relacionados com a Análise do Ciclo de Vida (ACV) ocorreram durante a primeira crise do petróleo, nos anos 70. Nessa crise, o preço do barril de petróleo elevou-se de US\$ 2,23 para US\$ 34,00. O salto foi resultado de um boicote internacional realizado pelos países da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), e acarretou uma crise econômica mundial sem precedentes para a época. Em decorrência disso, algumas organizações iniciaram a busca por alternativas energéticas, e o mundo despertou para a necessidade de melhor compreensão de seus recursos naturais.

De acordo com Curran (1999 *apud* LIMA 2010, p.43), o conceito de Ciclo de Vida tem sido visto, atualmente, não apenas como um simples método para comparar produtos, mas também com objetivos mais amplos, como a sustentabilidade. Assim, com a inter-relação dos sistemas produtivos, que hoje não se limitam às fronteiras geográficas, a metodologia ACV deve se desenvolver a nível internacional.

Para Nash (2009), Brun e Hadorn (2008), a utilização de um rótulo para definir a sustentabilidade na origem da produção de um produto ou serviço já é uma realidade. A chamada rotulagem ecológica é utilizada em produtos e serviços que geram impactos nulos ao meio ambiente, se comparados a outros produtos de mesmo grupo, e leva em consideração os benefícios ambientais e os encargos durante o ciclo de vida dos produtos. Dessa forma, contribui para a utilização eficiente dos recursos e da proteção ambiental.

O que dizer, por exemplo, de um produto que é rotulado como sustentável em seus métodos produtivos em relação a um similar, que possua um ciclo de vida parecido com seu comparativo e cujos métodos de reutilização, reaproveitamento ou reciclagem sejam iguais? É possível, sem um diferencial comparativo no ciclo de vida de um produto nobre após o uso, o definir como produto sustentável? Ou ele seria somente um produto produzido através de um método produtivo mais sustentável que seu similar? A utilização dos mesmos processos de produção na tentativa de produzir produtos sustentáveis acarreta o risco de fornecer apenas melhorias incrementais, retardando, ou até mesmo impedindo, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção sustentável, pois o ideal seria uma mudança revolucionária no paradigma tecnológico atual (GAZIULUZOY et al, 2008).

A relação de custos e benefícios foi muitas vezes usada para medir e comparar produtos sustentáveis com os normais, além de impactos e custos no meio ambiente e na

economia, segundo afirmam Brun e Hadorn (2008). Para Evans et al. (2008), a utilização de indicadores sustentáveis para definir o desenvolvimento de um produto sustentável pode variar de acordo com o setor industrial, além do método de controle que se deseja com esse indicador: custos de produção, consumo de água, eficiência de conversão energética a ser utilizada no processo, emissões de dióxido de carbono na atmosfera, questões sociais, impactos econômicos na comunidade local, reciclagem, reaproveitamento e reutilização de materiais decorrentes de outros processos são alguns deles.

Para Poole et. al. (1999 *apud* LIMA, 2010, p.37), além de se decidir sobre os recursos, pessoas e investimentos financeiros necessários para o desenvolvimento de um novo produto, é no conceito inicial que está a definição dos aspectos ambientais do produto, pois os impactos ambientais de produto devem ser levados em consideração juntamente com outros critérios de *design* tradicionais, como desempenho operacional e econômico.

Cam (2004) ressalta um conflito entre a sustentabilidade e estilo de vida, e isso acontece em dois níveis: na lacuna entre o estilo de vida dos usuários e do ambiente construído intransigentemente; e na não adaptação do usuários ao estilo de vida sustentável, que é definida estritamente em termos técnicos. Esses conflitos decorrem das transformações sociais em resposta aos desafios do desenvolvimento sustentável, e não por vontade do povo, mas sim via abordagem de implementação, de cima para baixo, de técnicas e de tecnologias.

O ambiente construído na visão tecnocêntrica, ao invés de ser mutuamente interativo com a forma como as pessoas vivem, tornou-se mero produto de tecnologia, por meio do qual a solução dos conflitos do estilo de vida baseia-se pesadamente nas abordagens socioeconômicas e nos métodos educacionais de incentivo, para preencher a lacuna entre o estilo de vida e os objetivos do desenvolvimento sustentável, sobretudo quando eles se aplicam ao ambiente construído.

2.2.2 Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis

Segundo Jabbour e Santos (2007), o desenvolvimento de produtos sustentáveis é mais discutido teoricamente do que praticado no dia-a-dia organizacional, uma vez que muitas empresas não possuem uma configuração sensível à gestão ambiental pró-ativa. Por isso, o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (DPS) tende a ocorrer em adhocracias, organizações orgânicas e flexíveis, voltadas para a exploração de oportunidades contextuais emergentes, tal como a dimensão ambiental. Para Pearce (2008), a maioria das pessoas espera que, no começo, um projeto sustentável custe mais, mas que provavelmente poupe dinheiro ao longo do ciclo de vida do produto, devido à redução de resíduos, de maior durabilidade e de custos reduzidos de operação de manutenção.

Organizações que possuem na área de P&D equipes flexíveis e criativas, que se caracterizam por ciclos curtos de desenvolvimento de processos e produtos, e que estão atualizadas com as informações sobre novas tecnologias, podem não só viabilizar a causa sustentável internamente, mas também transformar este *know-how* em atividades de consultoria para outras empresas. Essas características sustentáveis organizacionais são relevantes, já que se acredita que o potencial de melhoria ambiental do produto é definido nas etapas iniciais de seu desenvolvimento, mais do que nas etapas de produção, de logística ou de reciclagem, quando o produto se encontra plenamente determinado e disponível no mercado.

A criação, aquisição e gestão do conhecimento ambiental na organização devem ser analisadas, conforme as proposições de Nonaka e Toyama (2005), buscando-se a melhoria contínua do DPS. As decisões mais importantes concernentes às propriedades ambientais de um dado produto devem ser tomadas durante o seu desenvolvimento. Assim, melhorias ambientais significativas podem ser alcançadas considerando-se as propriedades ambientais como um parâmetro a ser otimizado, juntamente com funcionalidade, ergonomia e custos de produção de um dado projeto (NIELSEN; WENZEL, 2002).

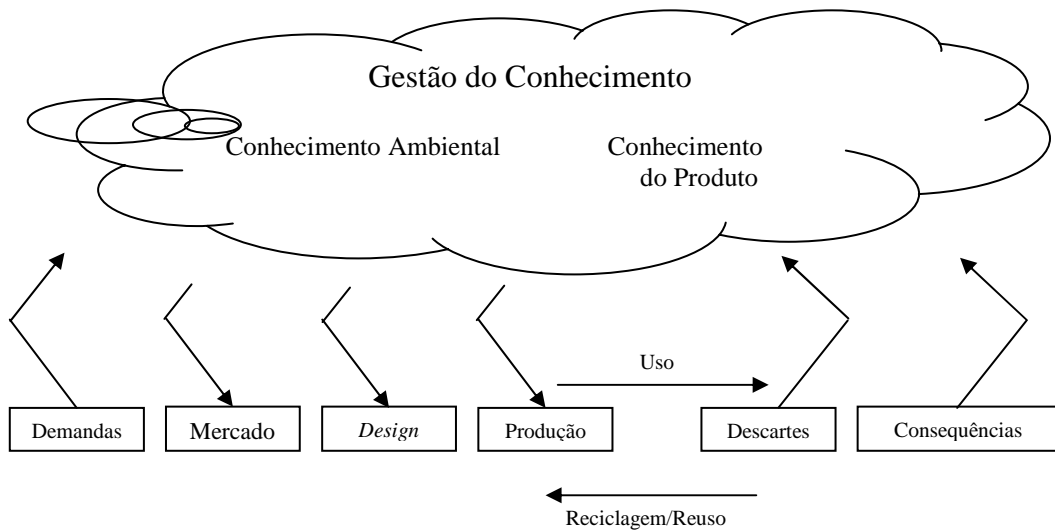


Figura 05- Desenvolvimento de produtos sustentáveis. Adaptado de Jabbour e Santos (2007).

Tingstron e Karlsson (2006) propõem que o DPS seja compreendido por meio das principais fases de seu processo. De forma geral, as demandas dos consumidores ambientalmente conscientes pressionam a empresa a desenvolver um conhecimento ambiental relativo às perspectivas mercadológicas de projeto do produto e de desenvolvimento de processos produtivos, até o lançamento do produto. A utilização do produto e seu consequente descarte geram dois fluxos: o primeiro, dos materiais a serem reutilizados ou reciclados na fase de manufatura; e, o segundo, da análise das consequências ambientais de cada fase, e que fomentam um maior conhecimento sobre o produto.

Conforme Carrillo-Hermosilla; Del Río; Könnola (2010 *apud* LIMA, 2010, p.37), o termo ecoinovação tem ganhado espaço nas organizações no que diz respeito a tecnologia de desenvolvimento de produtos sustentáveis. Entretanto, sua definição ainda é um tanto genérica. Os autores argumentam que é cada vez mais reconhecido que um foco na inovação incremental não é suficiente para atingir as metas de sustentabilidade ambiental. Para eles, a necessidade está em uma inovação radical de tecnologias e de sistemas, isto é, iniciativas integradas de produção sustentável, como produção em um ciclo fechado, podem potencializar as melhorias ambientais em médio e longo prazo, em comparação com modificações de processos e produtos.

2.2.2.1 Ecodesenvolvimento

O eco desenvolvimento é um conjunto de princípios que busca a harmonia entre o desenvolvimento socioeconômico da humanidade e o meio ambiente, de modo que as gerações futuras possam usufruir dos mesmos benefícios da geração atual (SOUZA; SAMPAIO, 2006). A utilização de tecnologias atuais para o desenvolvimento de produtos sustentáveis não deve seguir os mesmos modelos, pois existe uma insustentabilidade vigente no domínio tecnológico atual, em que existe um forte apelo econômico sobre a produção industrial e um baixo nível de preocupação com as relações sociais e ambientais, devendo assim ser criadas inovações tecnológicas para suprir esse desenvolvimento, afirma Gaziuluzoy et. al. (2008).

O *ecodesign* surgiu na década de 1990, na tentativa de reduzir o diferencial tecnológico existente entre os atuais modelos de produção insustentáveis, quando a indústria eletrônica dos EUA procurava minimizar o impacto, decorrente de sua atividade, no meio ambiente. A Associação Americana de Eletrônica (*American Electronics Association*) formou uma força-tarefa para desenvolver projetos com preocupação ambiental e providenciar uma base conceitual que beneficiasse primeiramente os membros da associação. Desde então, o nível de interesse pelo assunto cresceu, e os termos *ecodesign* e *Design for Environment* passaram a ser mencionados em programas de gestão ambiental (BORCHARDT et. al., 2008). O *Ecodesign* pode gerar um produto com requisitos de concepção ecológica, e já é realidade em alguns países europeus, onde existem regulamentações que classificam conjuntos de bens e de serviços que possuam finalidades similares, indicando a significância do impacto da utilização dos mesmos em relação a outros produtos e serviços (NASH, 2009).

Souza e Sampaio (2006) afirmam que para alcançar o ecodesenvolvimento deve-se estabelecer um arranjo institucional local, de modo que se possa planejar e gerenciar os recursos naturais, os saberes das populações e as possibilidades político-institucionais locais, carregadas de conhecimento tácito. O arranjo local deve prospectar os impactos das ações em contexto microrregional, estadual etc., porque se liga a um encadeamento sociopolítico-produtivo-institucional. Para os autores supracitados, o ecodesenvolvimento deve privilegiar quatro postulados, segundo a concepção do pesquisador Ignacy Sachs:

1. satisfação das necessidades básicas das populações;

2. promoção da autonomia de comunidades locais organizadas para que elas tenham gerência efetiva do seu desenvolvimento local;
3. relação simbiótica entre homem e natureza;
4. reconsideração dos conceitos de eficiência e eficácia econômicas.

O ecodesenvolvimento é um modelo ainda incipiente, o que o torna alvo de críticas e de contestações, assim como de esforços de qualificação. A verdade é que ainda é muito recente essa abordagem tecnológica como diferencial competitivo, as contestações ocorrem por falta de informações que atestem a eficiência desse modelo, por isso é importante para uma empresa possuir uma gestão eficaz no que diz respeito ao Ecodesenvolvimento.

2.2.2.2 Gestão de um Ecodesenvolvimento

A gestão para o ecodesenvolvimento consiste em planejamento com visão em longo prazo, com estratégias concretas de intervenção corretiva, baseadas em um novo critério de racionalidade social. Souza e Sampaio (2006) definem pelo menos três princípios:

1. os que são afetados por um projeto de desenvolvimento devem participar do seu processo de planejamento;
2. o planejamento do desenvolvimento deve ser baseado numa metodologia sistêmica complexa, isto é, não setorial;
3. a endogeneidade do local deve ser primada, ora potencializando seus saberes, tecnologias apropriadas; ora externalizando seu conhecimento tácito, interações culturais.

Apesar do compromisso com o desenvolvimento de instalações sustentáveis, algumas organizações estão enfrentando dificuldades com a aplicação do conceito na gestão de projetos sustentáveis (LENNAN; NGOMA, 2004). Em muitos casos, o único método disponível para estimar os custos do projeto sustentável é o de adicionar um fator de contingência para a estimativa de um projeto tradicional, cobrindo, dessa forma, os aumentos previstos nos custos do projeto - materiais e demais custos (PEARCE, 2008).

Para Mikaldo Jr e Scheer (2007), a complexidade dos projetos sustentáveis gerados pela evolução da tecnologia e dos hábitos modernos segmentou as etapas de seu desenvolvimento e prejudicou, ao longo do tempo, a comunicação e a integração das equipes

que tinham o objetivo de proporcionar soluções racionais para as equipes multidisciplinares. Todavia, isso pode formar uma nova cultura, com mudança de paradigma, a fim de atender a necessidade do empreendedor ou usuário final, sem que se perca o foco pela não integração das equipes.

Na abordagem tecnocêntrica, os objetivos sustentáveis são normalmente transformados em princípios e diretrizes, com base nas quais as novas tecnologias e os novos materiais serão descobertos. Essas novas invenções, por sua vez, tornar-se-ão disponíveis em novas estratégias de planejamento e de *design*, mas as revoluções rápidas de tecnologias muitas vezes ultrapassam o desenvolvimento social e o estilo de vida, afetando o planejamento e as estratégias de *design* (CAM, 2004).

As deficiências do planejamento de desenvolvimento de novos produtos sustentáveis encontram-se na dificuldade de implementar soluções aos problemas definidos como estratégicos, que, aliás, são seu ponto forte. A gestão, na prática, ainda não se desvinculou de sua gênese: o próprio planejamento. Embora esteja implícito nas abordagens de gestão que a implantação das soluções dos problemas é tão importante quanto sua elaboração, ainda se enfatiza mais o processo desencadeador de estratégias, ou seja, o planejamento (SOUZA; SAMPAIO, 2006).

Desta forma, Carrillo-Hermosilla; Del Río; Könnola (2010 *apud* LIMA 2010, p. 38) argumentam que o *design sustentável* é uma importante dimensão no planejamento de como melhorar os sistemas existentes e de como criar ou transformar um sistema inteiramente novo, utilizando duas lógicas diferentes de inovação. Assim, uma delas considera que as ações humanas são incompatíveis com o ambiente natural, concentrando-se em minimizar os impactos ambientais; e a outra se concentra em redesenhar os sistemas humanos destinados a reduzir os impactos ambientais das atividades de produção e consumo, quando essas duas perspectivas são combinadas com a natureza incremental/radical de mudança tecnológica e do grau de impacto do sistema. Três abordagens diferentes podem ser propostas para identificar o papel e o impacto dasecoinovações, são elas:

- Adição de componentes (*tecnologia de fim-de-tubo*): são alterações no nível de componentes e reparos, a fim de reduzir os impactos negativos sem necessidade de alterar os processos e o sistema - custos adicionais ocorrerão se a inovação for um componente adicional para o sistema. Essa proposta resolve somente parte do problema, quando existe dificuldade de se alterar rapidamente o processo como um todo, ganhando tempo para o amadurecimento de determinada tecnologia.

- Mudança no subsistema (ecoeficiência e otimização de subsistemas): são reduções nos impactos negativos, criando bens e serviços que utilizam menos recursos, gerando menos resíduos e poluição. O conceito de ecoeficiência prevê ações concretas, orientadas para combinar questões ambientais nos negócios. Infelizmente, seus objetivos são, muitas vezes, considerados insuficientes na medida em que o aumento da eficiência ambiental tende a ser apagado pelo subsequente crescimento.

- Mudança no sistema (redesenho de sistemas para soluções ecoefetivas): são alterações no sistema, em seus componentes e em seus subsistemas, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais sobre o ecossistema e a sociedade como um todo. É tradicionalmente proposta por ecologistas industriais que se concentram na concepção de sistemas industriais que incorporam princípios expostos nos ecossistemas naturais, em forma de ciclo linear, de modo que os recursos se movem através do sistema para se tornarem resíduos para sistemas fechados, ou seja, matéria-prima para novos processos.

Dentre algumas mudanças no subsistema, Corrêa (2010) sugere que a logística reversa pode ser vista como uma oportunidade sustentável de se obter na cadeia de suprimento, pois, quando um produto é desenvolvido e tem que ser remanufaturado, há a perda de valor para a organização, o que é característica de qualquer produto que passe por reprocessamento (há mais custos envolvidos e o preço muitas vezes tem que ser descontado para a revenda). A conclusão é clara: quanto mais ágil é o processo de reprocessamento do produto devolvido, menos valor ele perderá no tempo porque a curva de declividade negativa agirá, reduzindo o valor do produto, por menos tempo.

Isso é verdade para qualquer produto desenvolvido. Entretanto, para produtos com altas taxas de perda de valor no tempo (com curvas muito inclinadas) a perda de valor por demoras no reprocessamento é muito mais severa. Redes reversas mais ágeis podem ter uma estrutura de custo mais alto (argumentando o “degrau” de reprocessamento), mas o custo da demora, para produtos que perdem muito valor no tempo, é geralmente ainda mais relevante, a Tabela 02 apresenta algumas opções do que fazer com o produto após seu uso.

Opção	Operação subsequente
Reuso direto	Reestocagem direta
Retoque/re-embalagem	Limpeza, refechamento
Reparo leve	Restauração do produto para tornar-se novamente funcional, substituição ou conserto de componentes
Reparo com substituição de conjuntos	Substituição de todos os conjuntos, possível mente por versões mais avançadas ou melhoradas
Remanufatura	Manufatura de um novo produto a partir do produto retornado
Canibalização	Alguns componentes e módulos reutilizados em outros produtos, outros refugados
Refugo	Destruição, seleção, reciclagem, disposição

Tabela 02- Opções sobre o que fazer com um produto comercial devolvido. Adaptado de Corrêa (2010).

Por outro lado, para produtos que perdem pouco valor no tempo, o fator tempo de demora não é tão severo e, portanto, pode valer à pena usar redes mais eficientes (mesmo que as demoras sejam maiores) de forma que o “degrau” de perda por manufatura seja menor (já que aqui o custo mais relevante não é o de perda de valor por obsolescência, mas o custo do “degrau” que ocorre sempre que há devolução).

Em empresas que possuem governança em sua cadeia de suprimentos é provável que a própria organização visualize a necessidade ou a possibilidade do desenvolvimento de um novo produto ou processo, podendo assim desenvolver produtos sustentáveis simultaneamente com outras áreas e assim reduzir os tempos e custos de desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado. Porém, em empresas que não possuem governança na cadeia de suprimento, essa necessidade ou possibilidade poderá ser visualizada por seus fornecedores ou seus clientes, pois, como têm maior visibilidade da cadeia, conseguem identificar melhor as necessidades de mudança, como por exemplo, desenvolver uma cadeia de suprimentos sustentável.

2.3 DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO

O interesse em criar um modelo teórico de análise para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, levando em consideração a simultaneidade entre as áreas de desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processo produtivo e o desenvolvimento da cadeia de suprimentos, surge como meta principal desta pesquisa. Para tanto, faz-se necessário definir alguns conceitos individuais de cada um dos citados elementos, a fim de possibilitar a criação do modelo proposto.

Para Salgado et. al. (2009), o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) pode ser considerado um processo de difícil visualização devido à complexidade de sua gestão, a sua natureza dinâmica, a sua grande interação com as demais atividades da empresa e à quantidade de informações manipuladas durante um projeto de desenvolvimento. Desse modo, muitas empresas acabam perdendo oportunidades de melhoria e aprendizagem que facilitariam ou possibilitariam o aumento de capacitação e do desempenho do PDP. Para Shingo (1996) os processos produtivos podem ser melhorados de duas maneiras. A primeira consiste em melhorar o produto em si através da Engenharia de Valor. A segunda consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da engenharia de produção ou da tecnologia de fabricação.

Para Fine (2000), a indústria modular e as estruturas da cadeia de suprimentos tendem a criar concorrência feroz de mercado, dentro de nichos individuais. Essa competição mantém os jogadores altamente focados em sua sobrevivência. No entanto, ao longo do tempo, um abalo típico ocorre, e fortes jogadores, aqueles que conseguem desenvolver uma vantagem em custos, qualidade, tecnologia ou serviço, por exemplo, direcionam os mais fracos. Isto é: uma empresa grande suficientemente pode exercer algum poder de mercado em seu segmento, vê a oportunidade de expandir verticalmente seus negócios, por exemplo, através de um diferencial competitivo, nesse caso a velocidade para desenvolver um produto inovador através da simultaneidade existente entre as áreas de processo produtivo, produto e cadeia de suprimentos.

A expressão “Desenvolvimento Simultâneo de Produtos” se refere à simultaneidade entre as atividades de desenho de produto, de processo de manufatura e aos demais processos de suporte (NUNES; CASSEL, 2008); ao desenvolvimento de projetos de novos produtos, com o apoio simultâneo de agentes em redes de produção; e aos relacionamentos de cooperação interorganizacional, como vantagem competitiva (BOZDOGAN et. al, 1998).

2.3.1 Desenvolvimento de Produto

O termo produto designa um tipo específico de bem com características de tangibilidade, isto é, com existência física. Decorre dessa característica o fato de ele ser um bem que pode ser transportado e armazenado, podendo, por isso, ser consumido em local e momento diferentes daquele em que foi produzido. Distingue-se, portanto, do serviço, que, apesar de ser um bem, é intangível, ou seja, deve ser consumido ou utilizado no momento em que foi produzido.

O produto é o fruto, ou resultado de qualquer atividade ou processo, o produto é composto por uma parte física e outra intangível, que, juntas complementam a oferta total de produtos de uma empresa. A parte física da oferta de produtos é composta de características como peso, volume e forma, além de aspectos de desempenho e durabilidade. A parte intangível da oferta de produtos tanto pode ser o suporte pós-venda, a reputação da empresa, a comunicação destinada a proporcionar informação correta e atualizada (BALLOU, 2006, p.73).

“Produto” pode apresentar definições diferentes para cada segmento industrial, e também para cada autor. Contudo, este trabalho de pesquisa entende como material de análise um produto material de fabricação industrial tangível, que necessita de um processo produtivo para ser materializado como objeto de venda, a fim de obter-se lucro para a organização pesquisada.

Tradicionalmente, produtos e serviços industriais são classificados de acordo com a intensidade de sua entrada no processo de produção. Por exemplo, existem produtos que fazem parte do produto final, como matérias-primas e componentes; existem aqueles usados no processo de fabricação, como instalações e equipamentos; e, ainda, há artigos que não entram diretamente no processo produtivo, como serviços de negócio e suprimentos. Ballou (2006) afirma que essa classificação é valiosa na elaboração de uma estratégia de vendas, mas que não está comprovada sua utilidade como estratégia de distribuição física.

Para Ballou (2006), existe outro conceito tradicional conhecido pelos operadores dos mercados: o ciclo de vida dos produtos; que se relaciona com a queda no volume de vendas imediatamente após o lançamento e às oscilações do volume de pico de vendas. É característico que os produtos sigam um padrão de volume de vendas com o passar do tempo, que pode ser dividido em quatro estágios, conforme apresentado na Figura 06.

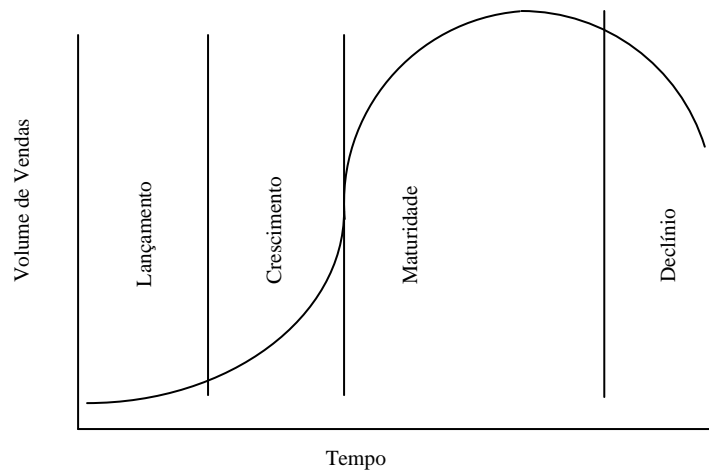


Figura 06- Curva generalizada do ciclo de vida do produto. Adaptado de Ballou (2006).

Se o produto é bem aceito pelo mercado, as vendas tendem a crescer rapidamente, e o planejamento da distribuição física é extremamente complicado nessa etapa. Ballou (2006) afirma que é comum não se dispor de um histórico de vendas para orientar o melhor nível de estocagem em determinados pontos, muito menos o número de locais de estocagem a serem utilizados. Contudo, a disponibilidade do produto vai aumentando rapidamente, em uma ampla área geográfica, para corresponder ao crescente interesse do cliente. O estágio de crescimento pode ser, muitas vezes, bem rápido, seguido por um período mais prolongado, chamado de maturação, no qual o aumento das vendas é lento.

O volume da produção não está mais sujeito a mudanças rápidas, e, assim, pode ser acomodado, quase sempre, aos padrões de distribuição dos produtos existentes, a velocidade necessária para inovação sugere que as empresas executem seus projetos de desenvolvimento de produtos de forma rápida, respeitando suas limitações técnicas e científicas de processo e conhecimento, nesse caso algumas empresas desfrutam da opção de unir-se a outras companhias para desenvolver projetos inovadores de novos produtos.

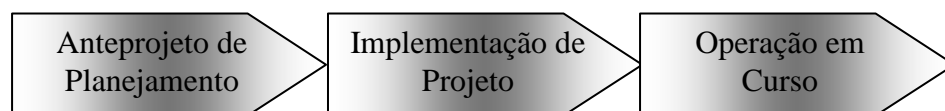
Dittrich e Duysters (2007) utilizaram os conceitos de *Exploration and Exploitation* como diferenciais da *Nokia*, para inovar no setor de telefonia, através de construção de redes de conhecimento e inovação. Como resultado dessa estratégia, a *Nokia* conseguiu reduzir o tempo de lançamento de uma nova tecnologia. Por exemplo, na criação da tecnologia GSM, de 11 anos de pesquisa, com 39 parceiros, e o lançamento da tecnologia de recepção e transmissão de dados WCDMA, em cinco anos de pesquisa, com 52 parceiros, dentre os quais

48 eram novos parceiros distribuídos em todas as partes do mundo, formando uma grande rede de cooperação para o desenvolvimento de conhecimentos e de negócios.

Dyer e Singh (1998) afirmam que a desvantagem individual de uma firma está ligada à desvantagem dos relacionamentos da rede em que está inserida. Human e Provan (1997) entendem que redes que obtiveram resultados positivos foram certamente pelo fato de possuir uma administração forte e centralizada em si mesma. Gulati et. al. (2000) adverte que a conduta e a *performance* das firmas podem ser totalmente entendidas examinando-se o relacionamento entre as elas dentro das redes. Por fim, Ballou (2006) indica que o relacionamento pode basear-se, para sistemas compartilhados de uma aliança estratégica, desde eventos isolados até contratos de longo prazo.

Baseados em pesquisas sobre maturidade organizacional no gerenciamento de projetos, Andersen & Jessen (2002 *apud* SILVA; FARIA, 2006) propõem que a maturidade seja medida através de três dimensões: atitude, conhecimento e ação. Contudo, este trabalho de pesquisa não chegará a avaliar o nível de maturidade em projetos da empresa pesquisada, ficando essa teoria como possível opção para novos trabalhos.

Para Dasgupta e Tam (2005), as fases de vida de qualquer projeto podem ser divididas em:



1. Anteprojeto de planejamento: envolve a criação de projetos, facilitando a mobilização de fundos, a requisição de materiais, o cálculo de custos e a especificação do prazo de conclusão do projeto.

2. Implementação do projeto: incorpora o trabalho físico da implementação do projeto e pode incluir ajustes da estrutura do projeto, sempre que necessário.

3. Operação em curso: inclui a gestão financeira, o planejamento, a prestações de contas, a manutenção da estrutura e a vida útil após o início das operações.

Ao se determinar as funções de um produto, Bostelmann et. al. (2008) afirma que se deve dirigi-las para o suprimento das necessidades dos consumidores, e, ao mesmo tempo, refletir a imagem do usuário. Para Salgado et. al. (2009), uma maneira de evitar uma falha durante a gestão do processo de desenvolvimento de um novo produto está diretamente ligada às constantes mudanças, incorporações de lições aprendidas e melhorias contínuas, pela aplicação de modelos sistemáticos e estruturados para análises do PDP. O lançamento de

novos produtos, segundo Nunes e Cassel (2008), é o resultado de uma série de anseios das organizações, e o desenvolvimento de um novo produto é composto por uma sequência de passos, tal como exposto através da figura de número 07.

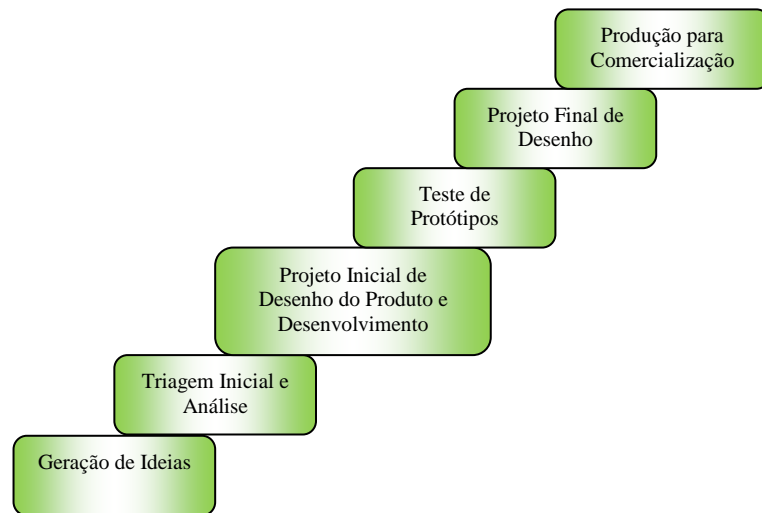


Figura 07- Passos sequenciais do Desenvolvimento de Produtos. Adaptado de Nunes e Cassel (2008).

Enquanto isso, para Hartley (1992), o processo de desenvolvimento de um produto é composto por quatro fases:

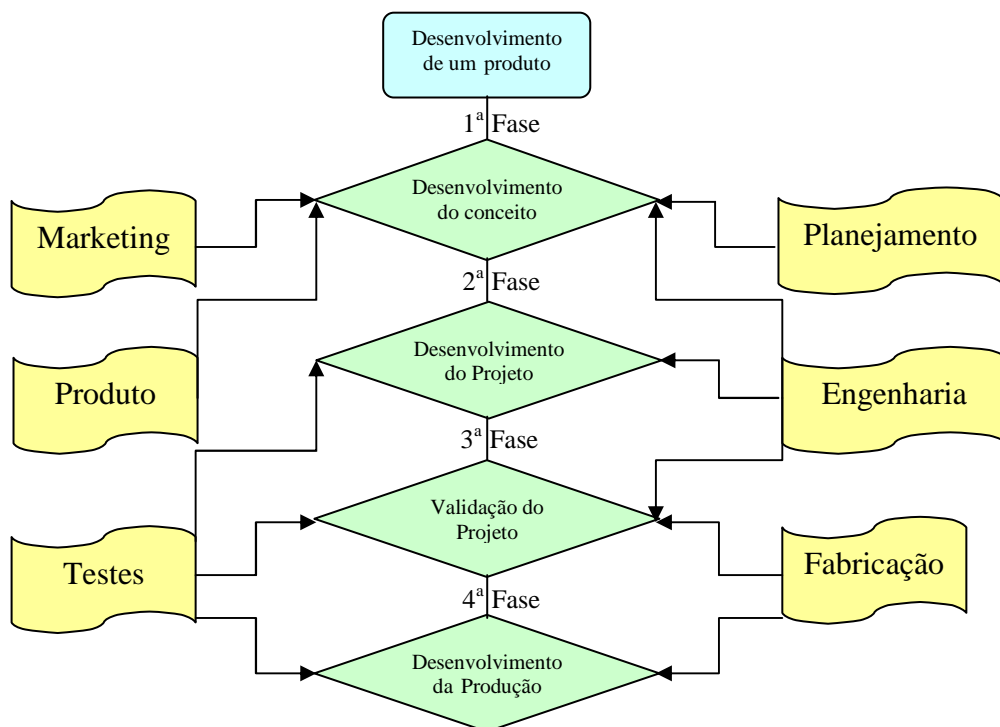


Figura 08- Fases do Desenvolvimento de um Produto. Adaptado de Hartley (1992).

As áreas de *Marketing*, Produto e Planejamento participam do desenvolvimento do conceito; e a área de Engenharia participa do desenvolvimento do conceito, do projeto e da validação do projeto. A área de Testes envolve-se com o desenvolvimento e com a validação do projeto, bem como o desenvolvimento da produção; já a área de Fabricação, participa da validação do projeto e do desenvolvimento da produção (NUNES; CASSEL, 2008). Para Perona e Miragliotta (2004), a engenharia de produto é uma das funções que tem o maior controle em complexidade, isso porque ela representa uma ligação entre *marketing* e produção. Nessa área, dados empíricos permitem investigar o impacto da modularização do produto na melhoria da *performance* e no desenvolvimento de novos produtos.

A literatura pesquisada por Salgado et. al. (2009) mostra que cada autor interpreta o processo de desenvolvimento de produtos por diferentes óticas. Contudo, observa-se que a maioria das fases se repete, e que muitas variam apenas na terminologia adotada. O Quadro 05 apresenta uma visão geral de alguns modelos para o processo de desenvolvimento de produtos (BACK, 1983; ROSENTHAL, 1992; VINCENT, 1989; WHEELWRIGHT; CLARK, 1992; COOPER; EDGETT, 1999; PAHL et al., 2005; ROZENFELD et al., 2006).

	Back (1983)	Vincent (1989)	Rosenthal (1992)	Wheelwright e Clark (1992)	Cooper e Edgett (1999)	Pahl et. al. (2006)	Rozenfeld et. al. (2006)
Pré-Desenvolvimento	-	Ideia	-	-	Ideia	-	Planejamento Estratégico dos produtos
	-	-	-	-	-	-	Planejamento do projeto
Desenvolvimento	Estudo de viabilidade	Estudo Preliminar	Validação da ideia	-	Investigação preliminar	Definição metódica da tarefa	Projeto informacional
	Projeto preliminar	Modelo de Laboratório	Projeto conceitual	Desenvolvimento do Conceito	Projeto conceitual	Concepção	Projeto conceitual
	Projeto detalhado	Desenvolvimento/ Produção/ Engenharia	Especificação e projeto	Planejamento da Produção/ Planejamento do produto/processo	Desenvolvimento	Anteprojeto/ Detalhamento	Projeto conceitual/ Projeto detalhado
	Revisão e testes	Testes	Produção de protótipo e testes	Produção piloto/produção	Testes e validação	Solução	Preparação da Produção
	Planejamento da produção	Produção	Produção				

	Back (1983)	Vincent (1989)	Rosenthal (1992)	Wheelwright e Clark (1992)	Cooper e Edgett (1999)	Pahl et. al. (2006)	Rozenfeld et. al. (2006)
Desenvolvimento	Planejamento do mercado	Lançamento	-	-	Lançamento		Lançamento do Produto
Pós-Desenvolvimento	Planejamento do consumo	-	-	-	Descontinuar o produto	-	Acompanhar produto/ processo
	Planejamento da Obsolescência	-	-	-	-	-	Pós- implementação

Quadro 07- Modelos de referência para o projeto de desenvolvimento de produtos. Adaptado de Salgado (2009).

Para um melhor entendimento das fases existentes em um projeto de desenvolvimento de produtos levantadas por Salgado (2009), vale destacar as fases de Pré-Desenvolvimento, no qual ocorre o primeiro envolvimento das áreas responsáveis por desenvolver produtos em uma empresa, é nessa fase que a geração da ideias acontece, podendo ou não ocorrer de forma estratégica, já na fase de desenvolvimento existe uma análise mais detalhada das potencialidades do projeto em desenvolver tal produto, como também testes de produto de processos produtivos, e lançamento no mercado, na terceira fase, chamada de Pós-Desenvolvimento, ocorre a obsolescência do produto, onde deve-se ter a preocupação de dar encaminhamento do produto após o uso e ou até mesmo encerrar a produção do mesmo.

De acordo com Salgado (2009), as empresas devem estar cientes do relacionamento forte entre o desempenho de novo produto e o desempenho organizacional, pois empresas que são boas em desenvolver novos produtos são as que têm os melhores resultados. Adicionalmente, a análise mostra que as empresas que são boas em lançamento de produtos têm maior probabilidade de obter sucesso no novo produto; isto é

importante para as firmas, além disso, elas precisam conhecer seus concorrentes, ou seja, orientação ao concorrente é ligada com o desempenho do novo produto e do desempenho organizacional. Em outras palavras, as companhias precisam saber quando e porque os clientes compram dos concorrentes e também o que os atrai aos produtos do concorrente.

As pesquisas da Universidade Imperial de Londres podem identificar a necessidade de integração entre as abordagens pragmáticas para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis, em resposta ao método de Desenvolvimento de Produtos e Serviços Sustentáveis (DPSS), que está sendo desenvolvido em conjunto com a indústria e os profissionais. A abordagem DPSS constrói-se em conceitos de ferramentas de investigação existentes na indústria. Para assegurar uma abordagem prática, as iniciativas da indústria têm sido utilizadas no desenvolvimento desse método, por exemplo, na inclusão de Produtos Ambientalmente Superiores (PAS) (MAXELL; VORST, 2003).

Conforme Perona e Miragliota (2004), clientes cada vez mais exigentes são tendências de produção das empresas. Dessas circunstâncias elas não podem escapar, devendo, então, fornecer cada vez mais um *mix*⁹ variado de produtos, com características mais adaptadas às necessidades individuais dos clientes, em termos de características de produtos e de apoio a serviços (SELLITTO; WALTER, 2006). As fontes de competitividade em manufatura passaram a exigir altos níveis de qualidade, confiabilidade e inovatividade em produtos, além de flexibilidade nos sistemas produtivos, abrindo mão da competição baseada exclusivamente na produção em massa e na redução do custo unitário de produtos

O desenvolvimento de um produto com conceito sustentável precisa estar aliado ao ciclo de vida do mesmo. O projeto de desenvolvimento inicia-se com as estratégias para desenvolvimento do produto sustentável, isto irá influenciar e interagir com as formas e os conceitos de *design*, bem como influenciar no *design* final do produto e em seu desenvolvimento técnico (VERONEZE, 2008). No entanto, Sellitto e Walter (2006) explicam que a estratégia de manufatura se subordinará à estratégia de negócios, através da competitividade que a manufatura possa a ele agregar.

⁹ Mix de produção: “sistema de produção de uma empresa que diversifica seus produtos procurando ajustar, da forma mais conveniente possível, à demanda no tempo e espaço (SANDRONI, 2000, p. 400).”

2.3.2 Desenvolvimento do Processo Produtivo

Paiva, Carvalho e Fensterseifer (2004) consideram a estratégia de manufatura em conjunto com as estratégias de pesquisa e de desenvolvimento de *marketing* e vendas, tratando-as como mesoestratégia de gestão da demanda. Os autores entendem que a estratégia de manufatura se subordina à de negócios, através da competitividade agregada pela manufatura, pois esse é o elo que conecta a estratégia de manufatura a de negócios. Ao longo de uma cadeia geradora de valor, a manufatura coordena e gerencia os esforços de produção de produtos e serviços.

O processo produtivo deve ser compreendido como um sistema de atividades que adiciona valor através da transformação de uma série de insumos de entrada em relação à saída de um sistema produtivo. A palavra “sistema” é geralmente utilizada para definir, de forma abstrata, uma situação relativamente complexa que envolva elementos físicos, químicos e biológicos que possam ser caracterizados por intermédio de parâmetros mensuráveis. Para Antunes et al. (2008), os sistemas podem ser compreendidos como um grupo de partes que operam conjuntamente para atingir um propósito comum. Segundo Shingo (1981 *apud* SALGADO et. al., 2009, p. 347), toda produção executada tanto na fábrica como no escritório deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos produtivos transformam matéria-prima em produtos. Operações são ações que executam essas transformações. Esses conceitos fundamentais e sua relação devem ser entendidos para alcançar melhorias efetivas na produção. Para maximizar a eficiência da produção, deve-se analisar profundamente e melhorar o processo antes de se tentar melhorar as operações.

De acordo com (SHINGO, 1996 *apud* ANTUNES et. al., 2008, p.83), os processos constituem-se do acompanhamento do objeto de trabalho (materiais) no tempo e no espaço, no qual as operações constituem-se do acompanhamento do sujeito do trabalho (máquinas e trabalhadores) no tempo e no espaço. Este conceito difere da visão hegemônica existente nos EUA do início do séc. XX, segundo o qual o processo era constituído de um “conjunto” de operações.

A Engenharia de Valor é o primeiro estágio na melhoria do processo produtivo. Ela questiona: “como esse produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação?” Por exemplo, depois da Análise de Valor, dois componentes que eram anteriormente montados com parafusos podem agora ser processados por uma prensa em uma peça única; um produto que costumava ser montado com oito

parafusos pode agora exigir apenas quatro, em um gancho ou lingueta de um produto que costumava ser fundido e usinado pode ser produzido, em vez disso, através de soldagem de placas de aço. No segundo estágio de melhoria do processo produtivo, a questão é: “como a fabricação deste produto pode ser melhorada?” Melhorias relativas a tecnologia de produção envolvem fatores tais como temperaturas adequadas de fusão ou de forjamento, velocidades de corte, escolha das ferramentas apropriadas etc. Melhorias baseadas na Engenharia de Produção podem incluir a adoção de moldagem a vácuo, operação de recobrimento de alta velocidade, secagem instantânea etc.

Para Antunes et. al. (2008) um processo é um fluxo integrado de materiais do início ao final da produção, no qual em alguns pontos esses fluxos irão aparecer elementos diferentes, como, por exemplo, homens e máquinas, trabalhadores de transportes, operadores de máquinas de usinagem e operadores de inspeção. Todos os elementos que constituem a função processo podem ser observados a partir de quatro categorias de análise, tais como:

- processamento ou fabricação – significa as transformações do objeto de trabalho (materiais, serviços e ideias) no tempo e no espaço, por exemplo, usinagem, pintura, mudanças de qualidade do produto, montagens;
- inspeção – significa basicamente a comparação do objeto de trabalho, por exemplo, no que tange a dimensão, composição química, como determinado padrão previamente definido;
- transporte – implica basicamente a mudança de posição ou de localização do objeto de trabalho, na medida em que, em certas situações, o transporte pode implicar em geração de valor para a empresa, o caso dos operadores logísticos, porém o autor utiliza o conceito de movimentação interna aos limites da empresa;
- estocagem ou espera – significa basicamente os períodos de tempo onde não está ocorrendo qualquer tipo de processamento, transporte ou inspeção sobre o objeto de trabalho.

De forma geral, pode-se dizer que um sistema de manufatura recebe um conjunto de entradas materiais, informações, energia etc., a partir das quais os materiais serão fisicamente processados e adquirirão valor agregado pela utilização de um conjunto de elementos complexos (máquinas, pessoas etc.). Isso resultará como saída de produtos acabados, destinados diretamente aos consumidores, ou bens semiacabados, que serão utilizados pelos clientes para fabricar outros produtos acabados (ANTUNES et. al. 2008).

Bilgen et. al. (2008) sugere um balanço de massa que poderá ser elaborado para um conjunto específico de insumos ou processos, ou para todos os insumos e resíduos de uma empresa. O objeto central do balanço aos processos produtivos são os registros dos insumos utilizados na empresa. O balanço de massa é uma equação que se baseia no princípio de que “tudo o que entra terá de sair ou ficar estocado”, dessa forma propõe-se o registro e o acompanhamento dos fluxos de materiais, segundo uma análise de entrada e saída no processo produtivo.

A figura 09 pode ser utilizada para representar um balanço de massa. Por exemplo: em uma empresa de manufatura, tudo que entra no processo, a princípio, deveria ser totalmente transformado em produto final. Contudo, o que acontece, na realidade, é um aproveitamento parcial da entrada de energia, de material e de insumos, além de capital financeiro e de conhecimento humano.

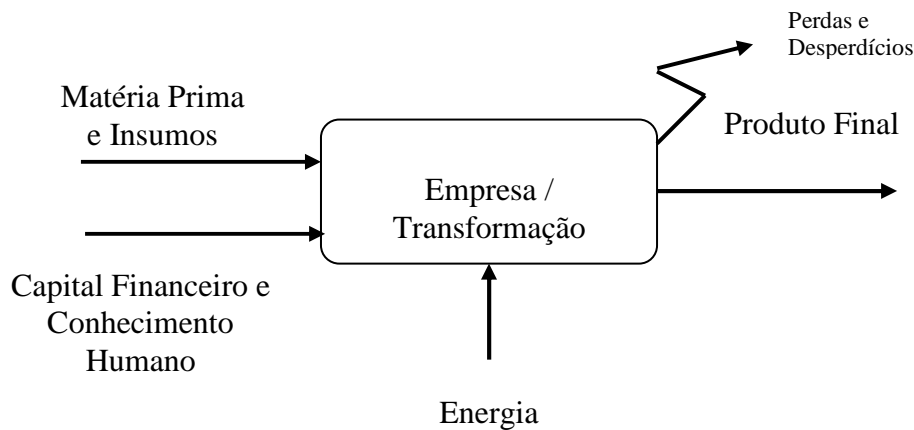


Figura 09- Adaptação do Balanço de massa. Autoria Própria (2011).

Segundo Tinoco e Robles (2006), todos os itens, componentes do processo produtivo, que incluem normalmente matérias-primas, materiais auxiliares, embalagens, água e energia, são mensurados em unidades físicas de massa (kg, t), de volume (l, m³) ou energia (MJ, kWh). O consumo dos diversos insumos no processo produtivo, em nível de centros de custos e de produtos, é comparado com as quantidades produzidas e vendidas, bem como os resíduos e as emissões. O balanço de massa objetiva a melhoria da eficiência na gestão dos insumos em termos econômicos, sociais e ambientais, ou seja, de ecoeficiência, para agregar e avaliar a informação para uma análise desse tipo, o sistema de informação da empresa terá que estar capacitado para fornecer informações sobre as quantidades compradas e consumidas, produzidas e desperdiçadas.

Os sistemas de produção foram construídos com o objetivo de suportar e apoiar, de forma efetiva, o funcionamento dos sistemas de manufatura. Nesse sentido, é possível afirmar que a discussão dos sistemas produtivos, objeto maior da Engenharia de Produção, tende a formar um corpo disciplinar e de raciocínio genérico, que procura atender a toda a gama de indústrias.

O novo paradigma de produtividade sugere métodos que são eficazes na melhoria da produtividade de uma empresa; tanto o *Six Sigma*, programas de qualidade e sistemas de produção enxuta, tem uma abordagem estruturada com *kits* de ferramentas que têm sido utilizados com sucesso por muitas empresas (MEFFORD, 2009). A moderna teoria da produção apresentada por Mefford (2009) é um novo paradigma para gerir, e irá afetar praticamente tudo que uma empresa faz. Essa é a principal razão pela qual poucas empresas foram capazes de replicar o sucesso no resultado de produtividade alcançado pela *General Electric* ou pela *Toyota*. Entretanto, essas barreiras podem ser superadas através de uma gestão comprometida com uma perspectiva de longo prazo.

A utilização de *softwares* melhorados, tais como: *Enterprise Resource Planning* (ERP)¹⁰, *Supply Chain Management* (SCM)¹¹ e *Customer Relationship Management* (CRM)¹²; permitem às empresas ao redor do mundo integrar suas compras, programação de produção, estoque, logística e funções de *design* de produto. Tecnologias, incluindo código de barras e o *Radio Frequency Identification* (RFID)¹³ também contribuíram para seguir o movimento de materiais em uma cadeia de suprimentos. O uso de Tecnologia da Informação (TI), também pode contribuir para melhora da produtividade (MEFFORD, 2009).

Para Mefford (2009), as exigências da produção enxuta e os programas de qualidade, as empresas têm sido capazes de melhorar significativamente a produtividade, através da atualização das competências dos seus trabalhadores. Isso pode ocorrer devido à contratação seletiva, mas também pode ser criada internamente, por uma *job rotation* (rotação dos postos de trabalho), multitarefa, e capacitação de funcionários. Isto não só melhora a moral dos funcionários em geral, mas também pode trazer benefícios substanciais, em termos de maior qualidade do produto.

¹⁰ O ERP automatiza as tarefas envolvendo a *performance* de um processo, através da integração de dados financeiros, a unificação de processos de manufatura e uniformizando as informações de Recursos Humanos.

¹¹ O conceito de *Supply Chain Management* surgiu como uma evolução natural do conceito de logística integrada, representando uma integração interna das atividades.

¹² CRM foi criada para definir toda uma classe de ferramentas que automatizam as funções de contato com o cliente, essas ferramentas compreendem sistemas informatizados e fundamentalmente uma mudança de atitude corporativa.

¹³ RFID pertence a uma ampla gama de tecnologias para a aquisição de dados e de identificação automática.

A abordagem de produção enxuta fornece uma maneira diferente, mas complementar, para melhorar a qualidade, a produtividade e a ênfase em produção. Ela auxilia na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua, combinada com foco estratégico, da qualidade da empresa, assegurando a redução de defeitos. Mefford (2009) acredita que a ênfase está na redução do desperdício de todos os tipos: tempo, espaço, energia, movimento, materiais, estoques e defeitos e impactos ambientais.

Visando melhorar a qualidade de informação ambiental disponível, bem como sua consistência, pode-se definir um sistema regular de acompanhamento. O sistema de informação do balanço de massa permite obter e divulgar, periodicamente: dia/semana/mês/ano; informações financeiras, físicas e qualitativas sobre a origem das entradas de matérias-primas; materiais auxiliares, insumos em geral; produção e saídas de produtos; emissões e resíduos. Esse sistema deve estar vinculado à contabilidade financeira e à contabilidade de custos/gerencial.

Desenvolver um processo produtivo sustentável requer uma visão diferente da tradicional, isto é, uma visão de minimização dos recursos energéticos via adoção de recursos e processos de baixo impacto ambiental (VERONEZE, 2008), redução da emissão de CO₂, consumo elevado de energia (vapor, eletricidade, combustíveis fósseis), além de influenciar na sociedade, através da geração de empregos, distribuição de renda e melhoria dos indicadores econômicos para a empresa, por meio da agregação de valor ao produto final.

Para Sellitto e Walter (2006), a manufatura tem sido influenciada pela expansão da competição global, por mudanças nos mercados tecnológicos e pelo aumento na complexidade e na incerteza do ambiente competitivo. Além do custo e da confiabilidade dos produtos, também a entrega e a capacidade de inovação passaram a influenciar a competição, o que têm modificado as estratégias de manufatura. Ao enfoque industrial exclusivo de eficiência e à automação rígida têm sido agregados enfoques pós-industriais de rápida resposta aos clientes, pois a manufatura deve satisfazer os consumidores e superar aos concorrentes, formulando e perseguindo objetivos de competitividade. Hill (1995) sugere uma classificação de objetivos em: (i) ganhadores de pedidos, que garantem o fechamento de negócios; e (ii) qualificadores, cuja presença não garante, mas a ausência impede o negócio.

2.3.3 Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento

A Logística/Cadeia de Suprimento é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual as matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, que agregam valor ao consumidor. Para Ballou (2006), uma única firma, em geral, não tem condições de controlar integralmente seu canal de fluxo de produtos, da fonte de matéria-prima até os pontos de consumo, mesmo sendo uma oportunidade emergente. A Logística, então, é a área responsável por criar, desenvolver e controlar os fluxos de produtos, de informações e de serviços, desde suas origens até o consumidor final, da melhor forma possível e abrangendo todos os caminhos existentes, cujas modificações ocorrem em decorrência da própria gestão dos mesmos (NUNES; CASSEL, 2008).

A partir de 1950, a Logística começou a ser considerada uma das atividades fundamentais das organizações, tendo a gestão de suas atribuições passada por fases distintas de evolução. Para Ballou (2006), a primeira fase começa na década de 50, e estende-se até meados nos anos 60, tendo sido caracterizada pelo foco na administração de materiais, principalmente em atividades como gestão de estoques, de compras e movimentação de materiais. Nos anos 60, inicia-se uma segunda fase caracterizada pela integração rígida entre as empresas, cujo foco mantinha-se na administração de materiais. No início da década de 80, começa uma terceira etapa, impulsionada em grande parte pelos avanços tecnológicos que permitiram a integração das empresas por sistemas de informação. Na década de 90, essa integração passa a assumir uma função estratégica, a partir de uma visão sistêmica da empresa, incluindo fornecedores e canais de distribuição, e é nesse período que surge o conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management*).

Para Ballou (2006), o gerenciamento da cadeia de suprimento é definido como a coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções de negócios, no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho em longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo. É importante destacar que o gerenciamento da cadeia de suprimentos trata da coordenação do fluxo de produtos ao longo de funções e de empresas, para produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das companhias na cadeia de suprimentos e para o conjunto dos

integrantes dessa mesma cadeia. Parcerias entre membros do canal de suprimentos ocorrem à medida que compartilham informações para o benefício mútuo (BALLOU, 2006).

Dado o potencial para inúmeras configurações alternativas e complexidade da cadeia de suprimentos, é importante notar que qualquer organização pode ser parte de várias cadeias de abastecimento; por exemplo, a *Wal-Mart* pode fazer parte da cadeia de abastecimento para doces, vestuário, *hardware* e muitos outros produtos. Para Mentzer et. al. (2001), o fenômeno da cadeia de abastecimento começa a explicar a natureza da rede que possui múltiplas cadeias de abastecimento. Por exemplo, a *AT&T* pode contratar a *Motorola* para ser um cliente em uma cadeia de suprimentos, um parceiro em outra cadeia, um fornecedor em uma terceira cadeia e, ainda, um concorrente em uma quarta cadeia de suprimentos.

O grande número de relações existentes numa cadeia de suprimentos sugere uma necessidade de coordenação ordenada das práticas a serem adotadas entre os atores nela envolvidos. Relações interorganizacionais podem servir como referência para apoiar e estreitar os interesses de cada um nessa gestão. Esse esforço incansável, devido à complexidade das cadeias de abastecimento, tem causado enorme variação nas relações: a) variedade mais ampla de produtos; b) lotes menores de produção; c) diferentes atores para coordenar a cadeia.

Os ativos relativamente específicos, como conhecimento e partilhas de rotina, capacidade de recursos e governança efetiva são vantagens competitivas para uma firma inserida em uma cadeia de suprimento. Dyer e Singh (1998); Human e Provan (1997) realizaram uma pesquisa em redes americanas da indústria de manufatura de madeira, e acreditam que a estrutura de redes de pequenas e médias empresas, chamadas de SME, facilita as interações entre as firmas que fazem parte da rede, no que tange a competitividade. Os autores indicam que as trocas e a credibilidade organizacional que ocorreram nas firmas que operam em rede não foram percebidas nas empresas pesquisadas no mercado comum.

Para Gulati et. al. (2000) os grupos estratégicos na indústria podem ser identificados baseados na similaridade de produção de produtos e serviços, nas similaridades de tecnologia e de clientes atendidos; e em termos de preços, fabricação e qualidade; entre outras dimensões. O autor também afirma que essas relações podem servir como fontes de oportunidades, mas também de restrições. Geralmente as relações ocorrem em um espaço relacionado com similaridade de ideias entre os atores, e sua estrutura como recurso é a ideia chave de estrutura padrão de firmas com relacionamentos únicos e com potencial para conferir vantagem competitiva.

Para Provan et. al. (2009), a expressão “parceria”, é uma relação composta por nós e laços, representando apenas algumas relações ou ligações de relacionamentos entre os nós: redes de cooperação como *joint venture*, aliança estratégica, colaboração e consórcios, e isso pode ocorrer em uma cadeia de suprimento dependendo de seu arranjo como pode ser visto na Figura 10, disposta na página seguinte.

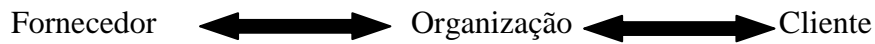


Fig. 10a - Direção da Cadeia de Suprimento

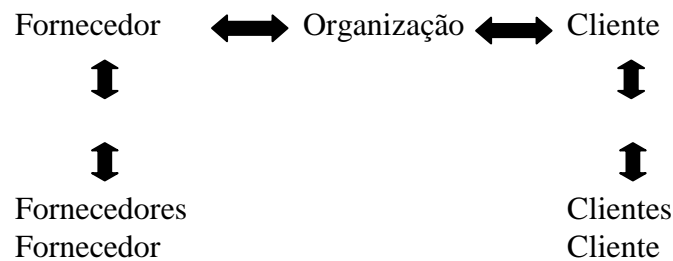


Fig. 10b – Extensão da Cadeia de Suprimento

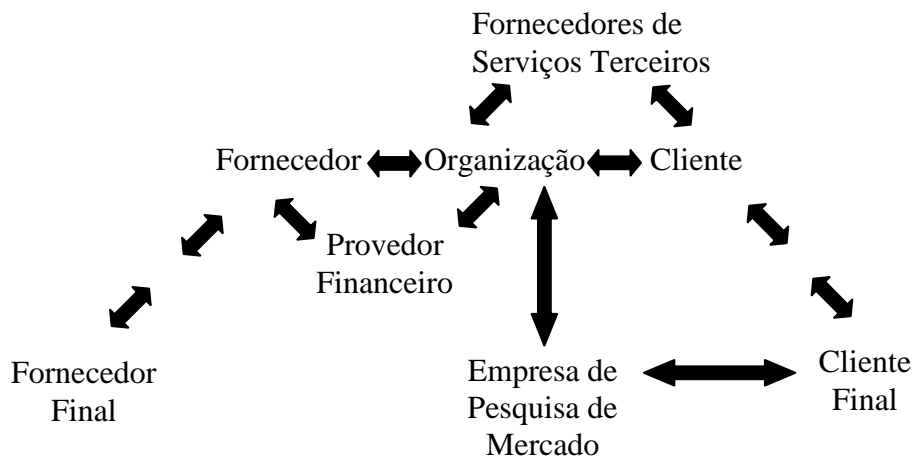


Figura 10 - Tipos de Canais de Relacionamentos. Adaptado de Mentzer et. al. (2001).

Da mesma forma que não há uma só maneira de competir nos mercados, não há uma só maneira de definir a estratégia de rede de suprimento de uma organização. Corrêa (2010) afirma que a formação da estratégia da rede de suprimento deve ser coerente com (e apoiar) a estratégia competitiva da unidade de negócio e, ao longo do tempo, essa coerência deve ser acompanhada e controlada, com ações estratégicas de realinhamento sendo disparadas quando

necessário a fim de melhorar os processos logísticos apontados como possíveis diferenciais estratégicos.

Corrêa (2010) aponta seis etapas de análise para melhoria de processos logísticos, conforme a figura 11.

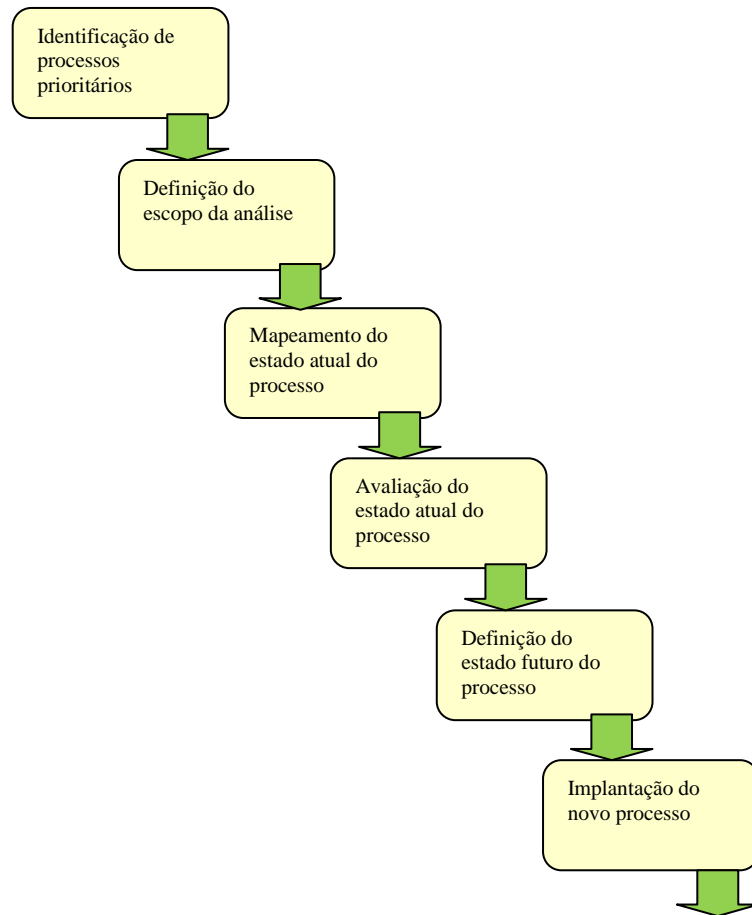


Figura 11- Etapas da análise para melhoria de processos logísticos. Adaptado de Corrêa (2010)

Dos grandes processos que compõem a gestão da rede global de suprimentos alguns merecerão tratamento prioritário, já que podem ser usados vários critérios na escolha dos processos que merecerão maior atenção:

Passo 1 – Identificação de processos prioritários

- *Critério de maior benefício potencial:* segundo esse critério, o processo relacionado aos maiores ou mais frequentes problemas ou os processos que representem o maior potencial de alavancagem competitiva, se bem/melhor desenhados deveriam ser analisados antes. O critério de maior benefício potencial não se adéqua apenas a consertar

problemas. Muitas vezes, estrategicamente, a empresa pretende redirecionar sua atuação; por exemplo, passando a atender um segmento de clientes que seja mais exigente em termos de serviço de pós-venda, por exemplo, a manutenção do produto.

- *Critério de maior probabilidade de sucesso:* quando uma empresa inicia-se na prática de análise e melhoria de processo, muitas vezes o gestor precisa de um *show case*, uma “vitrine” para demonstrar que o esforço de analisar e melhorar processos vale a pena, para obter a aceitação e aprovação de grupos de interesse relevantes. Nesse caso, a escolha de um processo cuja descrição, coleta e análise de dados, redesenho e implantação seja mais simples, barata ou rápida pode fazer sentido. Com uma implantação de sucesso num processo, mesmo que simples, pode-se demonstrar com dados e fatos os benefícios do esforço despendido.

Passo 2 – Definição do escopo da análise de processos

Depois de escolhido o processo a ser analisado, é importante definir bem as suas fronteiras. A visão sistêmica (entrada-processo de transformação-saída) que a análise de processo adota permite que se escolha onde definir o volume de controle a ser analisado, em outras palavras, permite que se escolham quais atividades encadeadas estarão dentro do escopo de análise do projeto de análise e melhoria. O escopo pode ser bastante restrito, até mesmo referindo-se ao trabalho de uma ou poucas pessoas na organização, até bastante amplo, incluindo mais de uma empresa, o que frequentemente é o caso quando se analisam processos em redes de suprimento, os processos podem ser do tipo:

- *Simples:* quando a análise é restrita, a pessoa ou as pessoas envolvidas podem fazer a análise elas mesmas, sem grande necessidade de obter consenso ou ter as opiniões de muitos outros envolvidos.

- *Multifuncionais:* quando a análise cruza as fronteiras funcionais de uma empresa. Nesse caso, é mais adequado envolver na equipe de análise pessoas de todos os departamentos envolvidos.

- *Complexos:* quando muitas funções estão envolvidas e o processo, além da participação dos envolvidos, pode ser necessária a participação de algum *expert* mais experiente, um facilitador, que pode ser interno ou externo à organização. É um erro frequente nas empresas a delegação completa a terceiros (em geral, empresas de consultoria) das atividades de análise e melhoria de processos internos, perdendo a oportunidade de adquirir conhecimento quando as análises são feitas por pessoal interno.

-Multiempresas: em gestão global de redes de suprimento, as análises para melhoria de processo frequentemente não são suficientes para atingir todo seu potencial de melhoria, se as análises forem restritas às fronteiras das empresas componentes. Em redesenhos de processos que pretendam garantir o máximo de sinergia entre as empresas-membros, se as soluções forem do tipo “ganha-ganha”, devem, na maioria das vezes, olhar para processos com um escopo que cruze entre as fronteiras das empresas.

Passo 3 – Mapeamento do processo: conhecendo o estado atual dos processos

Depois de definir qual o escopo do processo a ser analisado, especificando claramente quais serão as suas entradas, seu processo de transformação e suas saídas, o próximo passo é mapeá-lo. Há várias ferramentas simples que podem ser usadas para mapear processos, por exemplo: os diagramas de processos (usados frequentemente para analisar fluxos de manufatura), os fluxogramas funcionais de processo (usados para mapear tanto processos que transformam fluxos de materiais como fluxos de informação); o *service blueprint* (usados para mapear fluxos de clientes e processos de atendimento); e o *value stream mapping* (VSM), uma ferramenta que tem ganhado muita visibilidade e aceitação na análise de processos por empresas que abraçam a filosofia *lean* (produção enxuta).

Passo 4 – Análise do estado atual do processo

Uma vez que o processo em sua situação atual é representado usando uma das ferramentas de mapeamento descritas no passo três, o próximo passo da análise e melhoria do processo é buscar, nos processos mapeados, oportunidades de melhoria. Corrêa (2010) afirma que uma das abordagens mais populares hoje em dia, para analisar processos em redes de suprimento, é a abordagem chamada “*lean*”. Com inspiração no sistema *Just in time* (JIT), desenvolvido pela *Toyota*, no Japão do pós-guerra, o sistema de produção *lean* (às vezes traduzida como “produção enxuta”) é definido como um sistema de produção cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios nos processos.

Passo 5 – Análise do estado futuro do processo

Usando os princípios de ataque a desperdícios da abordagem *lean* descritos no passo quatro, um redesenho do estado futuro faz-se necessário para ilustrar a meta a ser alcançado com a prática planejada.

Passo 6 – Implantação do novo processo

Um novo estado futuro é mais fácil de ser projetado do que ser implantado. A implantação exige não só a dedicação e investimento de recursos significativos, mas talvez mais importantes, em muitos casos, a mudança de atitude das empresas envolvidas, de conflituosa para colaborativa. Para processos completamente novos, como o estabelecimento de uma nova empresa, por exemplo, é possível que seja pulado diretamente para a etapa de estado futuro, desenhado a partir de uma folha em branco. Para o redesenho de processo já existente, por outro lado, as coisas em geral são menos simples e uma abordagem passo a passo deveria ser o caminho mais lógico.

A chave para uma gestão eficaz da cadeia de suprimentos está no entendimento da importância dentro de um processo integrado, no qual, se um parceiro melhora todos os demais da cadeia de suprimentos podem se beneficiar desse resultado. Por exemplo: aumento das vendas devido aos custos mais baixos; melhor *design* de produto e melhor qualidade dos parceiros a jusante; *feed back*, em termos de vendas; e lucros maiores para os parceiros a montante. Menores custos e maior produtividade no *upstream* (parceiro a montante na cadeia de suprimento); e elevação das vendas com maior rendimento para o *downstream* (parceiro a jusante na cadeia de suprimento), criando um ciclo virtuoso (MEFFORD, 2009).

Para tanto há empresas que preferem, ao invés de serem proprietárias da capacidade logística total ou de uma estrutura organizacional logística de grande porte, e ao invés de fazerem acordos com outras empresas sem qualquer outro critério, além daquele da exigência ocasional, compartilhar suas capacidades logísticas com outras companhias, ou contratar atividades logísticas em empresas especializadas no provimento de tais serviços, as chamadas terceirizadas (BALLOU, 2006).

Para alcançar os objetivos desejados, os parceiros da cadeia de suprimento precisam trabalhar juntos para coordenar seus planos de produção e de embarque. Eles também precisam cooperar na concepção do produto para maximizar as vantagens comparativas de cada parceiro e, o mais importante: precisam compartilhar conhecimentos e ajudar uns aos outros para a melhoria da qualidade interna e da produtividade. Envolve-se, assim, extensa cooperação e coordenação a um espírito de confiança, de benefício mútuo e de uso extensivo de tecnologia da informação para facilitar a coordenação.

Fazer parcerias com os membros no cruzamento dos elos do canal de suprimentos tem obtido sucesso sempre que se partilham informações de pontos de venda com fornecedores em melhores condições de planejar níveis de estoques no varejo (controle do estoque gerenciado

pelo fornecedor, ou VMIC) e com planos de requerimentos compartilhados com os fornecedores em sistemas *Just-in-time*. Ballou (2006) afirma que houve sucessos anteriores com planejamento colaborativo em uma organização chamada *Voluntary Inter-Industry Commerce Standards* (VICS), que criou planejamento, previsão e reposição colaborativos (CPFR). CPFR é um programa de troca de informação que inclui previsões, programas de produção, quantidades de pedidos de reposição e prazos de entrega.

O VICS estabeleceu diretrizes para explicar os processos de negócios subjacentes, os de tecnologia de apoio e as questões de mudança no gerenciamento.

O problema do projeto de rede de suprimentos tem aspecto tanto de espaço quanto de tempo. O aspecto *espacial* trata da localização de instalações, fábricas; armazéns e ponto de varejo em um plano geográfico; as questões envolvendo número, tamanho e localização de instalações são determinados pela comparação entre:

- a) custos de produção e de compra;
- b) custos de transporte de estoques;
- c) custos da instalação (custos de estocagem, de manuseio e custos fixos);
- d) custos de transportes ao cliente.

O problema *temporal* no planejamento de rede de abastecimento, para suprir as metas de serviços ao cliente, envolve a manutenção da disponibilidade de produtos em proporções suficiente. O tempo da aquisição do produto pelo cliente é considerado o mais importante, enquanto equilibrar os custos de capital, os custos de processamento de pedidos e os custos de transporte com o cumprimento das metas de serviços aos clientes determinam a maneira pela qual o produto flui ao longo da rede genérica, como pode ser visto na Figura 12 (BALLOU, 2006).

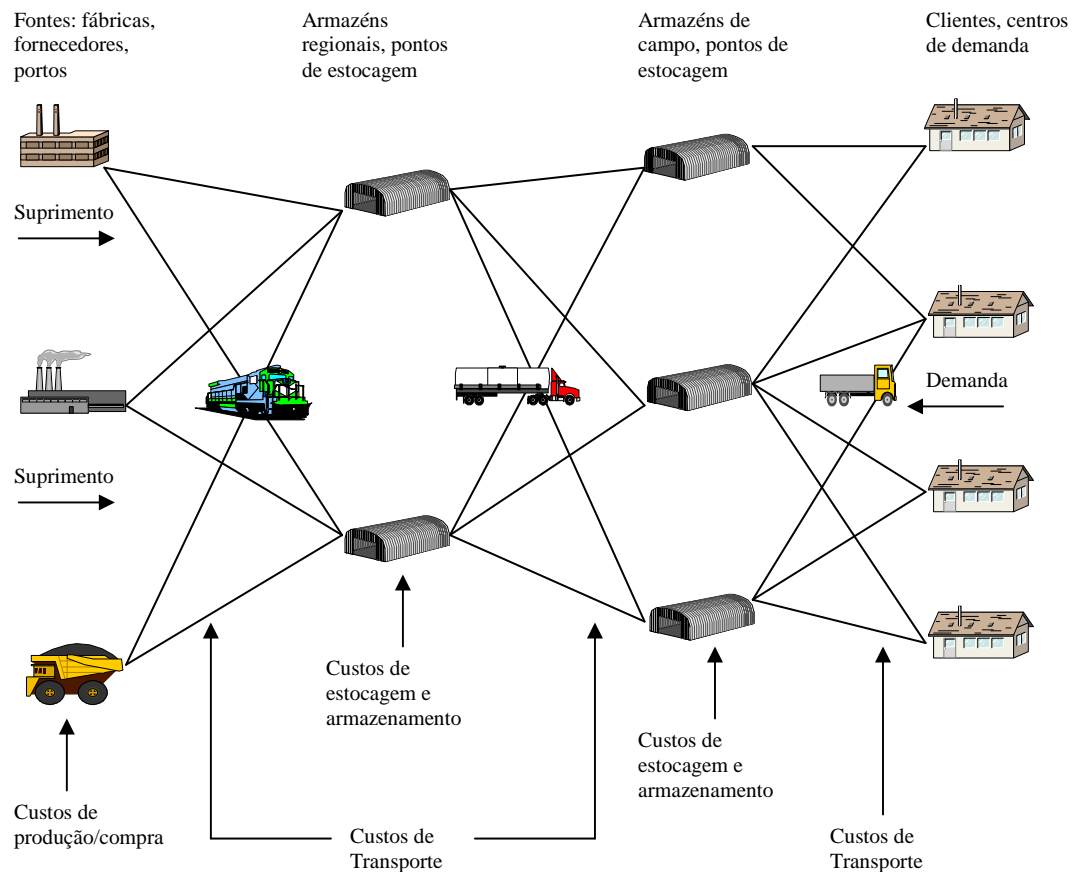


Figura 12- Rede Genérica de fluxo de produtos. Adaptado de Ballou (2006).

Muitas empresas vêm reconhecendo a existência de vantagens estratégicas e operacionais na terceirização da logística. Entre esses benefícios, Ballou (2006) destaca:

- custos reduzidos e menores investimentos de capital;
- acesso a tecnologias novas e a habilidades gerenciais;
- vantagens competitivas como a crescente penetração no mercado;
- acesso incrementado à informação útil para o planejamento;
- redução dos riscos e incertezas.

De todas essas vantagens, a redução potencial dos custos de transporte/distribuição e a liberação do nível de investimentos em áreas não centrais do negócio são as principais. O risco maior para a empresa é a perda de controle sobre as atividades logísticas, com prejuízos capazes de anular as vantagens anteriormente relacionadas.

Uma aliança logística é baseada na confiança, e em um compartilhamento de informações que facilite o desempenho logístico e o cumprimento dos objetivos específicos

necessários para atingir um nível de desempenho logístico melhor do que o viável de forma independente. Contudo, Ballou (2006) adverte que podem existir preocupações por parte dos atores envolvidos na relação; entre elas, destacam-se:

- perda de controle sobre o canal logístico;
- temor de ser “apagado do cenário logístico”;
- crescente preocupação em razão de fracassos logísticos e nenhuma possibilidade de lidar com eles em benefício dos clientes;
- controles adequados inexistentes ou não identificáveis pelos sócios;
- dificuldades em identificar as economias a serem concretizadas em comparação com os custos logísticos atuais dos sócios;
- um sistema de referência que não se adapta ao do sócio, ou que não tem as características necessárias para reduzir a incerteza;
- dificuldade de identificar os benefícios a serem compartilhados, especialmente quando o sócio tem determinado grau de propriedade do sistema logístico;
- grau de confiança ainda insatisfatório em relação ao indispensável para o início do empreendimento pretendido;
- os sócios não são vistos como iguais sempre que as exigências de um deles adquirir precedência sobre as dos outros;
- dificuldade de entender de que maneira confiança, boa fé e cooperação poderão ser atingidas no acordo da forma encaminhada;
- escassez de exemplos sobre a eficiência do funcionamento, em outras corporações, de alianças como a que se está pretendendo estabelecer.

Porém, Ballou (2006) também destaca algumas sugestões de sucesso em relação a uma estratégia de aliança bem sucedida, entre elas, destacam-se a necessidade de:

- estabelecer os atuais custos da cadeia de suprimentos e níveis de serviço como a base para comparar seu desempenho com as Empresas de Contratos Logísticos, chamadas de 3PL;
- desenvolver os indicadores de desempenho necessários e investir na tecnologia adequada para aceitar e para avaliar a informação recebida da 3PL;
- investir o tempo necessário para garantir que você e a 3PL estejam realmente em alinhamento estratégico;

- estabelecer a confiança pelo cumprimento das promessas, prestando atenção nos erros e contornando-os, aceitando, na medida apropriada, a responsabilidade;
- desenvolver capacidades de gestão de relacionamentos, especialmente habilidades estratégicas e de gerenciamento de mudança organizacional, necessárias para a condução das relações com as 3PL;
- fazer a avaliação do desempenho da 3PL em termos de custos, mas busque igualmente mensurar a contribuição da 3PL para o aumento nas vendas;
- ser um bom cliente, tratando a 3PL como parceria, em lugar de vendedora comum;
- comunicar-se aberta e honestamente;
- compartilhar tanto o risco quanto a recompensa;
- reconhecer a equipe da 3PL que estiver trabalhando em seu benefício;
- procurar superar as situações de crise, em lugar de trocar constantemente de provedores;
- explorar os limites do aperfeiçoamento do desempenho na medida em que o relacionamento amadurece.

Alguns gerentes ainda encontram alguns obstáculos em potencial para melhorar a produtividade nas suas empresas, e nas cadeias de abastecimento, provavelmente, o mais comum e difícil de superar seja a resistência organizacional normal à mudança. O desafio é particularmente difícil para a produção de programas mais eficazes para a melhoria da qualidade. A razão é que essas abordagens exigem não só mudanças nas práticas organizacionais, mas também na filosofia de gestão (MEFFORD, 2009). Para Fine (2000), quando uma empresa desenvolve um novo produto e um novo processo de manufatura, ela precisa também de uma nova cadeia de suprimentos, a fim de suprir e distribuir esse produto e a simultaneidade ocorrida entre o desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processos juntamente com o desenvolvimento de uma cadeia de suprimento pode gerar uma vantagem competitiva expressiva no que diz respeito a velocidade de lançamento de produtos inovadores.

2.3.4 Simultaneidade entre as dimensões (produto, processo e cadeia de suprimento)

Em meados de 1980, surgiu a Engenharia Simultânea (ES), com o propósito de atender os elementos de integração das atividades, dos sistemas e da flexibilidade. A ES tem como característica principal a execução das etapas de engenharia em paralelo. Desta forma, tem-se um processo simultâneo, através do qual as etapas de concepção, de desenvolvimento, de industrialização e de produção são trabalhadas de forma integrada, resultando em reduções de tempo e de custos (MERCER NETO; VOLPATO, 2004). Bozdogan et. al. (1998) afirma que os primeiros resultados surgiram nos estágios de exploração dos conceitos e na definição do projeto, gerando inovação na arquitetura de desenvolvimento de produtos.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos constitui-se em uma função estratégica, e a percepção de sua natureza revela as potencialidades de seu desenvolvimento, concomitante ao de produtos e processos. A expressão desenvolvimento simultâneo de produtos se refere à simultaneidade entre as atividades de desenho de produto, processo de manufatura e todos os demais processos de suporte.

A figura 13 ilustra diversas interações entre produto, processo e desenvolvimento da cadeia de suprimentos em atividades. Onde as três ovais se sobrepõem, localizam-se as atividades que precisam ser realizadas simultaneamente, seja bilateral ou coletivamente, entre as três funções. Este diagrama ilustra, ainda, que nem todas as atividades realizadas dentro de qualquer uma das três funções precisam ser realizadas em conjunto com os membros dos outros grupos. Isto é, nem todo o trabalho deve ocorrer em interação interna. Em vez disso, os grupos focais deveriam se preocupar apenas com as tarefas em que as atividades de duas ou três funções se sobrepõem.

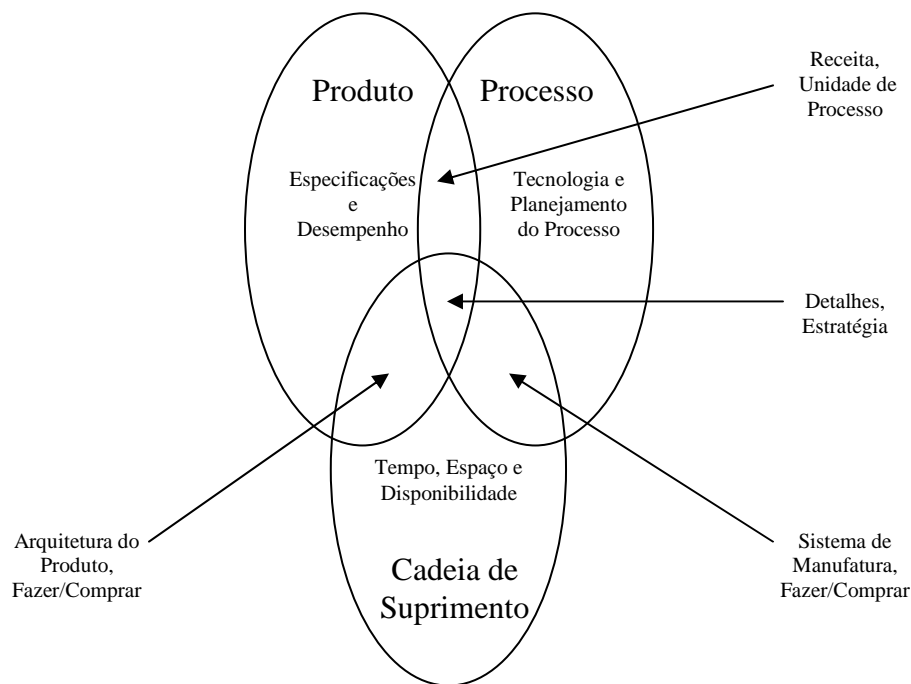


Figura 13- Sobreposição de responsabilidades entre Produto, processo e atividades da cadeia de suprimentos. Adaptado de Fine (2000).

Esta figura divide cada uma das três áreas em desenvolvimento, produto, processo e cadeia de suprimento em duas subatividades:

- desenvolvimento de produto é dividido em atividades de opções de arquitetura (integralidade contra decisões modulares e escolhas detalhadas de *design*), ou seja, desempenho e especificações detalhadas e funcionais para o *design* de produto.
- desenvolvimento do processo é dividido em desenvolvimento de processos da unidade, isto é, tecnologias de processo e de equipamento a ser utilizado e desenvolvimento de sistemas de manufatura. Por exemplo: decisões sobre a planta e projeto de sistemas de operações e *layout*; processo contínuo ou celular.

Esse trabalho de pesquisa utilizará as atividades de sobreposições entre as três dimensões levantadas por Fine (2000), como sendo de vital importância para desenvolver uma cadeia de suprimento competitiva, mas para tanto é necessário entender quais atividades relacionam-se entre essas dimensões através de três sobreposições duplas e uma sobreposição tripla.

Sobreposição entre Produto/Processo: Nessa sobreposição Fine (2000) sugere que as atividades que deveriam ser tratadas simultaneamente seriam as atividades relacionadas a receita do produto, isso é, as características do produto em relação as especificações e desempenhos, em relação a unidade de processo. Ajustes na unidade de processamento seriam realizados entre as áreas de desenvolvimento de produtos e a área de desenvolvimento de processo, através da utilização de tecnologias de processamento e melhorias no planejamento do processo.

Sobreposição entre Processo/Cadeia de Suprimento: O sistema de manufatura seria discutido nessa sobreposição pelas áreas envolvidas, a fim de verificar as condições de investimentos em equipamentos, tecnologias e estrutura, podendo se necessário discutir a viabilidade de se produzir o produto com o ativo da própria companhia ou realizar a compra desse produto no mercado.

Sobreposição Produto/Cadeia de Suprimentos: Nessa sobreposição a arquitetura do produto torna-se a atividade a ser analisada entre as áreas envolvidas, através da definição de formatação do produto, isso é, o produto será montado em um local diferente de onde serão produzidas os subcomponentes, ou a empresa fará todas as etapas de produção e de montagem, e/ou até mesmo realizará a compra de todos os componentes no mercado e realizará somente a montagem do sistema complexo de produto, as características e especificações técnicas de desempenho do produto também serão tratadas nessa sobreposição, a fim de considerar o tempo, espaço e disponibilidade.

Sobreposição tripla entre Produto/Processo/Cadeia de Suprimentos: Nessa sobreposição Fine (2000) define como sendo o momento onde os detalhes do desenvolvimento deveriam ser realizados entre as três dimensões, o autor trata essa sobreposição de forma estratégica, pois é nessa sobreposição em que as três esferas de desenvolvimentos se encontram para verificar os detalhes da estratégia de desenvolvimento, a fim de atender o objetivo do projeto. Este processo foi denominado, por Fine (2000), de Engenharia Simultânea Tridimensional (*Three-Dimensional Concurrent Engineering*).

Figura 14 tenta captar visualmente muitas das ideias do desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento. Pode-se considerar como decisões de arquitetura que são feitas através de discussões dentro do processo e através do produto e do fornecimento de organizações na cadeia. Um refinamento adicional da sobreposição de áreas de concorrência em produto, processo e desenvolvimento da cadeia de suprimentos aparece nessa figura que também destaca o imperativo da concorrência.

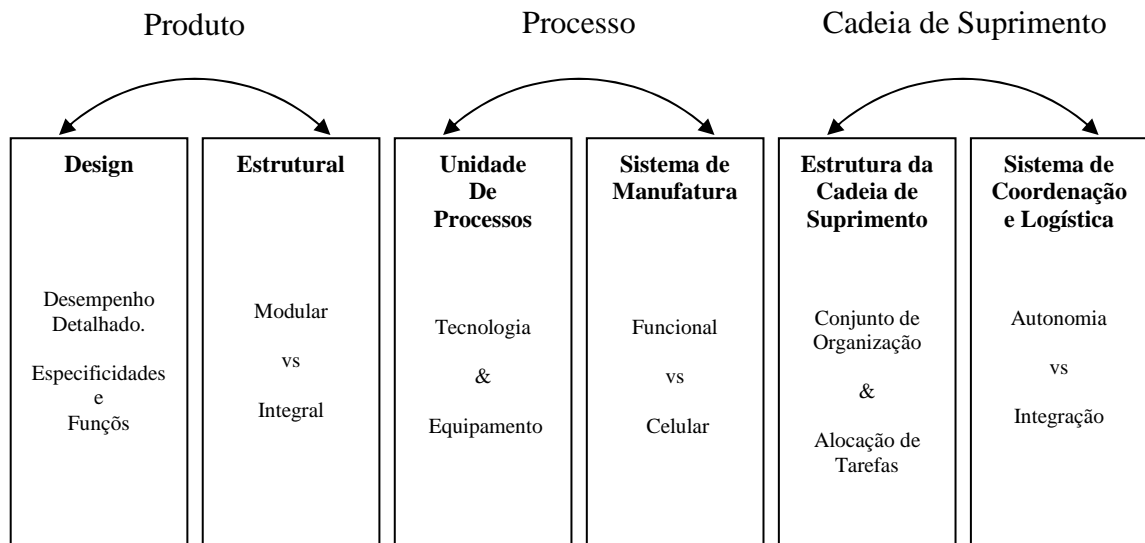


Figura 14- Modelo simultâneo tridimensional. Adaptado de Fine (2000).

O desenvolvimento da cadeia de suprimento está dividido nas decisões estruturais da cadeia e dos sistemas de coordenação e decisão logística. A estrutura de decisão na cadeia de suprimento inclui decisões sobre a possibilidade de fazer ou comprar um componente. As decisões de terceirização, por exemplo, escolher quais empresas incluir na cadeia de abastecimento, e as decisões de contratação, tais como a estruturação das relações entre os membros da cadeia de suprimentos. Logística e decisões de coordenação incluem inventário, distribuição e sistemas de informação para suporte à operação em curso da cadeia de abastecimento.

As decisões de espaço e processo específico caracterizam as definições sobre tecnologia. Já as decisões sobre arquitetura são originárias de definições sobre arquitetura da cadeia de suprimento e de produto, e as estratégias de foco originam-se de decisões sobre sistemas de fabricação, logística e sistemas de coordenação.

A Engenharia Simultânea Tridimensional estende esse conceito a partir de produtos e processos para o projeto simultâneo e desenvolvimento de cadeias de suprimento. Em particular, uma vez que se reconhece o caráter estratégico do projeto da cadeia de suprimentos, sente-se quase que obrigado a integrá-lo com o produto e desenvolvimento de processos. Ao invés de uma solução tão radical, até mesmo como um antídoto para isso, Fine (2000) defende uma alavancagem básica da metodologia organizacional, diversamente referido como engenharia simultânea.

Fine (2000) destaca dois casos de sucesso: um na área tecnológica; outro na área automotiva. A *Intel* elevou-se tão rapidamente quanto qualquer outra corporação na história,

com crescimento na ordem de 30 bilhões de dólares em menos de uma década, período em que construiu fábricas intensivamente e introduziu novos produtos em um ritmo acelerado. Muito de seu sucesso em manter os concorrentes à distância, durante o período de crescimento explosivo, resultou da capacidade de execução, a uma velocidade vertiginosa, de novos produtos e desenvolvimento de processos com novos fornecedores.

A *Chrysler*, década de 1990, pode ser comparada a *Compaq*, década de 1980. Através de um produto modular e de estratégia da cadeia de suprimentos, cada empresa conseguiu perturbar as vantagens de rivais muito maiores, desencadeando eventos que alteraram dramaticamente a estrutura de toda a indústria. Através da visão de Engenharia Simultânea Tridimensional, Fine (2000) destaca os pontos fortes em potencial da estratégia da *Chrysler*. Ao terceirizar o desenvolvimento e a integração de numerosos subsistemas de automóveis, *Chrysler* cortou drasticamente o tempo total e os custos necessários para desenvolver e lançar um novo veículo. Em contraste com muitos dos seus concorrentes, é rápida da concepção até a conclusão do carro. A empresa tem desfrutado de uma boa classificação com os consumidores, sobre as características e *design* desejáveis. Tais projetos permitiram a *Chrysler* cobrar preços *premium* durante a maior parte da década de 1990.

Fine (2000) acredita que o maior interesse pelo projeto da cadeia de suprimentos, como um precursor estratégico para a gestão e o fornecimento da cadeia, só vai aumentar na década de 2010, com indústrias que continuam a acelerar recursos em cadeias de suprimentos, através da substituição e/ou modernização. Ele acredita também que a análise da dinâmica da oferta nas cadeias de suprimento pode fornecer referências para empresas de todos os setores industriais, a fim de avaliar as opções estratégicas em um mundo em rápida evolução industrial.

2.4 ANÁLISES ENTRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DESENVOLVIMENTO SIMULTÂNEO

Para a coesão entre as teorias de Fine (2000) sobre a necessidade de realizar engenharia simultânea em relação a produtos, processos e cadeia de suprimentos, faz-se necessário destacar os elementos condicionantes sobrepostos entre as dimensões “Produto/Processo/Cadeia de Suprimento”, em que se destaca a necessidade de desenvolver simultaneamente: i) a receita; ii) unidade produtiva; iii) a arquitetura do produto; iv) a necessidade de fazer ou comprar; v) definições dos sistemas de manufaturas; vi) os detalhes estratégicos. O Quadro 08 demonstra essa relação a fim de possibilitar a geração de um modelo de análise de desenvolvimento de produtos sustentáveis através da simultaneidade entre essas três dimensões, como uma possível vantagem competitiva.

Responsabilidades	Sobreposições	Análise	Referencial
Produto/Processo	Receita	Verificar se a ideia é sustentável e inovadora; Analisar o Ciclo de Vida do Produto (ACV); Definir uma rotulagem ecológica; Construir modelos pilotos ou protótipos; Redução de custos na geração de resíduos; Investir em eficiências energéticas de produto; Reduzir o consumo de materiais não renováveis.	Encalada e Caceres (2008); Bilgen et. al. (2008); Veronese (2008); Lima (2010); Brun e Hadorn (2008); Nash (2009); Ballou (2006); Bolstelmann et. al. (2008); Nunes e Cassel (2008); Sellitto e Walter (2006).
	Unidade Produtiva	Investimento em tecnologias direcionadas a proteger o meio ambiente; Investimento em tecnologias de produção, na inovação em processos, produtos e tecnologias com foco no meio ambiental; Implantação de operações poupadoras de recurso e de energia; Reduzir os riscos ambientais; Investir em eficiências energéticas de processo; Deve possuir processos produtivos enxutos.	Tinoco e Robles (2006); Schneider et. al. (2010); Veronese (2008); Gaziuluzoy et. al. (2008); Souza e Sampaio (2006); Cam (2004); Shingo (1996); Mefford (2009).

Responsabilidades	Sobreposições	Análise	Referencial
Produto/Cadeia de Suprimento	Arquitetura do Produto	Fácil desmontagem do produto para posterior destinação pós-uso; Novo sistema logístico e de distribuição sustentável; Estrutura industrial sustentável.	Veronese (2008); Lima (2010); Corrêa (2010); Fine (2000); Perona e Miragliotta (2004).
	Fazer/Comprar	Se for comprar (Verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos; Apoio e respeito ao entorno social da empresa; Reconhecimento dos impactos ambientais das operações da empresa; Maximizar a criação de riqueza (ou valor) para o entorno de onde estiver inserida, tendo em vista a maximização do benefício para seus proprietários e /ou acionistas).	Lennan e Ngoma (2004); Donoso (2006); Borchardt et. al. (2008).
Processo/Cadeia de Suprimento	Sistemas de Manufatura	Produção de produtos com qualidade; Uso de tecnologias poupadoras de matérias primas e energia.	Donoso (2006); Veronese (2008).
	Fazer/Comprar	Se for comprar (Verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos; Apoio e respeito ao entorno social da empresa; Reconhecimento dos impactos ambientais das operações da empresa; Maximizar a criação de riqueza (ou valor) para o entorno de onde estiver inserida, tendo em vista a maximização do benefício para seus proprietários e /ou acionistas).	Lennan e Ngoma (2004); Donoso (2006); Borchardt et. al. (2008).

Responsabilidades	Sobreposições	Análise	Referencial
Produto/Processo/ Cadeia de Suprimento	Detalhes Estratégicos	Estratégia voltada para a sustentabilidade; Aumento no valor agregado do negócio; Divulgação de informações acerca do comportamento socioambiental da empresa e de seus impactos no entorno; Oferecimento de preços justos e competitivos; Possuir Responsabilidade Social Empresarial (RSE); Respeitar as Leis, pagar impostos; Busca conjunta de soluções para o entorno; Marketing de responsabilidade social e ambiental.	Tinoco e Robles (2006); Abreu et. al. (2008); Keebble et.al. (2003); Hubbard (2009); Lins (2004); Donoso (2006); Sutton (1997); Gomes (2005); Nash (2009); Corrêa (2010); Bozdogan et. al. (1998); Mefford (2009).

Quadro 08- Análise para o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis através da visão sustentável. Elaborado pelo Autor (2011).

O Quadro 08 apresenta a síntese existente entre a teoria pesquisada sobre desenvolvimento de produtos sustentáveis com a teoria de desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento, sendo possível verificar que as sobreposições possuem análises independentes para cada atividade exercida simultaneamente, como por exemplo:

- Analisar a Receita quanto a: i) se a ideia é sustentável e inovadora; ii) o Ciclo de Vida do Produto (ACV); iii) rotulagem ecológica; iv) modelos pilotos ou protótipos; v) há redução de custos na geração de resíduos; vi) há investimento em eficiências energéticas de produto; vii) há redução do consumo de materiais não renováveis.

- Analisar a Unidade Produtiva quanto a: i) investimento em tecnologias direcionadas a proteger o meio ambiente; ii) investimento em tecnologias de produção, na inovação em processos, produtos e tecnologias com foco no meio ambiental; iii) implantação de operações poupadoras de recurso e de energia; iv) redução dos riscos ambientais; vi) investimento em eficiências energéticas de processo; vii) se os processos produtivos são enxutos.

- Na Arquitetura do produto analisar se: i) é fácil a desmontagem do produto para posterior destinação pós-uso; ii) existe um novo sistema logístico e de distribuição sustentável; ii) se a estrutura industrial sustentável.

- Fazer ou Comprar analisar se: i) se for comprar, verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos; ii) se existe apoio e respeito ao entorno social da empresa; iii) se existe reconhecimento dos impactos ambientais das operações da empresa; iv) se existe a maximizar a criação de riqueza (ou valor) para o entorno de onde estiver inserida a empresa, tendo em vista a maximização do benefício para seus proprietários e /ou acionistas.

- Nos Sistemas de Manufatura verificar se: i) a produção de produtos possui qualidade; ii) se existe o uso de tecnologias poupadoras de matérias primas e energia.

- Em relação aos Detalhes Estratégicos verificar se: i) a estratégia é voltada para a sustentabilidade; ii) existe aumento no valor agregado do negócio; iii) há divulgação de informações acerca do comportamento socioambiental da empresa e de seus impactos no entorno; iv) existe oferecimento de preços justos e competitivos; v) se a empresa possui Responsabilidade Social Empresarial (RSE); vi) se a empresa respeitar as Leis, paga seus impostos; vii) se existe busca conjunta de soluções para o entorno; viii) se existe *marketing* de responsabilidade social e ambiental.

Vale destacar que estas análises são decorrentes da revisão da literatura. Um estudo de caso foi necessário, para confrontar as teorias abordadas até o momento com a prática ocorrida na empresa Braskem S/A, no projeto de “Eteno Verde”, que busca inovar na produção de produtos sustentáveis.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado um panorama geral dos elementos metodológicos empregados na abordagem e no desenvolvimento desta pesquisa, expondo-se a metodologia utilizada para sua construção, que culmina na proposta de um modelo apoio a análise de desenvolvimento de produtos sustentáveis e desenvolvimento simultâneo de produto, processo produtivo e cadeia de suprimento.

Toda pesquisa parte de um conjunto de questões iniciais sugeridas pelo pesquisador.. Estas, construídas com base em um conjunto de dúvidas, visam entender os fenômenos em torno do objeto de estudo. Disso decorrem os esforços à procura de elementos, de dados e de informações sobre eventos relacionados ao fenômeno, no intuito de construir e obter respostas adequadas para os questionamentos iniciais acerca do objeto. A forma utilizada para obterem-se os dados e construir-se as respostas definirá e caracterizará determinada estratégia de pesquisa.

A estratégia de pesquisa empregada no desenvolvimento deste trabalho é uma revisão bibliográfica. Desenvolver a revisão bibliográfica consiste na seleção, leitura, interpretação crítica e análise de textos relevantes ao tema e ao objeto de pesquisa. Na dinâmica formada por estruturação, construção de um método e sua validação qualitativa, discorrer-se-á sobre o estudo de caso na Braskem S/A no projeto “Eteno Verde” em que se busca justificar o objeto e expor sua unidade de análise; explicar-se-á a utilização das entrevistas com facilitadoras, desvelando a unidade de análise; e apresentar-se-ão como os dados da pesquisa foram coletados e analisados. Por fim, abordar-se-á o método de trabalho, com os esclarecimentos sobre as etapas realizadas.

3.1 DELIMITAÇÕES

Por questões de acesso aos dados, processos e produtos, e importância para o setor, este estudo será realizado na Braskem S.A, empresa petroquímica com projetos de sustentabilidade em produtos e processos produtivos. Tem-se como delineamento a apresentação dos elementos condicionantes para formalizar uma estrutura competitiva, satisfatória e sustentável para os padrões atuais de competitividade empresarial. Por isso, uma análise dos processos produtivos e dos seus impactos ambientais, sociais e econômicos na formulação do portfólio será necessária para definir o nível de sustentabilidade que uma planta petroquímica possui.

A pesquisa a ser realizada tomará como referência uma unidade de negócio de uma grande companhia petroquímica brasileira, mais precisamente uma unidade produtiva localizada no 3º Pólo Petroquímico do Sul, em Triunfo R/S, que desenvolve os projetos de novos produtos para as demais unidades de negócios da companhia, através de um conceituado centro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) do setor petroquímico brasileiro. A unidade produtiva escolhida faz parte de um projeto ainda em andamento, chamado de *Eteno Verde*. Ainda em construção, essa unidade produzirá gás eteno oriundo de etanol, fonte renovável da cana-de-açúcar, para a produção de polímero do tipo polietileno e polipropileno, respectivamente. O trabalho prático foi realizado em somente uma empresa, considerada a mais representativa em relação às questões de impacto financeiro (PIB regional), relações com a comunidade local e com a sociedade; relações com a mídia da marca e da imagem em relação ao meio ambiente e com a preservação ambiental.

Dentre os diversos processos de desenvolvimento de produto, este estudo pretende delimitar a área de pesquisa nas etapas de planejamento, produção e comercialização de um produto chamado de sustentável, analisando os impactos de cada etapa em relação à visão sustentável. Esta pesquisa utilizará uma abordagem tecnocêntrica de desenvolvimento sustentável, de Cam (2004), envolvendo três componentes hierárquicos: a) planejamento; b) tecnologia; e c) estilo de vida. Embora a tecnologia detenha um papel central na visão tecnocêntrica, ela oferece muitos benefícios para a sustentabilidade ambiental, planejamento e concepção na construção do ambiente, influenciando em todos os aspectos da sustentabilidade (ambientais, sociais e econômicos). O aspecto de estilo de vida que se refere ao comportamento dos usuários em relação ao ambiente construído implica na tarefa de educar e de orientar o pensamento das pessoas em consonância com os objetivos da sustentabilidade.

Essa pesquisa não tratará especificamente o quão sustentável são os processos de produção do *Eteno Verde*, não será realizado um levantamento dos níveis de maturidades da gestão de projetos, especificamente o desenvolvimento de produtos, tanto *commodities* como inovadores, mas realizará um aprofundamento do modelo empregado para a concepção do projeto como um todo, através da realização de entrevistas com as pessoas envolvidas nas atividades que estruturam um projeto de desenvolvimento de produtos sustentáveis na empresa pesquisada.

As teorias de Engenharia Simultânea (ES) não serão abordadas de forma integral. No entanto, alguns conceitos serão concorrentes com as teorias de desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento, já que são teorias bastante similares. Contudo, as primeiras serão abordadas com foco específico em simultaneidade entre os processos de desenvolvimento de produto, de processo produtivo e de gestão da cadeia de suprimento.

3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A metodologia utilizada caracteriza-se pela abordagem qualitativa de cunho exploratório, tendo como estratégia de pesquisa o estudo de caso. O uso de método qualitativo se justifica porque se buscou, para responder a questão de pesquisa, além da revisão da literatura e das entrevistas com os facilitadores, estudar a aplicação de um modelo empírico de desenvolvimento de produto sustentável, a partir da visão de alguns gestores envolvidos diretamente na questão e através de um estudo de caso. Conforme Godoy (1995 *apud* MOREIRA, 2005), a pesquisa qualitativa busca compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação em estudo. Dessa forma, um encaminhamento do tipo qualitativo pareceu ser o mais apropriado para observar os fenômenos em torno do objeto em questão.

A abordagem qualitativa transforma-se em alternativa eficiente face à complexidade do objeto em estudo, que não se permite ser explicado isolado de seu contexto, dificultando a estruturação de um modelo de relações claras de causa e efeito. Segundo Flick (2004 *apud* DONOSO, 2006), na pesquisa qualitativa o objeto não é reduzido em variáveis únicas, sendo abordado em sua complexidade e totalidade, imerso em seu contexto real.

Com relação à pesquisa aplicada, Andrade (2001 *apud* DONOSO, 2006) aponta que seus objetivos podem ser utilizados como aplicações práticas direcionadas para atender as

exigências peculiares da área em que se situa o problema de pesquisa, por meio do qual se pretende contribuir para fins práticos e procurar soluções para problemas concretos. Essa pesquisa também é baseada em elementos de um estudo de caso indutivo (DODGSON et al., 2006) e formada por informações dos principais veículos de comunicação do Brasil à respeito do desempenho da empresa pesquisada, no que concerne ao *case* apresentado durante o estudo de caso.

Com base em Moreira (2005), justifica-se o fato da pesquisa ser exploratória, embora se tenha desenvolvido uma ampla revisão teórica, não se ratificou que o problema apresentado tenha sido abordado sob a mesma perspectiva. Visto que se qualificou a pesquisa como qualitativa, devem ser esclarecidas as suas limitações, principalmente por se tratar de um estudo de caso único.

A finalidade da pesquisa bibliográfica apresentada foi colocar em contato direto o pesquisador com o que foi escrito sobre o assunto de sua pesquisa. Com isso, propicia-se o exame do assunto sob novos enfoques ou abordagens, permitindo com que o pesquisador chegue a conclusões inovadoras em relação ao tema estudado (SANTOS, 1999 *apud* DONOSO 2006). Para Ruiz (1996 *apud* DONOSO, 2006) a pesquisa teórica tem como propósito ampliar generalizações, definir leis mais amplas, reunir hipóteses, estruturar sistemas, modelos teóricos e relações, definir novas visões sobre o problema de pesquisa e gerar novas hipóteses, fundamentadas em dedução, síntese e reflexão.

3.2.1 Desenho da Pesquisa

O estudo de caso como estratégia de pesquisa, de acordo com Yin (2001), busca investigar de forma empírica um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, e é indicado especialmente para situações em que os limites entre o fenômeno e os contextos não estão definidos de forma clara. Os estudos de caso podem ser utilizados para alcançar diversos propósitos, tais como: realizar descrições e testar teorias ou gerar teorias. A presente pesquisa utilizou o caso exploratório de acordo com a definição do autor supracitado, que considera esse tipo de estudo como aquele que busca explorar situações nas quais não se tem um conjunto claro de resultados.

O estudo de caso como estratégia de pesquisa tem uma vantagem distinta, quando se faz uma questão do tipo “como” ou “por que” acerca de um conjunto contemporâneo de

acontecimentos, a respeito dos quais o pesquisador tem pouco ou nenhum controle. Para Roesch (1999 *apud* MOREIRA, 2005), a adoção do estudo de caso como estratégia de pesquisa é relevante por ser capaz de estudar em profundidade os fenômenos dentro de seu contexto, por ser adequada ao estudo de processos e por possibilitar a exploração de fenômenos a partir de vários ângulos. Em vista disso, optou-se pelo estudo de caso como estratégia de pesquisa pelos aspectos descritos a seguir:

a) ao analisar-se a questão de pesquisa, como desenvolver um produto sustentável levando em consideração um desenvolvimento simultâneo de produtos, processo produtivo e cadeia de suprimento, o estudo de caso parece ser a estratégia de pesquisa mais adequada para tal questão, a partir do estudo aprofundado de estudos teórico sobre os assuntos, visando contribuir com reflexão teórica e pragmática ao tema;

b) conhecer em profundidade todos os elementos relacionados ao desenvolvimento de um produto sustentável, aliado ao desenvolvimento simultâneo de produto, de processo e da cadeia de suprimento.

Conforme Yin (2001) existe alguns preconceitos em relação à estratégia de estudo de caso, dentre eles existe a noção de que os estudos de caso fornecem pouca base para se fazerem generalização científica. Porém, uma resposta para esta questão seria a de que os estudos de caso, assim como os experimentos, são generalizáveis a proposições teóricas, e não às populações ou ao universo. Em vista disso, o estudo de caso não representa uma amostragem; e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística).

Uma vez que se optou pela realização de um estudo de caso, deve-se definir sua unidade de análise, que neste trabalho convencionou-se como sendo o método empírico empregado no projeto de desenvolvimento de produto Verde, mais precisamente o *case Eteno Verde* da Braskem S/A. De acordo com Yin (2001), a definição da unidade de análise e, conseqüentemente, do caso, relaciona-se com a maneira como as questões iniciais da pesquisa foram definidas. Portanto, se tais questões forem especificadas corretamente, a seleção da unidade apropriada de análise torna-se mera consequência.

3.2.2 Estudo de caso

A pesquisa limitou-se à análise de desenvolvimento de produtos sustentáveis na Braskem S/A, não tendo, portanto, como objeto discutir sua aplicabilidade em outras empresas, seja do mesmo setor ou não. Aqui, o estudo de caso vem para amparar o modelo teórico proposto como objeto de análise.

Conforme Donoso (2006) e Vergara (2000 *apud* BALDISSERA, 2003), podem ocorrer eventuais limitações com relação ao método empregado a esta pesquisa, podendo o autor antecipar-se às críticas, explicitando quais as limitações que o método escolhido oferece ao leitor, dentre as quais se apontam as considerações:

a) as formulações e os aspectos elencados no desenho da pesquisa pretendem minimizar as consequências negativas sobre suas próprias propriedades científicas, que são provenientes de eventuais limitações que possa apresentar o método de pesquisa utilizado.

b) a respeito da possível falta de rigor metodológico, o produto da estratégia de pesquisa utilizada privilegiará a aceitação de evidências ou visões oriundas de fontes bibliográficas.

c) a respeito da fragilidade na generalização dos resultados teóricos da pesquisa, cabe argumentar que a presente pesquisa, em sua condição de pesquisa aplicada e exploratória, tem como propósito gerar noções, visões e modelos de caráter exploratório, no intuito de ajudar a delinear e aprofundar uma frente de pesquisa que aborde as temáticas: Sustentabilidade, Produtos Sustentáveis, Desenvolvimento de Produtos, Desenvolvimento integrado de Produto, Processo e Cadeia de Suprimento; permitindo e motivando a continuação de novas pesquisas, a fim de ampliar e agregar novas visões sobre esses temas. Além disso, seu principal resultado será a apresentação de um modelo de análise, em forma de proposta, que possibilite o entendimento e a manipulação de um problema organizacional concreto, não tendo a intenção, e nem condições metodológicas, de se tornar a proposta universal e generalizável a toda e qualquer organização.

d) a respeito da confiabilidade da pesquisa, esta é assegurada através das considerações levantadas na definição de um método de pesquisa, nas estratégias de pesquisa empregadas, no desenho da pesquisa e na estruturação de um método de trabalho para o desenvolvimento da pesquisa, tal como foi exposto no decorrer deste capítulo.

3.2.3 Entrevistas com facilitadores

Ao longo da pesquisa acrescentaram-se, como fonte de dados, as entrevistas com os facilitadores. Tais entrevistas versam sobre as técnicas de aplicação do desenvolvimento de produtos sustentáveis na empresa pesquisada, elaborada pelos facilitadores a partir de subsídios teóricos.

Durante a execução da pesquisa, previa-se a realização de um questionário para ser aplicado nos três níveis hierárquicos da empresa - estratégico, tático e operacional -, a fim de verificar coerências entre as teorias abordadas na revisão bibliográfica com a realidade aplicada no desenvolvimento e na execução do projeto *Eteno Verde*, mas ele foi descartado durante sua validação por especialistas da área de *Design* de produtos da Universidade Unisinos. Uma vez que a questão de pesquisa do presente trabalho busca investigar como se pode elaborar um produto sustentável integrando o desenvolvimento simultâneo de produto, processo e desenvolvimento da cadeia de suprimento, concluiu-se que seria pertinente questionar os facilitadores sobre o modelo utilizado no projeto investigado do estudo de caso. Então, convencionaram-se como unidade de análise das entrevistas com os facilitadores todas as aplicações do método utilizado para desenvolver produtos sustentáveis na organização, até a data das entrevistas¹⁴.

3.2.4 Coleta de dados

A coleta de dados envolveu os dados coletados para o estudo de caso e as entrevistas com facilitadores¹⁵. No estudo de caso, buscou-se coletar dados de diversas fontes, uma vez que Yin (2001) destaca que o uso de diversas fontes de evidência permite ao pesquisador dedicar-se a diversas questões históricas, comportamentais e de atitude. Alguns princípios foram considerados importantes durante a coleta de dados, uma vez que a qualidade do estudo de caso aumenta substancialmente quando esses princípios são incorporados à investigação.

Foram utilizadas várias fontes de evidências convergentes em relação ao mesmo conjunto de fatos ou descobertas; construiu-se um banco de dados formal para o estudo de

¹⁴ A descrição detalhada de como se realizaram as entrevistas com os facilitadores e a análise do conteúdo das mesmas encontra-se no item 4.4.

¹⁵ As diferentes fases da coleta estão explicitadas na seção 3.3, *Método de Trabalho*.

caso; e desenvolveu-se um encadeamento de evidências que demonstra as ligações entre as questões iniciais, os dados coletados e as conclusões finais. Os dados utilizados neste estudo foram de fontes primárias e secundárias (RICHARDSON, 1999 *apud* BALDISSERA 2003); a respeito delas, cita-se:

- fonte primária é aquela que teve relação física direta com os fatos analisados, existindo um relato ou registro da experiência vivenciada. Uma pessoa que observa um acontecimento é considerada uma fonte primária; uma fotografia ou gravação direta desse acontecimento também é uma fonte primária, como é uma reprodução dessa fotografia ou gravação;
- fonte secundária é aquela que não tem relação direta com o acontecimento registrado, senão através de algum elemento intermediário.

Os dados primários foram coletados pelo pesquisador através de entrevistas não estruturadas, conforme APÊNDICE A, e da observação direta de informações apresentadas ao público, através de relatórios de desempenho e de alianças entre fornecedores e clientes. O uso dos documentos buscou corroborar e valorizar as evidências oriundas das outras fontes, pois, como sugere Yin (2001), esse seria seu uso mais importante em estudos de caso.

Foram realizadas quatro entrevistas em profundidade, semi-estruturadas, com uma amostra dos participantes da aplicação do método. Com base em Roesch (1999 *apud* MOREIRA, 2005), observa-se que as entrevistas utilizam questões abertas que permitem ao entrevistador entender e captar a perspectiva dos participantes, e têm como objetivo primário entender o significado que os respondentes atribuem às questões e situações em contextos que não foram estruturados anteriormente, a partir das suposições do pesquisador. Yin (2001) destaca que geralmente as entrevistas são uma fonte essencial de evidências para os estudos de caso, pois, em sua maioria, tratam de questões humanas.

O público respondente da pesquisa foi escolhido de acordo com o conhecimento e envolvimento, tanto durante como pós-projeto, com a intenção de coletar dados primários importantes para a conclusão da pesquisa em si, quatro entrevistas foram realizadas nas áreas de Desenvolvimento de produtos (CT&I) locado na (UNPOL-RS), mais especificamente desenvolvimento de Polietileno Verde; Diretoria de Empreendimentos (DE) locado na (UNIB-RS), setor responsável por validar investimentos; Suprimento locado na (UNIB-RS), responsável pela gestão de contratos e logística dos materiais renováveis; processo locado na (UNIB-RS), setor responsável pela operacionalização da produção, conforme tabela 03.

Setor	Número de entrevistados	Responsabilidades
P&D	01	Pesquisar e desenvolver novos produtos e aplicações em clientes.
DE	01	Realizar projetos e gerenciar investimentos nas áreas apontadas como possíveis oportunidades.
<i>Supply</i>	01	Realizar os contratos e gerenciar o suprimento de matéria-prima renovável.
Processo	01	Realizar ajustes e operacionalizar o processo produtivo como um todo.

Tabela 03- Público entrevistado. Elaborado pelo autor (2011).

Como resultado da aplicação das entrevistas, foi possível realizar uma análise das etapas e fluxo de envolvimento que cada setor pesquisado teve no desenvolvimento do produto pesquisado. Assim, os dados coletados no estudo de caso aparecem sob a forma de transcrições de entrevistas, anotações de campo e de documentos, os quais foram coletados utilizando-se a base de dados da empresa pesquisada e a gravação de entrevistas. Observa-se que as fontes de evidência, o estudo de caso e as entrevistas com os facilitadores demonstraram ser complementares para os fins de análise da pesquisa. Destaca-se, também, que o material pesquisado, tanto o do estudo de caso quanto o das entrevistas com os facilitadores, foi organizado mantendo o conteúdo original das transcrições, permitindo a reprodução das falas dos autores durante a análise dos dados.

3.2.5 Análise dos dados

Vergara (2000 *apud* BALDISSERA, 2003) afirma que o *tratamento dos dados* refere-se à seção em que se explicita para o leitor como se pretende tratar dos dados a coletar, justificando-se por que tal tratamento é adequado aos propósitos do projeto. Nesse sentido, Colauto e Beuren (2003 p. 136 *apud* BALDISSERA, 2003, p.58) explicam:

A análise de dados está presente em vários estágios da investigação científica, tornando-se mais formal após o encerramento do processo de coleta de dados. Os procedimentos analíticos acompanham todo o transcorrer do estudo, desde o momento em que se verifica a pertinência das questões selecionadas ao objeto de pesquisa até as condições finais¹⁶.

Para analisar os dados da presente pesquisa, aproximadamente 4 horas de conversação, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo, tanto no estudo de caso quanto nas entrevistas com os facilitadores. Segundo Godoy (1995 *apud* MOREIRA, 2005), esta técnica é um instrumental metodológico que se pode aplicar a discursos diversos e a todas as formas de comunicação, seja qual for a natureza do suporte. A análise de conteúdo pode ser feita de forma quantitativa, e o que serve de informação é a frequência com que aparecem certas características do conteúdo; ou de forma qualitativa, em que se considera a presença ou a ausência de dada característica, ou de um conjunto de características, em determinado fragmento de mensagem.

A análise de conteúdo não pode ser considerada somente como descritiva, sendo que seu objetivo é de inferência. Conforme Moreira (2005), a descrição é a primeira etapa necessária para a análise, e a interpretação a última fase, sendo que a inferência é o procedimento intermediário, que vem permitir a passagem explícita e controlada de uma à outra. Deve-se salientar que a tentativa do analista é dupla, pois busca compreender o sentido da comunicação como se fosse o receptor normal, e, principalmente, desviar o olhar para outra significação, outra mensagem entrevista, através ou ao lado da primeira.

Tanto no estudo de caso da pesquisa quanto nas entrevistas com os facilitadores, utilizou-se a análise de conteúdo como técnica de análise de dados, objetivando a explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens. No estudo de caso, aplicou-se a técnica na interpretação da transcrição das entrevistas realizadas com a amostra de usuários do modelo de desenvolvimento de produtos sustentáveis. O objetivo da análise de conteúdo do estudo de caso foi examinar o referido modelo, quando empregado na Braskem S/A. Nas entrevistas com facilitadores, aplicou-se a técnica na interpretação da transcrição das entrevistas, e o objetivo da análise de conteúdo foi estudar o modelo utilizado pela Braskem S/A para desenvolvimento de produtos sustentáveis. Através dessas análises, buscaram-se subsídios para desenvolvimento e estruturação do modelo de apoio a análise de Desenvolvimento Simultâneo de Produtos Sustentáveis, a ser apresentado no capítulo 04.

¹⁶ Colauto e Beuren (2003 p. 136 *apud* BALDISSERA, 2003, p. 58).

As análises de conteúdo da presente pesquisa realizaram-se de forma qualitativa. Segundo Bardin (1995 *apud* MOREIRA, 2005), o que caracteriza esse tipo de análise é o fato da inferência ser fundamentada na presença do índice (neste caso, do tema), e não sobre a frequência de sua aparição. A organização da análise de conteúdo possui três fases fundamentais: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados e interpretações.

A pré-análise objetivou a organização, embora ela própria seja composta por atividades “abertas”, não estruturadas. Nessa fase, organizou-se o material e estabeleceu-se o esquema de trabalho, definindo-se os procedimentos a serem adotados. Primeiramente, foram selecionados os documentos que seriam submetidos à análise, constituindo-se um *corpus* (conjunto de documentos submetidos aos procedimentos analíticos). O *corpus* do estudo de caso é composto por documentos apresentados ao mercado, por exemplo, relatórios de sustentabilidade 2009, *home page* da empresa com informações referentes ao *case* e entrevistas gravadas com facilitadores do projeto.

Posteriormente, definiu-se como seria realizada a codificação do material gravado durante entrevistas com os facilitadores. Para Moreira (2005), a codificação é o processo em que dados brutos são transformados e agregados em unidades, permitindo a descrição exata das características pertinentes ao conteúdo. A organização da codificação compreende três escolhas: o recorte, ou seja, a escolha das unidades; a enumeração, isto é, escolha das regras de contagem; a classificação; e a agregação, em que se definem como serão construídas as categorias. As análises realizadas no presente trabalho são essencialmente temáticas, ou seja, são análises dos significados. Portanto, a unidade de registro escolhida foi o tema, ou unidade de significado.

Na fase da exploração do material gravado nas entrevistas, foram cumpridas as decisões tomadas anteriormente. Na fase de tratamento dos resultados, realizou-se a síntese e a descrição, assim como a interpretação do material, buscando-se compreender os fenômenos que estão sendo estudados a partir da perspectiva dos participantes. Para isso, reuniram-se as unidades de significado de cada categoria e organizaram-se textos descritivos sobre a realidade estudada.

3.3 MÉTODO DE TRABALHO

Esta seção procura apresentar a organização geral do trabalho, com o objetivo de facilitar a leitura e o entendimento a respeito do tema abordado na pesquisa, isto é, o desenvolvimento de produtos sustentáveis via desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento.

Realizou-se uma busca em artigos de revistas científicas renomadas nos campos que abrangem Sustentabilidade, Desenvolvimento de Produtos e Gestão Empresarial. A limitação da pesquisa para referencial teórico-científico referentes aos citados campos foi de um período de 10 anos (de 2000-2010), com algumas exceções de cunho diferenciado no que tange à importância do referencial para o trabalho em si. Alguns estudos sobre Sustentabilidade, Desenvolvimento de Produtos e Gestão Empresarial em diferentes campos de aplicações foram descartados por não se enquadrarem a proposta dessa pesquisa.

Com base na leitura dos resumos, foi possível eliminar 60 artigos de diversas revistas especializadas sobre os assuntos. Contudo, cada artigo que cumprisse com a exigência de se concentrar em desenvolvimento sustentável, desenvolvimento de produtos sustentáveis, desenvolvimento de produto, processo, cadeia de suprimento e gestão empresarial, com foco em estratégias de competitividade, foi estudado profundamente, a fim de estruturar cientificamente a revisão teórica. O resumo da pesquisa bibliográfica pode ser visto na tabela 04.

Termo Pesquisado	<i>Journal</i>	Referencial
Desenvolvimento Sustentável	Journal of Cleaner Production	Maxwell e Vorst (2003)
	Journal of Cleaner Production	Nash (2009)
	Journal of Cleaner Production	Nielsen e Wenzel (2002)
	Energy Sources	Bilgen <i>et. al.</i> (2008)
	Journal of Transport Geography	Barr <i>et. al.</i> (2009)
	RAP	Souza e Sampaio (2006)
	International Journal of Sustainable Transportation	Marsden (2010)
	International Journal of Technology Management and Sustainable Development	Cam (2004)
RAP	European Journal of Engineering Education	Tinoco e Robles (2006)
	European Journal of Engineering Education	Segalás <i>et. al.</i> (2008)
	Education	

Termo Pesquisado	Journal	Referencial
Desenvolvimento Sustentável	Issues in Social and Environmental Accounting Civil Engineering and Environmental Systems Can. J. Civ. Eng. Environment Resources Business Strategy and the Environment Environmental Quality Management Springer Science+Business Media Academy of Management Review Poiesis Prax	Aras e Crowther (2008) Gaziuluzoy <i>et. al.</i> (2008) Dasgupta e Tam (2005) Parris e Kates (2003) Hubbard (2009) Tanzil e Belof (2006) Encalada e Caceres (2008) Bansal (2002) Brun e Hadorn (2008)
Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis	Journal of Cleaner Production Califórnia Management Review Renewable and Sustainable Energy Review Journal of the American Planning Association Renawable Energy Civil Engineering and Environmental Systems RAP Ambiente & Sociedade Civil Engineering and Environmental Systems Journal of Cleaner Production RAP International Journal of Tecnology Management and Sustainable Development Can. J. Civ. Eng. Journal of Cleaner Production	Maxwell e Vorst (2003) Preston (2001) Evans <i>et al.</i> (2008) Retzlaff (2008) Yao e Steemers (2009) Pearce (2008) Jabbour e Santos (2007) Borchardt <i>et al.</i> (2008) Gaziuluzoy <i>et. al.</i> (2008) Nash (2009) Souza e Sampaio (2006) Cam (2004) Dasgupta e Tam (2005) Tingstrom e Karlson (2006)
Desenvolvimento de Produto	Journal of Environmental Management R&D Management Revista Produção International Journal of Production Economics Journal of Business Ethics Production and Operations Management The Journal of Product Innovation Management	Hagelstein (2009) Bozdogan <i>et. al.</i> (1998) Sellitto e Walter (2006) Perona e Miragliotta (2004) Keeble <i>et. al.</i> (2003) Fine (2000) Dittrich e Duysters (2007)

Termo Pesquisado	Jornal	Referencial
Desenvolvimento de Produto	Journal of Cleaner Production	Tingstrom e Karlson (2006)
	Revista Gestão e Produção	Salgado et. al. (2009)
Desenvolvimento de Processo	Energy Sources	Bilgen et. al. (2008)
	Civil Engineering and Environmental Systems	Gaziuluzoy et. al. (2008)
	R&D Management	Bozdogan et. al. (1998)
	Revista Produção	Sellitto e Walter (2006)
	Journal of International Management	Mefford (2009)
Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Production and Operations Management	Fine (2000)
	RAP	Souza e Sampaio (2006)
	R&D Management	Bozdogan et. al. (1998)
	Revista Produção	Sellitto e Walter (2006)
	Production and Operations Management	Fine (2000)
	Journal of Business Logistics	Mentzer et. al. (2001)
Gestão Empresarial	Journal of International Management	Mefford (2009)
	Financial Executive	Hespeinheide et. al. (2010)
	Journal of Business Ethics	Keeble et. al. (2003)
	RAP	Tinoco e Robles (2006)
	Academy of Management Review	Hart (1995)
	Califórnia Management Review	Florida (1996)
	Progress in Development Studies	Lennan e Ngoma (2004)
	Journal of Cleaner Production	Schneider et. al. (2010)
	Energy Sources	Bilgen et. al. (2008)
	Business Strategy and the Environment	Hubbard (2009)
	Revista Produção	Sellitto (2006)
	Journal of Cleaner Production	Nash (2009)
	Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics	Ciegis et. al. (2009)
	Academy of Management Review	Dyer e Singh (1998)
	Academy of Management Journal	Human e Provan (1997)
	Strategic Management Journal	Gulati et. al. (2000)
	Academy of Management Journal	Brass et. al. (2004)
	Journal of Management	Provan et. al. (2007)
Industrial and Corporate Change	Nonaka e Toyama (2005)	

Tabela 04 - Pesquisa Bibliográfica. Autoria Própria.

A tabela 04 refere-se somente ao material teórico adquirido na pesquisa bibliográfica de revistas técnicas especializadas. Livros, *home pages*, anais e congressos também foram

utilizados, porém, embora tenham sido desconsiderados para a pesquisa bibliográfica acima mencionada, foi de grande importância como apoio bibliográfico à realização do trabalho. Analisando o referido levantamento, é possível verificar o volume de material utilizado durante a pesquisa, conforme registrado na tabela 05.

<i>Journal</i>	Número de Artigos Utilizados por <i>Journal</i>
Journal of Cleaner Production;	05
Academy of Management Review; RAP;	03
Academy of Management Journal; Civil Engineering and Environmental Systems; California Management Review; Revista Produção;	02
Ambiente & Sociedade; Energy Sources; Journal of Transport Geography; International Journal of Sustainable Transportation; International Journal of Technology Management and Sustainable Development; European Journal of Engineering Education; Issues in Social and Environmental Accounting; Can. J. Civ. Eng.; Environment Resources; Business Strategy and the Environment; Environmental Quality Management; Springer Science+Business Media; Poiesis Prax; Renewable and Sustainable Energy Review; Journal of the American Planning Association; Renewable Energy; Journal of Environmental Management; R&D Management; International Journal of Production; Journal of Business Ethics; Production and Operations Management; The Journal of Product Innovation Management; Journal of International Management; Journal of Business Logistics; Financial Executive; Progress in Development Studies; Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics;	01

<i>Journal</i>	<i>Número de Artigos Utilizados por Journal</i>
Strategic Management Journal; Journal of Management; Industrial and Corporate Change; Revista Gestão e Produção	01
38 jornais	48 artigos

Tabela 05 - Resumo do Referencial Bibliográfico. Autoria Própria.

Foram coletados dados referentes à potencialidade de uma empresa petroquímica brasileira que atua fortemente em pesquisa e desenvolvimento de produtos sustentáveis, para melhorar a compreensão dos conceitos científicos e da prática utilizada no campo estratégico empresarial.

Para estruturar as teorias e os conceitos abordados ao longo da pesquisa, fizeram-se necessárias, também, as etapas:

- análise dos dados primários de domínio público da companhia para verificação da potencialidade de pesquisa na empresa escolhida;
- aplicação de entrevistas em um público diferenciado da empresa pesquisada, envolvidos diretamente de forma estratégica sobre o desenvolvimento de produtos sustentáveis;
- análise dos dados coletados após as entrevistas;
- síntese entre os dados coletados, a fim definir um modelo estrutural competitivo para o desenvolvimento de produtos sustentáveis no setor petroquímico brasileiro;
- discussões;
- conclusão e propostas de trabalhos futuros.

Visando explicitar essas etapas, apresentar-se-ão, via figura 15 (próxima página), as fases desenvolvidas durante a pesquisa:

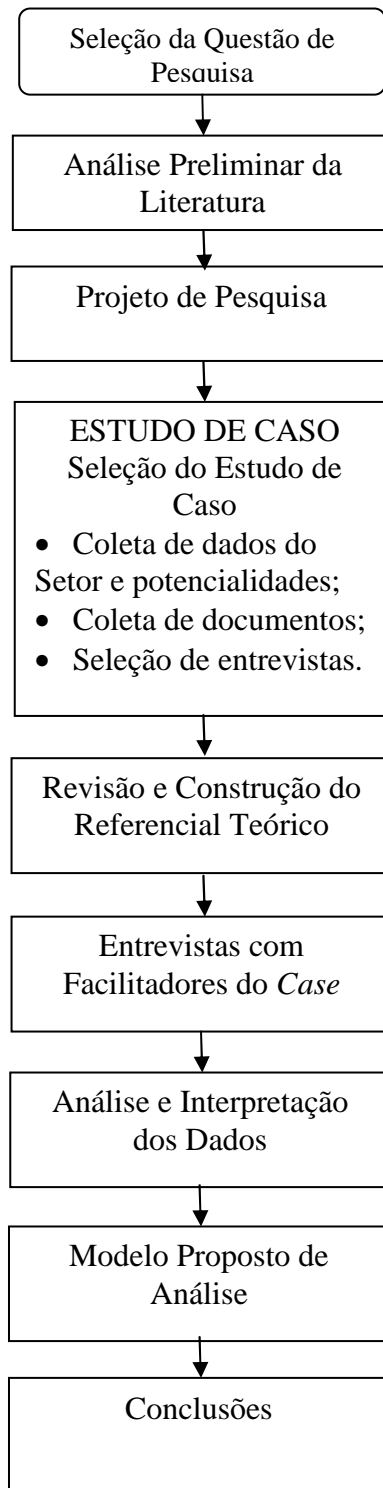


Figura 15- Etapas de Pesquisa. Elaborado pelo autor (2011).

A seleção da questão de pesquisa vai de encontro ao atual momento econômico, que difere como questão competitiva a produção de produtos sustentáveis. Ao realizar a análise preliminar da literatura ficou clara, através do volume de trabalhos científicos no campo de desenvolvimento de produtos sustentáveis, que o assunto ainda é pauta para novas pesquisas.

4 ESTUDO DE CASO

O recente cenário da petroquímica é caracterizado por mudanças estruturais, que vão desde a criação de novos complexos petroquímicos até a formação de novos grupos globais, constituídos por alianças estratégicas, aquisições, fusões e/ou incorporações. A busca por disponibilidade de matéria-prima, competitividade de custos e presença em grandes mercados consumidores de *commodities* tem impulsionado a reestruturação do setor a nível mundial.

4.1 O SETOR PETROQUÍMICO

A história da petroquímica no Brasil começa no início dos anos 50, quando um novo produto passou a ter uma demanda intensiva no Brasil: o plástico. Em meio ao clima desenvolvimentista e modernizador do período, o consumo crescia rapidamente, sinalizando a necessidade de estabelecer uma indústria nacional capaz de atendê-lo. Até então, o país supria suas necessidades com importações. Hoje, os principais pólos petroquímicos integrados às centrais de matérias-primas são: Pólo de Capuava (SP), Pólo de Camaçari (BA), Pólo de Triunfo (RS) e Pólo de Duque de Caxias (RJ). Um novo pólo vem sendo desenhado pela Petrobras, com operação prevista para 2014, é o Comperj – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro.

O pólo de Capuava foi o primeiro pólo petroquímico no Brasil, também conhecido como pólo petroquímico do grande ABC. Ele iniciou as atividades em 1972, e foi viabilizado via capital privado de um grupo empresarial de São Paulo (Grupo União) com parceria do governo e de capital estrangeiro, modelo que ficou conhecido como “modelo Tripartite”. O capital estatal foi representado pela *Petroquisa*, subsidiária da Petrobras para o setor petroquímico. O capital estrangeiro foi importante para agregar tecnologia. Hoje, o Capuava é composto por indústrias que produzem petroquímicos para a fabricação de resinas termoplásticas, borrachas, tintas, entre outros.

O pólo de Camaçari foi o primeiro complexo petroquímico planejado do país, e iniciou suas operações em 1978, graças, também, ao “modelo Tripartite”. É composto por indústrias que produzem petroquímicos para a fabricação de resinas termoplásticas, fertilizantes,

metalurgia do cobre, entre outros. A central petroquímica é responsável pela produção de 1.280 mil toneladas de eteno¹⁷, produto extraído do petróleo.

Depois da Bahia, o pólo de Triunfo foi o 3º pólo petroquímico como base na Nafta, produto originário do petróleo, a ser construído na década de 70. A central de matérias-primas do pólo de Triunfo, atual Braskem Insumos Básicos, começou a operar em 1982. Atualmente, o pólo de Triunfo tem capacidade produtiva para 1.240 mil toneladas de eteno.

O primeiro complexo industrial gás-químico integrado foi constituído em Duque de Caxias, no Estado do Rio de Janeiro. As operações foram iniciadas em 2005, e a unidade de craqueamento do gás tem capacidade de produção anual de 520.000 toneladas de eteno. O complexo petroquímico do Rio de Janeiro, por enquanto, é um megaprojeto concebido pela Petrobras, com investimento de mais de US\$ 8 bilhões de dólares, e será peça principal para o pólo do Sudeste. Previsto para entrar em operação em 2014, o Comperj aumenta a capacidade nacional de refino de petróleo pesado, além de produzir 1,3 milhões de toneladas anuais de eteno, 880 mil toneladas de propeno¹⁸, também produzido através da destilação da Nafta¹⁹, além de outros derivados petroquímicos.

4.1.1 Mercado Petroquímico Mundial

A capacidade mundial de eteno e de hidrocarboneto extraídos do Petróleo está em torno de 130 milhões de toneladas/ano, concentrando-se na Ásia, seguida pela América do Norte, Europa e Oriente Médio. A disponibilidade e a expressiva vantagem do custo de matéria-prima no Oriente Médio têm levado à implantação de grandes complexos industriais na região.

Até 2014, espera-se a entrada de 25 milhões de toneladas de eteno no mercado, concentradas no Oriente Médio e na Ásia, continente em que a China tende a ser o destaque, respondendo por 1/3 do crescimento da região - estima-se que 9,5 milhões de toneladas em todo o mundo sejam fechadas até a referida data. Nos mercados desenvolvidos, como Estados Unidos, União Européia e Japão, não há previsão de grandes investimentos. O movimento observado nessas regiões é de hibernação e/ou fechamento de plantas pouco competitivas, o

¹⁷ Hidrocarboneto não saturado, gasoso, incolor, etileno (FERREIRA, 2009, p. 842).

¹⁸ Substância gasosa, alceno com três átomos de carbono usado na petroquímica para a produção de polímeros, propileno (FERREIRA, 2009, p. 1642).

¹⁹ Fração de destilação do petróleo constituída por hidrocarbonetos com baixo ponto de ebulição (FERREIRA, 2009, p. 1383).

que deverá fazer com que, no futuro, esses países se transformem em importadores líquidos de produtos petroquímicos. As indústrias petroquímicas da Ásia e da Europa têm como matéria-prima predominante a Nafta, produto extraído do petróleo (principal fonte de matéria-prima), e respondem por quase 60% da produção de eteno mundial; o Oriente Médio e a América do Norte empregam o gás natural; na América do Sul há ligeira predominância de Nafta, em função do peso da petroquímica brasileira, que a utiliza como fonte principal na produção de eteno.

As taxas de operação refletem o balanço de oferta e de demanda, caracterizando o ciclo de alta e de baixa da indústria petroquímica. Normalmente, a tomada de decisão de novos investimentos ocorre em períodos de alta do ciclo, nos quais as margens da indústria estão mais atrativas. Em decorrência do tempo de maturidade do investimento, e pelo fato das plantas possuírem uma escala mínima de viabilidade econômica, quando as novas plantas começam a operar há um excedente na oferta no curto/médio prazo e, por consequência, há queda nas taxas de operação.

No mundo, a produção anual de resinas polipropileno (PP), polietileno (PE) e PVC, resinas termoplásticas, é de aproximadamente 180 milhões toneladas/ano, sendo a Ásia a principal região produtora, seguidos por Europa e Estados Unidos. Estima-se que, até 2014, ocorra um aumento de capacidade na ordem de 40 milhões toneladas/ano, impulsionada principalmente pelo crescimento de polietilenos (PE), com concentração no Oriente Médio e na Ásia (principalmente na China). Por outro lado, estimam-se fechamentos de ativos com aproximadamente 11 milhões de toneladas, em especial, na Europa e nos Estados Unidos. O continente Americano é o responsável pela produção de aproximadamente 45 milhões de toneladas/ano de resinas (PE, PP e PVC), correspondendo a 25% da produção mundial.

Comparando aos principais *players* petroquímicos, a Braskem destaca-se na 3ª posição, com produção anual de 3.621 mil toneladas/ano, como pode ser constatado no gráfico 03.

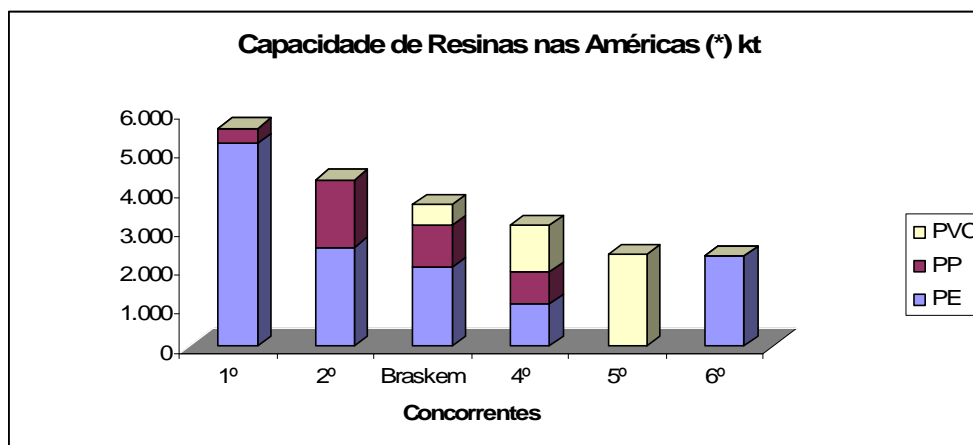


Gráfico 03- Capacidades de Produção de Resinas nas Américas. Adaptado: www.Braskem.com.br.

A crise econômica mundial afetou a rentabilidade da indústria petroquímica, no final de 2008, que demonstrou recuperação a partir do 2º trimestre de 2009. Entretanto, a entrada de novas capacidades associada à retração da demanda deverá dar início a um novo ciclo de baixa, que deverá voltar a pressionar as margens do setor ao longo de 2010 e, possivelmente, de 2011.

4.2 HISTÓRICO E PERFIL

Criada em 16 de agosto de 2002, a Braskem já iniciou sua trajetória como líder no mercado de resinas termoplásticas da América Latina. O ponto de partida foi a aquisição do controle da Copene, a central de matérias-primas do pólo petroquímico de Camaçari, pelos Grupos Odebrecht e Mariani, em julho de 2001. Posteriormente, os grupos Odebrecht e Mariani integraram seus próprios ativos do setor petroquímico: OPP Química S.A, Nitrocarbono S.A., Trikem S.A. e Proppet S.A e Copene; iniciando um processo de integração de ativos de primeira e segunda geração, até então inédito no país.

4.2.1 Histórico

Até 2004, as empresas foram sendo incorporadas à Braskem. A incorporação da Polialden, em 2005, foi aprovada em maio de 2006, e a incorporação da Politen, em 2006, foi aprovada em maio de 2007. Em março de 2007, mais um passo foi dado rumo à reestruturação do setor petroquímico brasileiro: em parceria com a Petrobras, a Braskem deu início ao processo de consolidação do pólo de Triunfo, através da aquisição dos ativos petroquímicos do Grupo Ipiranga, incluindo o controle da Copesul. Posteriormente, em novembro de 2007, a Petrobras fechou acordo com Braskem e com a Odebrecht, para aportar sua participação nesses ativos, e em outros, na Braskem. Finalmente, em 30 de setembro de 2008, a Ipiranga Petroquímica (IPQ), a Petroquímica Paulínia (PPSA) e a parcela cindida da Ipiranga Química (IQ) foram incorporadas à Braskem.

A consolidação do setor petroquímico brasileiro em empresas com capacidade de competir no mercado mundial é fator indispensável ao crescimento e ao fortalecimento da indústria petroquímica nacional. A incorporação da Petroquímica Triunfo pela Braskem, aprovada em maio de 2009, representou a conclusão da integração do pólo do sul.

4.2.2 Perfil

A Braskem é líder no mercado latino-americano de resinas termoplásticas, com foco em polietileno, polipropileno e PVC, e a terceira maior petroquímica *pure-play* (não inclui companhias exploradoras de petróleo) das Américas. A empresa ocupa posição destacada entre as grandes produtoras globais, e atua com a perspectiva de estar entre as maiores organizações do setor no mundo. Hoje, a Braskem é uma das principais empresas exportadoras brasileira, com presença em cerca de 60 países e em todos os continentes.

Com uma equipe composta por 4,8 mil integrantes e por 18 unidades industriais, localizadas em Alagoas, Bahia, Rio Grande do Sul e São Paulo, a Braskem produz anualmente mais de 11 milhões de toneladas de petroquímicos e químicos intermediários, contabilizando um faturamento de R\$ 23 bilhões em 2008 (US\$ 13 bilhões). A Braskem assume como bases estratégicas a promoção da competitividade da cadeia petroquímica

brasileira e a autonomia tecnológica, alinhadas com o compromisso de promover o desenvolvimento sustentável.

Comprometida com as boas práticas de governança corporativa e de excelência nas relações com investidores, a Braskem busca assegurar eficiência e transparência na divulgação de informações. O modelo de negócio da Braskem integra a 1ª e 2ª geração petroquímica, o que permite assegurar uma maior eficiência operacional nessa parte da cadeia. A primeira geração é responsável pelo ciclo de negócios ligados à produção de matérias-primas básicas, como eteno e propeno, fundamentais para a segunda geração, que produz resinas termoplásticas como o polietileno, polipropileno e PVC.

A saber, as operações da Braskem estão organizadas em três unidades de negócio:

Unidade de Petroquímicos Básicos: com plantas industriais na Bahia e no Rio Grande do Sul. A unidade produz uma vasta gama de produtos petroquímicos básicos ou de primeira geração, tais como:

- olefinas - eteno, propeno (grau polímero e grau químico), butadieno, isopreno e buteno-1;
- aromáticos - benzeno, tolueno, paraxileno, ortoxileno e xileno misto;
- combustíveis - gasolina automotiva e gás liquefeito de petróleo (GLP);
- ETBE, solvente C9 e pirólise C9.

Os produtos dessa unidade são empregados na fabricação de resinas termoplásticas (polietileno, polipropileno e PVC) por outras unidades de negócios da Braskem, segunda geração, e por seus clientes. A Companhia também vende butadieno e uma série de aromáticos, benzeno, paraxileno, ortoxileno e xilenos mistos a terceiros produtores petroquímicos, para uso como matérias-primas na produção de diversos produtos de segunda geração, como: borracha sintética, elastômeros, resinas de poliestireno, ácido tereftalático purificado, dimetil tereftalato (DMT), anidrido ftálico, plastificantes e tintas.

Unidade de Polímeros: com plantas industriais na Bahia, Alagoas, São Paulo e Rio Grande do Sul, a Unidade de Polímeros é responsável pela produção de uma variedade de produtos, tais como:

- polietileno: baixa densidade, baixa densidade linear, alta densidade, ultra alto peso molecular, resina utilizada como matéria-prima para fabricação de diferentes produtos plásticos,

como embalagens flexíveis, embalagens para produtos de limpeza e higiene pessoal, sacolas, filmes encolhíveis para empacotamento etc.;

- polipropileno: resina com grande aplicação na indústria automobilística, em gabinetes de produtos eletrodomésticos, sacaria para fertilizantes, sementes e cimento, copos e pratos descartáveis etc.;

- PVC: resina de grande demanda na fabricação de tubos, esquadrias e outros materiais utilizados na construção civil;

- cloro: utilizado na produção do PVC, em defensivos agrícolas, fármacos, na limpeza hospitalar e no tratamento de água;

- soda: insumo para fabricação de sabão, papel e celulose, alumínio e outros produtos.

Unidade de Desenvolvimento de Negócios Internacionais: é responsável pelos projetos de internacionalização da Braskem, com destaque para os que estão sendo desenvolvidos na Venezuela, em parceria com a Pequiven, petroquímica estatal venezuelana. A Unidade de Desenvolvimento de Negócios Internacionais responde, ainda, por estudos e prospecção de novas oportunidades em países como Peru e Bolívia, entre outros das Américas.

4.3 CADEIA PRODUTIVA DO SETOR PETROQUÍMICO CONVENCIONAL *VERSUS* CADEIA PRODUTIVA DO *ETENO VERDE*

A cadeia petroquímica é organizada em produtores de primeira, segunda e terceira geração, com base na fase de transformação de várias matérias-primas ou de insumos petroquímicos. Ela representa a transformação de subprodutos do refino do petróleo bruto, principalmente Nafta ou gás natural, em bens de consumo e em bens industriais utilizados para diversas finalidades.

4.3.1 Cadeia Produtiva Tradicional

A Nafta é a principal matéria-prima da cadeia petroquímica no Brasil, seguida do gás natural. A Petrobras é praticamente a única produtora de Nafta e de gás natural no Brasil, atendendo parte da demanda nacional com produção própria e com importações. Seu monopólio foi quebrado em 2002, e desde então as centrais petroquímicas começaram a importar por conta própria, para complementar suas necessidades. A Nafta e/ou gás passam inicialmente por um processo chamado de craqueamento, que resulta nos petroquímicos básicos, tais como eteno, propeno e aromáticos. O tipo de matéria-prima empregado tem rendimentos variados e determina um mix diferenciado de produtos.

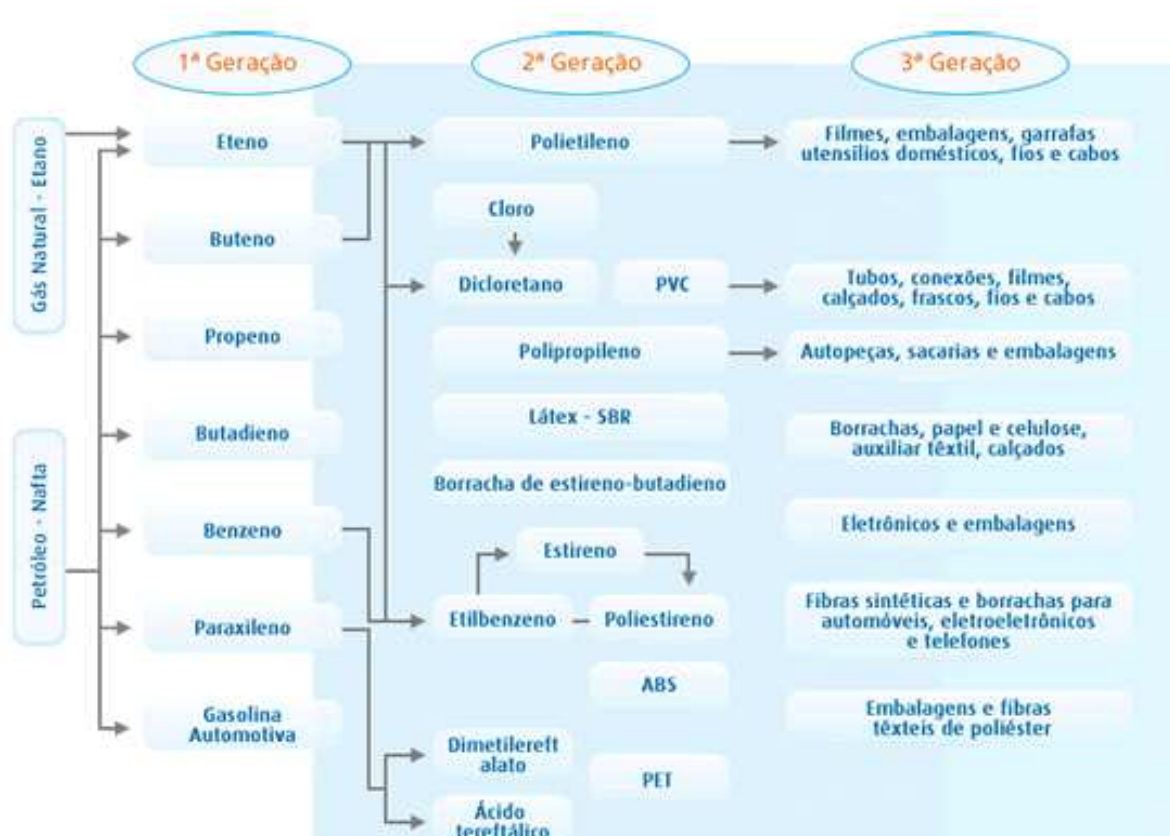


Figura 16- Cadeia Produtiva Petroquímica no Brasil. Fonte: www.Braskem.com.br.

Os produtores de primeira geração do Brasil, denominados "craqueadores", fracionam ou "craqueiam" a Nafta, subproduto do processo de refino de petróleo ou de gás natural, seus principais insumos, transformando-os em petroquímicos básicos. Os craqueadores compram Nafta da Petrobras, principalmente, e também de outros fornecedores no exterior. Os

craqueadores de base gás têm seu insumo fornecido pela Petrobras. Os petroquímicos básicos produzidos pelas unidades de craqueamento de Nafta incluem: olefinas, principalmente eteno, propeno e butadieno; e aromáticos, tais como benzeno, tolueno e xilenos.

A empresa brasileira de 1ª geração é a Braskem, que opera quatro unidades de craqueamento e vende petroquímicos básicos a produtores de segunda geração, promovendo a integração da cadeia. Os petroquímicos básicos, que apresentam forma gasosa ou líquida, são transportados, por meio de dutos, às unidades dos produtores de segunda geração, em geral localizadas próximo às unidades de craqueamento, para passarem por processamento adicional.

Produtores de segunda geração processam os petroquímicos básicos comprados das unidades de craqueamento de Nafta, produzindo petroquímicos intermediários, que incluem: i) polietileno; ii) poliestireno e iii) EDC/PVC, produzidos a partir do eteno, iv) polipropileno e v) acrilonitrila, produzidos a partir do propeno; vi) cumeno e etilbenzeno, produzidos a partir do benzeno, vii) polibutadieno, produzido a partir do butadieno.

Os petroquímicos intermediários são produzidos na forma sólida em “*pellet*” de plástico ou em pó. São transportados aos produtores de terceira geração, principalmente, por caminhões. A Braskem e a Quattor, antes da compra da Quattor pela Braskem, eram as únicas empresas petroquímicas integradas de primeira e segunda geração de resinas termoplásticas no Brasil, sendo a Braskem a única 100% integrada.

Os produtores da terceira geração, denominados transformadores, compram os petroquímicos intermediários dos produtores de segunda geração, e os transformam em produtos finais, tais como:

- plásticos produzidos a partir de polietileno, polipropileno e PVC;
- fibras acrílicas produzidas a partir de acrilonitrila;
- nylon produzido a partir de fenol no Brasil;
- elastômeros produzidos a partir de butadieno;
- embalagens descartáveis produzidas a partir de poliestireno e polipropileno.

Os produtores de terceira geração fabricam vários bens de consumo e industriais, inclusive recipientes e materiais de embalagem, tais como sacos, filmes e garrafas, tecidos, detergentes, tintas, autopeças, brinquedos e bens de consumo eletrônicos. Existem mais de 11 mil produtores de terceira geração em atividade no Brasil.

4.3.2 Cadeia Produtiva do *Eteno Verde*

A cadeia produtiva do *Eteno Verde*, difere da cadeia produtiva tradicional, por não possuir uma correlação direta com os petroquímicos básicos tradicionais, pois sua matéria-prima não é de origem fóssil, portanto não é extraída através de processos de refino de petróleo. Como no Brasil predomina a estatização no setor petrolífero, essa estrutura organizacional da cadeia produtiva, segue uma lógica de competitividade aberta.

No caso específico do *Eteno Verde*, a Nafta não é a matéria-prima principal, e sim o etanol oriundo da cana-de-açúcar. Os principais fornecedores concentram-se no sudeste do país, mais especificamente no Estado de São Paulo. Fazendo uma análise comparativa entre as duas cadeias produtivas, na tradicional, a Petrobras seria a fornecedora de matéria-prima para a produção do eteno convencional, a importação ainda não é uma alternativa viável economicamente. Na segunda, o fornecedor de matéria-prima seria as usinas alcooleiras nacionais, e podendo também ser importado esse etanol.

Na cadeia produtiva do *Eteno Verde*, é possível classificar quatro gerações, em que os produtores da primeira geração seriam as usinas de álcool, diretamente ligadas aos produtores rurais da cana-de-açúcar, a Braskem como produtora de segunda geração, no que tange a transformação do etanol em eteno, através de sua unidade produtiva, localizada na UNIB-RS, no município de Triunfo no Rio Grande do Sul; como produtora de terceira geração a Braskem transformaria esse eteno de origem renovável em polímeros termoplásticos, podendo ser um polietileno verde ou um polipropileno verde.

Os produtores de quarta geração fabricam vários bens de consumo e industriais, inclusive recipientes e materiais de embalagem, tais como sacos, filmes e garrafas, tecidos, detergentes, tintas, autopeças, brinquedos e bens de consumo eletrônicos. Porém, esses produtores diferem dos produtores da cadeia produtiva tradicional, pois são clientes diferenciados, na sua maioria estão localizados em países da Europa, Ásia e, mais especificamente, no Japão. Essa cadeia produtiva teria configuração conforme figura 19.

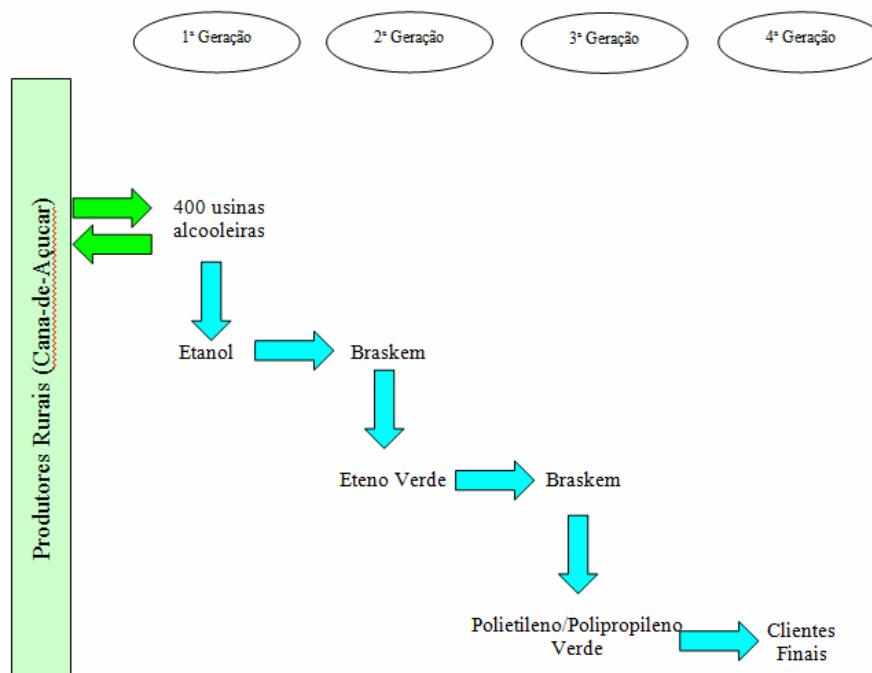


Figura 17: Cadeia Produtiva do *Eteno Verde*. Elaborado pelo autor (2011).

A cadeia produtiva do *Eteno Verde* é mais complexa do que a figura 17 possa representar, devido ao grande número de fornecedores de matéria-prima e relações existente entre a empresa pesquisada e os atores dessa relação. Porém, vale destacar que a representação gráfica da cadeia produtiva desse produto dá a ideia de fluxo e agentes envolvidos em cada geração produtiva.

4.4 APLICAÇÃO DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas conforme descrito no item 3.2.4 (Coleta de dados), a fim de entender e realizar a união das teorias sobre produtos sustentáveis e o desenvolvimento simultâneo, com a prática utilizada no *case* em questão. As questões abordadas durante as entrevistas seguem uma lógica baseada no referencial bibliográfico referente ao 3BL (*Triple Bottom Line*) ou tripé da sustentabilidade, no qual está inserido a sustentabilidade econômica, social e ambiental, Engenharia Simultânea Tridimensional, através da simultaneidade entre o desenvolvimento de produtos, processos e da cadeia de suprimentos, e o estudo de caso, como pode ser visto no APÊNDICE A.

As entrevistas foram gravadas em mídia eletrônica e também foram utilizados vídeos corporativo da empresa, referenciando ao projeto Eteno Verde, pelo Diretor Presidente da empresa, na época. Essas informações foram transcritas para a forma culta de escrita, respeitando o método de pesquisa, conforme item 3.2.4, e os resultados seguem ao longo desse item. Durante a análise dos dados obtidos nas entrevistas, essas perguntas não ficaram sem respostas convincentes, mas, para responder a essas e outras perguntas, foi necessário construir um fluxo detalhado do desenvolvimento do projeto em relação aos setores envolvidos e pesquisados.

4.5 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

A aplicação de entrevistas com um grupo envolvido no desenvolvimento de produtos verdes da empresa pesquisada possibilitou construir um fluxo de desenvolvimento de produtos, demonstrando de forma detalhada o envolvimento dos setores em relação a estratégia empresarial da companhia de “Ser a líder na Química Sustentável”.

4.5.1 Desenvolvimento de Produtos (P&D)

A autonomia tecnológica é um dos vetores estratégicos de crescimento, e um dos diferenciais competitivos da Braskem, que investe permanentemente em pesquisa e desenvolvimento. Em linha com seu compromisso por inovação e em busca de maior competitividade para a cadeia petroquímica e de plásticos no país, a empresa coloca à disposição de seus clientes o Centro de Tecnologia e Inovação Braskem (CT&I), oferecendo apoio tecnológico no desenvolvimento de produtos, processos e aplicações.

O entrevistado do setor de P&D é responsável pelo desenvolvimento de polietileno verde, produto foco da Braskem em relação aos polímeros verdes, utilizando como matéria-prima o *Eteno Verde*, elemento foco dessa pesquisa. O gestor deixou claro seu envolvimento nas etapas de prospecção de clientes potenciais a nível mundial, envolvimento com as áreas comercial, Engenharia de processo e Engenharia de produto durante o desenvolvimento do projeto *Eteno Verde*, através de *feedback* e reuniões dos resultados obtidos em cada etapa do projeto como um todo.

As necessidades dos potenciais clientes foram levantadas durante a concepção do projeto, juntamente com a potencialidade financeira do projeto para o atual modelo estratégico da empresa. A pesquisa e o desenvolvimento de novas aplicações desses produtos verdes são permanentes, pois está diretamente ligada a estratégia da empresa, porém o gestor de desenvolvimento de produtos verdes admite que haja uma forte demanda de ajustes nas unidades produtivas, devido aos requisitos exigidos pelos clientes diferenciados do mercado europeu e japonês, tais como: exigência de certificação verde, capacidade dos processos produtivos, melhoria contínua dos processos.

A visão de estratégia pelo gestor está ligada a maior utilização do ativo, pois a mesma unidade produtiva que produz o polietileno comum, agora poderá produzir o polietileno verde, com apenas alguns ajustes de exigências de clientes diferenciados, atingindo assim a estratégia global da companhia. O ciclo de vida do produto, polietileno verde, possui uma diferenciação entre o seu par comparativo, polietileno comum, no que diz respeito à utilização de matéria-prima renovável. Porém, o gestor argumenta admitir certa perda no transporte devido à localização da central de matéria-prima, mais especificamente o transporte de etanol do sudeste do país para o sul do Brasil.

Na falta de algum conhecimento específico no desenvolvimento de produtos, o gestor de P&D afirmou que existem relações interorganizacionais para adquirir tecnologia de processamento e conhecimento científico para desenvolver novas aplicações e produtos, através de parcerias entre universidades, clientes e fornecedores. Durante essa relação de empresas, não existe uma classificação se os atores estão diretamente aliados a estratégia da Braskem.

4.5.2 Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento (*Supply Chain Management*)

Durante a análise dos dados obtidos nas entrevistas, ficou constatado que a escolha de produzir o *Eteno Verde* no Sul do país foi uma questão estratégica, pois, como pode ser visto na figura 18, a região sudeste do Brasil concentra o maior número de produtores rurais e de usinas produtoras de etanol, além de existir unidades produtivas da empresa pesquisada. Contudo, a escolha por desenvolver e produzir o *Eteno Verde* também se deu em virtude da proximidade com o cliente dessa matéria-prima. O cliente do produto *Eteno Verde* é a própria Braskem, através de suas unidades de Polímeros (UNPOL-RS). Após estudo detalhado da viabilidade técnica, tecnológica e humana achou-se mais correto a conclusão do projeto no Rio Grande do Sul, mais especificamente na UNIB-RS (Unidade de Insumos Básicos do Rio Grande do Sul).

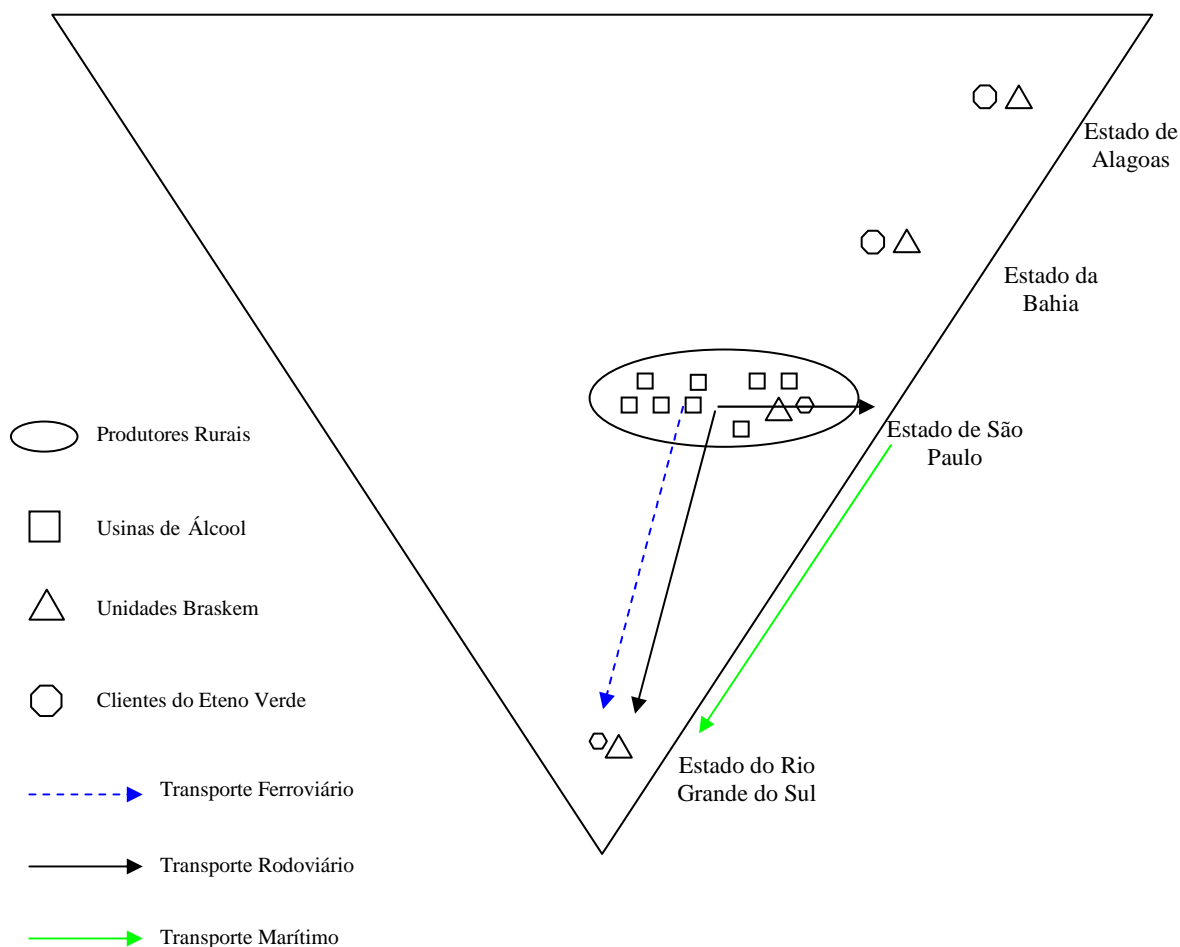


Figura 18: Fluxo de matéria-prima do *Eteno Verde* entre os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Elaborado pelo autor (2011)

A representação simbólica do fluxo de materiais, etanol, na figura 18 mostra as opções de modais utilizadas pela área de suprimentos para definir estrategicamente qual seria a mais adequada, levando em consideração as necessidades de produção, de clientes e de mercado. A gestora de suprimentos responsável pelas matérias-primas renováveis da empresa pesquisada afirmou, em entrevista, que o modal mais utilizado para realizar o transporte do etanol do sudeste para o sul do país é o ferroviário, sempre que possível. Porém, devido a alguma necessidade de aumento de demanda, é possível a utilização de modal rodoviário, por ser mais rápida a entrega do material em relação ao ferroviário, que tem como característica negativa a demora na entrega e os prazos para carregamento. Por isso, o modal de cabotagem fica como terceira opção de transporte, já que necessita de uma demanda muito grande para tornar-se viável economicamente, e a unidade produtiva ainda está operando em estado de ajustes técnicos, com paradas constantes para a realização de melhorias no processo produtivo.

4.5.3 Diretoria de Empreendimento (DE)

A entrevista no setor de Diretoria de Empreendimento (DE) foi realizada com um Engenheiro de Empreendimentos, que afirmou utilizar conceitos do (*PMI*) para gestão de projetos e investimentos nas áreas referentes às unidades de responsabilidade desse setor. O entrevistado detalhou de forma presencial as etapas de um investimento em melhoria de processo e investimentos em novos projetos produtivos, no caso específico o projeto de *Eteno Verde*, que possuiu uma característica diferenciada em relação aos projetos diários, por se tratar de um grande desafio para a empresa, em relação à estratégia sustentável, às pessoas envolvidas, aos clientes e aos fornecedores.

Através das interpretações e descrições da entrevista gravada com o gestor de investimentos, foi possível verificar que foi um desafio para a equipe envolvida no projeto a necessidade de adquirir o conhecimento sobre o que é ser sustentável, além de entender as necessidades do mercado e do próprio gestor da ideia, tornar uma unidade petroquímica um processo mais sustentável era o desafio dessa área, para tanto foi necessário a realização de alianças e contratos com fornecedores de equipamentos que suprissem essa demanda de projeto, construir uma unidade produtiva sustentável para produzir um produto sustentável e atender a estratégia da empresa em ser “Líder na Química Sustentável”.

O gestor da DE afirmou que são utilizados documentos e procedimentos corporativos para definição de viabilidade econômica, social e ambiental acerca de quais projetos serão concluídos, sempre entendendo e buscando estar alinhado com a estratégia da companhia. Para tanto, utiliza-se uma análise básica para a definição de quais passos devem ser tomados para a realização de um projeto de investimento, chamado de matriz de requisitos, como pode ser visto no ANEXO 02.

O entrevistado responsável pela área de investimentos também relatou que existiu uma forte relação entre as diversas áreas durante a concepção e conclusão do projeto *Eteno Verde*, através de reuniões, debates sobre as melhores práticas a serem utilizadas, a fim de atingir o objetivo do projeto. O engenheiro também forneceu material didático sobre a sistemática de viabilidade de um projeto de desenvolvimento de um novo produto. Esse material contempla fases de definição do investimento analisando o ciclo de vida de um investimento, como pode ser visto na figura 19.

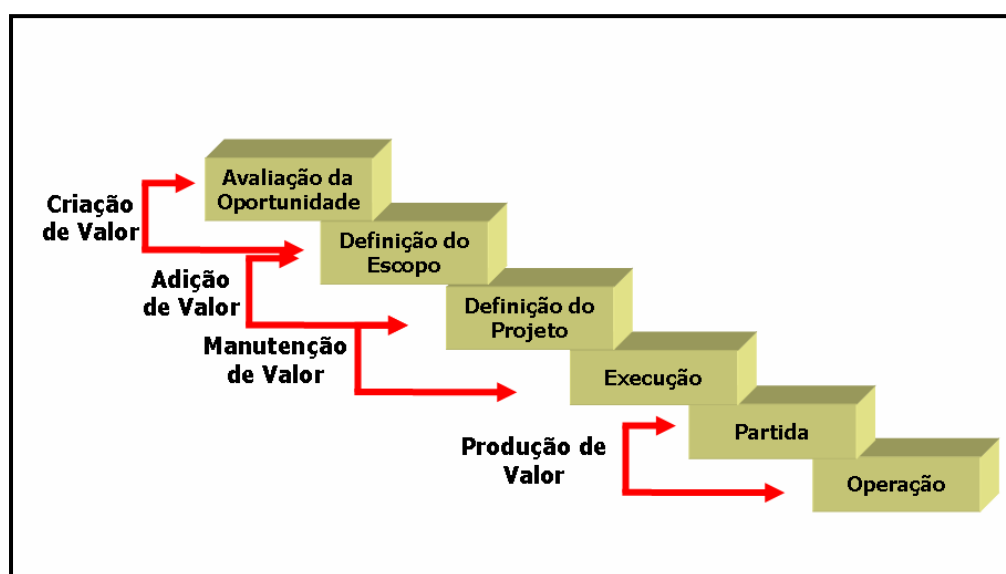


Figura 19- Ciclo de vida de um investimento. Elaborado pelo autor (2011).

A sequência de passos do ciclo de vida do investimento é utilizada para qualquer nível de investimentos, conforme ANEXO 02, pois essa metodologia é utilizada de forma corporativa, sobre uma gestão geral da DE corporativa frente às demais DE's da companhia como um todo. O gestor pesquisado afirmou que, devido à importância da geração de novas unidades sustentáveis, a alta gerência criou recentemente uma DE para unidades sustentáveis

futuras, e acredita que isso, a longo prazo, venha a apoiar o atendimento das diretrizes estratégicas da companhia.

4.5.4 Desenvolvimento do Processo produtivo *Eteno Verde*

A entrevista no setor de processo produtivo da unidade de *Eteno Verde* foi realizada com o engenheiro responsável pela operabilidade e melhorias do processo como um todo. Após a transcrição das gravações, foi possível verificar que o gestor fez parte do projeto desde a concepção inicial, ficando a cargo dele a responsabilidade de administrar os investimentos pós-partida. O gestor deixou claro que seu envolvimento durante o projeto se deu de 2007 até a partida da unidade, em 2010; durante esse período ele foi responsável pela administração de uma unidade piloto (escala menor do que a unidade produtiva) em que testes de equipamentos e produtos foram realizados.

A maior dificuldade encontrada pelo gestor durante o projeto foi encontrar um parceiro tecnológico com *Know How* em transformar o etanol, oriundo da cana-de-açúcar, em eteno com o grau de pureza necessário para a produção de polietileno ou polipropileno verde, respectivamente. Como consequência dessa dificuldade, a empresa teve de desenvolver conhecimento, competências, para em conjunto com diversas áreas internas suprir esse *gap*. Reuniões e visitas em unidades similares em todo o mundo foram utilizadas, para realizar um comparativo entre os desejos do projeto e o que havia no mercado. O gestor de produção afirma também que algumas alianças estratégicas foram elaboradas com fornecedores de equipamentos, a fim de atender as necessidades de uma unidade produtiva sustentável.

A unidade entrou em operação em setembro de 2010, a fim de suprir com *Eteno Verde* as unidades de polietileno para produzir polímero verde. O gestor ainda ressalta que a unidade está em fase de aprendizado, ou seja, algumas melhorias estão sendo realizadas para atender as expectativas do projeto como um todo. Isso se dá devido a falta de *Know How* da equipe envolvida em um projeto inovador e ousado, as melhorias das unidades são melhorias que tentam enquadrar com a lógica de unidade produtiva sustentável, isso é, ser viável economicamente, socialmente e ambientalmente.

O gestor do projeto (desenvolvimento do produto sustentável) deve estar ciente de que o conhecimento sobre sustentabilidade deve ser dividido entre as pessoas que fazem parte de alguma etapa do projeto, pois a falta dele pode acarretar em retrabalho futuro. Na etapa de

produção, por exemplo, momento em que a geração de resíduos torna-se real e deixa de ser suposição e simples questões de cálculos, tornando-se um desperdício, um efeito danoso ao meio ambiente ou um impacto economicamente negativo para a organização.

Com base nas informações coletadas durante as entrevistas, foi possível construir uma estrutura hierárquica da empresa para o desenvolvimento de novos produtos e, conseqüentemente, novas unidades produtivas sustentáveis como podem ser visto na figura 20.

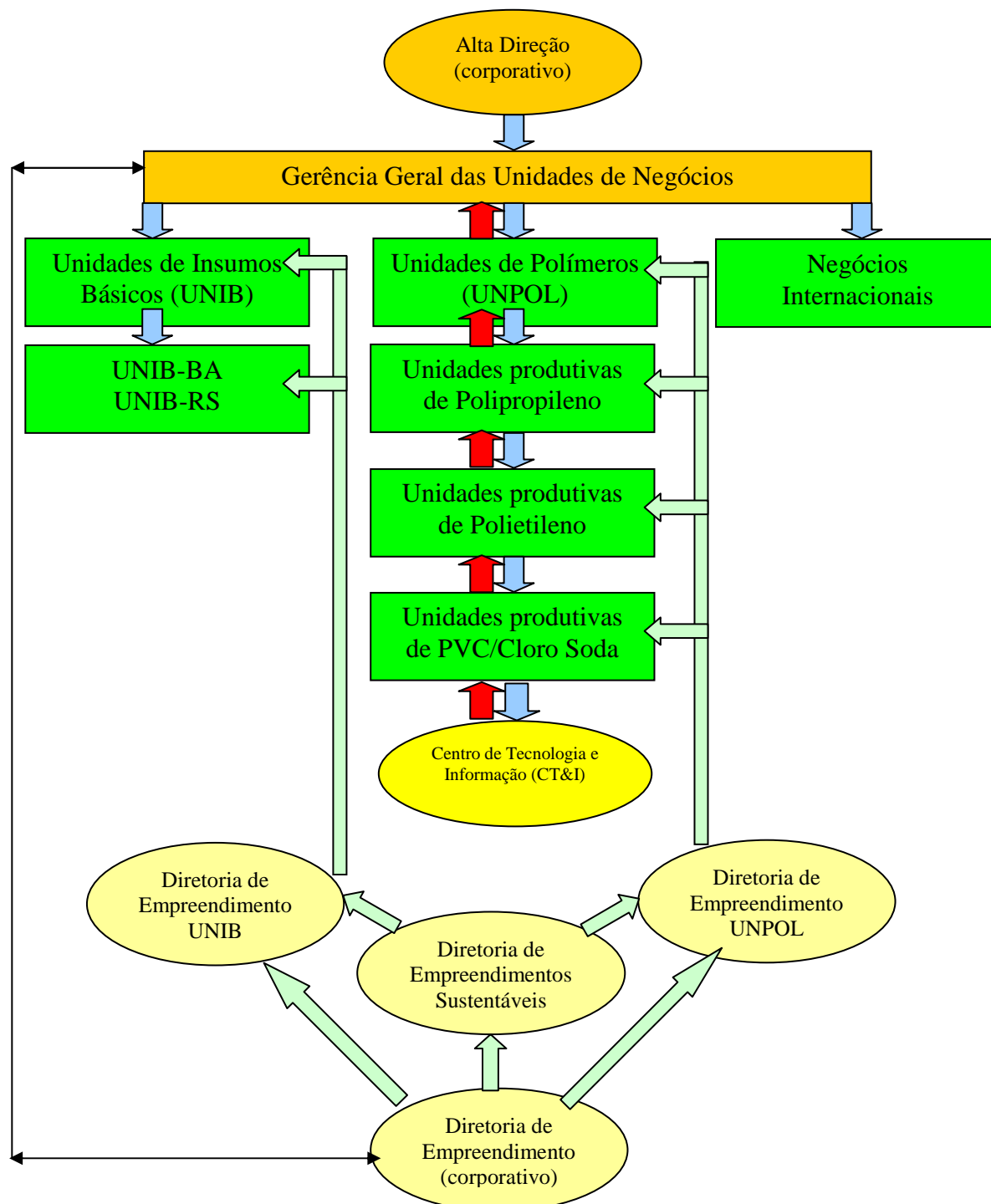


Figura 20- Estrutura hierárquica no desenvolvimento de produtos. Elaborado pelo autor (2011).

A estrutura hierárquica para o desenvolvimento de produtos sustentáveis é recente, pois ainda passa por ajustes, a fim de atender de forma efetiva os anseios da alta direção em se tornar a “Líder da Química Sustentável”, para isso a estrutura da companhia administra os negócios através de “Unidades de Negócios, chamadas de UN”. Das três UN’s existentes, as unidades de negócios de insumos básicos e a de polímeros fizeram parte dessa pesquisa, pois a unidade de insumos básicos foi a responsável por desenvolver a unidade produtiva de *Eteno Verde*, através dos investimentos diretos da DE ligada a UN. A unidade de polímeros, através dos investimentos aplicados pela DE ligada a unidade de negócios, desenvolveu o projeto desde a concepção da ideia até a produção dos polímeros verdes. Vale destacar que todos os investimentos realizados em qualquer uma das unidades de negócios estão diretamente ligados a uma DE corporativa que presta contas diretamente a alta direção da empresa.

Com base nas informações coletadas durante as entrevistas e a representação gráfica composta na figura 20, seria interessante aprofundar um estudo na empresa pesquisada, a fim de verificar o nível de maturidade e assertividade em desenvolvimento de projetos, mais especificamente no desenvolvimento de produtos, tanto *commodities* como inovadores sustentáveis, devido ao grau de complexidade encontrado no arranjo organizacional da companhia.

4.5.5 Simultaneidade ocorrida entre as áreas pesquisadas

Com base nas teorias de Fine (2000) sobre Engenharia Simultânea Tridimensional e nos resultados obtidos nas entrevistas, foi possível verificar certa simultaneidade em relação às três esferas que contemplam essas teorias. Houve simultaneidade entre as áreas de Desenvolvimento de Produto/Desenvolvimento de Processo; entre Desenvolvimento de Produto/Cadeia de Suprimento; entre Desenvolvimento de Processo/Cadeia de Suprimento; e relação de simultaneidade entre as três áreas: Desenvolvimento de Produto/Desenvolvimento de Processo/Cadeia de Suprimento.

4.5.5.1 Simultaneidade entre Produto/Processo

A simultaneidade ocorrida entre a área de desenvolvimento de produto com a área de desenvolvimento de processo foi constante, conforme relatos dos entrevistados desses setores, o maior interesse entre essas duas esferas de gestão foram mais precisamente o produto em si: *como fazer; onde fazer?* Isto é: *qual o processo produtivo mais adequado para produzir essa nova receita?*

A receita, o produto, foi desenvolvida internamente nos laboratórios de P&D da própria companhia, mais especificamente, no Centro de Tecnologia e Informação (CT&I), foi necessário realizar testes no produto em laboratório para especificar algumas características técnicas do produto, posteriormente foi necessário desenvolver um processo produtivo em escala menor da industrial, chamada de planta piloto. O protótipo do processo, chamado de planta piloto, desenvolveu o produto em pequena escala para serem testadas as características físicas e químicas, posteriormente esse produto foi polimerizado em outra planta piloto de reatividade para originar o polietileno verde a fim de testar as características do produto e efetuar testes em potenciais clientes já desenvolvidos pela área comercial da empresa.

A unidade produtiva concebida para a produção do Eteno Verde buscou respeitar as necessidades sustentáveis e de clientes, mas levou em consideração os custos de implantação de uma nova tecnologia produtiva, pois os riscos embutidos num projeto desse porte foram elevados, e os ajustes de equipamentos e processos ainda são necessários a fim de tornar a tecnologia de produção madura o suficiente para elevar os indicadores de desempenho, atendendo assim as necessidades de seus clientes diferenciados.

As respostas foram respondidas através dos resultados obtidos com a conclusão do projeto como um todo, pois o produto foi produzido com sucesso, porém a falta de um processo similar dentro da empresa fez com que os gestores do projeto ousassem em desenvolver um processo novo, inovador, com isso a dificuldade de se encontrar um parceiro tecnológico foi o maior obstáculo encontrado durante essas sobreposições de áreas. O *Know How* tecnológico está em fase de aprendizado, pois ajustes de processos ainda estão ocorrendo, e acredita-se que isso persista por mais dois ou três anos.

4.5.5.2 Simultaneidade entre Produto/Cadeia de Suprimento

A simultaneidade ocorrida entre a área de desenvolvimento de produto com a área de cadeia de suprimento foi referente aos detalhes de quais seriam os fornecedores e quem seriam os clientes. A arquitetura do produto já foi definida pela área de projetos (P&D), quando se optou em desenvolver o eteno a partir do etanol, alterando, assim, toda a arquitetura do produto, de uma estrutura petroquímica para uma arquitetura Alcoolquímica, alterando assim a arquitetura logística em relação ao produto similar de fonte não-renovável, ficando a cargo da área de suprimento definir os modais para o transporte da matéria-prima do sudeste do país para o Rio Grande do Sul, além dos contratos de parcerias entre os fornecedores desse material, contemplando, assim, cláusulas de demanda, de confidencialidades e cláusulas sustentáveis.

A distância existente entre a fonte de matéria-prima para a unidade produtiva do Eteno Verde, foi de certa forma estratégica, como afirma a responsável pelo setor, no que diz respeito aos riscos de um projeto inovador, pois os investimentos que a Braskem realizou foi somente na segunda geração da cadeia produtiva do eteno verde, a terceira geração já estava preparada para produzir polietileno verde, pois os ativos são os mesmos que já produzem o produto similar de fonte não-renovável, reduzindo assim os riscos de um projeto inovador. Isso ocorreu devido a certa desconfiança da aceitabilidade desse produto no mercado mundial, mas a gestora de *Supply* acredita que novos projetos de produtos sustentáveis serão realizados com uma forte parceria entre os fornecedores de matéria-prima, nesse caso o etanol, podendo assim ser construídas unidades produtivas de todas as gerações muito próximas umas das outras, a fim de elevar a sustentabilidade econômica, ponto frágil no case pesquisado.

A intenção do projeto sempre foi de fazer o produto, nunca comprar o produto *Eteno Verde*, para a produção de polietileno e polipropileno verdes, respectivamente, pois se acredita que essa é a grande vantagem competitiva da empresa frente aos seus concorrentes mundiais, possuir a tecnologia de produção de matéria-prima para a produção de polímeros verdes, os cuidados relacionados com a compra dizem respeito ao etanol, matéria-prima para o Eteno Verde, onde cláusulas contratuais foram usadas a fim de certificar as atividades de aquisição como sendo sustentáveis.

4.5.5.3 Simultaneidade entre Processo/Cadeia de Suprimento

As áreas de processo e de cadeia de suprimento tiveram simultaneidade durante a escolha do local para implantar a unidade produtiva, levando em consideração a demanda, os custos de transportes, fornecedores e clientes, e os riscos de um projeto inovador. A definição das características de processo foi realizada em conjunto, a fim de suprir a unidade com matéria-prima necessária para o funcionamento dela. A opção de compra do produto, refere-se a compra de matéria-prima, nesse caso o etanol, onde foram levantadas pela gestora do setor que existiu algumas tarefas sobrepostas de vital importância para o atendimento das necessidades do processo produtivo, são elas: i) demanda e capacidade da unidade; ii) contratos de compra de matéria-prima; iii) sub-atividades logísticas; iv) controle de modais; v) certificação de aproximadamente 400 fornecedores no sudeste do país.

A produção oscila de acordo com a demanda que ainda está em fase de crescimento e prospecção de novos clientes e aplicações para o produto, além de ajustes na unidade produtiva, como por exemplo, redimensionamento de equipamentos para o atendimento das práticas sustentáveis como: a) redução do consumo de energia; b) redução da geração de resíduos; c) aumento da qualidade do produto, para tanto a definição de fornecedores de equipamentos sustentáveis é importante para o sistema de manufatura como um todo, e as cláusulas sustentáveis no contrato de compra de equipamentos é visto como um ponto positivo para o atendimento das necessidades sustentáveis do sistema de manufatura.

4.5.5.4 Simultaneidade entre Produto/Processo/Cadeia de Suprimento

A simultaneidade ocorrida entre as três áreas gera uma sobreposição estratégica, isso é detalhe estratégico de como as demais áreas trabalharão as relações conjuntamente, dois a dois, a fim de atender a estratégia global do projeto. Isso pode ser definido como Desenvolvimento Simultâneo Tridimensional, pois trabalha simultaneamente as três áreas através da Engenharia Simultânea Tridimensional.

Durante o projeto de desenvolvimento de um produto sustentável na Braskem S/A, mais precisamente o caso *Eteno Verde*, não houve essa estratégia como foco, o que se pode concluir das entrevistas, foram que as relações de sobreposições ocorreram por necessidades

de auxílio mútuo, através de Engenharia Simultânea. Dessa forma os detalhes estratégicos eram controlados pelo gestor do projeto, demandando, assim, as necessidades das demais áreas envolvidas para o atendimento da estratégia global da companhia e do projeto como um todo.

4.6 POSSÍVEIS FRAGILIDADES DO MODELO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS DA EMPRESA PESQUISADA

Através dos resultados obtidos durante as entrevistas, foi possível verificar certa simultaneidade entre as áreas de desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processos e a área de suprimentos. Contudo, não foi possível verificar com detalhes outras atividades que tenham sido interagidas de forma simultânea, devido à falta de material mais detalhado sobre essa simultaneidade, tal como: atas de reuniões entre os gestores envolvidos ou relatórios; para verificar se os elementos que foram tratados de forma simultânea correspondem à teoria de Fine (2000).

As possíveis fragilidades encontradas são referentes ao modelo utilizado para desenvolver o produto sustentável *Eteno Verde*, e as variáveis que contribuíram para essa análise foram coletadas através de dados primários, já mencionados no item 3.1.4, e também durante a análise dos dados referentes às entrevistas com as pessoas envolvidas no projeto.

4.6.1 Fragilidades internas

Através da análise das entrevistas levantadas durante a pesquisa e o estudo de caso, é possível verificar fragilidade do atual modelo de desenvolvimento de produtos sustentáveis na empresa pesquisada, referente à estrutura hierárquica da companhia, pois a geração de ideias ocorre em um centro tecnológico interno às dependências da empresa, sendo tratados de forma estratégica seus conhecimentos e realizações. A fragilidade se dá também no que diz respeito às estratégias de compartilhamento de informações e conhecimento, podendo dificultar o entendimento das necessidades de seus clientes e as potencialidades de seus fornecedores. Podem-se destacar alguns outros pontos a serem observados:

- conhecimento imaturo dos clientes diferenciados, a dificuldade de atender às necessidades de clientes especiais;
- falta de conhecimento/saber (*O que deve ser sustentável, e até quando?*);
- grande número de sub-atividades logísticas, decorrentes da posição geográfica da unidade produtiva;
- não entendimento da estratégia da companhia, por conta de seus fornecedores e clientes;
- falta de uma gestão de fornecedores sustentáveis, isso é, ferramentas de validação de fornecedores, capacidades e competências, além de certificação própria;
- dificuldade de relações com parceiros do mesmo ramo industrial.

4.6.2 Fragilidade externa

Durante a análise dos dados foi possível verificar somente uma fragilidade externa em relação ao desenvolvimento de produtos sustentáveis. Pelo fato de o projeto ser pioneiro a nível mundial, há falta de um parceiro com *Know How* em processo tecnológico, isso é: algum agente em nível mundial que conheça o processo de transformação do etanol em *Eteno Verde*, com um grau de pureza necessário para a produção de polietileno e polipropileno verdes, respectivamente. Essa fragilidade gera aprendizado por utilizar uma tecnologia produtiva ainda não madura o suficiente, porém, como ponto negativo, gera tempo desnecessário refazendo receitas e ajustes nos processos produtivos, e dessa forma não atendendo às necessidades de clientes diferenciados.

Através desses dados e da análise das entrevistas, foi possível construir o fluxo de desenvolvimento de produtos sustentáveis na empresa pesquisada, mais precisamente o caso *Eteno Verde*, como pode ser visto no Quadro 09 (próxima página).

Fases	Tarefas
Pré-Desenvolvimento	Planejamento Estratégico dos Produtos Sustentáveis e Mercados
	Geração da Ideia (CT&I)
Desenvolvimento	Estudos Preliminares (validação da idéia, e viabilidade sustentável)
	Modelo de Laboratório
	Produção Piloto de Protótipos e Testes para Validação
	Planejamento e Preparação da Produção (processos sustentáveis)
	Produção Sustentável
	Lançamento do Produto (<i>Marketing</i> Sustentável)
Pós-Desenvolvimento	Planejamento da Obsolescência (Reutilização/Reuso/Descarte correto)
	Descontinuar o Produto (Geração de novos produtos sustentáveis)

Quadro 09- Fases de desenvolvimento de Produtos Sustentáveis na Braskem. Elaborado pelo autor (2011).

A estratégia da Braskem em produzir produtos sustentáveis para competir em mercados exigentes, como Europa e a Ásia pressionaram a empresa a se estruturar de forma a atender essas necessidades. Essas estratégias devem ser encaradas como desafio para desenvolver um produto sustentável que proteja a Marca Braskem em todo o mundo, e como consequência dessa missão atingir os requisitos de sua estratégia em se tornar a “Líder da Química Sustentável”. As três fases de desenvolvimento de produtos sustentáveis na Braskem possuem tarefas relacionadas às questões sustentáveis, como, por exemplo:

- a) a fase de pré-desenvolvimento, onde ocorre o planejamento estratégico dos produtos sustentáveis, análise dos mercados alvos e a geração de ideias (internamente no CT&I);
- b) fase de desenvolvimento, onde ocorrem os estudos preliminares, construção de modelos, produção piloto e testes de validação, planejamento e preparação da produção sustentável e o lançamento do produto no mercado consumidor;
- c) pós-desenvolvimento, onde ocorre o planejamento da obsolescência e descontinuidade da produção do produto.

O Quadro 09 representa a validação existente entre as teorias sobre Desenvolvimento Simultâneo de Produto, Processo e da Cadeia de Suprimento e o caso pesquisado do produto *Eteno Verde*. Durante o processo de validação, foram utilizadas relações que utilizaram simultaneidade entre essas três dimensões.

Responsabilidades	Sobreposições	Análise
Produto/Processo	Receita	Avaliado a necessidade dos clientes para um produto inovador; Receita desenvolvida internamente na área de P&D; analisado a aplicabilidade do produto e o nível de qualidade.
	Unidade Produtiva	Realizado parcerias para desenvolver equipamentos que consomem menos energia e gerem menos resíduos; Tecnologia de produção desenvolvida internamente na área de P&D; Melhoria contínua dos processos devido a tecnologia não ser madura.
Produto/Cadeia de Suprimento	Arquitetura do Produto	Arquitetura do produto inovadora, desenvolvida internamente, com <i>Trade off</i> sustentável.
	Fazer/Comprar	Busca constante para utilizar modais mais econômicos e sustentáveis; Avaliado as Responsabilidades sustentáveis dos fornecedores de materiais e serviços; Desenvolvido contratos com cláusulas sustentáveis para fornecedores de produtos e serviços.
Processo/Cadeia de Suprimento	Sistemas de Manufatura	Desenvolvido melhorias dos processos produtivos para atender a nova estrutura.
	Fazer/Comprar	Desenvolvido contratos com cláusulas sustentáveis para fornecedores de produtos e serviços.
Produto/Processo/Cadeia de Suprimento	Detalhes Estratégicos	Avaliado as potencialidades financeiras do projeto; Analisado se o produto desenvolvido está alinhado com as estratégias sustentáveis; Não avaliado o entendimento dos parceiros das alianças estratégicas em relação as estratégias sustentáveis da empresa.

Quadro 10- Análise para o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis, através do caso. Elaborado pelo Autor (2011).

O Quadro 10 apresenta uma análise entre as atividades de sobreposições e os resultados obtidos durante o estudo de caso. Essa síntese servirá como base conceitual para a definição de um modelo de apoio a análise de desenvolvimento de produtos sustentáveis, como objeto de pesquisa e os resultados encontrados foram os seguintes:

- **Sobreposição entre Produto/Processo:** durante a sobreposição ocorrida entre as áreas de desenvolvimento de produto com o desenvolvimento de processo, para a definição e desenvolvimento da receita, ocorreram as atividades em que foram trabalhadas, de forma simultânea entre essas duas áreas, por exemplo, avaliação das necessidades dos clientes para um produto inovador, a capacidade e necessidade de desenvolver a receita internamente na área de P&D e posterior análise da aplicabilidade do produto e o nível de qualidade. Em relação às características do desenvolvimento da unidade produtiva, foram realizadas parcerias para desenvolver equipamentos que consomem menos energia e gerem menos resíduos, além do desenvolvimento da tecnologia de produção desenvolvida internamente na área de P&D, verificado nessa sobreposição a necessidade de melhoria contínua dos processos devido a tecnologia não ser madura.

- **Sobreposição Produto/Cadeia de Suprimento:** nessa sobreposição ocorreu a atividade de desenvolvimento da Arquitetura do produto, no qual se verificou a necessidade de uma arquitetura de produto inovador, desenvolvida internamente, com *Trade off* sustentável (pontos positivos nas dimensões social e ambiental, porém houve perdas na dimensão econômica). A necessidade de fazer ou comprar também ocorreu nessa sobreposição, em que foi definida a necessidade de comprar somente a matéria-prima básica do Eteno Álcool, nesse caso o Etanol. Como consequência dessa demanda de compra, ocorreu a busca constante para utilizar modais mais econômicos e sustentáveis, necessitando também avaliar as responsabilidades sustentáveis dos fornecedores de materiais e serviços, o desenvolvimento de contratos com cláusulas sustentáveis para fornecedores de produtos e serviços foram necessários, a fim de caracterizar o comprometimento dos fornecedores com as questões sustentáveis defendidas pela empresa.

- **Sobreposição Processo/Cadeia de Suprimento:** nessa sobreposição nos sistemas de manufatura foram desenvolvidos melhorias dos processos produtivos para atender a nova estrutura industrial sustentável.

- **Sobreposição Produto/Processo/Cadeia de Suprimento:** em relação aos Detalhes Estratégicos ocorrido como atividade sobreposta entre esses três setores, foram necessários a avaliação das potencialidades financeiras do projeto, a análise se o produto desenvolvido está alinhado com as estratégias sustentáveis; a avaliação do entendimento dos parceiros das alianças estratégicas em relação às estratégias sustentáveis da empresa não foi verificada durante essa sobreposição.

A definição de um modelo de análise seguiu os conceitos teóricos abordados durante a revisão bibliográfica, conceitos sobre sustentabilidade, empresas sustentáveis, as teorias de desenvolvimento simultâneo entre produto, processo e cadeia de suprimento e entre a prática realizada na Braskem S/A no projeto *Eteno Verde*.

5 MODELO DE APOIO À ANÁLISE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

O modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis, objeto de pesquisa, culmina com a união das teorias sobre sustentabilidade, desenvolvimento de produtos sustentáveis, desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento e com o estudo de caso, em relação ao projeto *Eteno Verde* da companhia Braskem S/A. Como o estudo de caso é um caso único e de difícil replicação para outro momento, e até mesmo outra companhia, esse modelo possui uma característica ímpar, mas pode servir como referência básica para o desenvolvimento de novos produtos sustentáveis na indústria química e petroquímica.

Para a coesão entre as teorias de Fine (2000) sobre a necessidade de realizar engenharia simultânea em relação a produtos, processos e cadeia de suprimentos, faz-se necessário destacar os elementos condicionantes sobrepostos entre as dimensões “Produto/Processo/Cadeia de Suprimento”, em que se destaca a necessidade de desenvolver simultaneamente: i) a receita; ii) unidade produtiva; iii) a arquitetura do produto; iv) a necessidade de fazer ou comprar; v) definições dos sistemas de manufaturas; vi) os detalhes estratégicos.

A proposta de um modelo teórico pode ser representada através da Figura 21 (próxima página), na qual é possível verificar a coesão entre os elementos condicionantes relacionados com o desenvolvimento de um produto sustentável, através de Engenharia Simultânea Tridimensional.

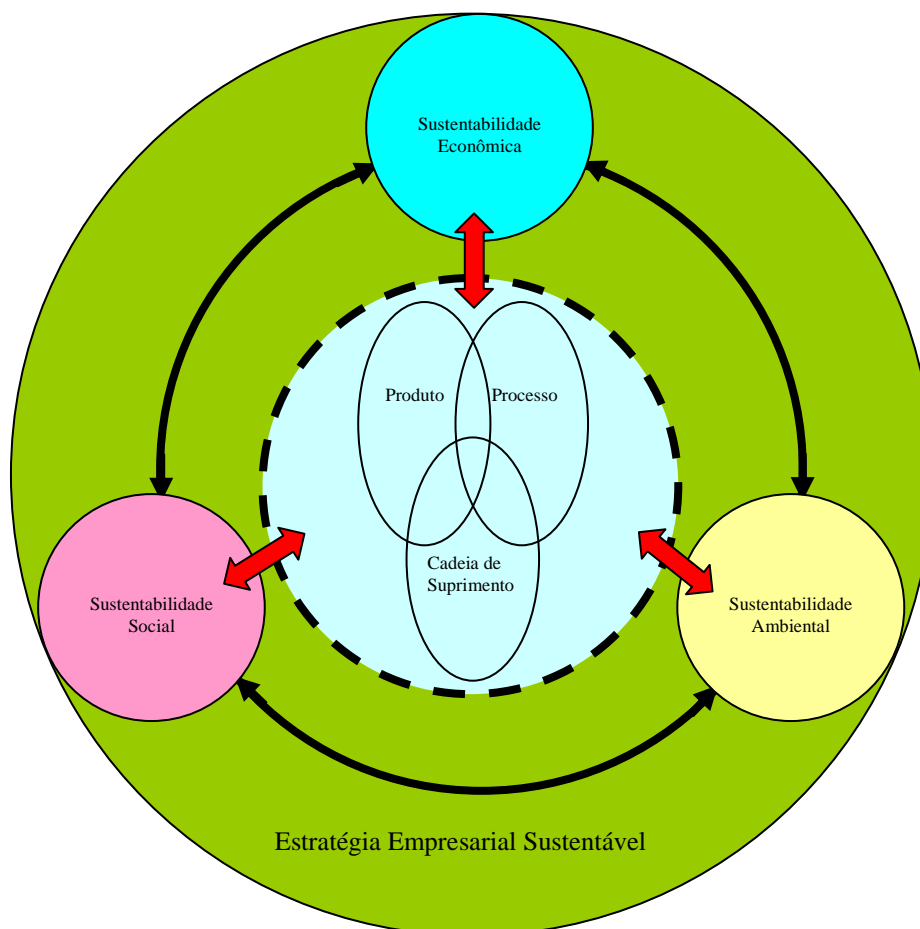


Figura 21- Modelo de apoio a Análise de Desenvolvimento Simultâneo de Produtos Sustentáveis (DSPS).
Elaborado pelo autor (2011).

A figura 21 representa, de forma tridimensional, a relação entre sustentabilidade e o desenvolvimento simultâneo de produtos, processos produtivos e cadeia de suprimentos. A estratégia sustentável serve como direcionamento às práticas desejadas de competitividade. Os três pilares da sustentabilidade, também conhecidos como 3BL (*Triple Bottom Line*), dão suportes à estratégia, a fim de direcionar as práticas operacionais de projetos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. O desenvolvimento simultâneo de produto, processo e cadeia de suprimento está apresentado no centro da figura de forma a receber todos os suportes estratégicos sustentáveis para desenvolver um produto através da Engenharia Simultânea Tridimensional, obtendo, assim, uma estrutura adequada para o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis.

Como objeto de pesquisa, o modelo de apoio a análise para desenvolvimento de produtos sustentáveis leva em consideração as teorias abordadas ao longo do trabalho e o estudo de caso, referenciando as análises realizadas anteriormente. Para tanto, vale destacar que alguns critérios devem ser validados em relação a cada atividade sobreposta.

Para a Receita: verificar se a ideia é sustentável e inovadora, durante a análise para definir se a ideia é sustentável e inovadora, deverão ser verificados alguns elementos sustentáveis, por exemplo: o Ciclo de vida do produto, redução de custos na geração de resíduos e redução no consumo de materiais não-renováveis, análise da eficiência energética do produto, a aplicabilidade do produto e o grau de qualidade exigido pelo mercado consumidor. Construir modelos pilotos ou protótipos, podendo, assim, avaliar as necessidades dos clientes para um produto inovador. O desenvolvimento da receita deve ser visto como estratégico, mantendo as questões de confidencialidade entre parceiros da relação durante o desenvolvimento do mesmo. A definição de uma rotulagem ecológica não é necessária durante essa etapa de análise da receita, pois essa tarefa pode ser desnecessária se não for uma necessidade do cliente para a obtenção da qualidade exigida do produto. A definição de realizar o desenvolvimento da receita internamente aos domínios da empresa não deve ser analisado por se tratar de uma questão estratégica, de necessidade e de possibilidades da companhia.

Unidade Produtiva: deve existir investimento em tecnologias de produção, na inovação em processos, produtos e tecnologias com foco no meio ambiental. Nessa análise existe a necessidade de investimentos em operações poupadoras de energia, reduzindo os riscos ambientais e melhorando a produtividade, através de tecnologias produtivas e enxutas. Realizar parcerias para desenvolver tecnologias de produção e equipamentos que consomem menos energia e gerem menos resíduos, onde essas tecnologias devem ser maduras, a fim de diminuir o tempo de aprendizado e ajustes tecnológicos que afetam a sustentabilidade econômica, social e ambiental de um projeto inovador.

Arquitetura do Produto: arquitetura do produto deve ser inovadora, onde questões de logística de distribuição devem acompanhar essa nova estrutura industrial sustentável. Por exemplo: o destino adequado de um produto após a sua vida útil.

Fazer ou Comprar: se for comprar, verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos. Durante essa análise, ocorrerá a necessidade de verificação da existência de uma distribuição de renda adequada aos padrões exigidos pela empresa compradora. Se existe apoio e respeito ao entorno social da empresa, sem exploração de trabalho desumano. Reconhecer os impactos ambientais das operações da empresa vendedora, e avaliação das

responsabilidades sustentáveis dos fornecedores de materiais e serviços, por exemplo, a utilização de modais mais econômicos e sustentáveis possíveis, a maximização da distribuição adequada de riqueza para o entorno de onde está inserida a empresa vendedora não deve ser analisada, pois não possui relação direta com os negócios da empresa, e sim de políticas públicas em conjunto com o desenvolvimento industrial local e órgãos não governamentais.

Quanto aos Sistemas de Manufatura: o desenvolvimento de melhorias dos processos produtivos para atender a nova estrutura, abrange de forma direta as questões de produção de produtos com qualidade e o uso de tecnologias poupadoras de matéria-prima e de energia. Por isso, a importância de se realizar uma análise mais criteriosa nesse sistema, pois afeta diretamente o desempenho do produto no mercado consumidor sustentável.

Em relação aos Detalhes Estratégicos: se a estratégia é voltada para a sustentabilidade, entende-se que existe aumento no valor agregado do negócio, existe divulgação das informações relativas ao comportamento socioambiental da empresa. Através do *marketing* sustentável, a empresa possui responsabilidade social empresarial, existe busca conjunta para as soluções dos problemas do entorno. Porém, existe, ainda, a necessidade de avaliar o entendimento dos parceiros das alianças estratégicas em relação às estratégias sustentáveis da empresa que desenvolve o produto inovador. Durante a análise das questões estratégicas, não é necessário verificar as potencialidades econômicas e financeiras do projeto, pois quando a estratégia é voltada para a sustentabilidade, acredita-se que a sustentabilidade econômica do projeto já foi analisada através dos conceitos de agregação de valor do produto, tornando-se o produto alinhado as estratégias corporativas sustentáveis da companhia.

O modelo proposto deve ser visto como uma questão estratégica, pois a relação que existe entre essas seis atividades sobrepostas: i) receita; ii) unidade produtiva; iii) arquitetura do produto; iv) fazer ou comprar; v) sistemas de manufatura; vi) detalhes estratégicos; pode variar de acordo com as necessidades e o interesse de cada empresa, alinhando, assim, seus interesses estratégicos com o foco em cada um desses elementos. Por exemplo, uma empresa que queira desenvolver a cadeia de suprimento para se tornar sustentável deverá utilizar as práticas sustentáveis, e o desenvolvimento da cadeia de suprimento; ou uma empresa que queira desenvolver um processo produtivo economicamente sustentável, com o interesse futuro em desenvolver produtos sustentáveis, precisaria somente adotar as práticas sustentáveis e o desenvolvimento dos processos, sempre com o conhecimento e aprovação da estratégia corporativa.

Levando em consideração os resultados obtidos durante a pesquisa, e com as entrevistas, é possível definir diretrizes para o atendimento da estratégia corporativa

sustentável, no que diz respeito ao desenvolvimento de um produto sustentável, através da simultaneidade entre produto, processo e cadeia de suprimento. Durante a análise para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, através da visão sustentável e da análise em relação ao caso, alguns elementos de análise ficaram sobrepostos, pois tratam das mesmas relações, diretamente ou indiretamente. Para tanto, vale destacar quais desses elementos fazem parte do modelo de apoio à análise de desenvolvimento de produtos sustentáveis, apresentados no Quadro 11 como objeto de pesquisa.

Atividade Sobreposta	Análise
Receita	Verificar se a ideia é sustentável e inovadora; Construir modelos pilotos ou protótipos; Avaliar as necessidades dos clientes para um produto inovador; Receita deve ser vista como uma questão estratégica.
Unidade Produtiva	Investimento em tecnologias de produção, na inovação em processos, produtos e tecnologias com foco no meio ambiental; Realizar parcerias para desenvolver equipamentos que consomem menos energia e gerem menos resíduos.
Arquitetura do Produto	Estrutura industrial sustentável; Arquitetura do produto inovadora.
Fazer/Comprar	Se for comprar, verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos se existe apoio e respeito ao entorno social da empresa; reconhecer os impactos ambientais das operações da empresa vendedora; avaliar as responsabilidades sustentáveis dos fornecedores de materiais e serviços.
Sistemas de Manufatura	Desenvolver melhorias dos processos produtivos para atender a nova estrutura.
Fazer/Comprar	Se for comprar, verificar o respeito aos direitos do trabalhador e os direitos humanos se existe apoio e respeito ao entorno social da empresa; reconhecer os impactos ambientais das operações da empresa vendedora; avaliar as responsabilidades sustentáveis dos fornecedores de materiais e serviços.
Detalhes Estratégicos	Estratégia voltada para a sustentabilidade; Avaliar o entendimento dos parceiros das alianças estratégicas em relação as estratégias sustentáveis da empresa.

Quadro 11- Itens a serem analisados durante o desenvolvimento simultâneo de produtos sustentáveis.
Elaborado pelo Autor (2011).

A competitividade de uma organização depende do alinhamento entre esforços e estratégia: o sistema de avaliação de desempenho deve ser o elo de realimentação entre os objetivos da estratégia e os esforços para atingi-los. Porém, vale à pena ressaltar que a

tentativa de executar as tarefas de melhorias em partes não representa que a soma dos resultados será o ótimo global para desenvolver um produto sustentável, através do desenvolvimento simultâneo entre produto, processo e cadeia de suprimento. Essas tarefas deverão ser executadas em conjunto com uma estratégia corporativa sustentável.

A área de P&D da companhia precisa estar ciente das atividades que deverão ser abordadas de forma simultânea entre as áreas de desenvolvimento de produtos, processo e de cadeia de suprimento. Com base no Modelo de apoio a análise de desenvolvimento de produtos sustentável proposto, seguem alguns critérios a serem cumpridos durante um projeto de desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Fases	Tarefas	Sobreposições	Tarefas Sobrepostas
Pré-Desenvolvimento	Planejamento Estratégico dos Produtos Sustentáveis e Mercados	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento de Processo/Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Detalhes Estratégicos
	Geração da Ideia	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento de Processo	Receita
Desenvolvimento	Estudos Preliminares (validação da ideia, e viabilidade sustentável)	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento de Processo	Unidade de Processo
	Modelo de Laboratório	Desenvolvimento de Produto	-
	Produção Piloto de Protótipos e Testes para Validação	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento de Processo	Receita
	Planejamento e Preparação da Produção (processos sustentáveis)	Desenvolvimento de Processo/Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Sistemas de Manufatura
	Produção Sustentável	Desenvolvimento do Produto/Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Fazer/Comprar
	Lançamento do Produto (<i>Marketing</i> Sustentável)	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento de Processo/Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Detalhes Estratégicos

Fases	Tarefas	Sobreposições	Tarefas Sobrepostas
Pós-Desenvolvimento	Planejamento da Obsolescência (Reutilização/Reuso/Descarte correto)	Desenvolvimento de Produtos/Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	Arquitetura do produto
	Descontinuar o Produto	Desenvolvimento da Cadeia de Suprimento	-

Quadro 12 - Proposta para desenvolver um produto sustentável através da simultaneidade de produto, processo e cadeia de suprimento. Elaborado pelo autor (2011).

Em função do atual modelo de desenvolvimento de produtos sustentáveis da empresa pesquisada, e em relação ao Modelo de apoio a análise de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis proposto por esse trabalho, o quadro 12 serve como uma sequência básica para orientação em desenvolvimento de novos produtos sustentáveis, definindo, assim, em quais etapas, durante o desenvolvimento do produto, ocorrerão as sobreposições, e quais as atividades deverão ser compartilhadas pelas áreas a fim de atingir o desempenho desejado nas questões sustentáveis, para cada sobreposição, já apresentadas no quadro 11.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação buscou responder a questão de como desenvolver um produto sustentável via desenvolvimento simultâneo de produto, processo e da cadeia de suprimento, e entende-se que essa resposta é obtida através da geração do modelo de apoio a análise proposto. No entanto, para se chegar ao modelo sugerido, etapas tiveram que ser vencidas. A primeira foi identificar e avaliar as potencialidades do setor econômico em que seria efetuada a pesquisa, a fim de elevar a importância do estudo. Isso foi atingido através de uma pesquisa de mercado e de informações referentes à empresa. A segunda foi conhecer e aprofundar os conhecimentos referentes à Sustentabilidade, Desenvolvimento de Produtos e a relação entre simultaneidade de produto, processo e a cadeia de suprimento; esse conhecimento foi considerado de vital importância para o bom andamento da pesquisa. Como terceira etapa vencida, há o estudo de caso, que veio auxiliar no entendimento das teorias abordadas e a identificar relações entre os dois mundos, o teórico e o real; tendo como principal objetivo a elaboração de um modelo teórico para desenvolver um produto sustentável, através da simultaneidade entre produto, processo e a cadeia de suprimento.

O estudo de caso serviu como aprendizado ao pesquisador, em relação às pessoas envolvidas, os segredos estratégicos contidos no projeto, as dificuldades e o atendimento da proposta. À medida que o conhecimento era acrescentado ao estudo, vários *insights* para a construção do modelo foram surgindo, algumas referências foram descartadas ao longo do processo de aprendizado pelo pesquisador, por não possuírem o foco desejado para a pesquisa, em contrapartida algumas referências foram inseridas nos momentos finais de pesquisa, devido a contextualização do material para o trabalho.

A maior dificuldade encontrada durante a pesquisa foi o estudo de caso em si, pois esse trabalho iniciou durante o período de conclusão do projeto de desenvolvimento do produto, com isso muitas informações já haviam se perdido, assim como a movimentação das pessoas envolvidas durante o caso. Encontrar as pessoas em uma empresa multinacional com quase cinco mil funcionários foi um desafio que levou aproximadamente dois meses de contatos com os colaboradores da companhia. O agendamento e o conteúdo das entrevistas foram outras dificuldades encontradas, pois algumas das pessoas envolvidas no projeto recusaram-se a serem entrevistadas, e até mesmo houve recusas em responder alguns questionamentos, que na visão delas eram estratégicos. Respeitando essas limitações e

dificuldades, os resultados das entrevistas foram satisfatórios, do ponto de vista do pesquisador, para a conclusão do caso.

O objetivo geral dessa pesquisa foi atingido quando houve o confronto das teorias pesquisadas com o estudo de caso, gerando um modelo teórico de análise para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, através da simultaneidade de produto, processo e a cadeia de suprimento. Nesse mesmo momento foram elencadas as possíveis utilizações do modelo para desenvolvimento de produtos sustentáveis através do desenvolvimento simultâneo de produto, processos e cadeia de suprimentos.

6.1 FRAGILIDADES DO MODELO PROPOSTO

Dentre as fragilidades do modelo proposto está a dificuldade de replicação em outro caso, por ser baseado em um caso específico, porém esse trabalho deve ser visto como uma oportunidade de aprofundar o modelo, a fim de extrair o máximo de informações, validando as teorias referentes ao assunto com a prática percebida durante o estudo de caso.

Por se tratar de uma questão estratégica, o desenvolvimento de produto torna o modelo mais robusto quando a empresa que deseja desenvolver um produto sustentável possua em sua estratégia as questões sustentáveis como prática. Porém, o modelo torna-se frágil quando entendido de forma equivocada, por se tratar de um modelo teórico, não sendo assim considerado como uma alternativa empresarial.

Os resultados durante a utilização do modelo podem variar, pois as etapas de desenvolvimento de produtos variam de acordo com a empresa, o produto e os gestores que gerenciam os projetos, através de suas próprias práticas, dificultando, assim, a visualização das sobreposições entre as áreas e as atividades que necessitariam de tratamento simultâneo. Contudo, se o modelo for utilizado na concepção do projeto inicial, pode servir de forma a agregar resultado positivo para o projeto, pois assim as sobreposições estariam mapeadas e as tarefas a serem trabalhadas em conjuntos também.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a pesquisa, foram identificadas oportunidades de desenvolvimentos de trabalhos futuros, a fim de dar continuidade e ampliação aos resultados obtidos com o presente estudo. Nesse sentido, sugerem-se algumas possibilidades para investigação:

- realização de outras pesquisas, na tentativa de comprovar a eficiência ou eficácia de um desenvolvimento simultâneo entre produto, processo e cadeia de suprimento para novos produtos sustentáveis, utilizando o modelo proposto;
- verificar o nível de maturidade da empresa em relação ao desenvolvimento de projetos;
- elaborar um estudo de aprendizagem sustentável em todas as áreas da empresa;
- elaborar um estudo que defina os pontos fortes e fracos nos projetos sustentáveis;
- realizar pesquisas para a definição de produtos sustentáveis na indústria petroquímica;
- realizar pesquisas para a definição do nível de sustentabilidade nos processos produtivos;
- realizar pesquisas para a definição do nível de sustentabilidade na cadeia de suprimentos como um todo.

REFERÊNCIAS

ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de; SILVA FILHO, José Carlos Lázaro da; OLIVEIRA, Bruno Cals de; HOLANDA JÚNIOR, Francisco Leite. Perfis estratégicos de conduta social e ambiental: estudos na indústria têxtil nordestina. **Revista Gestão & Produção**. São Carlos, v. 15, jan./abr. 2008, p. 159-172.

ALVAREZ, ROBERTO DOS REIS. Análise Comparativa de Metodologias para Análise, Identificação e solução de Problemas, Brasil. 196f. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1995.

ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle; KLIPPEL, Marcelo. **Montagem Sistêmica dos Indicadores de Desempenho nas Empresas Industriais**: uma Abordagem a partir da Teoria das Restrições/TOC e do Sistema Toyota de Produção/STP. **XXIII ENEGEP**. Ouro Preto/MG, Brasil. De 22 a 24 de outubro de 2003.

ANTUNES, JÚNIOR. **Sistemas de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAS, G; CROWTHER, D. Evaluating Sustainability: a Need for Standards. **Issues in Social and Environmental Accounting**. n. 2, 2008, p.19-35.

BALDISSERA, Antoninho Luís. Um estudo da aplicação da Pesquisa Operacional para otimizar resultados em uma agroindústria: O caso da unidade de negócios de suínos da Chapecó Companhia Industrial de Alimentos, Brasil. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós Graduação em Administração, 2003. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2003.

BALESTRIN, Alsones; VERSCHOORE, Jorge. **Redes de Cooperação Empresarial: Estratégias de Gestão na nova Economia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BALL, A.; BROADBENT, J.; JARVIS, T. Waste management, the challenges of the PFI and ‘sustainability reporting’. **Business Strategy and the Environment** .15, 2006, p. 258–274.

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

BANSAL. The corporate challenges of sustainable development. **Academy of Management Review**. 16(2), 2002, p. 122–131.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Lda, 1995.

BARNES, N.; SMITH, J. D. Innovators in sustainability. **Mary Ann Liebert Inc.** n.5, October, 2008.

BARR, S.; SHAW, G.; COLES, T.; PRILLWITZ, J. A holiday is a holiday: Practicing sustainability, home and away. **Journal of Transport Geography**. n. 18, 2010, p. 474-481.

BILGEN, S; KAYGUSUZ, K; SARI, A. Thermodynamic Aspects of Energy Systems and Sustainable Development. **Energy Sources**. Part A, n. 30, 2008, p. 325–333.

BORCHARDT, M; POLTOSI, L, A, C; SELBITTO, M, A; PEREIRA, G, M. Considerações sobre Ecodesign: Um estudo de Caso na Indústria Eletrônica Automotiva. **Ambiente & Sociedade**. v.2, n.11, ano 2008, p. 341-353.

BOSTELMANN, P.; WEBSKY, J.; TEIXEIRA, J. A. Gestão do design e simbologia de produtos como parâmetros do desenvolvimento sustentável. **Anais do 8º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo/SP, out. 2008.

BOZDOGAN, K.; DEYST, J.; HOULT, D.; LUCAS, M. Architectural innovation in product development through early supplier integration. **R&D Management**. v.3, n. 28, ano 1998.

BRASS, DANIEL; GALASKIEWICZ, JOSEPH; GREVE, HENRICH; TSAI, WENPIN. Taking stock of networks and organizations: a multilevel perspective. **Academy of Management Journal**. v.06, n.47, ano 2004, p. 795-817.

BRUN, G; HADORN, G, H. Ranking policy options for sustainable development. **Poiesis Prax**. n. 05, 2008, p.15-31.

CADEIA PRODUTIVA PETROQUÍMICA NO BRASIL. Disponível em: www.Braskem.com.br. Acesso: 20 mai. 2011.

CAM, C, N. A conceptual framework for sociotechno-centric approach to sustainable development. **International Journal of Technology Management and Sustainable Development**. n. 03, 2004, p. 59-66.

CAPACIDADES DE PRODUÇÃO DE RESINAS NAS AMÉRICAS. Disponível em: www.Braskem.com.br. Acesso: 20 mai. 2011.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 06. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CIEGIS, R.; RAMANAUSKIENE, J.; STARTIENE, G. Theoretical reasoning of the use of indicators and indices for sustainable development assessment. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**. n 3, 2009.

CONTADOR, J. **Modelo para aumentar a competitividade industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

CORRÊA, HENRIQUE LUIZ. **Gestão de redes de suprimento: Integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010.

COX, JEFF; SPENCER MICHAEL S. **The Constraints Management Handbook**. Florida: St. Lucie Press, 1998.

DASGUPTA, S; TAM, E, K, L. Indicators and framework for assessing sustainable infrastructure. **Can. J. Civ. Eng.** n. 32, 2005, p. 30-44.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DITTRICH, K.; DUYSTERS, G. Networking as a Means to Strategy Change: The Case of Open Innovation in Mobile Telephony. **The Journal of Product Innovation Management**. 24, ano 2007.

DODGSON, M; GANN, G.; SALTER, A. The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. **R&D Management**. v. 3, n. 36, 2006.

DONOSO, F, G, F. Uma proposta para a construção de uma proposta de método para a construção de um sistema de indicadores de sustentabilidade corporativa utilizando a abordagem da teoria das restrições (TOC), Brasil. 2006. 227f. Dissertação (Mestrado em Administração, 2006) Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2006.

DYER, J; SINGH, H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of Management Review**.v.04, n.23, ano 1998, p. 660-679.

EHRENFELD, J. The roots of sustainability. **Sloan Management Review**. 2005, p. 23-25.
EISENHARDT, K M. Building Theories from case study research. **Academy of Management Review**. v. 14, n 04, 1989, p. 532-550.

ENCALADA, J. A. D.; CACERES, A. P. System dynamics urban sustainability model for Puerto Aura in Plueba, México. **Springer Science+Business Media**. n. 22, 2009, p. 77-99.

EVANS, A; STREZOV, V; EVANS, T, J. Sustainability considerations for electricity generation from biomass. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. n.14 , 2010, p. 1419–1427.

FERREIRA, A, B, H. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, Curitiba, 2009.

FERRO, Ana Flávia Portilho; BONACELLI, Maria Beatriz Machado; ASSAD, Ana Lúcia Delgado. Oportunidades tecnológicas e estratégias concorrencias de gestão ambiental: o uso sustentável da biodiversidade brasileira. **Revista Gestão & Produção**. v.13, n.3, p.489-501, set.-dez. 2006.

FINE, Charles. Clockspeed-Based strategies for supply chain design. **Production and Operations Management**, v. 09, n.3, 2000.

FLORIDA, R. Lean and green: The move to environmentally conscious manufacturing. **California Management Review**. 39(1), 1996, p. 80–105.

FOWLER, S.; HOPE, C.; Incorporating sustainable business practices into company strategy. **Business Strategy and the Environment**. 16(1), 26–38, 2006.

GAZIULUSOY, A,I; BOYLE, C.A; MC-DOWALL, R. A conceptual systemic framework proposal for sustainable technology development: incorporating future studies within a co-evolutionary approach. **Civil Engineering and Environmental Systems**. v. 04, n. 25, 2008, p. 301-311.

GODOY, A S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de administração de empresa**. São Paulo. v. 35, n.2, Mar./Abr.1995, p.57-63.

GOMES, Antônio do Nascimento. **Sustentabilidade de empresas de base florestal: o papel dos Projetos Sociais na inclusão das comunidades locais, Brasil**. 2005. 237 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal, 2005). Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

GULATI, R; NOHRIA, N; ZAHEER, A. Strategic networks. **Strategic Management Journal**. v. 21, n. 03, ano 2000, p. 203-215.

HAGELSTEIN, K. Globally sustainable manganese metal production and use. **Journal of Environmental Management**. 90, 2009, p. 3736–3740.

HART, S. A natural-resource-based view of the firm. **Academy of Management Review**. 20, 1995, p. 986–1014.

HARTLEY, J.R. **Concurrent Engineering: Shortening Lead Times, Raising Quality, and Lowering Costs**. Cambridge, Massachusetts: Productivity Pressman, 1992.

HESPENHADE, E.; PAULOUSKY, K.; MCELROY, M. Accounting for sustainability performance. **Financial Executive**. 2010, p. 53-58.

HILL, T. **Manufacturing strategy: text and cases**. London: Macmillian Business, 1995.

HOUAISS, A; SALLES, V, M. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, 2009.

HUBBARD, G. Measuring organizacional performance: Beyond the triple botton line. **Business Strategy and the environment**. n. 19, 2009, p. 177-191.

HUMAN, S; PROVAN, K. An emergent theory of structure and outcomes in small-firm strategic manufacturing network. **Academy of Management Journal**. v. 40, n.2, ano 1997, p. 368-403.

JABBOUR, C. J. C.; SANTOS, F. C. A. **Desenvolvimento de produtos sustentáveis: o papel da gestão de pessoas**. **RAP**. 41 (2), Mar./Abr. 2007, p. 283-307.

JARILLO, C. **Strategic Networks**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993.

JONES, S.; FROST, G.; LOFTUS, J.; VAN DER LAAN, S. Sustainability Reporting: Practices, Performance and Potential. **Australian Society of Certified Practising Accountants**, Sydney, 2005.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **A estratégia em ação: o Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KEEBLE, J. J.; TOPIOL, S.; BERKELEY, S. Using Indicators to Measure Sustainability Performance at a Corporate and Project Level. **Journal of Business Ethics**. n. 44, 2003, p. 149-158.

LENNAN, A, M; NGOMA, W, Y. Quality governance for sustainable development? **Progress in Development Studies**. n 4, v 4, ano 2004, p. 279–293.

LIMA, RODRIGO COSTA DE SOUZA. **Método para posicionamento estratégico sustentável no desenvolvimento de um novo produto**, Brasil. 2010. 143f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, 2010, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

LINS, Clarissa. **Sustentabilidade Corporativa: a empresa como agente implementador do Desenvolvimento Sustentável. X Congresso COPPEAD de Administração, Ética e Responsabilidade nos negócios**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Rio de Janeiro, out. 2004.

LITTEN, L. Measuring and Reporting Institutional Sustainability. Association for Institutional. RESEARCH ANNUAL FORUM, San Diego, 2005.

MARSDEN, G.; KIMBLE, M.; NELLTHORP, J.; KELLY, C. Sustainability assessment: the definition deficit. **International Journal of Sustainable Transportation**. v. 4, 2010, 189-211.

MARSHALL, S.; BROWN, D. Corporate environmental reporting: what's in a metric? **Business Strategy and the Environment**, 12, 87–106, 2003.

MAXWELL, D.; VAN DER VORST, R. Developing Sustainable products and services. **Journal of Cleaner Production**, 11, 883-895, 2003.

MAXWELL, J.; ROTHENBERG S, BRISCOE F, MARCUS A. Green schemes: corporate environmental strategies and their implementation. **California Management Review**. 39(3), 1997, p.118–134.

MAYRING, Philipp **Qualitative content Analysis**. Forum Qualitative Sozialforschung/ Forum: Qualitative social research (on-line journal). Volume 1, No 2 June 2000. Disponível em: < <http://qualitative-research.net/fqs/fqs-e/2-00inhalt-e.htm> > Acesso: 20 abr. 2011.

MEFFORD, R, N. Increasing productivity in global firms: The CEO challenge. **Journal of International Management**. 2009.

MENTZER, J, T; DEWITT, W; KEEBLER, J, S; MIN, S; NIX, N, W; SMITH, C, D; ZACHARIA, Z, G. Defining Supply Chain Management. **Journal Of Business Logistics**. v. 02, n. 22, ano 2001.

MERCER NETO', I.; VOLPATO, N. Um estudo de caso sobre o papel do protótipo no desenvolvimento de produto. IX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO CEFET-PR, V.1, p. 106-109, Curitiba-Pr, 2004.

MIKALDO Jr., J; SCHEER, S. **Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: qual é a melhor solução?** Workshop brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios. Curitiba/PR Brasil, dez. 2007.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B.O Processo da Estratégia. Porto Alegre: Bookman, 1993.

MOREIRA, GABRIELA. Cenários Sistêmicos: Proposta de integração entre princípios, conceitos e práticas de pensamento sistêmico e planejamento por cenários, Brasil. 2005. 240f. Dissertação (Mestrado em Administração). Programa de Pós-Graduação em Administração, 2005. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2005.

NASH, H, A. The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. **Journal of Cleaner Production**. n. 17, 2009, p. 496-498.

NEWSON, M. **Australia's Triple Bottom Line Performance**, 2002.

NIELSEN, P. H.; WENZEL, H. Integration of environmental aspects in product development: a stepwise procedure based on qualitative life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 247-57, 2002.

NONAKA, I.; TOYAMA, R. The theory of the knowledge-creating firm: subjectivity, objectivity and synthesis. **Industrial and Corporate Change**, v. 14, n. 13, p. 419-436, 2005.

NOREEN, E; SMITH, D; MACKEY, J, T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: Um relatório independente**. São Paulo: Educador, 1996.

NUNES, M. P.; CASSEL, R. A. Proposta de um método de gerenciamento de fornecedores em um ambiente de desenvolvimento simultâneo tridimensional. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.

O'DWINER, B.; OWEN, D. Assurance statement practice in environmental, social and sustainability reporting: a critical evaluation. **Accounting Review**. n. 37, 2005, p. 205–229.

OWEN, D. Emerging issues in sustainability reporting. **Business Strategy and the Environment**. n.15, 2006, p. 217–218.

PAIVA, E.; CARVALHO, L; FENSTERSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PARRIS, THOMAS M.; KATES, ROBERT W. Characterizing Andmeasuring Sustainable Development. **Environment Resources**. n. 28, 2003, p. 559-586.

PEARCE, A, R. Sustainable capital projects: leapfrogging the first cost barrier. **Civil Engineering and Environmental Systems**. v. 04, n. 25, ano 2008, p. 291-300.

PERONA, M; MIRAGLIOTTA, G. Complexity management and Supply Chain performance assessment. A field study and a conceptual framework. **International Journal of Production Economics**. 2004, p. 103–115.

POWELL, W. Learning from collaboration: knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries. **California Management Review**. n. 40, Spring 1998, p. 228-240.

PRESTON, L. Sustainability at Hewlett-Packard. **California Management Review**. 43(3), 2001, p. 26–37.

PROVAN, K; FISH, A; SYDOW, J. Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks. **Journal of Management**. v. 33, n.3, June -2009, p. 479-516.

RETZLAFF, R, C. A Framework and Comparison for Planners. **Journal of the American Planning Association**. v. 04, n. 74, 2008.

ROESCH, S. M.A **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guias para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. São Paulo: Atlas, 1999.

RONDINELLI, D.; VASTAG, G. International environmental standards and corporate policies: an integrative framework. **California Management Review**, 39(1), 1996, p. 106–121.

ROSSI FILHO, Armando; PERGHER, Isaac; SILVA, Luciano Auad da. Proposição teórica de aplicação do processo de pensamento da Teoria das Restrições (TOC) na busca pelo Desenvolvimento Sustentável em indústrias, através da identificação de potenciais redução do impacto ambiental. **XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

SALGADO, E, G; MELLO, C, H, P; SILVA, C, E, S; OLIVEIRA, E,S; ALMEIDA, D, A. Análise de aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Revista Gestão e Produção**. v.16, n.3, 2009, p. 344-356.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**. São Paulo: Best Seller, 2000.

SANTOS, A, M; RODRIGUES, I, A. Controle de Estoque de Materiais com Diferentes Padrões de Demanda: Estudo de Caso em uma Indústria Química. **Revista Gestão e Produção**. v. 2, n. 13, mai.-ago. 2006. p. 223-231.

SCHNEIDER, F.; KALLS, G.; ALIER, J. M. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. **Journal of Cleaner Production**. 18, 2010, p. 511-518.

SEGALÀSA, J; FERRER-BALASB, D; MULDERC, K, F. Conceptual maps: measuring learning processes of engineering students concerning sustainable development. **European Journal of Engineering Education**. v. 03, n. 33, 2008, p. 297-306.

SEGGER, M, C. Significant developments in sustainable development law and governance: A proposal. **Natural Resources Fórum**. 28, 2004, p. 61–74.

SELLITTO, M, A; WALTER, C. Avaliação do desempenho de uma manufatura de equipamentos eletrônicos segundo critérios de competição. **Revista Produção**. n 16, Jan./Abr. 2006, p. 34-47.

SENGE, PETER M.; SMITH, B.; KRUSCHWITZ, N.; LAUR, J.; SCHLEY, S.; **The Necessary Revolution: how individuals and organizations are working together to create a sustainable world**. Published by Doubleday.

SHARMA, S.; HENRIQUES, B.; Stakeholder influences on sustainability practices in the Canadian forest products industry. **Strategic Management Journal**. n.26, 2005, p. 159-171.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre, 1996.

SILVA, Carlos Eduardo Sanches, FARIA, Guilherme Soares. Análise do nível de maturidade da gestão de projetos - um estudo de caso no planejamento avançado da qualidade do produto (APQP). **XIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de novembro de 2006.

SOUZA, V. S. F.; SAMPAIO, C. A. C. Em busca de uma racionalidade convergente ao eco desenvolvimento: um estudo exploratório de projetos de turismo sustentável e de responsabilidade social empresarial. **RAP**. 40 (3), Maio/Jun. 2006, p. 411-25.

SUTTON, Philip. **The Sustainability-Promoting Firm: an essential player in the politics of sustainability**. **XI Ecopolitics Conference at the University of Melbourne**. 4th-5th October, 1997.

TANZIL, D; BELOFF, B, R. Assessing Impacts: Overview on Sustainability Indicators and Metrics. **Environmental Quality Management**. n.41, 2006.

TAPLIN, R.; BENT, D.; AERON-THOMAS, D. Developing a sustainability accounting framework to inform strategic business decisions: a case study from the chemicals industry. **Business Strategy and the Environment**. n. 15, 2006, p. 347-360.

TINGSTROM, J.; KARLSON, R. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. **Journal of Cleaner Production**, 2006.

TINOCO, J. E. P.; ROBLES, L. T. A contabilidade da gestão ambiental e sua dimensão para a transparência empresarial: estudo de caso de quatro empresas brasileiras com atuação global. **RAP**. 40 (6), Nov./Dez. 2006, p. 1077-96,

VANHAVERBEKE, W. The Interorganizational context of open innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, WIM; WEST, JOEL. **Open Innovation, Researching a New paradigm**. New York: Oxford, 2006.

VERONESE, S. M. A. Fabricação de mobiliário sustentável e o uso de compósitos de madeira. **Anais do 8º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em *Design***. São Paulo/SP, out. 2008.

YAO, R; STEEMERS, K. Overview of an innovative EU–China collaboration in education and research in sustainable built environment. **Renewable Energy**. n.34, ano 2009, p. 2080–2087.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001

WCED (World Commission on Environment and Development) (1987) Our common future. **Oxford University Press**, New York.

www.alcoa.com. Acesso: 27 abr. 2010.

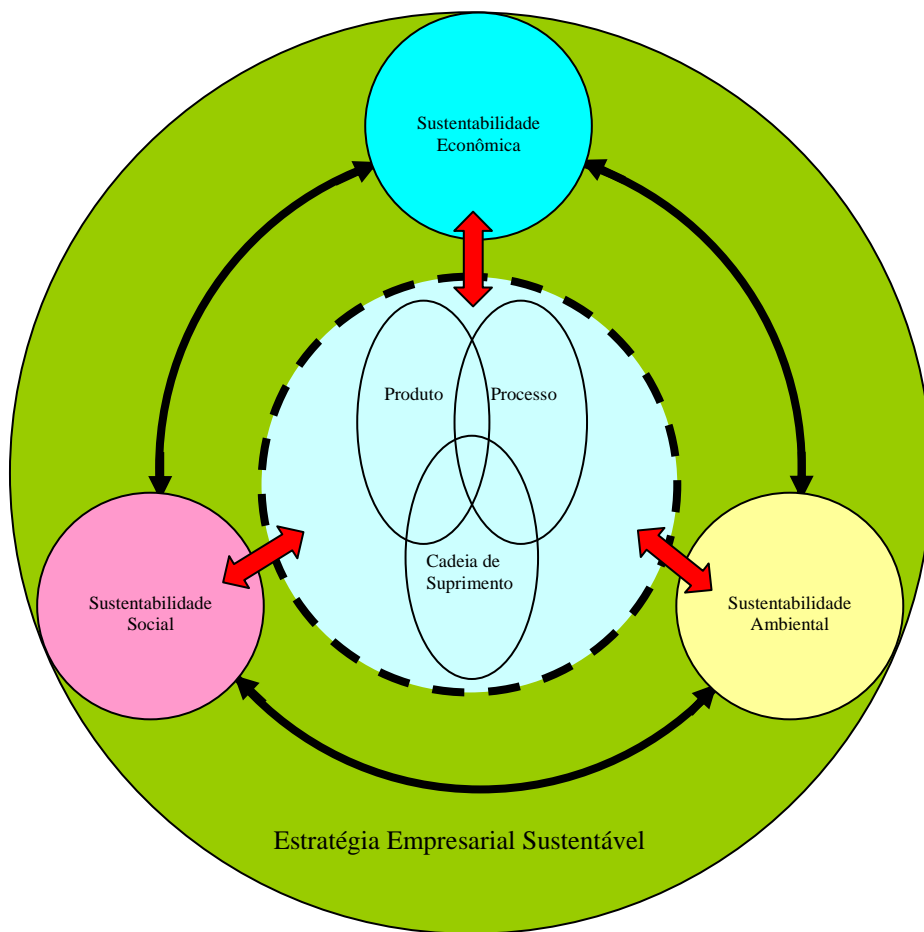
www.bsigroup.com. Acesso: 20 mai 2011.

www.Braskem.com.br. Acesso: 20 mai. 2011.

www.ibge.gov.br. Acesso: 04 mai 2010.

www.iso.org. Acesso: 20 mai. 2011.

**ANEXO A- MODELO DE APOIO A ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO
SIMULTÂNEO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (DSPA)**



ANEXO B: MATRIZ DE REQUISITOS PARA INVESTIMENTOS. FONTE: (DE) BRASKEM UNIB-RS

	Porte	Gestão operacional	Pequeno porte (TI e administ.)		Médio Porte	Grande Porte	REPO sem engenharia	
	Valor (US\$)	< 25 mil	25 mil a 100 mil	100 mil a 500 mil	500 mil a 10 milhões	> 10 milhões	Qualquer valor	
UN	DR-1	Definido pela UM	Sim	Sim	Sim	Sim	Definido pela UN.	
	Memorial Descritivo	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	
	Projeto Conceitual	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	
	Análises de risco e impacto	Conforme procedimento corporativo (PR-0603-00021)						
	PEE FEL 2	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	
	AP	Quando necessário	Quando necessário	Quando necessário	Sim	Sim	Quando necessário	
	EVTE	Quando aplicável	Quando aplicável	Quando aplicável	Sim (exceto compulsórios)	Sim	Sim (exceto compulsórios)	
	DR-2	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	
	Órgão Gestor	Proj. Básico	Quando necessário	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
		PEE	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
DR-3		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
APE		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Checklist de Detalhamento		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
UN	Rev. de pré-partida	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Órgão Gestor	DR-4	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
	TRA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
UN	DR-5	Não	Definido pela UN	Definido pela UN	Sim	Sim	Definido pela UN.	

APÊNDICE A (ROTEIRO DE QUESTÕES)

Questões	Referencial	Elementos
1. Como surgiu o projeto <i>Eteno Verde</i> em seu setor?	Hart (1995), Perona e Miragliota (2004), Florida (1996), Abreu et.al. (2008), Tinoco e Robles (2006), Marsden et. al. (2010), Lins (2004), Gulati et. al. (2000).	<i>Performance</i> da firma
2. O desenho estrutural e estratégico do projeto foi atingido em seu setor? Discutir as etapas de desenvolvimento e quais foram os problemas?	Tinoco e Robles (2006), Parris e Kates (2003), Tingstron e Karlsson (2006), Sellitto e Walter (2006), Salgado et. al. (2009), Silva e Faria (2006), Kerzner, 2001 apud Silva e Faria, 2006, Nunes e Cassel (2008), Hartley (1992), Veroneze (2008).	Entendimento das fases do processo de desenvolvimento de produtos
3. Há dificuldades no atendimento das estratégias do projeto?	Barr et. al. (2009), Nonaka e Toyama, (2005), Jabbour e Santos (2007), Shingo (1996).	Gestão do conhecimento ambiental
4. Fale sobre o produto, tecnologias e o processo de fabricação e cadeia de suprimento, através de uma visão sustentável?	Maxwell e Vorst (2003); Bilgen et. al. (2008), Veroneze (2008), Lima (2010), Souza e Sampaio (2006), Cam (2004), Mikaldo Jr e Scheer (2007), Mefford (2009); Fine (2000), Nunes e Cassel (2008), Perona e Miragliotta (2004), Corrêa (2010), Ballou (2006), Mikaldo Jr e Scheer (2007).	Engenharia Simultânea Tridimensional
5. Quais foram as parcerias utilizadas durante o projeto?	Senge (2008), Souza e Sampaio (2006), Donoso (2006), Ballou (2006), Bozdogan et. al. (1998), Jarillo (1993), Castells (1999), Balestrin e Verschoore (2008), Powell (1998), Dittrich e Duysters (2007), Dyer e Singh (1998), Human e Provan (1997), Brass et. al. (2004), Provan et. al. (2009).	Relações e parcerias estratégicas

Questões	Referencial	Elementos
6. Em sua opinião, como a marca BRASKEM ficou após o lançamento do produto?	Hespeinde et. al. (2010), Keeble et. al. (2003), Tinoco e Robles (2006), Sutton (1997), Gomes (2005).	Imagem Corporativa
7. Como foi a aceitação do produto no mercado?	Maxwell e Vorst (2003), Nash (2009), Souza e Sampaio (2006).	Tecnologias sociais
8. Qual a visão de futuro para o desenvolvimento de novos produtos com concepção sustentável na Braskem?	Nunes e Cassel (2008), Cam (2004), Hubbard (2009), Bansal (2002).	Empresa sustentável
9. Em sua opinião, a relação custo/benefício justifica o investimento no projeto?	Nunes e Cassel (2008), Brun e Hadorn (2008), Pearce (2008), Mercer Neto e Volpato (2004), Ballou (2006).	Competitividade
10. O que difere o Eteno Verde de seu similar nas questões sustentáveis?	Bostelmann et. al. (2008), Gaziuluzoy et. al. (2008), (Poole et.al., 1999 apud Lima, 2010), Pearce (2008), Rossi Filho et. al. (2009), Senge (2008), Brun e Hadorn (2008), Tinoco e Robles (2006), Hubbard (2009), Tanzil e Belof (2006), Encalada e Cáceres (2008), Schneider (2010), (Curran, 1999 apud Lima 2010), Ballou (2006).	Ciclo de vida
11. Quais as mudanças percebidas para os funcionários e a comunidade local após o lançamento do produto?	Souza e Sampaio (2006), Lennan e Ngoma (2004), Tinoco e Robles (2006), Nash (2009).	Qualidade de vida da comunidade