

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL**

**UM ESTUDO SOBRE A INTER-RELAÇÃO DE MÉTODOS PROJETUAIS NA
CONCEPÇÃO DE PRODUTOS FUTUROS NO DESENVOLVIMENTO
CONCEITUAL DE VEÍCULO AGRÍCOLA**

por

Carlos Davi Matiuzzi da Silva

**Dissertação para obtenção do Título de
Mestre em Projeto e Processos de Fabricação**

Passo Fundo, Setembro de 2013

**UM ESTUDO SOBRE A INTER-RELAÇÃO DE MÉTODOS PROJETUAIS NA
CONCEPÇÃO DE PRODUTOS FUTUROS NO DESENVOLVIMENTO
CONCEITUAL DE VEÍCULO AGRÍCOLA**

por

Carlos Davi Matiuzzi da Silva

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Mestre em Projeto e Processos de Fabricação

Área de Concentração: Projeto

Orientador: Prof. Dr. Márcio Walber

Aprovada por:

Prof. Dr. Osiris Canciglieri Junior, PUC/PR

Prof. Dr. Charles Leonardo Israel, UPF/FEAR

Prof. Dr. Nilson Masiero, UPF/FEAR

Prof. Dr. Charles Leonardo Israel

Coordenador do ppgPPF

Passo Fundo, 18 de Setembro de 2013

Dedico este trabalho à minha família, Luciane, Fernanda e Izabella,
suporte de tudo em minha vida e incentivadoras
principais deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Camilo, a minha mãe, Fátima, pelo apoio em muitos momentos desse trabalho inclusive em questões financeiras relacionadas a minha formação acadêmica.

Ao meu amigo e colega Prof. Diego de Ávila, pelo apoio nos *renders* e modelagem tridimensional do meu experimento, cabe salientar que o mesmo é um dos melhores modelistas 3D que tive a oportunidades de conhecer.

Ao meu orientador, Marcio Walber, por acreditar no conteúdo deste trabalho e se propor a orientá-lo entendendo a minha formação e atuação na área do design.

Aos meus amigos, Alfredo Castamann e Hamilton Belbute pelo apoio e incentivo ao ingresso em um curso de mestrado, sempre apoiando e acreditando nos meus potenciais.

Ao Prof. Luiz Salomão Ribas Gomez, por fornecer os caminhos necessários para a revisão teórica sobre o assunto de PDP's Não Lineares, e incentivador de continuidade no doutorado.

Aos meus alunos do Curso de Design da ULBRA Carazinho em especial o aluno Eduardo Concatto, por ter traduzido os conceitos na forma de desenhos para o resultado aplicado deste trabalho.

Ao Diretor Waldemar Sjlender por me proporcionar a dispensa necessária de minhas atividades docentes a administrativas para assistir as aulas e escrever esta dissertação, seu apoio foi fundamental.

A Universidade de Passo Fundo, pelo acolhimento de um designer na turma de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica, representado pelo professor e coordenador Charles Leonardo Israel. Não foi fácil encarar 25 engenheiros mecânicos e entender sobre fratura e ensaios mecânicos.

E em especial a Deus, primeiramente pela vida e depois pelas oportunidades oferecidas durante minha caminhada.

RESUMO

Em uma realidade de mercado onde os problemas e variáveis são cada vez mais complexos, a velocidade do processamento e disseminação da informação é acelerada dia-a-dia ao surgimento de novos produtos e de produtos que ainda nem pode-se pensar em usufruir-los. Afirma-se que nestes aspectos há uma constante relacionada às sociedades cada vez mais consumistas e dependentes de artefatos industriais manufaturados. Desta forma, a variada gama de projetos com a qual os profissionais de projeto são confrontados atualmente fazem com que o acúmulo de experiência seja mais fragmentado perante a variedade de problemas a serem resolvidos. Esses fatores são preponderantes para justificar a necessidade de utilizar-se de métodos de projeto bem estruturados e flexíveis para o desenvolvimento destas atividades. Todavia, pode-se perceber que esses métodos são estruturados de forma a prever um início, meio e fim muito claros para a atividade, com uma cadeia de tarefas a serem executadas de forma sequencial e lógica. Em PDP's lineares como os propostos por Baxter (2010), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003) não se percebe claramente um espaço pré-determinado para que sejam feitas alterações e interferências, mesmo sabendo-se que essa é uma prática corrente tanto na academia como no mercado profissional, sendo que os próprios autores admitem que essas interferências devem ocorrer. Estas interferências devem adaptar esses métodos a realidade específica de cada projeto modificando-os para determinadas demandas sob determinado enfoque e não pré-determinados. Estes métodos apresentam abordagens e enfoques diferentes e ao mesmo tempo complementares. Objetiva-se desta forma inter-relacionar métodos através de um modelo sistêmico de estrutura radial congruindo as etapas projetuais e ferramentas de projeto ao modelo do MD3E proposto por Santos (2005), onde todas as características da atividade projetual se complementam resultando em um projeto conceitual de veículo tracionado agrícola que se estrutura a partir de um cenário futuro. Para o resultado espera-se que a partir de um modelo mais flexível seja possível o profissional de projeto também utilizar-se de ferramentas de áreas correlatas ou até mesmo novas ferramentas projetuais demonstrando assim mais qualidade, inovação e menos incertezas. E em consequência a isto, menos falhas e mais sucesso no desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Método. Projeto. Modelo Sistêmico. Conceitual. Futuro

ABSTRACT

In a market reality where the problems and variables are increasingly complex, the speed of processing and dissemination of information is accelerating day by day to the emergence of new products and products that we can not even think of them enjoy . It is said that these aspects there is a constant related companies increasingly consumerist and dependents of industrial artifacts manufactured. Thus, the diverse range of projects with which design professionals are faced today because the accumulation of experience is more fragmented before the variety of problems to be solved. These factors are crucial to justify the need to make use of well-structured design methods and flexible development of these activities. However, one can see that these methods are structured to provide a beginning, middle and end very clear to the activity, with a chain of tasks to be performed sequentially and logically. In PDPs linear as proposed by the Baxter (2010), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) and Romano (2003) is not perceived clearly a pre-determined space for changes to be made and interference, even knowing that this is common practice both in academia and in the professional market, and the authors themselves admit that such interference should occur. These interferences must adapt these methods to the specific reality of each project modifying them to certain demands under certain focus and not pre-determined. These methods present various approaches and approaches while complementary. The purpose is thus interrelate methods through a systemic model of radial congruent steps projetuais and design tools to model MD3E proposed by Santos (2005), where all features of the design activity is complemented resulting in a conceptual design agricultural vehicle that pulled structure from is a future scenario. For the result is expected from a more flexible model it is possible to design professionals also be used tools related fields or even new tools projects thereby demonstrating better quality, innovative and less uncertainty. And due to this, fewer failures and more success in developing new products.

Keywords: Method. Project. Systemic Model. Concept. Future

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Considerações Iniciais e Problematização.....	01
1.2 Objetivo Geral.....	03
1.3 Objetivos Específicos.....	03
1.4 Metodologia da Pesquisa.....	04
1.5 Delimitação do Trabalho.....	05
1.6 Estrutura do Trabalho.....	06
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	08
2.1 Processo De Desenvolvimento De Produtos – PDP.....	08
2.1.1 Qual Método De Referência Usar?.....	10
2.1.2 Modelo de Referência de PDP Linear Proposto por BAXTER (2010).....	13
2.1.3 Modelo de Referência de PDP Linear Proposto por BONSIPE (1978).....	16
2.1.4 Modelo de Referência de PDP Linear Proposto por ROZENFELD Et Al. (2006).....	18
2.1.5 Modelo de Referência de PDP Linear Proposto por ROMANO (2003).....	21
3 ANÁLISE DOS MODELOS DE REFERÊNCIA ABORDADOS.....	25
3.1 Características, Ferramentas, Classificação e Análise dos Modelos de Referência de PDP.....	25
3.2 A Não Linearidade do Pensamento Sistêmico na Prática Projetual.....	33
3.2.1 Modelo de PDP Sistêmico Não Linear Proposto Por SANTOS (2005).....	37
4 PROCEDIMENTOS E FERRAMENTAS METODOLÓGICAS PROJETUAIS CONGRUIDAS A MODELO MD3E.....	41
4.1 Pré-Concepção – Projeto Informacional.....	41
4.1.1 Pré-Concepção – Metaprojeto.....	42
4.1.1.1 Pré-Concepção – Metaprojeto – Fatores Mercadológicos.....	44
4.1.1.2 Pré-Concepção – Metaprojeto – Sistema Produto – Máquinas e Implementos Agrícolas.....	48
4.1.1.3 Pré-Concepção – Metaprojeto – Sustentabilidade Socioambiental.....	53
4.1.1.3 Pré-Concepção – Metaprojeto – Influências sócio culturais.....	57

4.2. Concepção – Projeto Conceitual.....	63
4.2.1 Concepção – Projeto Conceitual – Insight do Usuário.....	64
4.2.2 Concepção – Projeto Conceitual – Mapas Visuais.....	70
4.2.2.1 Concepção – Projeto Conceitual – Princípios de Estilo.....	74
4.2.3 Concepção – Projeto Conceitual – Cenários Futuros.....	76
4.2.4 Concepção – Projeto Conceitual – Geração de Conceitos.....	78
5 DISCUSSÃO E RESULTADOS DO PROJETO CONCEITUAL DE VEÍCULO TRACIONADO AGRÍCOLA.....	88
5.1 Memorial Descritivo.....	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
6.1 Recomendações pra trabalhos futuros.....	101
REFERÊNCIAS.....	102
ANEXOS.....	107

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Gráfico 1 – Infográfico da estrutura da dissertação.....	7
Figura 1 – Método Proposto por Baxter (2011)	15
Figura 2 – Método Proposto por Bonsiepe (1978)	17
Figura 3 – Método Proposto por Rozenfeld et al. (2006).....	18
Figura 4 – Representação das fases, atividades genéricas e específicas	20
Figura 5 - Processo, Macrofases, Fases e Saídas Modelo de Referência-PDMA	23
Figura 6 – Pessoas em forma de “T”	26
Figura 7 - Características lineares e sistêmicas de um Modelo de Referência de PDP.....	30
Figura 8 – Não linearidade no projeto de máquinas agrícolas	36
Figura 9 - Representação Gráfica do Método MD3E.....	38
Figura 10 - Representação Gráfica do Método MD3E com desdobramentos.....	39
Figura 11 - MD3E congruente ao Método de Baxter (2011).....	40
Figura 12 – Síntese da estrutura do METAPROJETO na Pré-Concepção do MD3E.....	43
Gráfico 2 – Cereais, leguminosas e oleaginosas – Área de Produção Brasil em 30 anos	45
Figura 13 – Síntese das partes de um veículo tracionado agrícola (Trator)	51
Figura 14 – Mapas Visual de Materiais do Futuro	54
Figura 15 – Interação complicada com o meio ambiente.....	56
Figura 16 – Painel de estilo de vida consumidor atual	61
Figura 17 – Painel de estilo de vida consumidor do futuro.....	62
Figura 18 – Etapas do método Feel The Future ©	64
Figura 19 – <i>Brainwriting</i> dos entrevistados no <i>workshop</i>	66
Figura 20 – Mapa Visual de Expressão do Produto	71
Figura 21 – Mapa Visual de Similares do Futuro.....	72
Figura 22 – Mapa Visual Biônica.....	73
Figura 23 – Mapa Visual Estilo Automóveis Conceituais	74
Figura 24 – Mapa Visual determinantes de Estilo <i>Benchmarking</i> Stara	75
Figura 25 – Diagrama pentagonal de relações para o desenho do conceito	77
Figura 27 – Geração de Conceitos – Expressão 2D	80
Figura 28 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Articulação das Rodas e Hastes.....	81
Figura 29 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Desenho Simétrico.....	81
Figura 30 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Analogia Direta.....	82
Figura 31 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Interior	83
Figura 32 – Alternativa Escolhida	83
Figura 33 – Render digital da alternativa escolhida através de <i>software</i> de imagens 2D	84
Figura 34 – Fases da Modelagem Digital CAD - Cabine.....	85
Figura 35 – Modelagem Digital CAD – Modelo Virtual Renderizado	85
Figura 36 – Aplicação da Ferramenta MESCRAI.....	87
Figura 37 – Modelo virtual do VTA (Veículo Tracionado Agrícola)	89
Figura 38 – Modelo virtual do VTA – Visão de dentro da cabine pelo operador.....	90
Figura 39 – Modelo virtual do VTA – Sistema de Iluminação LED	91
Figura 40 – Modelo virtual do VTA – Vista lateral	91
Figura 41 – Modelo virtual do VTA – Comunicação Marca e Modelo VTA	92
Figura 42 – Modelo virtual do VTA – Articulação dos rodados em 45° (graus).....	93
Figura 43 – Ilustração da Articulação dos rodados e Cabine	93

Figura 44 – Rodados e Pneus do VTA – Possibilidade de utilização de nanomateriais	94
Figura 45 – Esquema de giro da cabine do VTA	95
Figura 46 – Esquema de abertura da cabine e acesso do operador.....	96
Figura 47 – Engates traseiros para módulos de plantio e arrasto	96
Figura 48 – Simulação Virtual do VTA	97

LISTA DE QUADROS

Quadro1 - Características das fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.....	27
Quadro 2 - Classificação proposta das etapas dos modelos de Baxter (2011), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003)	28
Quadro 2 - Classificação proposta das etapas dos modelos de Baxter (2011), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003)	29
Quadro 3 - Características lineares e sistêmicas de um Modelo de Referência de PDP	31
Quadro 4 – Classificação dos Tratores de acordo com potência do motor	47
Quadro 5 – Pesquisa de produtos concorrentes e ou similares.....	49
Quadro 6 – Características Gerais do Produto.....	50
Quadro 7 – Características Estruturais e Funcionais do Produto	52
Quadro 8 – Morfologia dos veículos tracionados atuais	53
Quadro 9 – Quadro sobre coordenadas e linhas guia para sustentabilidade.....	57
Quadro 10 – Fatores base de prospecção de futuros usuários.	59
Quadro 11 – Classificação dos fatores da PEST em conformidade com o Quadro 10.	60
Quadro12 –Fatores, condicionantes e parâmetros para respostas as perguntas	66
Quadro13 –Palavras Conceito <i>Workshop</i>	68

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
MD3E	Método de Desdobramento em 3 Etapas
MUT	Mobilidade Única Tracionada
PDMA	Projeto e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
VTA	Veículo Tracionado Agrícola

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório, são desenvolvidos comentários iniciais a respeito da presente pesquisa, com a apresentação da temática, da justificativa e dos objetivos que deverão ser atendidos determinando a importância deste trabalho. Na sequência são descritas a estrutura do trabalho, as limitações e os métodos empregados no desenvolvimento desta pesquisa.

1.1 Considerações Iniciais e Problematização

Conforme Matthing, Sanden e Edvardsson (2011), a partir do desenvolvimento de sociedades baseadas em uma cultura industrial é possível perceber diversos avanços tecnológicos e científicos. Dentre eles, a criação e o atendimento de novas necessidades humanas, o desenvolvimento até a obsolescência de diversos tipos e categorias de produtos e o crescimento cada vez maior de uma intrincada cadeia de inter-relações econômico-sociais que propõe cenários futuros cada vez mais complexos. A busca por diferenciais tem envolvido diversas áreas do conhecimento que resultam em ações específicas como, por exemplo, diferenciais em tecnologia, posteriormente pela qualidade industrial e pelo marketing. Desta forma a diferenciação de mercado estaria acontecendo através do projeto, retornando à questão de se agregar valor aos produtos durante a sua concepção.

O entendimento deste diferencial quando investe-se no PDP (processo de desenvolvimento do produto), contribui na qualidade do projeto para obter produtos com maior valor agregado e, por consequência, competitivos. Surge então o desafio de orientar as organizações produtivas em como se apropriarem desse processo de maneira eficaz. Desta forma percebe-se a demanda de se capacitar profissionais para atuarem dentro de uma esfera estratégica do processo de desenvolvimento do produto através de métodos e ferramentas de projeto. Alguns métodos PDP's privilegiam o processo criativo, outros o rigor científico e em sua maioria apresentam um estrutura linear com uma entrada e saída pré-definidas para guiar o projetista na solução dos problemas dentro do seu enfoque e objetivos específicos. Competências e habilidades como o senso crítico, o pensamento reflexivo, o domínio do processo no projeto e a postura proativa devem ser estimulados, o que pode não ocorrer com a aplicação de modelos

prontos, lineares e fechados. Assim, um método fechado de projeto de produto não estimula a participação interdisciplinar de diversas áreas, nem de ferramentas propostas por outros métodos que possam ser adaptadas ao projeto que venha a ser executado. Ressalta-se ainda que seja comum encontrarmos organizações que desenvolvem produtos numa visão mais tradicional do PDP, fragmentando áreas e setores tornando o processo parcialmente eficaz, uma vez que tende a ser afunilado e restritivo. Para que o processo de desenvolvimento de um produto possa ser realmente efetivo, os departamentos e estruturas tradicionais devem ser rompidos fazendo com que a principal contribuição de cada área possa se integrar com as demais. Corroborando com o raciocínio apresentado compreende-se que o espaço de interferência não é explícito em métodos lineares necessitando a busca por um modelo sistêmico de entradas e saídas para o PDP. O método proposto por Santos (2005), denominado de MD3E (Modelo de Desdobramento em Três Etapas), apresenta uma estrutura radial e não organizada por fluxogramas permitindo uma visão global sobre o projeto e variados fluxos de atividade. Deste modo elenca-se como problema de pesquisa a seguinte hipótese: De que modo um PDP sistêmico não linear pode contribuir no projeto conceitual de um veículo tracionado agrícola inter-relacionando-se com outros métodos de projeto através da prospecção de cenários futuros?

Para justificar esta pesquisa observa-se que o conhecimento passa a ser utilizado sob a interferência de diversas fontes, distintos meios de transmissão e ferramentas cada vez menos tradicionais. A ideia de linearidade do pensamento na prática projetual como tem sido usada há muito tempo vem sendo questionada por diversos autores e pesquisadores como Santos (2005) e Schroeder (2010). Os autores descrevem que o profissional da contemporaneidade não pode mais seguir por rumos lineares na prática de projetos e precisa incorporar distintas habilidades, ferramentas e métodos de diversas áreas do conhecimento para contextualizar e resolver problemas de forma mais abrangente. A linearidade do pensamento sistêmico cada dia mais vem sendo questionada como forma única de abordagem de problemas.

Desta forma este estudo visa produzir avanços, pois procura a partir de um experimento metodológico não linear, gerar conhecimento relativo ao projeto de um produto industrial conceitual onde objetiva-se a concepção de um veículo tracionado agrícola a partir da prospecção de um cenário futuro para a indústria de máquinas agrícolas, contribuindo para a mudança das áreas de projeto de desenvolvimento de produtos deste tipo de empresa. Observa-se que o avanço tecnológico é uma

consequência imutável na prática de projetos de máquinas e que o avanço neste setor cada vez mais tem um tempo curto e a utilização de tecnologias combinadas são frequentes dentro do desenvolvimento de projetos, principalmente dentro da área de veículos tracionados que combinam tendências conceituais advindas de projetos automobilísticos. Estes resultados deverão contribuir para o aumento do conhecimento dos profissionais da área de projeto, ofertando resultados e melhorias dentro do processo de desenvolvimento de produtos podendo somar-se como uma nova ferramenta ou até mesmo contribuir com outras ferramentas de projeto já utilizadas de modo a propor uma flexibilização dentro do ambiente empresarial. Este modo de flexibilizar o pensamento no projeto de produto reforça a ideia de que um profissional sistêmico pode perceber melhor o mundo através de relações dinâmicas e não somente de causa e efeito. A utilidade desta abordagem no processo de desenvolvimento de produtos industriais antevê uma modificação na percepção destes profissionais ao poderem congruir diversas ferramentas propostas pelos diversos autores na concepção de novos produtos, contribuindo com uma correlação positiva entre a teoria e a prática visando facilitar sua atuação profissional através de conhecimentos e experiências de vida somando outras formas de realizar contribuições ao longo do processo de desenvolvimento de produtos de modo não tradicional.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver através do PDP sistêmico não linear MD3E proposto por Santos (2005) e sua inter-relação com os métodos e ferramentas de projeto a concepção de um veículo tracionado agrícola sob a prospecção de cenários futuros.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar os métodos de projeto existentes na área de engenharia e afins, suas vantagens e desvantagens;
- Analisar a inter-relação de métodos lineares e ferramentas de projeto em um PDP sistêmico não linear no projeto conceitual de veículo tracionado agrícola;
- Planejar um experimento metodológico não linear em uma situação projetual conceitual na concepção de um produto industrial;

- Projetar conceitualmente o veículo tracionado escolhendo as opções mais adequadas para a criação de um produto sob a prospecção de um cenário futuro.

1.4 Metodologia da Pesquisa

Descrevendo sobre a forma de abordagem do problema, desenvolve-se uma pesquisa qualitativa em função do caráter das variáveis a serem analisadas. Silva e Menezes (2001, p.20) esclarecem, a abordagem qualitativa:

[...] considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. [...] O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Através desta abordagem é possível equacionar as questões subjetivas evidenciadas nos painéis conceituais e de expressão do produto, bem como interpretar as questões evidenciadas nos workshops de prospecção futuras e de interpretação da essência da marca utilizada como experimento para concepção do produto industrial. Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, pois visa construir conhecimentos sobre determinados objetos de estudo com a obrigação de gerar processos ou aplicações concretas diretas e imediatas no decorrer de seu processo conforme Silva e Menezes (2001). Pois através do experimento proposto, o resultado contribui para a validação do experimento podendo gerar e multiplicar o conceito proposto em outras variáveis até mesmo como tendências futuras de outros projetos.

Sob a perspectiva dos objetivos, esta pesquisa é exploratória e descritiva, pois conforme apresenta Gil (1991), tenta descrever as características de um determinado fenômeno e evidenciar relações entre as variáveis, para um maior conhecimento sobre o problema por meio de um levantamento bibliográfico-documental. No que tange a investigação proposta, a análise dos métodos contribui com a prática de projeto dentro das empresas de forma a mudar o panorama atual da prática de projeto, onde com a atividade não-linear subsidiada com o MD3E pode contribuir com o nível de experiência dentro do processo de desenvolvimento de produtos.

Os dados do objeto estudado valem-se de amostras subjetivas e intencionais a qual serão selecionadas conforme características potencialmente significativas para a validação, coletadas através de testes, questionários e observação.

1.6 Delimitação do Trabalho

A partir dos objetivos definidos estabeleceram-se critérios e delimitações e permeiam o desenvolvimento deste trabalho. O presente concentrar-se-á na análise dos métodos lineares convencionais abordados na revisão teórica utilizando-se de métodos já descritos em bibliografia e outros trabalhos acadêmicos. Serão identificadas ferramentas e atividades dentro dos métodos e sua capacidade de congruir-se a um modelo sistêmico não linear para o desenvolvimento do conceito de um produto industrial, juntamente com atividades projetuais oriundas de outras áreas correlatas da engenharia utilizando-se de métodos qualitativos para a prospecção de cenários futuros para obter-se um panorama para a exequibilidade do projeto em questão. Ressalta-se que a proposta das ferramentas e fases projetuais ordenadas e sistematizadas para o conceito do veículo não consiste em uma prescrição para o desenvolvimento de qualquer atividade futura, a proposta deve ser adequada ao nível do processo de desenvolvimento de produtos de acordo com os requisitos apresentados pelo mercado e indústria. Esta proposta adapta-se ao nível de complexidade que o projeto exigir e poderá ser adaptada em diferentes situações e com outras ferramentas que se julgarem necessárias ao desenvolvimento de produtos futuros.

Este trabalho limitar-se-á ao conceito do veículo tracionado agrícola, sua representação formal e princípios de solução para um projeto baseado em um cenário futuro. A execução desta proposta não abordará um projeto detalhado de cada função do veículo tracionado agrícola nem um detalhamento mais aprofundado dos materiais utilizados. A etapa de exequibilidade da proposta apresentada no capítulo quatro hierarquizará a elicitação de requisitos e sua implantação na atividade projetual congruente as fases e ferramentas de projeto propostas por outros métodos para a concepção formal do veículo tracionado agrícola sanando deficiências encontradas em atividades lineares e não propostas para o desenvolvimento de produtos futuros.

1.7 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação é composta por cinco capítulos. O capítulo 1 trata das considerações iniciais, da problematização onde a pesquisa é justificada e onde se levanta a hipótese da pesquisa, seguida de seus, objetivos, metodologia, estrutura do trabalho e delimitações do estudo.

O segundo capítulo trata do referencial teórico, que é a base para o desenvolvimento desta pesquisa. Inicia pela contextualização sobre o processo de desenvolvimento de produtos (PDP), principais metodologias de projeto de produto que servirão como base para análise descrevendo os estudos metodológicos propostos pelos autores.

O terceiro capítulo analisa os métodos propostos pelos autores, Baxter (2011), Bonsiepe (1984) Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003), segue pelo estudo do pensamento não linear e apresenta a sistematização do método MD3E proposto por Santos (2005).

O quarto capítulo, que apresenta os procedimentos metodológicos projetuais a serem utilizados no conceito do veículo tracionado agrícola iniciando-se com a caracterização das etapas e ferramentas pelas quais a pesquisa abordará para a concepção do cenário futuro que servirá como base de desenvolvimento do conceito do veículo.

O quinto capítulo relata o projeto propriamente dito e apresenta o resultado de desenvolvimento do conceito industrial do veículo tracionado agrícola bem como ilustrações e renders finais que materializam esta pesquisa.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões e as recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, têm-se as referências bibliográficas utilizadas e os anexos.

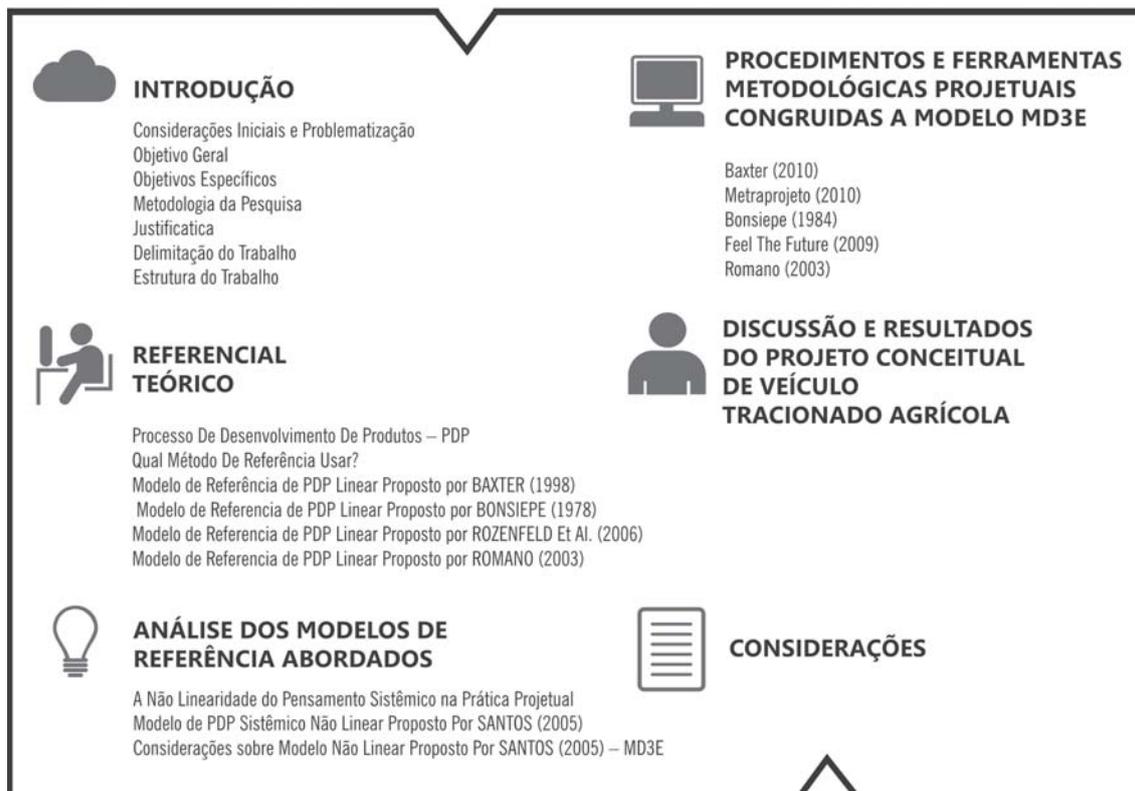


Gráfico 1 – Infográfico da estrutura da dissertação

Fonte – Elaborado pelo Autor

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abrange uma revisão sobre conceitos relacionados a desenvolvimento de produto, modelos de referência e atividades ligadas à estrutura dos modelos estudados. Traz uma abordagem sobre o processo de desenvolvimento de produtos industriais sob o ponto de vista dos autores e suas propostas de fases de execução da atividade projetual bem como considerações e definições sobre esta prática.

2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos – PDP

Diante da atual velocidade da evolução tecnológica e uma sociedade cada vez mais consumista, a busca por soluções inovadoras seja para seu cotidiano pessoal ou empresarial tem sido uma problemática para o desenvolvimento e aprimoramento de novos produtos. Diante disso o processo de desenvolvimento de novos produtos deve ser compreendido como um fator vital para a sobrevivência das empresas. Para Boalgengahen (2003), o desenvolvimento de novos produtos pode apresentar resultados de sucesso como também de fracassos. Estes resultados podem aparecer a qualquer momento no desenvolvimento de produtos e também em qualquer intensidade.

Rozenfeld et al. (2006 apud Carvalho, 2008) apresentam uma definição mais ampla sobre o processo de desenvolvimento de produto. Os autores abordam que desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades, que a partir das necessidades do mercado, das possibilidades e restrições tecnológicas, bem como das estratégias competitivas e de produto da empresa, objetiva-se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que possa ser produzido pela manufatura, lançado no mercado e, posteriormente, acompanhado após o lançamento.

Baxter (2011), enfatiza que o desenvolvimento de produto começa em uma decisão bem ampla de inovar ou não dentro da empresa. Esta decisão uma vez definida em inovar seus produtos as atividades de desenvolvimento passa por um processo denominado de “Funil de Decisão”, no qual serve como uma civilização do grau de risco e incerteza ao longo do processo de desenvolvimento de produto. Ele representa

uma sequência constituída de 6 etapas com o objetivo de reduzir o risco com futuros fracassos do produto.

A competitividade de uma empresa é ligada diretamente a eficiência e eficácia do PDP. Um processo ineficiente desperdiça recursos e posiciona incorretamente dentro do mercado sendo incoerente daquele estabelecido durante o projeto de produto. Toledo (1999), descreve que o sucesso deve acontecer diante de três critérios: qualidade do produto, tempo de desenvolvimento e a produtividade do processo ao longo de suas fases.

O bom desempenho do PDP, segundo Clark e Wheelwright (1992 apud Carvalho, 2008), depende de características como: objetivos claros dos projetos, foco no tempo de desenvolvimento e no mercado, integração interna ao projeto e entre as áreas da empresa envolvidas no decorrer do desenvolvimento do produto, protótipos de alta qualidade e forte liderança de projeto. Desta forma visa-se um desenvolvimento rápido e eficiente, resultando em produtos mais competitivos.

Pahl, Beitz, Feldhusen e Grote (2005 apud Jung et al. 2009) afirmam que uma Metodologia de Projeto representa um conjunto de procedimentos com indicações concretas para ações de projeto e desenvolvimento de sistemas. Os Modelos de Referência objetivam-se a representar, visualizar, comunicar e executar um conjunto de regras metodológicas. Estes modelos têm por finalidade a representação dos conhecimentos, fenômenos e sistemas, constituindo a forma estruturada que possibilita a compreensão de tudo aquilo que é descoberto e produzido em qualquer parte do mundo. Bonsiepe (1978), afirma que um modelo metodológico não deve possuir o fim em si mesmo e não somente deve auxiliar no desenvolvimento de produtos através da orientação durante o processo, mas deve também conduzir o projetista a novas interferências e indagações sobre a continuidade do projeto.

Para que estes métodos de projeto funcionem e atendam o objetivo de deixar a empresa competitiva é necessário que o mesmo seja eficaz e eficiente. Deste modo a escolha do modelo referencial deve basear-se na capacidade de organização dos projetos, na capacidade de controle e de aperfeiçoamento que a empresa necessita durante a execução das etapas. Um modelo pronto pode apresentar qualidades como as citadas, mas cada empresa ou profissional podem utilizar-se de novas ferramentas ou execução de fases anteriores ou posteriores as definidas para que atendam objetivos definidos em seus planejamentos. A formalização de um modelo referencial de desenvolvimento de produto customizado possibilita que todos os envolvidos possam

ter uma visão comum do projeto tendo acesso aos objetivos, informações vindas do mercado e critérios de decisão (ROZENFELD et al., 2006).

Romano (2003), coloca que a formalização do processo de desenvolvimento de produtos aumenta a probabilidade de sucesso dos projetos em virtude de todos os envolvidos estarem cientes das metas de projeto estabelecidas e apresenta um plano que socializa o caminho, definindo as responsabilidades e os marcos de medição do progresso do processo de modo a criar uma comunicação constante e efetiva entre as partes.

2.1.1 Qual método de referência usar?

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos deve ser baseado na escolha de um modelo de referência (MR) que permita uma visão geral do conjunto de atividades a serem realizadas, bem como uma visualização dos fluxos de informações dentro do processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Um Modelo de Referência é utilizado para expor as informações do processo da empresa, negócio e também serve como base no desenvolvimento ou avaliação de modelos específicos ao desenvolvimento de novos produtos. Para Carvalho (2008), as empresas adotam o Modelo de Referência como base para orientar o padrão de trabalho desejado em relação ao desenvolvimento de produtos.

Os modelos existentes para PDP envolvem doutrinas e conceitos que representam distintas visões de mundo. Buss e Cunha (2002 apud Jung et al., 2009), afirmam que as abordagens sobre os modelos referenciais para o desenvolvimento de produtos encontrados na literatura são muitas vezes desconexas e apresentam diferenças metodológicas em função das distintas visões dos autores e das aplicações mercadológicas. Kasper (2000), afirma que os conceitos, definições e experiências assimiladas ao longo do tempo formam um modelo mental a partir do qual são desenvolvidos procedimentos metodológicos e várias linguagens para descrever os fenômenos, situações e problemas.

Os modelos têm por finalidade a representação dos conhecimentos, fenômenos e sistemas, constituindo a forma estruturada que possibilita a compreensão de tudo aquilo que é descoberto e produzido em qualquer parte do mundo (FOUREZ, 1998 apud JUNG et al, 2009 p. 2).

É evidente a grande dificuldade de escolher qual método/autor utilizar na resolução de problemas projetuais na concepção de novos produtos ou mesmo na melhoria de projetos anteriores. Quanto a forma mais adequada ao desenvolvimento do produto como ao modo de pensar do projetista que está à frente do projeto, costuma-se dizer que “a melhor metodologia é a própria” (GOMEZ, 2003, p. 33). Apesar desta afirmação, pode-se constatar que as fases de desenvolvimento projetual, de certa forma, são semelhantes. Há posicionamentos, fases e abordagens diferentes, porém mantém-se um esboço geral de problema, análise, criação e execução, de forma clara, ou subtendida em um só nome. Burdek (2006, p. 225), afirma que “cada produto é o resultado de um processo de desenvolvimento, cujo andamento é determinado por condições e decisões”. É essa premissa que rege a maioria dos Modelos de Referência de projeto. Nem sempre as condições são bem definidas e as decisões em um projeto de produto podem ser tomadas de maneira racional ou não. Segundo Schroeder (2010), os estudos de Modelos de Referência ajudam a organizar o processo de desenvolvimento de produto, mas não definem o produto em si, que está sujeito à “caixa preta” do “criar artístico” e não só à resolução técnica abordada na metodologia. Resolver um problema projetual não significa apenas organizar e analisar as informações coletadas de forma estruturada, passo a passo, como define a metodologia e principalmente quando o projeto está focado no conceito de um novo produto.

No processo de resolução dos problemas projetuais, o ato de projetar é intrínseco à atividade. Esta afirmação é feita de forma simplista, mas não é objetivo aqui entrar na discussão conceitual do que é a atividade de desenvolvimento de projeto e nem mesmo discutir os diversos pontos de vista desta prática discutidas em diversas áreas do conhecimento. O que interessa é que pesquisa, processo e resolução de problemas implicam, de alguma forma em projetar. De acordo com Burdek (2006, p. 225 apud Schroeder 2010, p.32), “o desenvolvimento projetual de produtos é uma atividade ligada a conceitos de criatividade, mas não a uma criatividade ‘livre’, onde se brinca livremente com cores, formas e materiais em um ambiente descontextualizado”. Corroborando com esta afirmação Bomfim (1995, p. 2), expõe que, “no

desenvolvimento de qualquer projeto, estará sempre presente um determinado método, seja ele um conhecimento sistemático lógico ou intuitivo”.

Estes métodos intuitivos, originados de configurações subjetivas e emocionais, não condizem com a atividade projetual de produtos industriais, que se tornou bastante complexa e multidisciplinar logo após a Segunda Guerra Mundial, necessitando, desta forma, de meios e métodos que a organizassem para a nova realidade. (SCHROEDER 2010, p.33)

Neste caso, a discussão é apenas sobre os métodos dentro de uma lógica de projeção, ou seja, organizados e estruturados formando uma determinada metodologia, que, segundo Bomfim (1995, p. 2 apud Schroeder 2010, p.33), “é a ciência que se ocupa do estudo de métodos, técnicas ou ferramentas e de suas aplicações na definição, organização e solução de problemas teóricos e práticos”.

Segundo Barbosa (2007), as soluções de projeto apresentam como principais características:

- existir um exaustivo número de soluções possíveis;
- não existirem soluções ótimas para problemas projetuais;
- serem frequentes as respostas holísticas;
- serem uma contribuição para o conhecimento;
- serem partes de outros problemas projetuais.

Tendo como base estas afirmações é possível descrever que as soluções de projeto são influenciadas pelo ambiente histórico, cultural e tecnológico da época em que são desenvolvidas, bem como a área do conhecimento relacionada ao projeto que está executando cada tarefa, a exemplo do design e das engenharias. Considera-se ainda que além destes itens relacionados pelo autor a orientação para o mercado, bem como características empresariais como o porte da empresa e a modelagem dos departamentos responsáveis pelo projeto de produto influenciam significadamente no resultado final do conceito destes produtos industriais. Estas definições e considerações sobre a Prática Projetual ainda não definem qual o melhor Modelo de Referência ainda usar, sendo necessário ainda investigar em literaturas autores que abordem e descrevam ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de projetos de produto.

2.1.2 Modelo de referência de PDP linear proposto por BAXTER (2011)

De acordo com Munari (2014), o método é composto por uma sequência de operações necessárias, colocadas em ordem lógica, concomitante com a experiência do projetista, objetivando atingir o melhor resultado com o menor esforço.

De acordo com Baxter (2011), as ferramentas usadas durante o projeto são recursos físicos (hardware) ou lógicos (software) aplicados em um momento específico tendo como objetivo auxiliar em uma tarefa específica. O autor descreve exemplos de ferramentas de projeto:

- Análise do Valor: auxilia na definição do custo-benefício dos produtos;
- Recursos de Modelagem Tridimensional: auxiliam na definição de formas e estudos de interação física e psicológica do produto com os usuários;
- Painel Semântico: auxilia na definição das características semânticas e conceituais que o futuro produto deverá apresentar, mapeando, também, o público-alvo e produtos com conceito semelhante.

Concomitante as ferramentas apresentadas, as técnicas de exploração do processo criativo têm por objetivo gerar mais e melhores ideias em um período de tempo menor, apresentando inovações e não explorados anteriormente, conforme apresenta Baxter (2011). A exploração dos processos criativos pode utilizar-se de caminhos como os apresentados pelo autor descritos por Santos (2005):

- Brainstorming: técnica aplicada em grupo, onde várias ideias são discutidas para a resolução de um determinado problema, baseando-se no princípio de quanto mais ideias melhor;
- Sinética: consiste em unir elementos diferentes, aparentemente não relacionados entre si, através da elaboração de analogias, sendo recomendada para a solução de problemas inéditos ou para efetuar alterações profundas em um determinado produto ou processo;
- MESCRAI: sigla para Modificar, Eliminar, Substituir, Combinar, Rearranjar, Adaptar e Inverter, atuando como uma lista de verificação para se efetuar mudanças no produto.

Desta forma Baxter (2011), afirma que o processo criativo se inicia com a etapa de Inspiração, sendo seguida pela Preparação, Incubação, Iluminação e por fim Verificação. A partir de uma analogia desse processo criativo com o processo de projeção verifica-se que a “Inspiração” não surge de uma vontade própria, de um desejo particular ou de algum fator abstrato que o impulsiona a desenvolver algum projeto mas sim de uma problemática apresentada pelo mercado oriunda de uma necessidade do ser humano.

Como define Juran (1992 apud Santos, 2005), as necessidades humanas são ilimitadas tanto em volume quanto em variedade, sendo influenciadas, por exemplo, por padrões sociais, culturais, geográficos, políticos e econômicos.

Estas podem ser classificadas em Necessidades Declaradas e Necessidades Reais, Necessidades Percebidas, Necessidades Culturais, Necessidades Atribuíveis a Usos Inesperados do Produto, Necessidades Relativas à Satisfação com o Produto e Necessidades Relativas à Insatisfação com o Produto. (SANTOS 2005, p. 41)

Baxter (2011), ao apresentar sua metodologia descreve que não é mais necessário um pedido de serviço, o próprio responsável pelo projeto pode visualizar um bom negócio. Divindo-a em projeto de configuração, de detalhes e de fabricação, colocando a parte de desenvolvimento dentro da configuração, onde seriam propostas as alternativas de projeto de material e de fabricação. Para o autor coloca-se claramente uma visão de negócio, inovação, investimento, gestão e planejamento estratégico do design como processo de sucesso do novo produto.

O método proposto por Baxter (2011), representado graficamente pela Figura 1, tem como ponto de partida questões que envolvem o negócio da organização, seu planejamento e gestão, destacando o de design como um elemento integrado ao sistema de gestão organizacional.

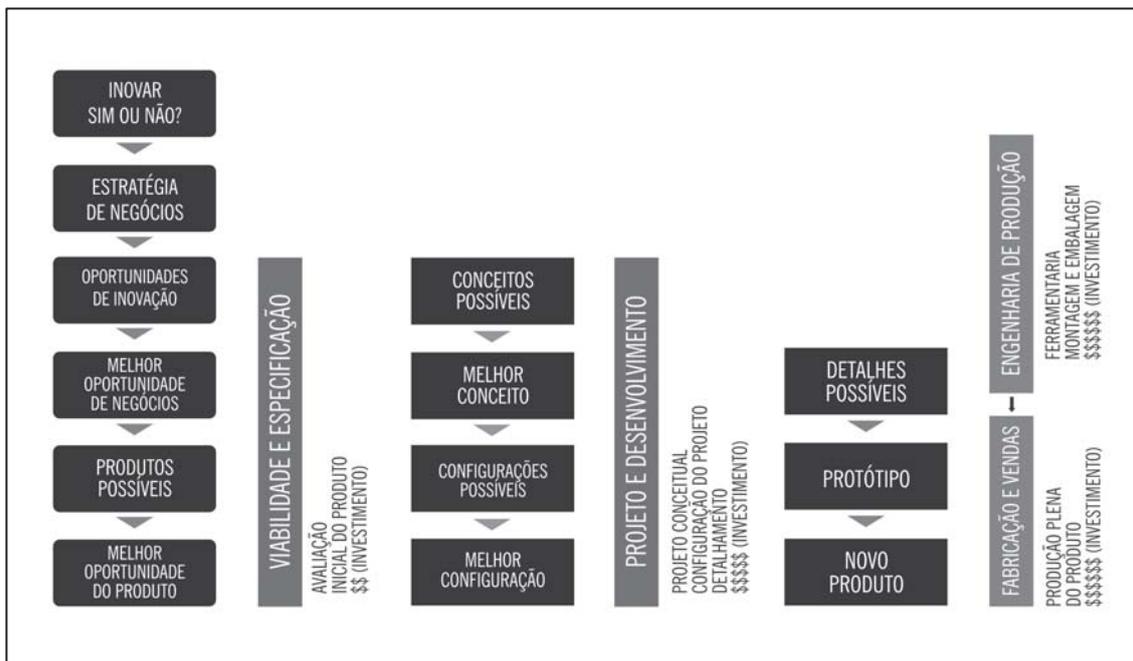


Figura 1 – Método Proposto por Baxter (2011)

Fonte: Adaptado de Baxter (2011)

O Modelo de Referência inicia com a questão de inovar ou não, revisando a sistemática tradicional de desenvolvimento de produtos e alinhando a sua principal motivação com as estratégias da organização e as realidades que o mercado apresenta. Deste modo ao iniciar o projeto apenas na fase de problematização ou definição de necessidades, amplia-se este início para uma atuação mais estratégica e menos operacional, aumentando a probabilidade de contribuições e um retorno maior no desenvolvimento do produto e sua prospecção de sucesso para a comercialização.

Ao apresentar uma sequência de etapas a serem cumpridas, separando-as em quatro momentos distintos: viabilidade e especificação, projeto e desenvolvimento, engenharia de produção, fabricação e vendas.

Baxter (2011), descreve que a fase de criação do produto não é a responsável pela maior parte dos investimentos necessários, mas afirma que do seu adequado desenvolvimento depende todo o restante do PDP.

2.1.2 Modelo de referência de PDP linear proposto por BONSIEPE (1978)

Os modelos existentes para o desenvolvimento de produtos envolvem doutrinas e conceitos que representam distintas visões de mundo. Para Kasper (2000 apud Suarez, Jung e Caten, 2009 p.41) os padrões, conhecimentos e princípios assimilados formam um modelo mental a partir do qual são desenvolvidos procedimentos metodológicos e várias linguagens para descrever os fenômenos, situações e problemas contextuais.

De acordo com Kindlen Júnior, Platchek e Cândido (2003 apud Suarez, Jung e Caten, 2009 p.41):

[...os métodos e as aplicabilidades dos pesquisadores em Modelos de Referência em Projeto de Produto, tem proposto ao longo do tempo técnicas de pesquisa e da iniciativa de gerar não só um conjunto de procedimentos, mas, várias alternativas que, em síntese, convergem em um mesmo sentido: a de poder solucionar um problema que atenda ou vá além da necessidade do usuário.]

O método apresentado por Bonsiepe (1978), divide-se em cinco etapas principais, sendo três delas referentes à problematização do projeto, dando uma ênfase bastante grande a esse momento inicial do processo de design como apresenta a Figura 2.



Figura 2 – Método Proposto por Bonsiepe (1978)

Fonte: Adaptado de Bonsiepe (1978)

Analisando a estrutura apresentada pela Figura 2, o mesmo é incompleto e muito pouco detalhado. O autor não aborda as questões de mercado, não detalha o desenvolvimento do projeto do produto e não indica em sua estrutura a fabricação e nem os aspectos tecnológicos e gerenciais, descreve de forma sintetizada as etapas do projeto e da ênfase em ferramentas que atuam mais constantemente na fase de problematização, análise e definição do problema.

Apresentando menos detalhamentos que outros métodos, focando toda parte de criação e detalhamento definidos por apenas duas etapas, o método apresenta-se inadequado para desenvolvimento de produtos mais complexos. Com um forte desenvolvimento nestas fases iniciais o método contribui para profissionais menos experientes que tendem a precisar de maiores informações que possam auxiliar no desenvolvimento do trabalho, servindo de guia ou base para o encaminhamento do projeto com mais segurança.

Ao contrário no que pode acontecer para profissionais mais experientes, em fases mais avançadas não encontrarão na estrutura do método espaço para desenvolver

competências e habilidades que já foram adquiridas, uma vez que o mesmo deixa de fora inúmeras questões pertinentes a um projeto de produto.

Conforme Santos (2005), o processo de desenvolvimento de produtos exige o uso de métodos sistemáticos, que, por sua vez, exige uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar, envolvendo métodos de marketing, engenharia de métodos e a aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo.

Dentro de uma atividade interdisciplinar esse método pode ser aplicado como um método auxiliar, junto com outro método que seja mais detalhado e completo. Sua estrutura é fechada, com início, meio e fim pré-estabelecidos, sem indicar ou incentivar que sejam feitas interferências na mesma.

2.1.3 Modelo de referência de PDP linear proposto por Rozenfeld et al. (2006)

O Modelo de Referência para a Gestão e o Desenvolvimento de Produtos proposto por Rozenfeld et al. (2006), baseia-se na visão do desenvolvimento de produtos como um processo estruturado, realizado por equipes, e que esteja relacionado com toda a estrutura da empresa e não com um departamento específico.

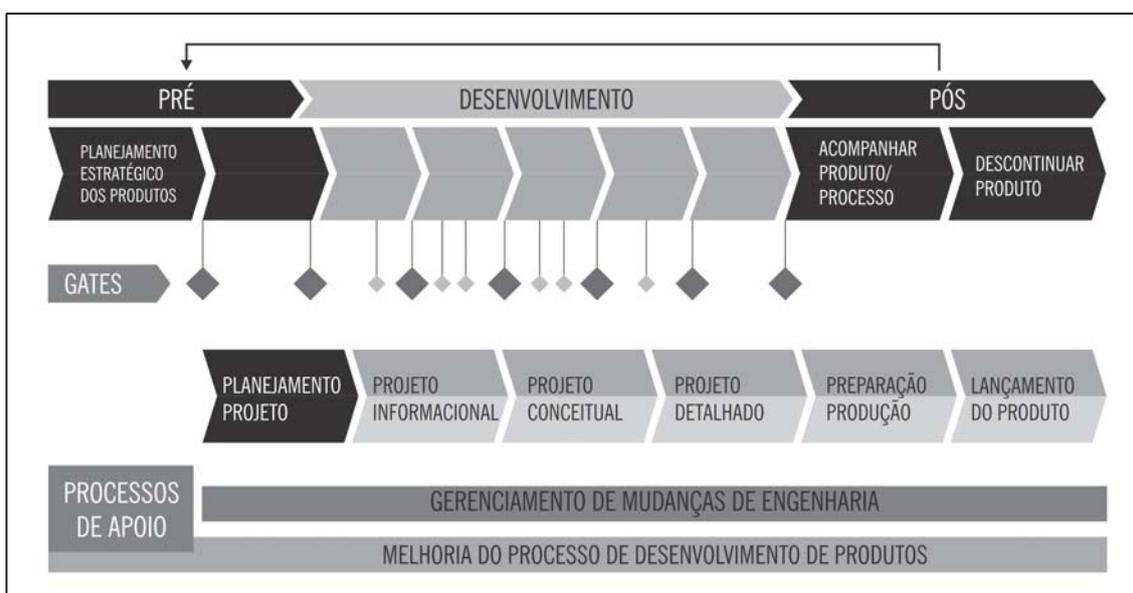


Figura 3 – Método Proposto por Rozenfeld et al. (2006)

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

O método é dividido em três macro-fases: (i) Pré-Desenvolvimento, (ii) Desenvolvimento, e (iii) Pós-Desenvolvimento. Cada macro-fase possui fases específicas, que por sua vez, possuem atividades genéricas e específicas. O método propõe a adaptação da sua estrutura metodológica às necessidades e peculiaridades da empresa.

O procedimento inicial para implantação deste método requer uma análise das condições atuais da empresa para ser determinado o nível de maturidade, para depois ser planejado e fixado qual o nível que a empresa deseja alcançar. O método proposto por Rozenfeld et al. (2006) utiliza o princípio de sequenciamento de fases compostas por atividades genéricas com algumas alterações em cada fase do processo.

O método apresenta uma estrutura que possibilita adaptar-se às peculiaridades das empresas. A característica de “adaptabilidade” da estrutura metodológica do modelo de Rozenfeld et al. (2006), foi identificada e analisada por Jung et al. (2008). Os autores consideram esta característica como um importante diferencial em relação a outros métodos de desenvolvimento de produtos. Conforme Suarez, Jung e Caten (2009), para compreensão da estrutura metodológica os autores representam na Figura 4 as macrofases, fases e um exemplo das respectivas atividades genéricas e específicas existentes no método proposto pelo autor.

A Figura 4, em sua parte superior apresenta as macro-fases e fases do método, internamente, no quadro, localizam-se as atividades genéricas e específicas das fases. Estas atividades ocorrem de forma semelhante em todas as fases, apresentando diferenças somente nas atividades específicas das fases.

Para Suarez, Jung e Caten (2009, p.48), os autores descrevem as atividades específicas como: (i) Fase – Planejar o Projeto [Atividade Específica = a) Preparar Cronograma, que se divide em: a.1 Estimar esforço necessário para a atividade; a.2 Alocar recursos necessários; a.3 Otimizar a programação de atividades e recursos; e a.4 Imprimir cronograma].

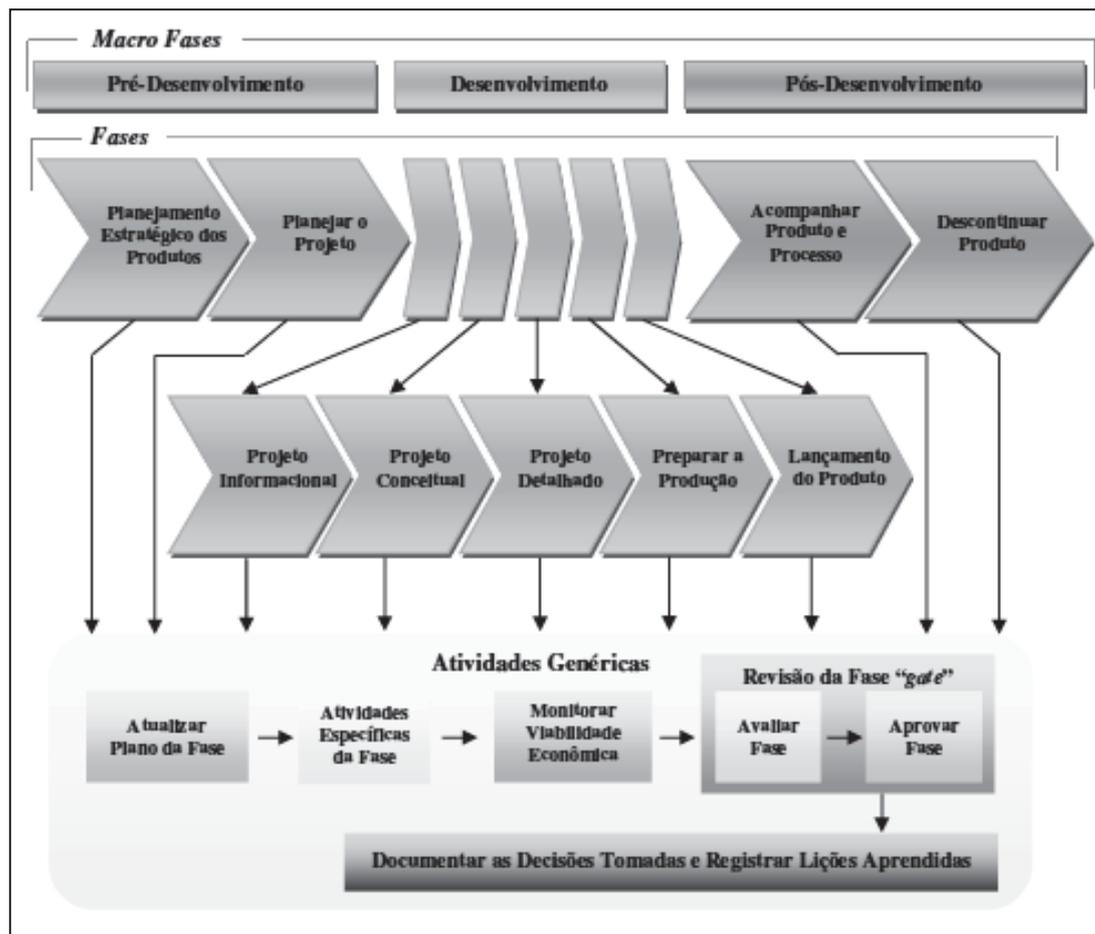


Figura 4 – Representação das fases, atividades genéricas e específicas

Fonte: Suarez, Jung e Caten (2009, p.48)

De acordo com Suarez, Jung e Caten (2009, p.49) uma melhor compreensão é feita a partir de uma descrição sobre cada uma das atividades:

- Atualizar Plano de Fase, determina-se um plano no início do projeto no qual denomina-se Plano Fase onde apresentam-se todas as atividades a serem realizadas no início do projeto e realizadas em cada fase, bem como os resultados esperados na execução. Ao final deve ser atualizado e detalhado;
- Atividades Específicas da Fase, são realizadas as atividades específicas de cada fase como: realizar o projeto detalhado;
- Monitorar Viabilidade Econômica, ao final de cada fase de Planejamento do Produto é desenvolvido um estudo de viabilidade econômica que será atualizado e revisado de acordo com os resultados;
- Avaliar Fase, faz-se uma avaliação da fase, baseada em algumas tarefas. Em função disso deve-se decidir pela implementação de ações corretivas, pela

aprovação ou não da fase e ao final deve ser realizado um relatório para a equipe de avaliação. As tarefas desta atividade são: a) Aprovar Fase, a atividade de aprovar fase baseia-se no relatório de avaliação da fase com o intuito de dar ou não continuidade no projeto, b) Documentar as Decisões Tomadas e Registrar Lições Aprendidas, ao final de cada fase tudo que foi obtido deve ser documentado para que possa ser utilizado posteriormente no projeto ou em outros.

No Modelo de Referência apresentado por Rozenfeld et al. (2006), os autores denominam de “gate” o que acontece ao final de cada fase e consiste em uma avaliação feita pela equipe sobre a execução da fase, sobre o desempenho da própria equipe no projeto e também uma avaliação do projeto em relação à empresa, aos concorrentes ou se de acordo com a realidade do mercado foi necessário o projeto sofrer alguma alteração ou até mesmo ser suspenso ou cancelado.

Conforme Carvalho (2008), o modelo proposto originou-se da união de metodologias, estudos de casos, experiências e melhores práticas desenvolvidas por pesquisadores. A autora descreve o Modelo de Referência como genérico, que pode ser utilizado para a criação de padrões de desenvolvimento de produtos específicos para cada empresa, de forma a considerar as particularidades existentes nas equipes de projeto.

2.1.5 Modelo de referência de PDP linear proposto por ROMANO (2003)

Romano (2003), desenvolveu um Modelo de Referência para o desenvolvimento de produtos onde objetiva-se explicitar o conhecimento sobre o processo de desenvolvimento de produtos, de modo a auxiliar na prática de desenvolvimento de máquinas agrícolas. O Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas proposto pelo autor pode ser usado tanto na formação de estudantes de projeto de produto, como na utilização por profissionais da indústria de máquinas como base estrutural para a implementação de melhorias no processo e desenvolvimento de produtos industriais.

Conforme Romano (2003 apud Carvalho, 2008 p.22), "o processo de desenvolvimento de produto envolve uma modelagem que resulta na formalização,

através da descrição de fases, atividades, responsáveis, recursos disponíveis ou necessários, servindo de referencial comum para a comunicação dos envolvidos no processo". Permite-se com isto melhorar o trabalho das equipes envolvidas no processo, estabelecer requisitos para a aquisição de conhecimento, tomada de decisão na melhoria do processo, bem como facilitar a implantação e integração de novos métodos, técnicas e ferramentas de apoio no desenvolvimento de produtos industriais.

De acordo com Carvalho (2008), o processo de desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas é baseado na definição da demanda de mercado, bem como na adaptação de concepção de máquinas já existentes. Estes projetos são de melhorias de soluções já comercializadas, ou nacionalização de produtos.

O Processo e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (PDMA) proposto por Romano (2003), apresenta uma estrutura compreendida em três macro fases:

- Planejamento – a primeira macrofase correspondente à fase de planejamento do projeto. Envolve a elaboração do plano do projeto da máquina agrícola, principal resultado da fase;
- Projeto – envolve a elaboração do projeto do produto e plano de manufatura. Divide-se em quatro fases denominadas de projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Os resultados de cada fase são as especificações do projeto, a concepção da máquina, a viabilidade econômica e a solicitação de investimento.
- Implementação – compreende a implementação do plano de manufatura na produção da empresa e o encerramento do projeto. Esta fase descreve três fases que denominam-se: preparação da produção, lançamento e validação. Os resultados principais de cada fase apresentam resultados sobre a liberação do produto, a liberação do lote inicial e a validação do projeto.

As macrofases do processo de desenvolvimento do produto propostas por Romano (2003) em seu Modelo de Referência, são divididas em fases como podem ser observadas na Figura 5.



Figura 5 - Processo, Macrofases, Fases e Saídas Modelo de Referência-PDMA

Fonte: ROMANO (2003)

Russini (2009), descreve que a complexidade inerente ao processo de projeto e de sua diversidade de atividades, a sua subdivisão em fases o torna mais facilmente compreendido, caracterizado e controlado. Back & Ogliari (2000 apud Russini, 2009 p.21) caracterizam esta divisão como sendo uma definição de um modelo de consenso para o projeto sistemático de produtos, representando de maneira abrangente as diversas proposições de metodologias de projeto.

As fases propostas no Modelo de Referência de Romano (2003), iniciam-se no Planejamento do Projeto, o plano do projeto é elaborado. Este plano elaborado visa gerenciar e controlar as atividades e recursos envolvidos na execução do desenvolvimento da máquina agrícola.

O Projeto informacional, estabelece as especificações de projeto do produto. Esta fase inicia com a pesquisa de informações sobre o tema de projeto, estabelecendo o ciclo de vida do produto. São identificadas as necessidades dos clientes e o estabelecimento dos seus requisitos. A finalização da fase ocorre com o estabelecimento das especificações de projeto do produto, que concretizam as características do produto a ser desenvolvido.

No Projeto Conceitual busca-se a concepção gerada para a máquina, além da verificação da viabilidade técnica da concepção definida de forma a atender as especificações de projeto. Inicia-se com a análise das especificações de projeto e a identificação das restrições. Sequencialmente estabelece os princípios de funcionalidade e a pesquisa por princípios de solução. Deste modo seleciona-se as combinações de princípios de solução que determinam as combinações alternativas, selecionando a mais adequada.

A execução da fase compreendida como Projeto Preliminar, ocorre o detalhamento inicial das concepções do produto. Nas atividades desenvolvidas apresenta-se a elaboração dos leiautes preliminares e detalhados, e o desenho de formas. Esta fase compreende a utilização maior de ferramentas computacionais onde visualiza-se o *layout* definitivo da concepção do produto.

O Projeto Detalhado, objetiva fixar a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes. Especificação de materiais, viabilidade técnica e econômica são reavaliadas. Resulta na documentação necessária à produção do produto projetado. Nesta fase é realizada a construção e a montagem do protótipo para eventuais testes.

Depois de realizados os testes e ensaios com protótipos ao obter-se a aprovação, parte-se para a Preparação da Produção. Objetiva-se com esta fase descrever e implementar o plano para a manufatura e posteriormente, liberar o produto para o lançamento.

Na fase Lançamento é produzido o lote inicial do produto, para depois ser liberado para a comercialização. Ao finalizar-se todas as etapas anteriores a última etapa do Modelo de Referência, consiste na Validação, onde o projeto é validado e registra-se os resultados obtidos.

Analisando a representação gráfica do Modelo de Referência – PDMA, apresentado por Romano (2003), o mesmo apresenta a ideia de que as fases são sequenciais, e que para a execução de uma próxima depende do resultado final da anterior, mesmo o autor colocando que “sob o ponto de vista da aplicação prática, o que pode ocorrer, dependendo do caso, é que algumas atividades específicas e de fases diferentes podem acontecer simultaneamente” (ROMANO, 2003, p.291). Para que esta solução proposta pelo autor tenha um caráter de exequibilidade, a solução seria não aguardar soluções finais das fases anteriores e executar as possíveis da fase subsequente. Observando esta situação o Modelo de Referência apresentado na Figura 5, ilustra os domínios de conhecimento envolvidos na lógica projetual apresentando uma simultaneidade de atividades. Logo para a aplicação deste modelo em empresas ou até mesmo para acadêmicos de projeto, este modelo apresenta uma estrutura fechada e requer um nível de maturidade maior dos envolvidos no projeto de máquinas agrícolas. O modelo requer uma sistematização maior, integrando os processos empresariais como os participantes da cadeia de fornecimento e com os clientes finais.

3 ANÁLISE DOS MODELOS DE REFERÊNCIA ABORDADOS

O capítulo apresenta uma análise sobre os modelos de desenvolvimento de produtos e ferramentas sugeridas por autores sobre a prática projetual no desenvolvimento de produtos industriais bem como uma reflexão sobre o pensamento sistêmico não linear e sua implicação no Desenvolvimento de Produtos relacionando-o a um modelo sistêmico não linear.

3.1 Características, Ferramentas, Classificação e Análise dos Modelos de Referência de PDP

O Modelo de Referência para o desenvolvimento de produtos industriais deve atender a essas situações através da sua capacidade de integração, onde a equipe de projeto irá interagir na construção do conhecimento de maneira mais efetiva, estimulando a interação entre os membros da equipe durante sua aplicação.

Deste modo define-se que uma importante integração que aconteceu ao longo do tempo foi a do marketing com a engenharia, que incluíram aspectos do mercado como demanda e comportamento do consumidor ao desenvolvimento dos produtos. Corroborando, com esta afirmação Santos (2005) afirma que a necessidade desta integração tem sido objeto de investigação de diferentes disciplinas que desenvolvem atividades relacionadas a projeto de produto. Em síntese, o processo de desenvolvimento de produtos exige o uso de métodos sistemáticos, que, por sua vez, exige uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar. Brown (2009) afirma ainda que este processo continua em mudança e que o tipo abordagem não é mais interdisciplinar e multidisciplinar e sim transdisciplinar. Os profissionais envolvidos no projeto de produto possuem conhecimentos em diversas disciplinas e desta forma desenvolvendo métodos de marketing, engenharia de métodos, mecânica, antropologia, processos co-criativos, estética, estilo e a aplicação destes conhecimentos sobre o produto a ser desenvolvido. Kelley (2007) constata que muitos indivíduos que detêm ampla variedade de conhecimentos em muitos campos, mas que também se aprofundam em uma área de expertise são valiosos polinizadores de uma cultura de inovação, são o que o autor denomina de pessoas “em forma de T” (T-shaped people).

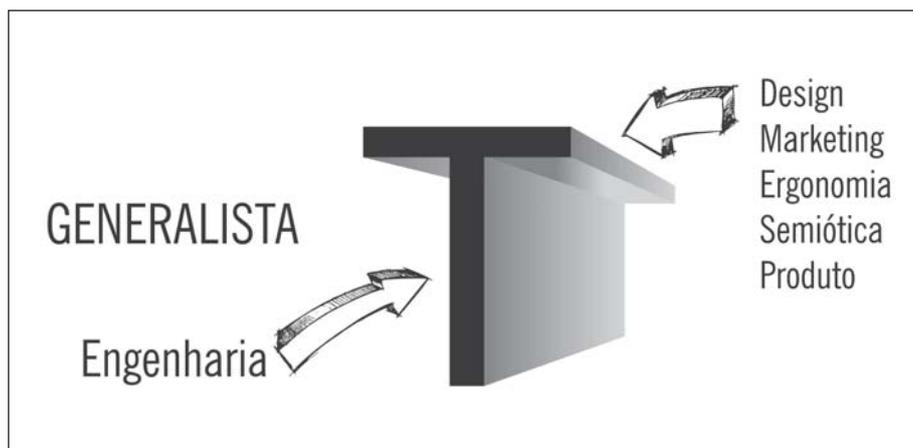


Figura 6 – Pessoas em forma de “T”

Fonte: Adaptado de Kelly (2009)

Corroborando com as afirmações citadas Brown (2009) e representadas na Figura 6, o autor define como *T-shaped people*, ou pessoa em forma de “T” fazendo uma alusão as características que um criativo deve ter, a haste vertical se relaciona a especificidade do profissional, neste caso a engenharia, os braços horizontais fazem referência à disposição de se relacionar com outras disciplinas.

Os modelos existentes para o desenvolvimento de produtos envolvem doutrinas e conceitos que representam distintas visões de mundo. Conforme Kasper (2000 apud Jung et al., 2009) os padrões, conhecimentos e princípios assimilados formam um modelo mental a partir do qual são desenvolvidos procedimentos metodológicos e várias linguagens para descrever os fenômenos, situações e problemas contextuais. Para estes autores os métodos e as aplicabilidades que pesquisadores tem abordado, ao longo do tempo, podem ser reconhecidos pelas suas técnicas de pesquisa e da iniciativa de gerar não só um conjunto de procedimentos, mas várias alternativas que, em síntese, convergem ao sentido de poder solucionar um problema que atenda ou vá além da necessidade do usuário. Cheng (2000), refere que os métodos para o desenvolvimento de produtos podem ser classificados de várias formas e que podem ser encontrados na literatura várias abordagens desde lineares até mesmo modelos sistêmicos.

Para análise dos métodos abordados neste referencial teórico utilizou-se dos procedimentos metodológico propostos por Jung et al. (2009), a partir de um estudo bibliográfico onde é possível realizar inicialmente uma análise estrutural de cada Modelo de Referência proposto, identificando as etapas metodológicas dos 4 modelos apresentados em função de três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós desenvolvimento.

A análise estrutural dos Modelos de Referência de PDP, propostos por Baxter (2011), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003), explicita as estruturas para viabilizar a identificação das características lineares e sistêmicas dos modelos considerando seus parâmetros de entrada, internos e de saída.

A identificação das etapas metodológicas dos Modelos de Referência, foi baseada nos esquemas diagramáticos apresentado na Figura 1, 2, 3 e 5 e considerando as classificações propostas por Zuin (2004), Jung (2004) e Toledo et al. (2006), como apresentado no Quadro 1.

Quadro1 - Características das fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento

Fases	Características
Pré-desenvolvimento	Planejar a estratégia do produto; Definir o portfólio de produtos baseado no plano estratégico da empresa, nas ideias internas e oportunidades do mercado; Planejar o projeto.
Desenvolvimento	Projetar o produto; Determinar as especificações do processo de produção, manutenção, vendas, distribuição, assistência técnica e atendimento ao cliente; Planejar e preparar a produção; Produzir lote piloto ou protótipo; Otimizar a produção ou protótipo; Homologar processo de produção; Produzir.
Pós-desenvolvimento	Comercializar; Distribuir; Acompanhar o produto no mercado (avaliar e monitorar o desempenho); Identificar pontos fracos e fortes dos processos e do produto; Avaliar e registrar lições para futuras melhorias; Descontinuar o produto.

Fonte: adaptada de Rozenfeld et al. (2009, p. 107)

O Quadro 2, apresenta a classificação das etapas metodológicas dos 4 modelos de Referência em relação as fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Quadro 2 - Classificação proposta das etapas dos modelos de Baxter (2011), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003)

Modelos/Autores	Fases		
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento
Baxter (1998)	(i) Problemática; (ii) Inovar sim ou não; (iii) Estratégia; (iv) Melhor oportunidade de negócio e inovação; (v) Produtos possíveis; (vi) Melhor oportunidade de produto	(i) Conceito possíveis; (ii) melhor conceito; (iii) configurações possíveis; (iv) Melhor configuração;	(i) Detalhes possíveis; (ii) Protótipo; (iii) Novo produto; (iv) Mercado;
Bonsiepe (1978)	(i) Descobrir e valorizar uma necessidade; (ii) Analisar; (iii) Formular o problema	(i) Levantar os requisitos; (ii) Fracionar o problema; (iii) Hierarquizar os problemas; (iv) Analisar as soluções existentes; (v) Desenvolver alternativas; (vi) Verificar e selecionar alternativas; (vii) Elaborar os detalhes particulares; (viii) Prototipar; (ix) Avaliar; (x) Modificar o protótipo; (xi) Fabricar pré-série	-
Rozenfeld et al. (2006)	(i) Planejar estrategicamente os produtos; (ii) Planejar o projeto	(i) Efetuar o projeto informacional; (ii) Efetuar o projeto conceitual; (iii) Efetuar o projeto detalhado; (iv) Preparar a produção; Obter recursos de fabricação; Planejar produção piloto; Receber e instalar recursos; Produzir lote piloto; Homologar o processo; Otimizar a produção; Certificar o produto; Desenvolver processos de fabricação e manutenção; (v) Lançar o produto: Planejar lançamento; Desenvolver os processos de venda, distribuição, atendimento e assistência; Promover marketing; Lançar produto; Gerenciar lançamento	(i) Acompanhar o produto e processo: Avaliar satisfação do cliente; Monitorar desempenho; Realizar auditoria pós- projeto; Registrar lições aprendidas (ii) Descontinuar o produto: Analisar, aprovar e planejar a descontinuidade; Preparar e acompanhar o recebimento do produto; Descontinuar a produção; Finalizar suporte ao produto; Avaliar e encerrar o projeto

Quadro 2 - Classificação proposta das etapas dos modelos de Baxter (2011), Bonsiepe (1978), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003)

Romano (2003)	(i) Pesquisar informações; (ii) Identificar necessidades; (iii) Estabelecer requisitos dos clientes; (iv) Estabelecer requisitos do projeto; (v) Hierarquizar requisitos; (vi) estabelecer especificações	(i) Verificar escopo; (ii) Estabelecer estrutura de funções; (iii) Princípios de solução; (iv) Combinar princípios de solução; (v) Selecionar combinações (vi) Evoluir combinações (vii) Avaliar concepções (viii) Elaborar layouts preliminares e desenhos de formas (ix) Elaborar <i>layouts</i> detalhados e desenhos de formas	(i) Finalizar informações; (ii) Detalhar <i>layout</i> definitivo; (iii) Integrar informação técnica; (iv) Revisar projeto; (v) Plano de manufatura; (vi) Liberar para lançamento; (vii) Mercado; (viii) Validação
------------------	--	--	---

Dando sequência a análise estrutural dos métodos realiza-se uma síntese das características lineares e sistêmicas a partir da interpretação qualitativa da estrutura metodológica de cada Modelo de Referência. Esta interpretação considera a inter-relação de causa e efeito, abertura e fechamento, a linearidade, a circularidade, a hierarquia, a adaptatividade e a relação das etapas metodológicas com as fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, considerando os elementos explicados na Figura 7.

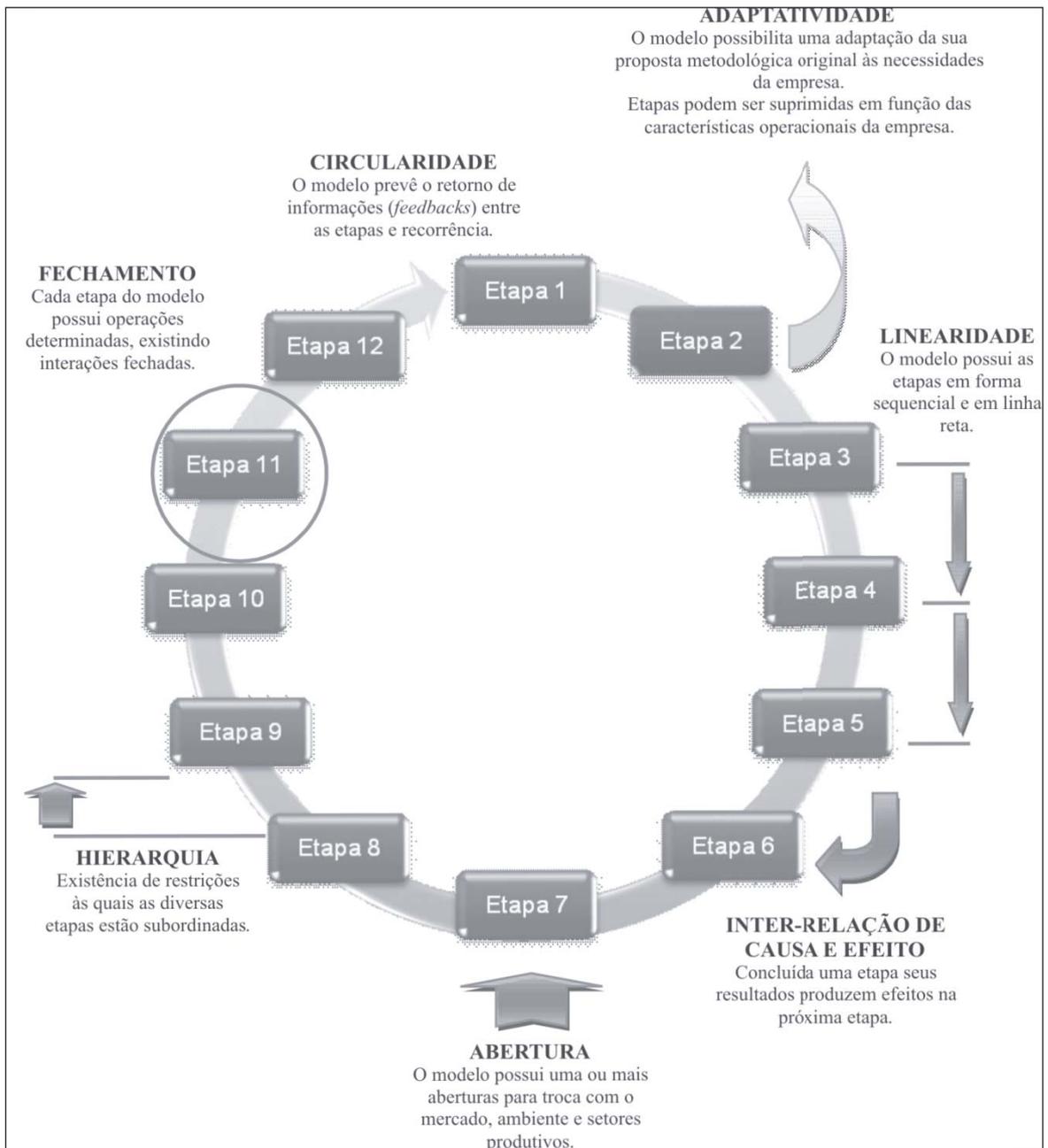


Figura 7 - Características lineares e sistêmicas de um Modelo de Referência de PDP

Fonte: Jung et al (2009 p.110)

O Quadro 3 apresenta uma síntese do resultado da interpretação qualitativa da estrutura metodológica dos Modelos de Referência, utilizando o método de Jung et al. (2009).

Quadro 3 - Características lineares e sistêmicas de um Modelo de Referência de PDP

MODELOS/ AUTORES	POSSUI ETAPAS NAS FASES PROPOSTAS Sim (*)		CARACTERÍSTICAS LINEARES E SISTÊMICAS IDENTIFICADAS							
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento	Causa e efeito	Linearidade	Fechamento	Hierarquia	Abertura	Circularidade	Adaptatividade
Baxter (1998)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Bonsiepe (1978)	*	*		*	*	*	*	*	*	
Rozenfeld et al. (2006)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Romano (2003)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Ao analisar os PDP's a partir da metodologia proposta por Jung et al (2009), todos os modelos apresentam características tanto lineares como sistêmicas. No modelo estudado, proposto por Baxter (2011), pode-se observar a existência da “abertura” e da “circularidade” que são características sistêmicas. Para caracterizar um Modelo de Referência como Sistêmico o mesmo também teria que apresentar a existência de etapas metodológicas nas fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Deste modo verifica-se que os modelos propostos por Baxter (2011), Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003), possuem etapas metodológicas em todas as fases propostas, ao contrário do modelo proposto por Bonsiepe (1978), onde possui exequibilidade de etapas apenas em duas fases propostas. Todavia os Modelos de Referência proposto por Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003), atendem de forma mais completa o conceito de análise adotado pelos autores Zuin (2004), Jung (2004) e Toledo et al. (2006).

O modelo apresentado por Rozenfeld et al. (2006) e Romano (2003), propõe de acordo com as análises das fases (i) acompanhar o produto e processo que consiste em

avaliar a satisfação do cliente, monitorar o desempenho, realizar uma auditoria pós-projeto, registrar as lições aprendidas e (ii) descontinuar o produto, o que requer analisar, aprovar e planejar a descontinuidade, preparar e acompanhar o recebimento do produto e, ainda, descontinuar a produção, finalizando o suporte ao produto para depois avaliar e encerrar o projeto.

O modelo proposto por Baxter (2011), apenas refere, na etapa final, as ações de detalhamento possível do produto, testes do protótipo e lançamento para o mercado, mas não significam necessariamente um envolvimento da equipe em procedimentos de acompanhamento do produto, suporte, descontinuidade e avaliação posterior dos resultados de mercado e satisfação dos clientes.

Uma das características sistêmicas, a adaptatividade, somente foi identificada no modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006), ao analisar este modelo, fica evidente que o modelo apresenta essa característica como um diferencial metodológico. A análise destaca que o modelo propõe uma adaptabilidade às necessidades de processo de desenvolvimento de produtos dentro das empresas, sendo possível uma customização das etapas propostas pelo modelo em função das suas peculiaridades.

Tendo como base a revisão teórica dos métodos apresentados e as análises realizadas, pode-se concluir que os métodos selecionados apresentam algumas características concomitantes as apresentadas por Santos (2005), conforme as que segue:

- divisão do projeto em três grandes fases: pré-concepção, concepção e pósconcepção;
- estrutura fechada, com início, meio e fim pré-estabelecidos (modelo pronto);
- divisão do projeto em etapas;
- apresentação gráfica sob a forma de fluxogramas;
- enfoques específicos (maquinas agrícolas, mercado, negócio, estratégia, etc.);
- não indicam como interferir em sua estrutura (inserção, retirada e desdobramento das atividades), nem tampouco estimulam que isso aconteça.

Cada um deles traz uma abordagem e um enfoque diferente, mas ao mesmo tempo complementar, atendendo aos critérios a partir de suas etapas metodológicas. A exemplo do Modelo de Referência proposto por Baxter (2011), o autor apresenta uma visão de negócio, inovação, investimento, gestão e planejamento estratégico do *design*.

Ao invés de iniciar o projeto apenas na fase de problematização ou definição de necessidades, este início é ampliado para uma atuação mais estratégica e menos operacional. Quanto à estrutura do método, o mesmo apresenta-se fechado, com início, meio e fim pré-estabelecidos mesmo o autor comentando que é necessário várias interações para que o método seja aplicado. O método, por exemplo, não aborda questões como ergonomia e explora muito pouco a parte conceitual e o projeto detalhado. A estrutura fechada dos métodos analisados não indica como essas diversas ênfases podem ser integradas para o desenvolvimento do projeto, deixando de abordar várias atividades importantes.

Ao analisar a representação gráfica a partir de fluxogramas lineares constata-se que as mesmas não demonstram de forma adequada a maneira como um projeto de produto realmente acontece. O projeto é composto de idas e vindas, com sequências paralelas e cíclicas de atividades, que alguns dos métodos analisados não apresentam de forma satisfatória.

Corroborando com o raciocínio apresentado Santos (2005), relata que um Modelo de Referência para projeto deve ter uma estrutura flexível, sem um início, meio e fim pré-estabelecidos, podendo ser um catalisador de conhecimentos oriundos de diversas áreas, permitindo um trabalho integrado e interdisciplinar.

Essa integração também é defendida por Rozenfeld et. al (2006), que sugerem um cenário onde projetista possa construir o seu conhecimento, participando ativamente da atividade de projeto, assumindo uma postura proativa, contribuindo com estrutura base sobre a qual o projeto será construído, ao invés de um modelo pronto de como o projeto deverá ser executado.

Furtado e Freitas (2004 apud JUNG et al., 2009), abordam que ao longo do tempo, modelos lineares mostraram-se limitados, por serem excessivamente mecanicistas. Desta forma o que contribui para o insucesso desses modelos foi a não consideração das variáveis qualitativas, que podem influenciar positiva ou negativamente no processo de desenvolvimento de novos produtos.

3.2 A Não Linearidade do Pensamento Sistêmico na Prática Projetual

Segundo Schroeder (2010), a primeira manifestação de que se tem notícia em relação à organização de etapas para a resolução de problemas da era moderna está em

Descartes (2003), que descreve em seu “Discurso do Método”, trabalho descrito em 1637, procedimentos que mais tarde seriam conhecidos como “Método Cartesiano”. Esse método consiste em quatro etapas sequenciais:

- Nunca aceitar algo como verdadeiro sem conhecê-lo evidentemente como tal;
- Dividir o problema em tantas partes quantas forem necessárias para melhor poder resolvê-lo;
- Conduzir por ordem os pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, pouco a pouco, gradualmente, até conhecimentos dos mais compostos; e admitindo uma ordem mesmo entre aqueles que não apresentam nenhuma ligação natural entre si;
- Fazer enumerações tão completas e revisões tão gerais até certificar-se de que nada foi mitido.

A forma de pensamento proposta por Descartes, foi por muito tempo considerada a única maneira de se resolver problemas, de qualquer natureza.

De acordo com Rosa (2005) o autor esclarece que as metodologias clássicas podem ser concentradas em três grandes grupos, os quais também sugerem a linearidade do processo (análise-síntese-desenvolvimento). Mesmo assim, apesar de os autores sugerirem que as propostas não devem ser consideradas como absolutas, todas elas acabam por impor barreiras ao modo de organização mental pessoal de cada projetista.

A linearidade do pensamento cada dia mais está sendo questionada como forma única de abordagem dos problemas. Segundo Gomez (2003) autores, como Vygotsky e Piaget, demonstram em suas teses que o pensamento humano prescinde da linearidade, e ainda, de que a forma de ensinar a utilizá-lo está cada vez mais evidenciada como sendo não linear.

Não se concebe mais a idéia de linearidade do pensamento, como tem sido usado há muito tempo. O profissional da contemporaneidade não pode mais seguir rumos lineares, precisa incorporar distintas áreas do conhecimento para contextualizar a sua atuação, tornando-a mais abrangente. (GOMEZ, 2003, p. 34)

A grande maioria, senão a totalidade, dos Modelos de Referência projetuais utilizados são aplicadas de forma linear. Apesar de elas apresentarem um vaivém de

informações, todas têm um começo claro e, quase sempre, baseado no PROBLEMA e um final evidente, que é o PRODUTO. Mesmo que seja retomado o pensamento de Descartes, em seu “Discurso do Método”, citado por diversos autores como sendo exemplo de linearidade de pensamento, “o que vale não é, de maneira alguma, a forma do pensamento, e sim o BOM SENSO que rege o desenvolvimento de qualquer proposta metodológica”. (DESCARTES, 2003, p. 3)

Segundo Mariotti (2007 apud Schroeder 2010, p. 48):

Pensamento sistêmico é um instrumento valioso para a compreensão da complexidade do mundo natural. Porém, quando aplicado de modo mecânico, como simples ferramenta, proporciona resultados meramente operacionais, que não são suficientes para compreender e abranger a totalidade do cotidiano das pessoas; o pensamento sistêmico pode proporcionar bons resultados no sentido mecânico-produtivista do termo, mas certamente não é o bastante para lidar com a complexidade dos sistemas naturais, em especial os humanos; é indispensável ter sempre em mente que, em que pese a sua grande importância, ele (o pensamento sistêmico) é apenas um dos operadores cognitivos do pensamento complexo. Neste caso, quando utilizado, como tem sido separado da ideia de complexidade, diminui a sua eficácia e potencialidades; o pensamento complexo resulta da complementaridade, do abraço das visões linear e sistêmica de mundo. A abrangência neste modelo possibilita a elaboração de saberes e práticas que permitem buscar novas formas de entender a complexidade dos sistemas naturais e como lidar com ela, o que evidentemente inclui o ser humano e suas culturas.

Romano (2003), aborda que a prática projetual não é um processo linear conforme muitos autores relatam, mas sim um processo iterativo, pois não é suficientemente perfeito na primeira vez em que é realizado. Diversas entradas e saídas, testes com modelos e protótipos conduzem a uma não sequencialidade do processo de desenvolvimento de produtos resultando em novas combinações e pesquisas para compreensão da problemática que sempre envolve modelos sociológicos complexos.

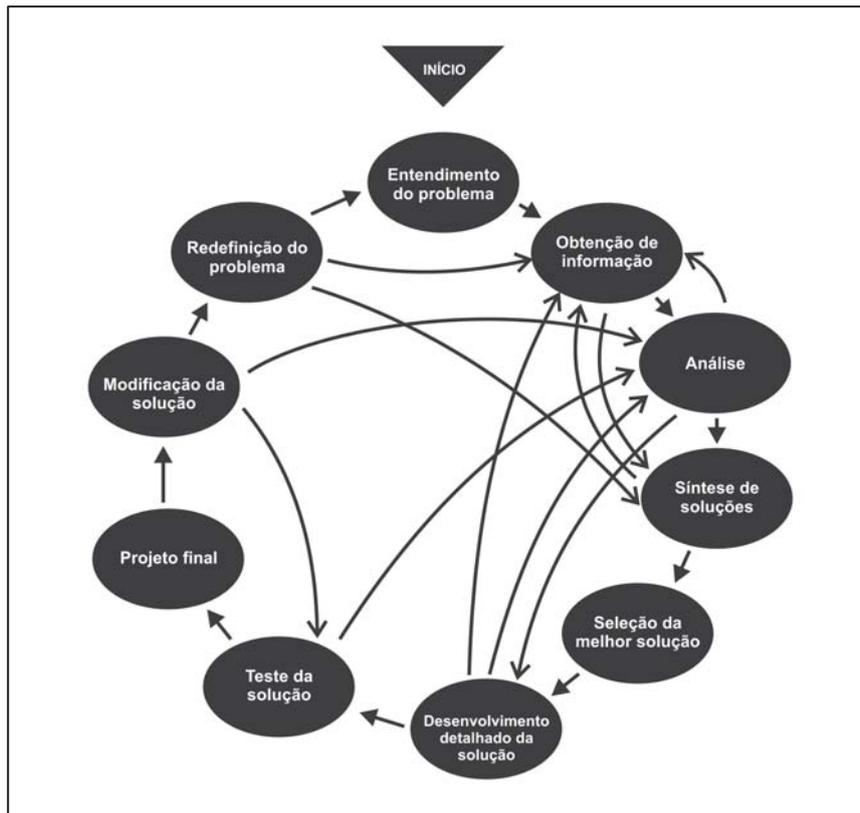


Figura 8 – Não linearidade no projeto de máquinas agrícolas

Fonte: Romano (2003)

Schroeder (2010) descreve princípios do pensamento complexo interessantes para esta pesquisa:

- Toda ação implica uma realimentação.
- Toda realimentação resulta em novas ações.
- Vivemos em círculos sistêmicos e dinâmicos de realimentação, e não em linhas estáticas de causa-efeito imediato.
- A realimentação pode surgir bem longe da ação inicial, em termos de tempo e espaço.
- Todo sistema reage segundo a sua estrutura.
- A estrutura de um sistema muda continuamente, mas não a sua organização.
- Os resultados nem sempre são proporcionais aos esforços iniciais.
- Os sistemas funcionam melhor por meio de suas ligações mais frágeis.
- Uma parte só pode ser definida como tal em relação a um todo.
- As propriedades emergentes de um sistema não são redutíveis aos seus componentes.

Ao se utilizar um método para o desenvolvimento, análise crítica e de apresentação de resultados, espera-se que o profissional adquira consciência de uma proximidade entre a prática e a produção de conhecimento. Desta forma, precisa-se enxergar não apenas o resultado da aplicação de teorias oriundas de outras áreas do conhecimento ou ainda como resultado ou produto final, mas, sobretudo olhá-lo como uma experiência de pensamento (complexo). A aplicação de um Modelo de Referência facilitador que seja permeado pelo bom senso no processo de projeto e execução das etapas, contemplando a complexidade do pensamento humano, pode ser uma alternativa a complexidade do pensamento humano na resolução de problemas de projeto.

3.2.1 Modelo de PDP Sistêmico Não Linear Proposto Por SANTOS (2005)

Jordan (1974 apud JUNG et al., 2009) afirma que um sistema é um conjunto de elementos unidos por algum tipo de interação ou interdependência que forma o todo. Um modelo sistêmico centra-se no comportamento, na dinâmica do processo e na função do geral do sistema. Considera-se que um modelo sistêmico pode identificar inter-relacionamentos, ao invés de eventos, para ver padrões de mudança, em vez de recortes instantâneos.

Com base nas análises anteriores, um método aberto apresenta uma evolução em comparação aos métodos fechados, tradicionalmente utilizados. Desta forma um Modelo de Referência sistêmico que utiliza-se de características como entradas e saídas, estrutura circular são capazes de estimular interações por não apresentar um modelo pronto. Desta forma incentiva-se a interferência durante a sua aplicação e na análise crítica de suas ações e resultados obtidos desenvolvendo-se de forma mais adequada habilidades necessárias para o desenvolvimento do produto industrial. A representação gráfica do MD3E sob a forma radial como apresenta a Figura 9, permite uma melhor visualização do projeto e das atividades planejadas e executadas, registrando o que deve ser feito e como pode ser feito, incluindo os resultados obtidos. Na medida em que os desdobramentos são realizados sua estrutura é expandida definindo-se as relações de causa e efeito que existem entre as etapas e atividades a serem realizadas.

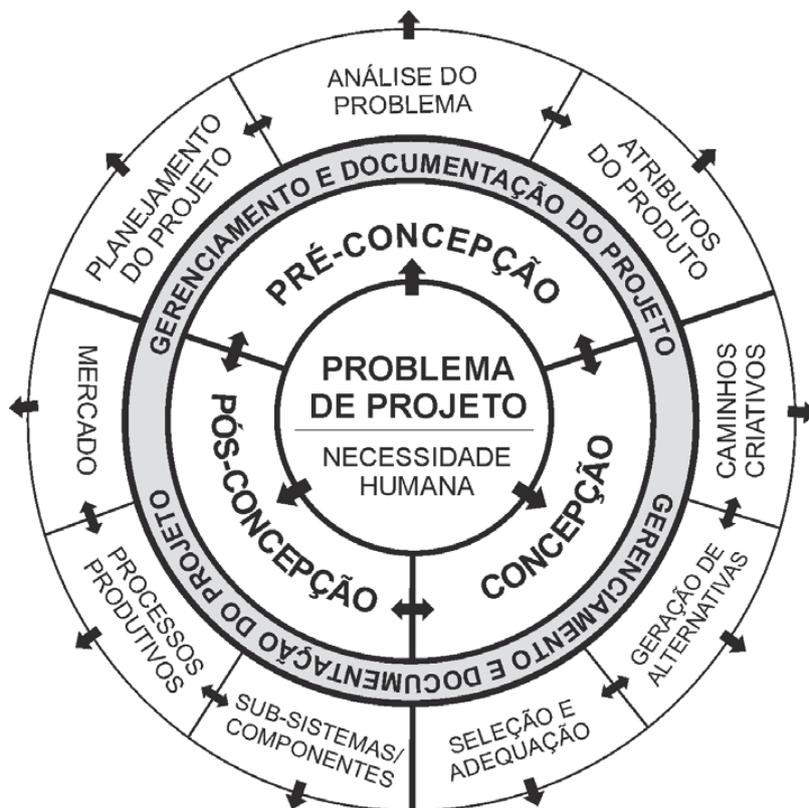


Figura 9 - Representação Gráfica do Método MD3E

Fonte – Santos (2005, p.80)

O Método MD3E, proposto por Santos (2005), apresenta desdobramentos mínimos que têm o objetivo de evitar que as três etapas básicas sejam desdobradas de forma equivocada, seja por desconhecimento ou falta de envolvimento com o trabalho a ser realizado. Ressalta-se que as interferências no método já podem acontecer desde os desdobramentos mínimos, ampliando ou alterando os mesmos de acordo com as necessidades específicas do projeto de produto industrial de acordo com a experiência da equipe, designer ou projetista. A definição dos desdobramentos mínimos baseou-se em métodos analisados anteriormente e as atividades neles listadas, assim como as áreas de interface entre design e engenharia.

Nos desdobramentos auxiliares serão definidas as atividades através das quais os desdobramentos mínimos serão realizados e assim sucessivamente como apresenta a Figura 10, neste momento, será definido o que fazer e como fazer. Quanto mais desdobramentos realizados, mais informações ficarão sistematizadas possibilitando-se atingir resultados superiores.

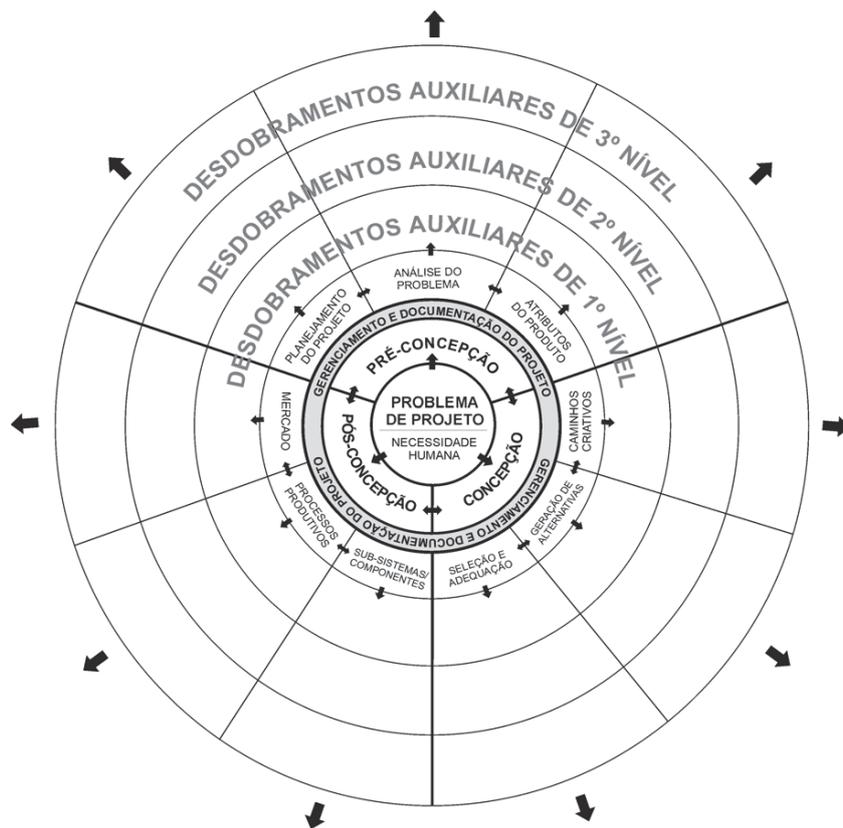


Figura 10 - Representação Gráfica do Método MD3E com desdobramentos

Fonte – Santos (2005, p.83)

Em atividades interdisciplinares, as etapas e atividades dos métodos fechados podem ser inseridas nos desdobramentos do método aberto. Em uma situação como esta pode ser combinada outras ferramentas ou um outro método distinto com ênfase na questão gerencial ou de mercado como o proposto por Baxter (2011).

Para ilustrar o exemplo citado, o método de Baxter (2011), inserido nos desdobramentos Modelo de Referência sistêmico radial, Figura 11, passa a assumir uma ênfase em gestão sem deixar de lado outras questões importantes para o desenvolvimento do projeto. Mesmo assim o método de Baxter (2011) sozinho não contempla as diversas fases de desenvolvimento do produto industrial quando congruente, pode-se observar o “espaço em branco” quando destacamos os atributos do produto, tendo que utilizar-se de outras inter-relações de outros métodos ou ferramentas.

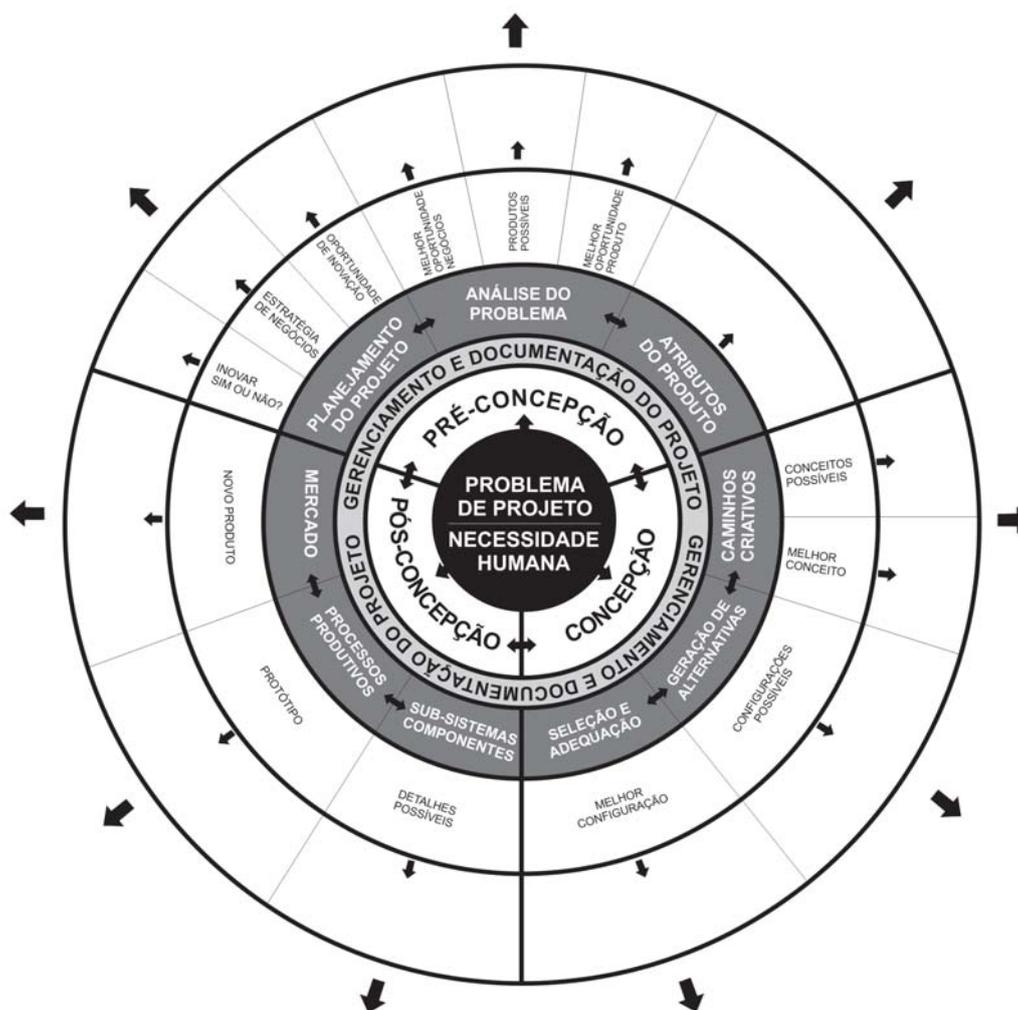


Figura 11 - MD3E congruado ao Método de Baxter (2011)

Fonte – o Autor (2012)

Da mesma forma como os métodos fechados, o método aberto deve ser aplicado em conjunto com outras técnicas de exploração do processo investigativo e criativo. Essas técnicas têm o objetivo de auxiliar as equipes de projeto na geração de ideias para a solução dos problemas que se apresentam no decorrer do projeto. É afirmativo que um modelo sistêmico sem uma estrutura linear definida nem ordens pré-estabelecidas propicia uma maior aderência e liberdade no projeto e desenvolvimento de produtos industriais voltados para a inovação. A utilização de diversas técnicas disponíveis, cada uma com objetivos, características e formas de aplicação específicas contribuem para um melhor desenvolvimento dentro do Modelo de Referência proposto por Santos (2005). Cabe a equipe definir, pesquisar e identificar quais as técnicas e ferramentas mais adequadas para cada caso.

4 PROCEDIMENTOS E FERRAMENTAS METODOLÓGICAS PROJETUAIS CONGRUIDAS A MODELO MD3E

O desenvolvimento de produtos não é uma atividade simples, pois depende do conhecimento de diversas pessoas e profissionais envolvidos na execução da atividade projetual. Para tanto neste capítulo ocorre a revisão bibliográfica das ferramentas e métodos concomitante com sua aplicação na fase projetual. Esse tipo de projeto exige um esforço coordenado das atividades no decorrer do desenvolvimento do produto, até o alcance do objetivo do conceito planejado. Desta forma serão utilizadas fases dos diversos Modelos de Referência apresentados, bem como ferramentas advindas de áreas do conhecimento correlatas as das engenharias. O planejamento gráfico visual deste experimento encontra-se no Anexo 1 deste trabalho e seu desenvolvimento com a revisão e experimentação das ferramentas e métodos adotados será apresentado no decorrer deste capítulo.

4.1 Pré-Concepção – Fase Informacional

De acordo com Romano (2003), no Projeto Informacional são estabelecidas as especificações de projeto, as quais definem os objetivos que a máquina deve alcançar, para atender as necessidades dos clientes, além de orientar o andamento das próximas fases. Nesta fase são coletadas as informações que subsidiam e estruturam o restante das fase subsequentes com o objetivo de estabelecer corretamente o que se pretende desenvolver. Santos (2005), sugere que o desdobramento de primeiro nível é a elaboração de pesquisas que possam fundamentar o projeto. Estas pesquisas podem ser desdobradas em fontes de consulta bibliográfica sobre o assunto (envolvendo o estado da arte), concorrentes (diretos e indiretos do produto a ser projetado), clientes (todos os beneficiários do produto) e tecnologias (materiais e processos).

Ainda na Fase informacional da análise do problema sugere-se que se estabeleça o conceito do produto (principal mensagem a ser comunicada para o mercado) e a temática a ser usada como fonte de referência para desenvolvê-lo (exemplo: conceito = futurista / temática = biônica / conceito = fluidez). Durante a Coleta de informações

deve-se observar a expectativa do usuário sobre diversos aspectos da máquina a ser desenvolvida, como forma, cores, e tecnologia a ser empregada no projeto.

Segundo Romano (2003), alguns exemplos de informações a serem coletadas no desenvolvimento de uma nova máquina agrícola devem ser levados em consideração relacionando-se diretamente as especificações do projeto. Reis (2003, p. 165), destaca algumas informações que devem ser coletadas:

- Com relação ao uso – principais problemas dos concorrentes, motivação de compra, características operacionais desejadas, aspectos de manutenção e acesso.
- Com relação à comercialização – necessidade de adaptação a tecnologia de outros produtos do meio que está inserido, sistemas adaptáveis, custo mínimo e máximo.
- Com relação à produção – características de fabricação e de montagem desejáveis para indústria.
- Com relação ao projeto – aquilo que é mais importante quando considerado a função principal do produto (ex: semeadora – precisão funcional do mecanismo dosador de sementes)

Reis (2003), exemplifica que no caso de semeadura de precisão de sementes miúdas, alguns exemplos de requisitos incluem: permitir pequenos espaços entre linhas; ser fácil de regular; ter montagem do dosador sem auxílio de ferramentas; oferecer segurança ao operador; possibilitar o funcionamento de dosagens variadas; ter baixa obsolescência; ser de fabricação simples.

Estas informações definidas e elencados os requisitos de projeto é possível considerar diferentes atributos que o produto industrial (ex: veículo tracionado) pode ter: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos, legais entre outros. Os requisitos e atributos indicam como o cliente pode ser atendido.

4.1.1 Pré-Concepção – Metaprojeto

Adaptada a Fase do Projeto informacional proposta por Romano (2003), será inserido ferramentas de projeto propostas por Moraes (2010), conhecido como Metaprojeto. O autor define seis aspectos que devem ser considerados no desenvolvimento de um produto industrial ou conceito de um produto futuro. O uso destas ferramentas amplia o nível de informações de acordo com a necessidade e

complexidade do projeto. Moraes (2010), descreve que o Metaprojeto trata-se de uma plataforma de conhecimento que sustenta e orienta a atividade projetual dentro de um cenário fluido e dinâmico. Dessa forma, diferencia-se de outras ferramentas de desenvolvimento que traz nas suas essências referências de um cenário estático.

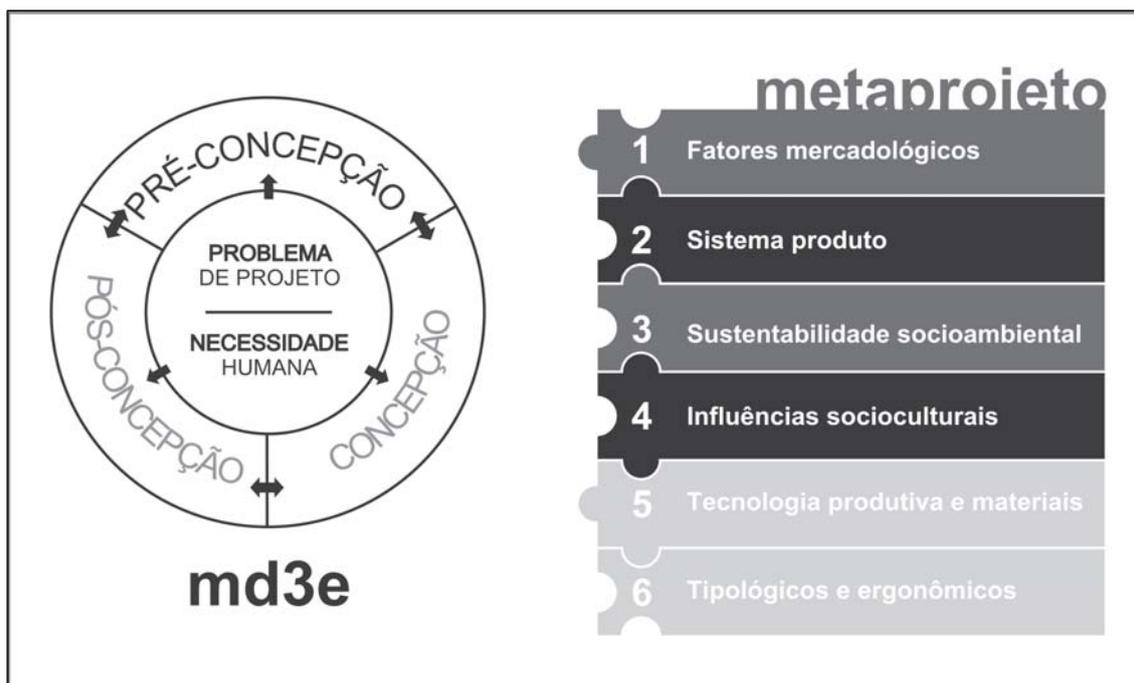


Figura 12 – Síntese da estrutura do METAPROJETO na Pré-Concepção do MD3E

Fonte – Adaptado de Moraes (2010, p.15)

De acordo com Moraes (2010), o profissional não deve estruturar-se projetualmente somente em torno do produto, mas, para a dinâmica que gira ao redor dele, ou seja, considerar as ações e as relações emocionais envolvidas ao utilizar-se determinado produto, deste modo o Metaprojeto se propõe a unir os aspectos materiais e imateriais de produtos e serviços a exemplo de um automóvel que tem sua função básica o meio de transporte mas também oferece comodidade e prazer de dirigir, conforto, rapidez, posição social (autoestima), ou seja abrange aspectos e necessidades ergonômicas, cognitivas dentre outras.

Como demonstrado na Figura 12 o projeto torna-se um sistema de relações que ligam o produto ao contexto ao seu redor, analisando aspectos mercadológicos, tecnológicos, sociais, ambientais e produtivos. Metaprojeto se posiciona como um espaço reflexivo e de colaborações dos diversos conteúdos da pesquisa projetual, sendo a sua inserção adequada a esta etapa.

Partindo desta premissa, ao utilizar-se da estrutura e ferramentas do Metaprojeto o profissional passa a trabalhar com a possibilidade de construir cenários, em vez de atuar de forma pontual em busca de resolver o problema de cada fase linear do processo metodológico. Nesse sentido, a ação de conhecimento e de análise prévia da realidade prospectada (cenário futuro) faz plenamente parte do processo projetual. Corroborando a este raciocínio Carvalho (2010), destaca que o profissional deve ser capaz de traçar os limites, analisar e, sobretudo, realizar uma síntese compreensível de cada etapa pesquisada de forma a compor uma prospecção futura do objeto ou artefato industrial.

4.1.1.1 Pré-Concepção – Metaprojeto – Fatores Mercadológicos

A especificação da oportunidade de acordo com Baxter (2011), focaliza o objetivo comercial do produto e deve especificar as características que nortearam o produto nas questões comerciais, o autor ainda cita que a mesma não precisa detalhar forma e função do produto, e sim, descrever a identificação comercial que resultará da sua exploração. Neste contexto cabe evidenciar que o Brasil é um grande produtor agrícola, destacando-se como um dos principais exportadores de alimentos no cenário global. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as exportações de produtos agrícolas do Brasil no ano de 2009 somaram cerca de US\$ 54,8 bilhões, estabelecendo-se como segundo maior valor em exportações desde o ano de 1997. A agricultura é uma das atividades de maior impacto na base da economia brasileira e está presente em grande parte dos estados do país, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de acordo com o Gráfico 2 a safra do ano de 2013 deve totalizar uma produção de 158,8 milhões de toneladas de cereais, leguminosas e oleaginosas, número 6,2% superior à safra de 2012, já a área a ser colhida é estimada em 48,8 milhões de hectares, 4,9% maior que a área colhida no ano anterior.

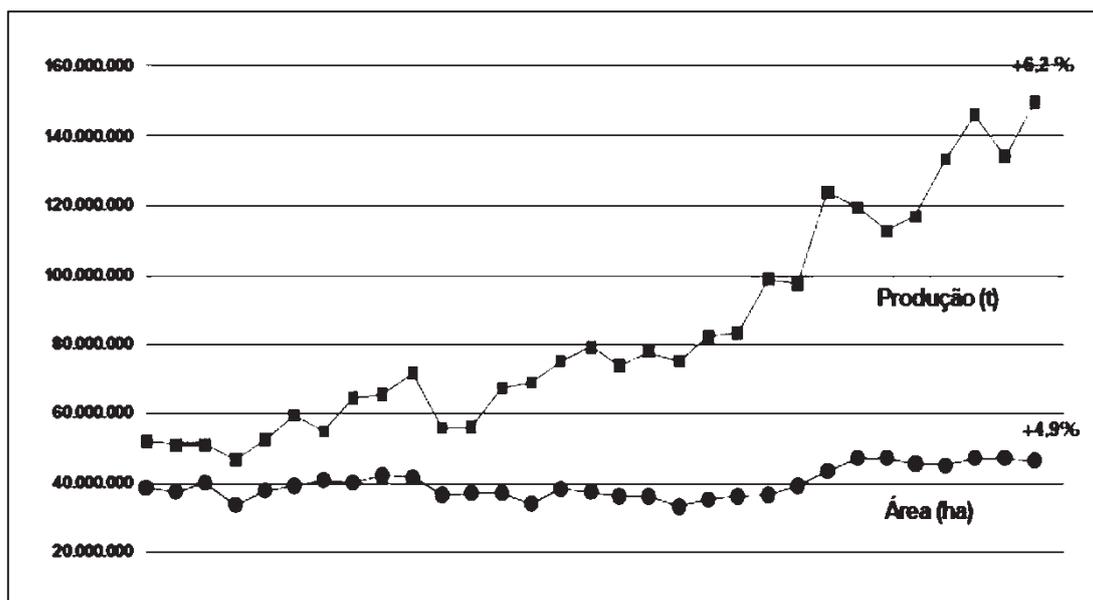


Gráfico 2 – Cereais, leguminosas e oleaginosas – Área de Produção Brasil em 30 anos

Fonte – IBGE (2013)

Em paralelo ao crescimento da produção de alimentos, está também a produção de máquinas para atender essa demanda, o estado do Rio Grande do Sul abriga um conglomerado de indústrias produtoras de máquinas e implementos agrícolas, tendo nesse contexto, empresas vinculadas a grupos internacionais e indústrias de capital nacional que nasceram e cresceram junto com avanço da agricultura no Brasil.

O setor brasileiro de máquinas e implementos agrícolas brasileiro, nas últimas décadas, passou por modificações no cenário nacional. Entre os anos 50 e 60, período pós-Segunda Guerra Mundial, foi instalada no Brasil a indústria automobilística. Tal fato serviu como um impulsionador para as indústrias de tratores e colhedoras automotivas (MANO, 2006).

De acordo com Pasqual e Pedroso (2007), somente após a Segunda Guerra Mundial, o setor de máquinas e implementos agrícolas passou a se destacar no Brasil, tendo um crescimento surpreendente até meados dos anos 70. A partir da década de 70 até meados dos anos 80, ocorreu um decréscimo no setor, ocasionando na falência de inúmeras empresas nacionais. Até os anos 80, as empresas eram apenas de capital nacional (SAVANACHI, 2007).

Na década de 90, em virtude da política econômica implantada pelo governo, este segmento industrial passou por dificuldades, decorrentes do aumento considerável da concorrência externa e questões estruturais, como por exemplo, dificuldade para escoamento da produção (PASQUAL e PEDROSO, 2007).

No entanto, conforme apontado por Savanachi (2007), a partir dos anos 90 o setor de máquinas e implementos agrícola brasileiro passou a se globalizar por meio da consolidação com empresas estrangeiras e do surgimento de novas marcas. Isso possibilitou a reestruturação do mercado nacional de máquinas agrícolas, com uma nova composição de revendas, assistência técnica e novas linhas de produtos desenvolvidos.

A indústria brasileira de máquinas e implementos agrícolas (MIA) é representativa, tanto do ponto de vista social, quanto econômico. O setor MIA brasileiro possui subsidiárias dos maiores fabricantes mundiais de tratores, colhedoras e implementos agrícolas. Caracteriza-se por uma estrutura heterogênea, na qual coexistem empresas de diversos tamanhos e estruturas (ROMANO, 2003).

Conforme Dall'Agnol (2011), os fabricantes de máquinas agrícolas concentram unidades nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Goiás. O Rio Grande do Sul é o estado brasileiro que mais exporta máquinas agrícolas. Os fabricantes de implementos agrícolas, geralmente, são empresas com a administração familiar e possuem uma linha de produtos bem diversificados.

De acordo com ANFAVEA (2013), a produção de máquinas agrícolas automotrizes, definidas como cultivadores motorizados, tratores de rodas, tratores de esteiras, colheitadeiras e retroescavadeiras, totalizaram 88.874 unidades produzidas no ano de 2012 no país, e desses, 71.763 unidades de tratores de rodas. Baseando-se nos dados relativos à produção agrícola de alimentos e de máquinas automotrizes, percebe-se o crescente aumento da produção dos dois segmentos, evidenciando-se ainda, a significativa representação dos veículos tracionados de rodas na fabricação e comercialização do total de máquinas agrícolas no Brasil. Dessa forma, veículos tracionados agrícolas ocupam posição de destaque no cenário, pois caracterizam-se como equipamentos de fundamental importância para a realização das atividades na agricultura, bem como, se mostram produtos de grande representatividade para as empresas fabricantes e para os consumidores, já que o consumo desses produtos também se mostra crescente, identificando assim, a efetiva oportunidade de negócios para as empresas fabricantes do ramo metal mecânico agrícola.

Esse crescimento é resultante entre outros fatores, dos incentivos financeiros subsidiados pelos programas governamentais para modernização da frota de tratores no país, sendo que parte dessa fatia do mercado é referente aos tratores considerados leves e médios, com potência de até 99 cv.

De acordo com a ANFAVEA (2013), os tratores de rodas podem ser classificados de acordo com potência do motor, e classificados em tratores leves, médios e pesados, como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação dos Tratores de acordo com potência do motor

Classificação	Potência do Motor (CV)
Tratores Leves	até 49,0
Tratores Médios	50,0 até 99,0
Tratores Pesados	Acima de 100,0

Fonte: ANFAVEA (2013)

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA 2012), o programa Mais Alimentos criado em 2008, que caracteriza-se como uma uma linha de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), já financiou no presente ano a comercialização de cerca de 40 mil tratores de até 80 cv, atendendo a projetos de produtores individuais de até 130 mil reais e coletivos de até 500 mil reais, com juros de 2% ao ano e prazo de pagamento de até 10 anos e carência de 3 anos para iniciar os pagamentos.

Segundo dados da ANFAVEA (2013), no ano de 2009 a comercialização dos tratores de menor potência correspondeu a um acréscimo de 40% referente à comercialização do ano de 2008. Em matéria publicada, o vice-presidente da ANFAVEA, Milton Rego, declarou que: "O setor de máquinas agrícolas fechou 2012 com um saldo de 1,5%, graças às vendas de tratores de baixa potência no mercado interno, irrigadas pelo crédito público". Essa declaração vai ao encontro dos resultados observados no aquecimento do mercado interno estimulado em parte pelos produtores de pequeno e médio porte beneficiados com os programas citados para a compra de tratores agrícolas de leve e média potência.

O aumento da complexidade dos produtos deste setor, segundo Romano (2003), incorpora componentes com maior tecnologia. Estas incorporações geralmente são desenvolvidas por empresas especializadas, e isso implica em inovações nos produtos e desverticalização nos processos de manufatura. Desta forma, surgem novos encadeamentos, exigindo novos modelos de desenvolvimento de produto entre as empresas envolvidas na cadeia produtiva.

4.1.1.2 Pré-Concepção – Metaprojeto – Sistema Produto – Máquinas e Implementos Agrícolas

De acordo com Baxter (2011), na pesquisa dos produtos concorrentes são analisadas as características dos produtos que poderiam concorrer com o novo produto proposto, ou ajudar a compreender a sistemática do produto industrial a ser projetado, apresentando parâmetros e informações que visam contribuir com o estudo para um produto futuro, sendo este voltado para concepção de um veículo tracionado agrícola de médio porte. Segundo o autor para se conhecer o segmento em que se pretende atuar é necessária uma pesquisa dos produtos similares, no qual atente três objetivos principais:

- Descrever como os produtos existentes concorrem com o produto previsto;
- Identificar ou avaliar oportunidades de inovação;
- Fixar as metas do novo produto, para poder concorrer com os demais produtos.

É importante esclarecer a diferença entre máquinas e implementos agrícolas. As máquinas agrícolas são conjuntos de componentes com movimentos suficientes para transmitir o efeito de forças ou energia. Podem ser motoras, quando transformam o efeito, ou movidas, quando transmitem o efeito. Já os implementos referem-se a conjuntos de componentes que não transformam energia (GADANHA Jr. et al., 2011).

As máquinas e implementos agrícolas podem ser agrupados com base na atividade agrícola a que se destinam. Segundo Gadanha Jr. et al. (2011), a classificação divide-se em oito tipos: i) tipo 1 - tratores e motores; ii) tipo 2 - preparo do solo; iii) tipo 3 - semeadura, plantio e adubação; iv) tipo 4 - cultivo; v) tipo 5 - aplicação de defensivos agrícolas; vi) tipo 6 - colheita de produtos agrícolas; vii) tipo 7 - transporte, elevação e manuseio dos cultivos colhidos e; viii) tipo 8 - processamento e armazenamento. O trator agrícola consiste na principal fonte de potência na agricultura, sendo a base da mecanização, pois está envolvido em praticamente quase todas as operações realizadas. ASAE (2013) conceitua o trator como sendo uma máquina de tração projetada e inicialmente recomendada a fornecer potência aos equipamentos agrícolas. Assim, o mesmo proporciona uma força na direção de avanço permitindo tracionar os equipamentos de preparo do solo e/ou outros implementos agrícolas.

O motor do trator transforma parte da energia produzida pela queima do combustível em trabalho mecânico e, através da transmissão, este trabalho mecânico é

utilizado para realizar as atividades agrícolas. Dessa forma Mialhe (2012) conceitua o trator agrícola como sendo uma máquina auto propelida provida de meios que, além de darem apoio estável sobre a superfície capacitam-na a tracionar, transportar e fornecer potência mecânica para movimentar máquinas e implementos agrícolas.

Para tanto, se faz necessário o levantamento das marcas e empresas fabricantes de tratores agrícolas de rodas atuantes no mercado brasileiro. Um parâmetro apontado para esse levantamento é a indicação das empresas associadas a ANFAVEA, sendo elas a AGCO (Massey Ferguson), Agrale, CNH Case, CNH New Holland, John Deere, Valtra e a empresa gaúcha Tramontini.

Segundo Bonsiepe (1984), essa pesquisa também objetiva evidenciar os produtos que estão no mercado, sendo possível observar suas características estéticas e formais, sendo este o objetivo da pesquisa como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Pesquisa de produtos concorrentes e ou similares

		
Fabricante: John Deere Modelo: 5705 Potência: 85cv	Fabricante: New Holland Modelo: TL75 Exitus Potência: 78cv	Fabricante: Valtra Modelo: A750 Potência: 75cv
		
Fabricante: Massey Ferguson Modelo: MF4275 Potência: 75cv	Fabricante: Agrale Modelo: 5075 Potência: 75cv	Fabricante: Tramontini Modelo: T8075-4 Potência: 80cv

Fonte: Elaborado pelo Autor

Observando os modelos pesquisados, os mesmos apresentam características semelhantes em relação a forma e apresentam-se nas cores institucionais das suas respectivas marcas, consolidando assim, uma identidade visual padronizada para cada veículo relativa a cada empresa fabricante. Da mesma forma nota-se que os modelos

possuem a mesma configuração estrutural de chassi, rodas e cabine, sendo que as características estéticas de design são visíveis principalmente nas áreas do capô dianteiro, faróis, pára-lamas traseiros e teto da cabine, formatando um princípio de estilo para produtos desta categoria.

Outro aspecto importante para a compreensão do produto, é entender seu funcionamento e os componentes de sua estrutura, funcionamento e morfologia. Corroborando com este raciocínio Back, et al. (2002), define que análise estrutural busca o entendimento da estrutura do produto, no que diz respeito aos componentes, sistemas, montagem e estrutura do conjunto, já a análise funcional proporciona a compreensão das características de uso de produto e suas funções. Para Baxter (2011), um produto pode ser descrito em termos funcionais ou físicos, sendo que os elementos funcionais são os que se caracterizam por executar operações ou transformações e os elementos físicos são os constituídos por peças, componentes e subconjuntos.

Quadro 6 – Características Gerais do Produto

Produto	Definição	Característica
	<p>O trator agrícola é uma máquina auto-propelida provida de meios que, além de lhe conferirem apoio estável sobre uma superfície horizontal e impenetrável, capacitam-no a tracionar, transportar e fornecer potência mecânica, para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas.</p>	<p>a) Tracionar máquinas e implementos de arrasto tais como arados, grades, adubadoras e carretas, utilizando a barra de tração;</p>
		<p>b) Acionar máquinas estacionárias, tais como batedoras de cereais e bombas de recalque d'água, através de polia e correia ou da árvore de tomada de potência;</p>
		<p>c) Tracionar máquinas, simultaneamente com o acionamento de seus mecanismos, tais como colhedoras, pulverizadores, através da barra de tração ou do engate de três pontos e da árvore de tomada de potência.</p>

Fonte: Adaptado de Garcia (2001)

Do mesmo modo, a análise funcional proporciona a compreensão das características de uso de produto e suas funções. De acordo com Romano (2003), um produto pode ser descrito em termos funcionais ou físicos, sendo que os elementos

funcionais são os que se caracterizam por executar operações ou transformações e os elementos físicos são os constituídos por peças, componentes e subconjuntos.

A estrutura dos tratores agrícolas de forma geral pode ser observada na Figura 13, subdividida nas partes principais constituídas pelo chassi, motor, sistema elétrico, sistema de direção, rodados, sistema de transmissão e engates e barra de tração.

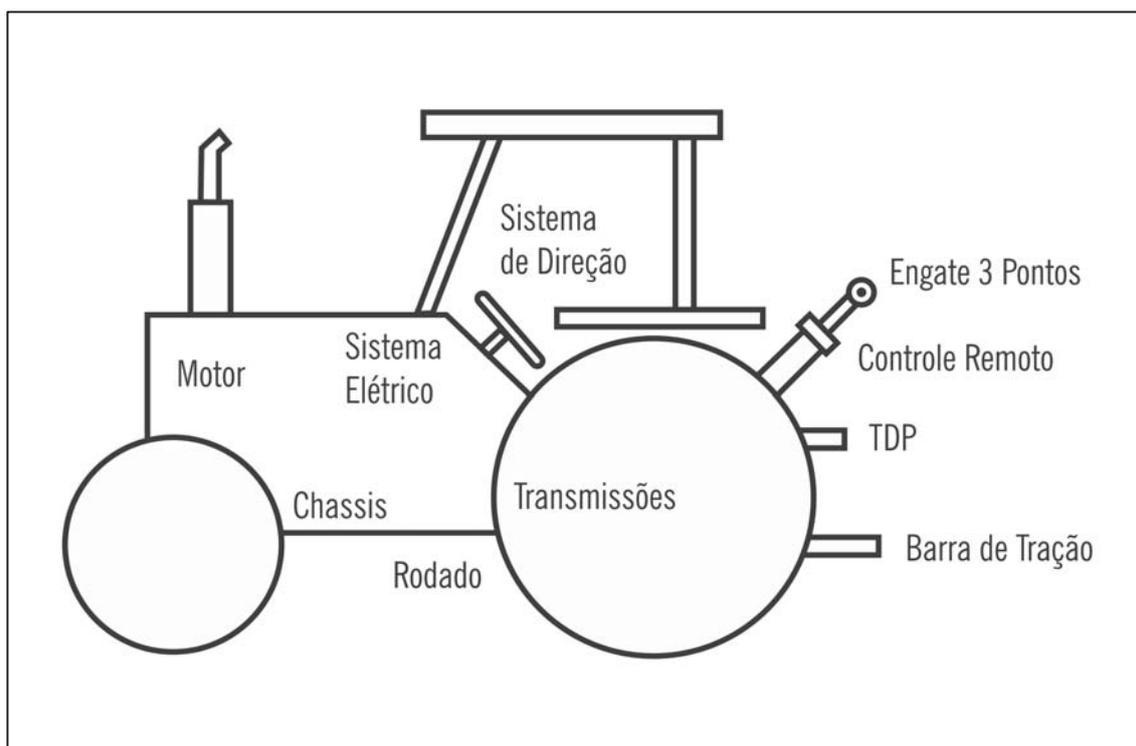


Figura 13 – Síntese das partes de um veículo tracionado agrícola (Trator)

Fonte: Adaptado de Garcia (2001, p.44)

Garcia (2001), descreve cada característica funcional e estrutural dos principais componentes que fazem parte da estrutura do produto, como apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Características Estruturais e Funcionais do Produto

Características Estruturais	Características Funcionais
Motor	Responsável pela transformação da energia potencial do combustível em energia mecânica, na forma de potência disponível no eixo de manivelas.
Embreagem	Órgão receptor da potência do motor e responsável pela sua transmissão à caixa de mudança de marchas, sob o comando de um pedal ou alavanca acionável pelo operador (pedal de embreagem).
Caixa de mudança de marchas	Órgão mecânico responsável pela transformação de movimento para o sistema de rodados do trator. É o responsável pela transformação de torque e velocidade angular do motor, sendo comandada pela alavanca de mudança de marchas.
Coroa, pinhão e diferencial	Órgãos transformadores e transmissores de movimentos responsáveis pela transmissão do movimento da caixa de mudança de marchas a cada uma das rodas motrizes envolvendo uma redução proporcional de velocidade e uma mudança na direção do movimento de um ângulo de 90°.
Redução final	Órgão que transmite os movimentos do diferencial às rodas motrizes com redução da velocidade angular e aumento do torque.
Rodados	São os órgãos operadores responsáveis pela sustentação e direcionamento do trator, bem como sua propulsão, desenvolvida através da transformação da potência do motor em potência na barra de tração.
Tomada de potência (TDP)	Órgão responsável pela transformação do movimento do motor para uma árvore de engrenagens, cuja extremidade externa está localizada na parte traseira do trator, local onde são acoplados sistemas mecânicos rotativos. As tomadas de potência possuem rotações na faixa de 540 a 1000 rpm e são normalizadas pela ABNT-PB-83.
Sistema hidráulico	Órgãos receptores, transformadores e transmissores da potência do motor através de um fluido sob pressão aos órgãos operadores, representados, principalmente, por cilindros hidráulicos. São normalizados pela ABNT-PB-131.

Fonte: Adaptado de Garcia (2001)

A análise morfológica de acordo com Bonsiepe (1978), visa identificar os componentes do produto no que diz respeito às matérias-primas que os compõe. Dessa maneira, como forma de delimitar o presente projeto para fim de aperfeiçoar a sistemática de análise, serão analisados de maneira geral os componentes pertinentes às questões conceituais mais evidentes relacionados a forma do veículo tracionado agrícola com ênfase nas carenagens do capô, para-lamas e teto, de acordo com o sincronismo dos processos de fabricação utilizados atualmente a exemplo dos apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Morfologia dos veículos tracionados atuais

<p>Capô, Carenagens, Pára-lama e Teto Plásticos</p>	
<p>Obtidos através dos processos de transformação de termofixos ou termoplásticos, podendo ser transformados por diversos processos como:</p> <p><i>Spray-up</i> (laminação com jato de fibra de vidro e resina);</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>FiberGlass</i> (laminação manual com fibra de vidro e resina); - RTM (<i>Resin Transfer Molding</i>, moldagem por transferência de resina); - Termoformagem (onde uma chapa plástica é amolecida pelo calor e copiada em um molde por pressão em temperatura controlada); - Rotomoldagem (moldagem rotacional, onde o polímero é aquecido e rotacionado dentro de um molde onde acontece sua fusão e posterior resfriamento, originando a peça plástica); - Moldagem por Injeção (injeção em alta pressão no interior do molde do polímero aquecido) 	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Deste modo evidencia-se através das análises realizadas que o veículo tracionado agrícola (trator), caracteriza-se como um produto de mecanismos estritamente mecânicos e funcionais. Sua estrutura conta com componentes pesados e resulta na eficiência e força necessárias para realização do trabalho, sendo que as características estéticas e formais se restringem aos elementos superficiais de sua estrutura, como carenagens, faróis, pára-lamas e teto e cabine.

Dessa forma, compreendidas as características do mercado dos tratores agrícolas e dos produtos concorrentes, bem como entendidos os predicados estruturais, funcionais e morfológicos do produto, é possível estabelecer parâmetros projetuais para o conceito de um produto futuro, com base nas análises sincrônicas dos objetos estudados.

4.1.1.3 Pré-Concepção – Metaprojeto – Sustentabilidade Socioambiental

Segundo Moraes (2010) a sustentabilidade socioambiental, passa a ser indispensável no desenvolvimento de produtos industriais, uma vez que os recursos

naturais tornam-se escassos e a modernização mundial causa muitos danos ambientais. Considerando a atividade projetual novos conceitos aliam-se com maior ênfase sustentável destacando a escolha de matérias renováveis, reciclagem, ciclo de vida do produto (pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte). Sob estes aspectos torna-se indispensável ao pensar o projeto de uma produto industrial a relevância entre ambiente, produção e consumo.

Carvalho (2010), relata que a utilização de materiais e processos de baixo impacto ambiental deve ser considerada em todas as fases do desenvolvimento do projeto, tanto na escolha de matérias-primas tanto para a confecção quanto para o processo de produção. Moraes (2010), relata a importância da compatibilidade das matérias-primas entre si, já que facilita processo de reciclagem, e conseqüentemente a reutilização desse material empregado no produto. Por outro lado ao não considerar essa questão pode-se desenvolver um produto que possua termoplásticos não compatíveis entre si, gerando posteriormente ao reciclar uma liga frágil denominada de “liga pobre”, inviabilizando o reuso conforme o autor.



Figura 14 – Mapas Visual de Materiais do Futuro

Fonte: Elaborado pelo Autor

A evolução da engenharia de materiais possibilitou a utilização de novos, como por exemplo os biodegradáveis e os monomateriais de grande resistência, possibilitando dessa forma maior controle sobre o impacto ambiental, tanto na sua utilização quando nos processos produtivos. A exemplo de materiais a serem empregados neste projeto conceitual como apresentados na Figura 14, cita-se o grafeno. Além de ser um dos mais leves, flexíveis e finos, o grafeno é o material mais forte do mundo. De acordo com Lee et. al (2013), um estudo realizado demonstrou que este material, derivado do grafite, tem uma resistência dez vezes maior que o aço, apesar dos erros resultantes da complexidade da sua fabricação. Mesmo com a necessidade de várias lâminas da espessura de um átomo para fabricar uma grande peça de grafeno este material é praticamente inquebrável. O grafeno consiste basicamente em uma folha plana de átomos de carbono densamente compactados em uma grade de duas dimensões. Necessita-se ainda que a ciência siga aprofundando-se cada vez mais seu conhecimento sobre o chamado "material do futuro", que poderá ter aplicações tanto na área de tecnologia quanto na indústria e acredita-se que poderá substituir muitos materiais largamente utilizados nos contextos industriais.

Ao orientar o PDP para a sustentabilidade ambiental procura-se por formas de unir o projeto de ciclo de vida do produto com as questões levantadas anteriormente, além de debater questões como a “desmaterialização” dos produtos e a expansão da aplicação dos serviços. Em relação ao projeto de ciclo de vida do produto Vezzoli (apud MORAES, 2010, p.64) relaciona algumas estratégias em busca da redução do impacto ambiental. Dentre eles, podem se destacar os seguintes:

Minimização dos recursos: ao projetar busca-se reduzir o uso de materiais e energias; Escolha de recursos de baixo impacto ambiental: selecionar materiais e processos atóxicos e não nocivos visando o mínimo de impacto ambiental; Otimização da vida dos produtos: projetar objetos duráveis no tempo e que seus componentes possam ser reutilizados por meio de reciclagem e reaproveitamento; Extensão da vida dos materiais: projetar se preocupando também com a reciclagem, combustão ou compostagem dos materiais descartados; Facilidade de desmontagem: projetar visando a facilidade de separação das partes para manutenção e também reuso.

Para ASHBY (2011, p.69) “o modo mais óbvio de se conservar matéria é fabricar produtos menores, fazê-los durar mais e reciclá-los quando enfim chegam ao

final da vida útil. O que parece óbvio pode parecer enganador”. Materiais e energia são parte de um sistema complexo e altamente interativo. Os catalizadores primários de consumo como o crescimento da população, crescimento da riqueza e novas tecnologias podem acelerar o consumo de materiais e energia. De acordo com a Figura 15, observa-se uma complexidade de interações entre o consumo material e o consumo de energia. Estas interações são complexas e ambíguas. Quanto ao uso e procura de novas tecnologias podem oferecer mais funcionalidade e também maior obsolescência quando o desejo substituir um produto por outro quando ainda lhe resta vida útil. Ashby (2011), destaca 80% dos produtos eletrônicos são descartados quando ainda funcionais.

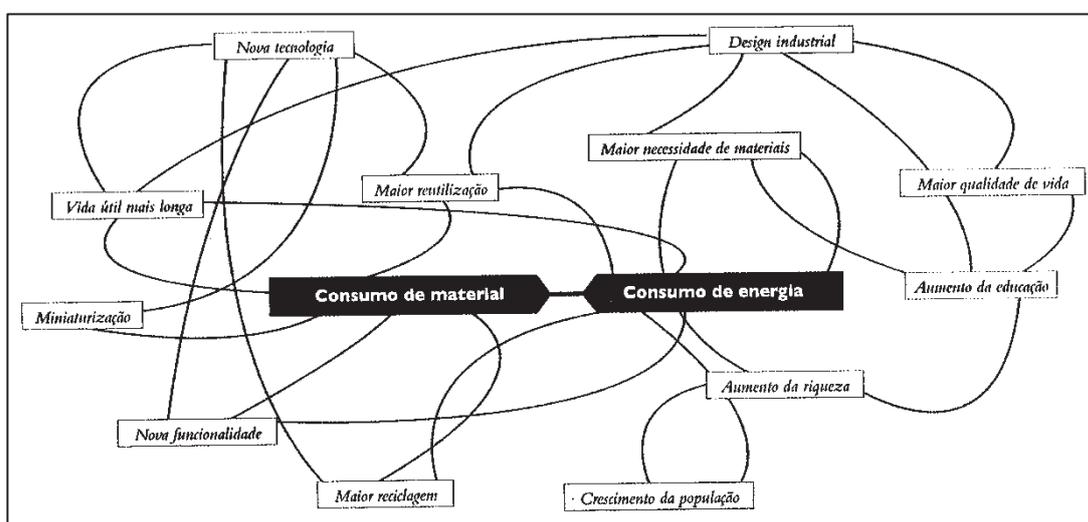


Figura 15 – Interação complicada com o meio ambiente

Fonte: Ashby (2011, p.69)

Moraes (2010) acrescenta que ao orientar PDP para a sustentabilidade têm se a necessidade de uma mudança de comportamento e até mesmo de valores da sociedade, a fim de aceitar esse novo modo de viver, um estilo de vida mais consciente. Dessa forma, torna-se um desafio para a equipe de projeto não somente pensar ecologicamente, mas, sobretudo pensar novos modos de vida, novos modos de serviço orientados aos novos valores e qualidades de uma vida sustentável.

Para a condução de um projeto visando a sustentabilidade socioambiental, é possível relacionar linhas guias que servem de orientação para a tomada de decisões em busca do desenvolvimento de projetos com baixo impacto ambiental, de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 – Quadro sobre coordenadas e linhas guia para sustentabilidade

1 – Utilização de pouca matéria-prima no mesmo produto.
2 – Uso de materiais termoplásticos compatíveis entre si.
3 – Escolha de recursos naturais e processos produtivos de baixo impacto ambiental.
4- Utilização de poucos componentes no mesmo produto.
5 – Facilidade de desmembramento e fácil substituição dos componentes.
6 – Otimização de espessuras das carcaças dos produtos feitos em termoplásticos
7 – Não utilização de insertos metálicos em produtos termoplásticos
8 – Não utilização de adesivos informativos, feitos de materiais que não sejam compatíveis com os do produto.
9 – Uso de materiais sintéticos e certificados
10 – Extensão da vida do produto.

Fonte: Adaptado de Moraes (2010)

No que se relaciona ao aspecto ambiental, algo tão difundido e discutido ultimamente ao resumir-se o Quadro 9, nota-se que a questão da escassez dos recursos naturais é uma fator projetual importante dentro do projeto do veículo tracionado agrícola, já que o fator sustentabilidade terá um grande impacto na sociedade, podendo modificar costumes, comportamentos e atitudes. Desta forma, deve-se levar em conta materiais renováveis, leves, e que possuam um bom ciclo de vida, a fim de minimizar o desperdício e reduzir o impacto no meio-ambiente.

4.1.1.3 Pré-Concepção – Metaprojeto – Influências sócio culturais

Na cultura material, constata-se influências culturais na produção dos produtos industriais, mesmo que não estejam explícitas. Segundo Moraes (2010), os profissionais de projeto devem, interpretar o estilo de vida local dos consumidores, para que possa utilizar dessa oportunidade como um diferencial competitivo na projeção, oferecendo muito mais que produtos funcionais, sobretudo, oferecendo experiências de consumo. Corroborando com esta afirmação Baxter (2011), destaca que no mundo globalizado torna-se fundamental a utilização de elementos simbólicos que sintetizem a cultura local, como forma de valorização de um povo. É necessário segundo Moraes

(2010), entretanto, compreender todos os fatores culturais, valores, simbologias que constroem uma nação a fim de sintetizar os diferentes elementos e a complexidade cultural buscando sintetizar de forma harmônica a identidade dos usuários do novo produto.

De acordo com Baxter (2011), é possível traduzir emoções e sentimentos do usuário através da construção de diversos painéis visuais. No caso do desenvolvimento de produtos industriais, precisa-se partir de objetivos amplos, para ir estreitando a medida que se avança no projeto, para formas específicas e que possam ser produzidas pelas máquinas disponíveis. Desta forma procura-se traçar uma imagem do estilo de vida dos futuros consumidores. Estas imagens refletem valores pessoais e sociais, além de representar o tipo de vida dos consumidores. O painel além de retratar os usuários do novo produto, deve retratar outros tipos de produto usados pelo consumidor e que devem compor o produto a ser projetado. Ao definir um projeto para o futuro torna-se necessário a investigação de condicionante destes usuários, nominar valores sociológicos e psicológicos do futuro usuário.

Moraes (2010), descreve que a estética é tida como um reflexo do comportamento do homem enquanto ser social, aqui entendido como grupo coletivo, das apreciações referentes a conduta humana. De acordo com Carvalho (2010), é possível através da interpretação paradoxal de condicionantes de espaço tempo, relatar um previsão de fatores base para prospecção de um cenário de futuros usuários como apresentado na Quadro10.

Quadro 10 – Fatores base de prospecção de futuros usuários.

Políticas	Sociais	Econômicas	Tecnológicas
<p>Globalização, no futuro o volume de comunicações será ainda maior, já que a população estará mais conectada e haverá um aumento do número da população mundial. Além disso o volume de comércio será maior; As relações políticas internacionais influenciará os relacionamentos entre os países; A globalização promoverá ainda mais a homogeneização do mundo. Poderá dessa forma causar uma repressão das características regionais; Agricultura urbana, as pessoas plantando o que irão consumir. Reduzindo o desperdício, como aconteceu com o sistema antigo;</p>	<p>A população estará mais velha; Terá um aumento da população urbana; Projetar produtos e/ou serviços nessa nova possibilidade de uma convivência híbrida e real-virtual; Princípio de "usar e não ter", não precisamos ter objeto, basta saber como e onde procurá-lo; Os produtos saudáveis terão cada vez mais espaço no mercado, bem como os produtos sustentáveis; Aumentará o consumo da população de baixa renda, bem como o dos adolescentes e crianças e também <i>on-line</i>; O consumo de produtos práticos, que poupem tempo também será maior; Terá um aumento da população urbana.</p>	<p>Os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia, China) serão as principais potências mundiais, chegando a estar entre o G6; Desmaterialização dos produtos; O petróleo atingirá seu pico em 2014 e sofrerá declínio logo a seguir. Em 2050 terá sido extraído 90% do petróleo do mundo. A energia utilizada será proveniente de diversas fontes: energia solar, energia geotérmica, energia eólica e até mesmo energia das ondas da radiofrequência; Mercado nacional integrado e de grande escala, com segmentos econômicos mundialmente competitivos; Solidez e elevado desempenho do sistema financeiro nacional; Dimensão e dinamismo do mercado interno; Disponibilidade de água e solo agricultáveis; Mercado nacional integrado e de grande escala, com segmentos econômicos mundialmente competitivos; Solidez e elevado desempenho do sistema financeiro nacional;</p>	<p>Virtualização da experiência pode comportar uma drástica redução da intensidade material; Sistemas futuros monitorarão o que você come, o que você lê, as suas preferências musicais e de programas de televisão; As inovações tecnológicas e produtivas irão estimular o aumento da produtividade; Fábricas mentais para fábricas evolucionárias – por meio da estratégia da evolução, formar grupos moleculares auto-reprodutores com base em silício; Capacidade de auto-concerto; Nanotecnologia – Os princípios do desdobramento de proteína bioquímica e as leis da evolução da biologia que determinarão o conteúdo de ensino da nova tecnologia de produção; Sistema interconectado; Ideia de reciclagem bio-analógica – os bens de consumo serão construídos com somente dos materiais básicos: um material de apoio “osso” e um material universal funcional e de moldagem como “tecido”.</p>

Fonte: Adaptado de Carvalho (2010, p. 78)

Os fatores base apresentados possibilitam estabelecer mudanças culturais fundamentadas principalmente no comportamento, provocando um aumento de disponibilidade dos produtos virtualizados, gerando dessa forma um aumento do bem-estar social percebido.

Segundo Baxter (2011), a análise dos aspectos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos (PEST), procura determinar condições externas influentes a oportunidade de projeto. Os quatro fatores da PEST, contribuem para se refletir sobre o impacto que as mudanças mais amplas na economia e no ambiente de negócios provocará sobre o conceito do produto. O crescimento dos países do BRIC, em crescimento acentuado e uma participação cada vez maior na economia mundial, a partir disso tem-se a necessidade de não somente se posicionar como uma potência econômica, mas sobretudo cultural. O Quadro 11, apresenta os principais fatores e condicionantes da PEST direcionado ao desenvolvimento do veículo tracionado agrícola para um cenário futuro.

Quadro 11 – Classificação dos fatores da PEST em conformidade com o Quadro 10.

Políticos	BRIC maiores forças mundiais	Internacionalização dos produtos agrícolas
Econômicos	Aumento da Renda	Virtualização
Sociais	Envelhecimento	Acessibilidade
Tecnológicos	Nanotecnologia	Materiais / Formas

Fonte: Elaborado pelo Autor

Dessa forma, a mudança radical do conceito de bem-estar social desassociada ao consumo de produtos será a grande propulsora da caminhada em busca da sustentabilidade socioambiental. Modificar os juízos de valores e os critérios de qualidade que interpretam a ideia de bem-estar, ou seja, as pessoas precisam desconstruir acima de tudo conceitos já consolidados, e baseá-los na economia sustentável. Portanto o simbolismo do produto deve explorar faixas de consumidores como apresentado na Figura 16 e procurar valores sociais comuns a cada grupo específico de consumidores do futuro.



Figura 16 – Painel de estilo de vida consumidor atual

Fonte: Elaborado pelo Autor

Cabe salientar, no entanto, que em meio a essa multiplicidade de fatores e elementos do futuro, deve-se buscar uma harmonia e um equilíbrio nas escolhas e na utilização dos elementos conceituais, buscando a simplicidade em meio a um cenário composto de inúmeras complexidades.



Figura 17 – Painel de estilo de vida consumidor do futuro

Fonte: Elaborado pelo Autor

Segundo Ashby (2011), os Painéis de Estilo de Vida contam uma história visual, um ambiente em que o produto será usado, os futuros consumidores e possíveis materiais a serem empregados bem como tecnologias. Observa-se no painel que homem do campo no futuro é mais que um simples agricultor, até por que a agricultura é uma atividade que requer muito conhecimento tecnológico, negócios e relacionamento estreito com as questões sustentáveis.

Salienta-se que devido à flexibilidade do MD3E, é possível que fases do Metaprojeto, sejam executadas não somente na etapa do Projeto Informacional, proposta por Romano (2003) e que perante a especificidade do projeto, as fases 5 – Tecnologia Produtiva e 6 - Tipológicos e ergonômicos, sejam executadas em outras etapas do MD3E, passando a serem executadas dentro de outros desdobramentos ou até mesmo outras fases de forma mais semântica o ou conceitual.

4.2 Concepção – Projeto Conceitual

A Fase do Projeto conceitual tem como objetivo produzir princípios de projeto para o novo produto. Segundo Baxter (2011), esta fase deve ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto dos produtos existentes do mercado. Nesta parte do projeto as informações obtidas na Fase Informacional, são convertidas em uma série de princípios sobre o funcionamento do produto e princípios de estilo.

O método *Feel The Future*[®] foi escolhido por ser utilizado no desenvolvimento de conceitos do futuro, sendo portanto coerente com a proposta do desenvolvimento de um veículo tracionado agrícola, evidenciada neste trabalho. Adaptou-se desta forma o método a fase de concepção na metodologia MD3E. O *Feel The Future*[®] pode ser dividido em quatro etapas básicas: insight do usuário, mapas visuais, cenários do futuro e conceitos.

Como representado na Figura 18 a primeira etapa do método *Feel The Future*[®] denomina-se insight do usuário. Nesta etapa é realizada primeiramente uma seleção dos especialistas (engenheiros agrônomos e mecânicos, designers e usuários do futuro) que irão participar das atividades coletivas acerca das percepções do futuro para concepção do VTA. Conforme Puchaski (2009) o objetivo desta etapa é coletar as percepções dos participantes no que se relaciona ao projeto em desenvolvimento, bem como os sentimentos, desejos e crenças. A etapa é realizada em conjunto, onde todos os participantes discutem os assuntos envolvidos no projeto e expõem as suas ideias e percepções dos assuntos, através de respostas de questionamentos, discussões e construção de mapas visuais.

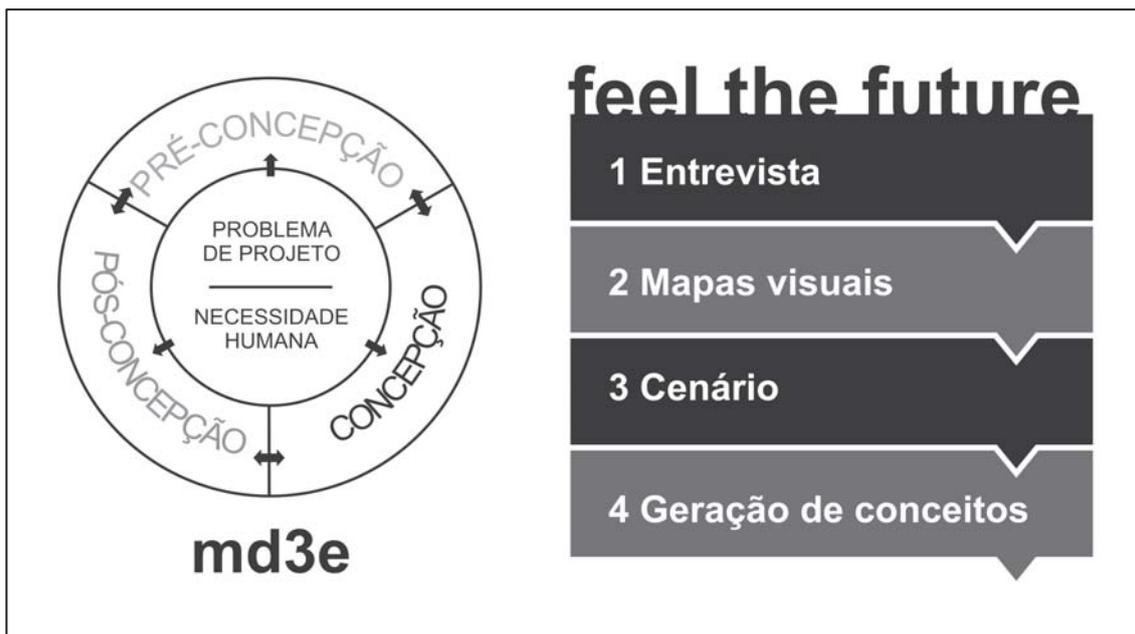


Figura 18 – Etapas do método Feel The Future ©

Fonte – Adaptado de Puchaski (2009)

A partir da primeira etapa, é possível construir-se mapas visuais, através de imagens, externalizando dessa forma as percepções dos participantes do *workshop*. Após a etapa de mapas visuais, inicia-se a etapa de construção de cenários. Definido os cenários, iniciam-se as gerações de conceitos do novo produto industrial.

4.2.1 Concepção – Projeto Conceitual – Insight do Usuário

Para obtenção dos *insights* dos usuários congruiu-se a ferramenta de coleta de dados proposta por Baxter (2011), denominada de Método Delphi. O método proposto foi desenvolvido pela empresa *Rand Corporation* na década de 50 e foi aplicado pela primeira vez para se obter consenso entre especialistas sobre a ameaça nuclear da União Soviética contra os EUA. O método Delphi coleta opiniões de um grupo de especialistas selecionados por meio de questionamentos bem estruturados, em rodadas sucessivas propostas através de um *workshop*. Os especialistas selecionados são comumente especialistas no assunto ou tem grande ligação com o objeto de estudo a ser projetado. De acordo com Baxter (2011), devido a especificidade de cada projeto a ser desenvolvido pode-se propor variações na estrutura do método de modo a coletar informações ou conceitos a fim de se obter um consenso entre os especialistas

entrevistados. Estes conceitos são demonstrados através de explicações verbais ou na forma de palavras, que definem as semânticas do produto, bem como, pode aliar-se a estrutura do *Brainwriting*, devido a quantidade de participantes envolvidos. A forma de registrar essas ideias são anotadas em papéis de recado *pos-it*, coladas em uma parede onde todos os participantes possam vê-las de modo a contribuir com a busca inspiração e com tempo disponível para que cada participante possa esgotar sua própria capacidade de explanação de ideias.

Para a discussão de um Projeto Conceitual de um Veículo Tractionado Agrícola para o futuro, foram reunidos em um grupo especialistas formado por dois engenheiros agrônomos, dois engenheiros mecânicos, dois designers e dois usuários do futuro, baseando-se que os usuários do futuro foram escolhidos pela suas idades (entre 19 e 23 anos), filhos de agricultores que ajudam seus familiares nas atividades agrícolas e utilizam mecanização agrícola bem como são estudantes de curso superior em agronegócio. A intenção ao aplicar o método em diversos profissionais é obter uma visão global da problemática proposta, já que o pensamento analítico de um engenheiro é complementado pelo pensamento abduutivo de um designer aliado as relações do produto com seus futuros usuários.

Os questionamentos foram divididos em duas partes: a primeira consistiu em um inventário de condicionantes do futuro as quais foram relacionadas aos aspectos políticos, ambientais, sociais, tecnológicos e econômicos. A intenção desta parte foi coletar a percepção dos pesquisados acerca destes aspectos no futuro, baseado nas condicionantes coletadas na Fase Informacional. A segunda parte da pesquisa consistiu no uso da ferramenta *Sort Card*®, a qual consiste que consiste em uma lista de conceitos captados na rodada anterior, os quais são relacionados pelo grau de importância, tendo como intenção confrontar as percepções acerca de conceitos sobre um projeto de veículo tracionado para o futuro.

As perguntas foram estruturadas a se obter o maior número de insights sobre os participantes, através de rodadas sucessivas de perguntas com obtenção de palavras conceituas sobre a problemática abordada.

Pergunta 1 – Através de que conceitos você definiria o futuro da tecnologia agrícola? Você tem alguma informação sobre a expansão futura da tecnologia neste setor? Baseie os conceitos sobre estas perguntas relacionando as condicionantes expostas no quadro abaixo através de palavras escritas nos post-its

Quadro12 –Fatores, condicionantes e parâmetros para respostas as perguntas

Políticos	BRIC maiores forças mundiais	Internacionalização dos produtos agrícolas
Sociais	Envelhecimento	Acessibilidade
Tecnológicos	Nanotecnologia	Materiais / Formas
Econômicos	Aumento da Renda	Virtualização

Fonte: Elaborado pelo Autor

Através do *Brainwriting*, estabeleceu-se os seguintes conceitos relacionando-os com os condicionantes e parâmetros, cada participante contribuiu com um conjunto de ideias, como as apresentadas na Figura 18.



Figura 19 – *Brainwriting* dos entrevistados no *workshop*

Fonte – Elaborado pelo Autor

De acordo com o levantamento dos conceitos os especialistas e usuários puderam contribuir através da explanação das ideias em conjunto de forma que obtiveram algumas conclusões sobre os parâmetro e fatores apresentados:

- As redes de distribuição de energia elétrica e de água serão monitoradas por sensores. Dessa forma, tanto as empresas quanto as pessoas saberão o seu consumo e caso haja algum problema será mais fácil consertá-lo, devido a esse gerenciamento inteligente;
- No princípio de “usar e não ter”, no futuro não precisaremos ter basta saber como e onde procurá-lo. Ao invés de comprar um produto que você utiliza pouco na sua vida, você aluga esse produto. Exemplo: existirá um local como uma espécie de locadora de ferramentas onde será possível alugar sem precisar comprá-la. Contribuindo com a desmaterialização e o desenvolvimento do setor de serviços;
- Haverá um aumento no consumo online, ou seja nas transações pela internet e também haverá um aumento na conscientização das pessoas no que se relaciona ao meio ambiente, gerando dessa forma um aumento no consumo de produtos “verdes”.
- As mudanças culturais, de comportamento principalmente, irão determinar o caminho para a sustentabilidade ambiental;
- Estima-se que 75% população estará vivendo nas cidades;
- a utilização desenfreada dos recursos naturais, e conseqüentemente a sua escassez determinarão no futuro a mudança da matriz energética no mundo. Os pesquisados acreditam que o Brasil se tornará a maior potência energética do mundo;

Pergunta 2 – Na suas opiniões quais seriam as palavras conceito que definiriam o cenário futuro do veículo tracionado agrícola? Quais seriam mais importantes para determinar a semântica conceitual do produto?

Os entrevistados através do workshop listaram diversas palavras onde foi possível confrontar os conceitos e classificá-los em 10 palavras que servirão como base para confrontar o grau de importância através da ferramenta *Sort Card*©.

Quadro13 –Palavras Conceito *Workshop*

Rapidez	Praticidade
Simplicidade	Acolhimento
Segurança	Virtual
Conforto	Interatividade
Sustentabilidade Ambiental	Acessibilidade

Fonte: Elaborado pelo Autor

Através da aplicação da ferramenta *Sort Card*®, têm-se por objetivo organizar um sistema de conteúdo que reflita o modo de pensar dos seus usuários, categorizando e agrupando entidades (ideias, objetos, ações, etc.) por semelhança. O *Sort Card*®, por si só, não determina o sistema de organização, ele informa tendências e indica direções a serem seguidas definindo a ordem de importância dos conceitos. Classifica-se de forma que a palavra de valor 1 (um) é o menos importante e valor 10 (dez) o mais importante. Os conceitos relacionados foram definidos através da análise dos dados levantados através do workshop em resposta à Pergunta 2 (dois), sendo considerados pertinentes para um projeto conceitual de um veículo tracionado agrícola para o futuro. Os conceitos relacionados foram os seguintes: rapidez, segurança, conforto, praticidade, sustentabilidade ambiental, interatividade, virtual, acessibilidade, simplicidade e acolhimento.

O Quadro14 traz a relação das respostas do *Sort Card*® de todos os pesquisados.

Quadro 14 – Sort Card©

	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
1	Conforto	Virtual	Segurança	Segurança
2	Praticidade	Sustentabilidade	Rapidez	Rapidez
3	Sustentabilidade	Simplicidade	Conforto	Conforto
4	Segurança	Acolhimento	Simplicidade	Simplicidade
5	Simplicidade	Rapidez	Interatividade	Interatividade
6	Acessibilidade	Praticidade	Sustentabilidade	Sustentabilidade
7	Interatividade	Conforto	Acessibilidade	Acessibilidade
8	Acolhimento	Segurança	Praticidade	Praticidade
9	Virtual	Acessibilidade	Virtual	Virtual
10	Rapidez	Interatividade	Acolhimento	Acolhimento
	Entrevistado 5	Entrevistado 6	Entrevistado 7	Entrevistado 8
1	Rapidez	Acolhimento	Simplicidade	Rapidez
2	Praticidade	Simplicidade	Acolhimento	Segurança
3	Segurança	Rapidez	Virtual	Praticidade
4	Conforto	Virtual	Interatividade	Sustentabilidade
5	Acolhimento	Interatividade	Acessibilidade	Conforto
6	Acessibilidade	Praticidade	Sustentabilidade	Acessibilidade
7	Sustentabilidade	Conforto	Conforto	Simplicidade
8	Interatividade	Acessibilidade	Rapidez	Acolhimento
9	Virtual	Segurança	Segurança	Virtual
10	Simplicidade	Sustentabilidade	Praticidade	Interatividade

Fonte: Elaborado pelo Autor

A partir da coleta de todos os pesquisados realizou uma análise para classificar o qual na visão geral de todos foi considerado o mais importante. Somou-se os pontos de cada participante para gerar o resultado em cada palavra conceitual. O que obteve o menor número é o mais importante na visão de todos, já que era avaliado de ordem crescente, e o que obtivesse o maior número é o menos importante. O resultado dessa classificação está na Quadro15.

Quadro15 – Resultados Quantitativos do Sort Card©

Soma	Resultados	Pesquisados	Parâmetros Classificados
32	10, 5, 2, 2, 1, 3, 8, 1	1 Rapidez	1 Acolhimento
36	5, 3, 4, 4, 10, 2, 1, 7	2 Simplicidade	2 Virtual
37	4, 8, 1, 1, 3, 9, 9, 2	3 Segurança	3 Interatividade
37	1, 7, 3, 3, 4, 7, 7, 5	3 Conforto	4 Acessibilidade
45	2, 6, 8, 8, 2, 6, 10, 3	4 Praticidade	5 Simplicidade
48	8, 4, 10, 10, 5, 1, 2, 8	5 Acolhimento	6 Praticidade
53	9, 1, 9, 9, 9, 4, 3, 9	6 Virtual	7 Sustentabilidade
54	7, 10, 5, 5, 8, 5, 4, 10	7 Interatividade	8 Rapidez
54	6, 9, 7, 7, 6, 8, 5, 6	7 Acessibilidade	9 Conforto
52	3, 2, 6, 6, 7, 10, 6, 4	8 Sustentabilidade	10 Segurança

Fonte: Elaborado pelo Autor

De posse dos resultados é possível realizar uma avaliação dos dados pesquisados, destacando que o conceito rapidez é o conceito mais importante na concepção de um veículo tracionado futuro. Entretanto, pode-se destacar que a rapidez é um elemento mínimo para estar atrelado a um projeto do futuro, ao contrário de sustentabilidade ambiental, conforto e segurança. Considera-se o acolhimento o fator mais importante, já que ele proporciona conseqüentemente conforto e segurança. A evolução dos meios digitais fazem com que o conceito de virtual esteja diretamente atrelado ao projeto do futuro aliando interatividade aos mais diversos públicos.

4.2.2 Concepção – Projeto Conceitual – Mapas Visuais

Tendo como base as condicionantes relacionadas anteriormente pelos entrevistados, bem como as percepções acerca do veículo tracionado do futuro, desenvolveu-se um mapa visual que traduzisse todos os conceitos levantados. O mapa contém os elementos semânticos de expressão do produto, bem como os conceitos relacionados a material, presença dos elementos da natureza utilizados como referência projetual. Os painéis de expressão do produto propostos por Baxter (2011) e Back, et al. (2002), representam a emoção que o produto deve transmitir. O sentimento do produto captura essas imagens, sem se referir as características específicas do produto, pois isso poderia limitar as opções de estilo. As imagens de produtos que tenham forma e função semelhantes à proposta devem ser evitadas, de modo a contribuir para que todos os envolvidos no projeto busquem os mesmos tipos de estilo. Painéis de tema visual podem conter imagens semelhantes a do produto final apenas como base inspiradora para fatores de mercado de acordo com o espírito pretendido e de produtos bem sucedidos.



Figura 20 – Mapa Visual de Expressão do Produto

Fonte – Elaborado pelo Autor

Baxter (2011), coloca que a partir do painel de expressão do produto, organiza-se o tema visual, buscando imagens que estejam de acordo com o produto pretendido. Estes produtos devem ser dos mais variados tipos, funções e setores do mercado. O Painel permite que ao desenvolver-se o projeto através do tema visual, o projetista traduza os estilos representados servindo como fonte de inspiração, sendo adaptados, combinados ou refinados afim de servir como base para o desenvolvimento do estilo do novo produto. Desta forma o novo produto procurará incorporar características comuns de um determinado segmento, ou até mesmo de vários, de modo a contribuir tanto na forma quanto na função do novo produto, como representado pela Figura 21.

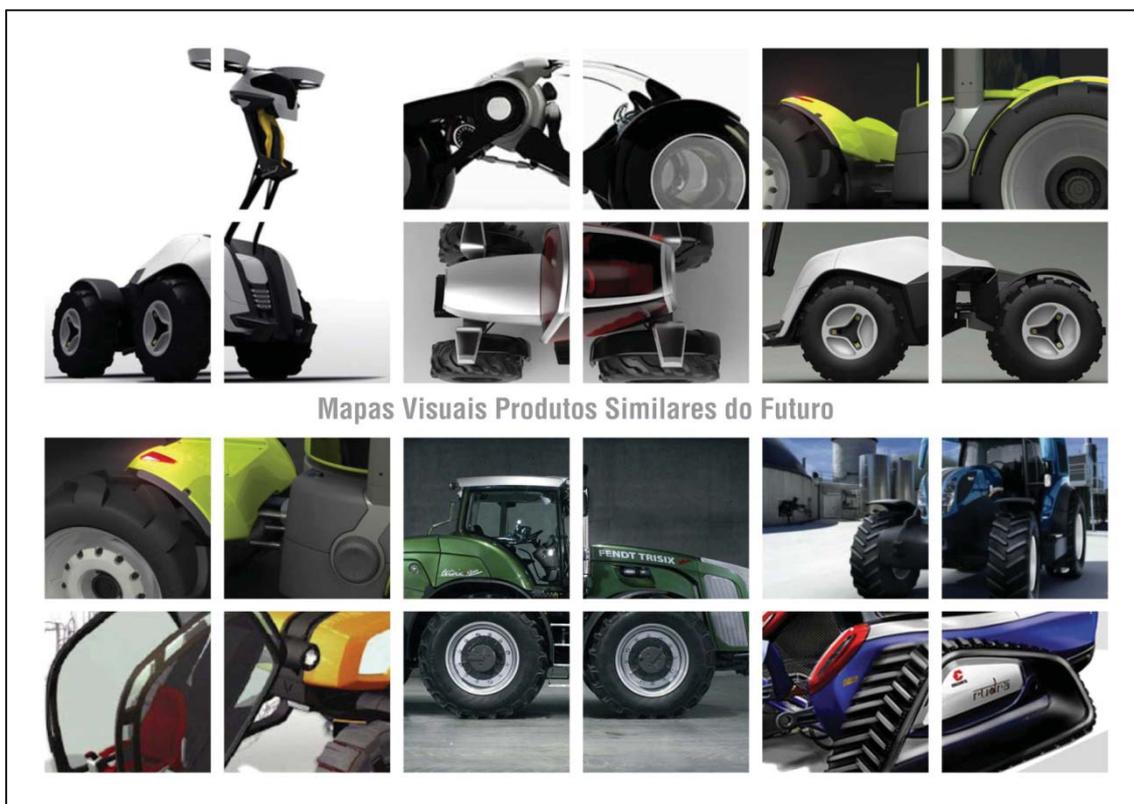


Figura 21 – Mapa Visual de Similares do Futuro

Fonte – Elaborado pelo Autor

Uma condição na concepção de produtos industriais que merece destaque é o potencial que a natureza tem de adaptação e o quanto isso pode contribuir para os projetos industriais, servindo de inspiração para a proposta de projetos que solucionem os mais diversos problemas humanos.

Segundo Kindlein (2005), biônica é uma ciência multidisciplinar que pesquisa nos sistemas naturais, princípios ou propriedades (estruturas, processos, funções, organizações e relações) e seus mecanismos com o objetivo de aplicá-los na criação de novos produtos ou para solucionar problemas técnicos existentes nos produtos já concebidos.

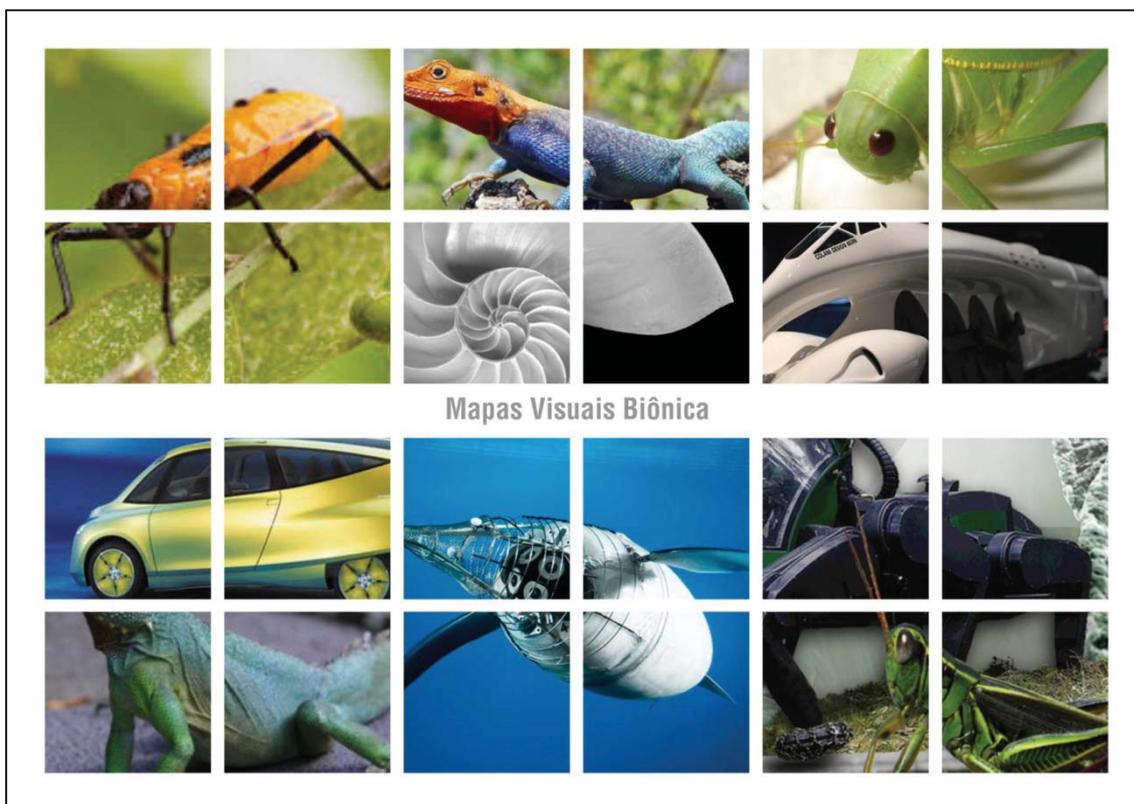


Figura 22 – Mapa Visual Biônica

Fonte – Elaborado pelo Autor

De acordo com Salvador (2003), indica-se os estudos em Biônica como ferramentas de Sustentabilidade, buscando na natureza soluções como: a diminuição da poluição, a redução do descarte de matérias, a diminuição de uso de insumos, como materiais de energia, a redução do tempo de fabricação, entre outros. Comumente utilizada no campo do Design, esta ferramenta atua diretamente na questão da forma e da função, podendo assim beneficiar-se das soluções presentes na natureza, resultantes de milhões de anos de evolução, onde apresentam respostas mais econômicas e substanciais para os sistemas culturais mais difíceis de serem resolvidos. Segundo Montenegro (1987), a biônica procura, em analogias na natureza e com processos da criatividade, soluções para problemas técnicos, assim pode-se concluir que é na biônica que encontramos inspirações para o desenvolvimento de novos produtos e mecanismos solucionando assim, problemas ou a necessidades de indivíduos.

4.2.2.1 Concepção – Projeto Conceitual – Princípios de Estilo

De acordo com Baxter (2011), após a construção de alguns painéis, deve-se concentrar no estilo do novo produto. Nesta fase do processo projetual o foco vai se estreitando a partir das imagens dos usuários até o estilo de produtos que seriam valorizados pelos mesmos. De modo geral através da interpretação dos dados anteriores e mesmo dos mapas visuais apresentados anteriormente é possível começar a gerar conceitos de estilo para o novo produto. Em particular a este projeto, é muito importante explorar diversos temas de estilo baseados também na indústria automobilística de forma a captar tendências expressas neste nicho de mercado desde que estejam de acordo com a expressão adotada para o novo produto, como as apresentadas na Figura 23, que expressam conceitos veiculares.

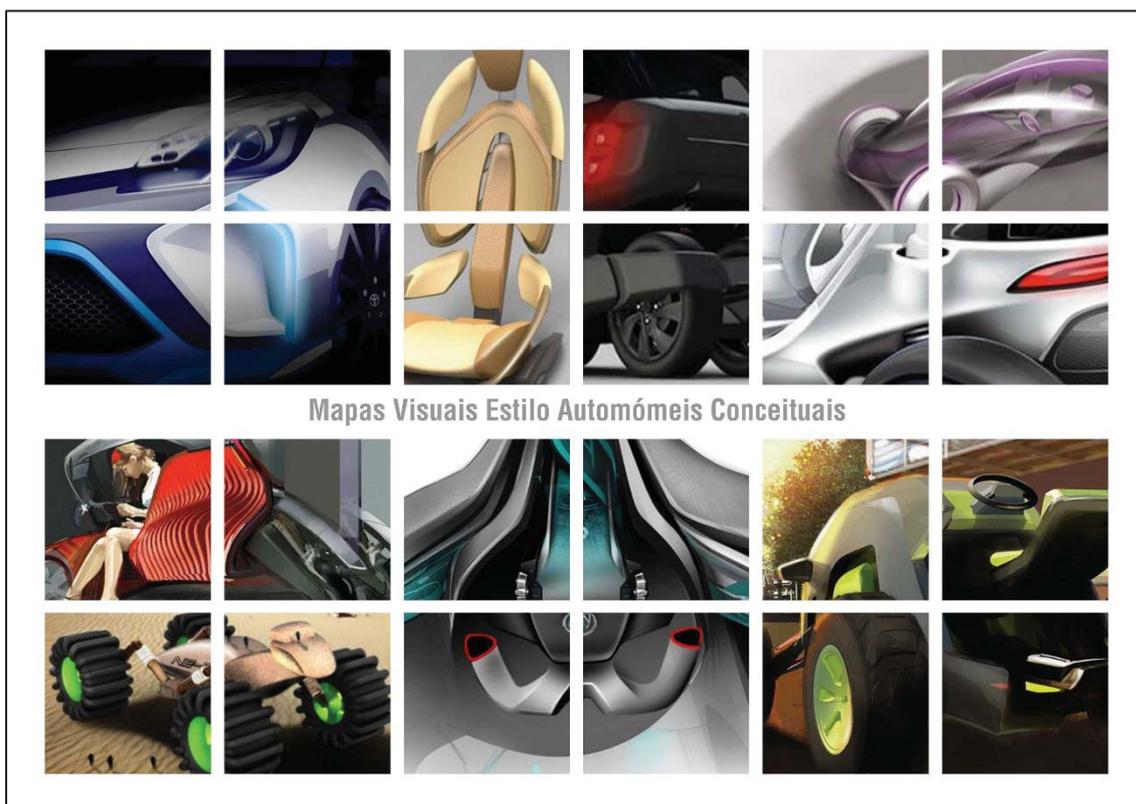


Figura 23 – Mapa Visual Estilo Automóveis Conceituais

Fonte – Elaborado pelo Autor

A geração de conceitos de estilo começa na identificação das principais linhas de expressão visual. Estes linhas de reconhecimento baseiam-se e características das imagens apresentadas no estilo dos produtos já produzidos pela empresa bem como dos

similares da indústria no mesmo ramo definida na análise mercadológica do projeto, neste caso a indústria automobilística. Características como sistemas de iluminação por LED (Diodo Emissor de Luz), bancos com formato ergonômico confeccionado de espumas auto ajustáveis, cabines de condução em formatos elípticos ou circulares, comandos em forma de “U” semelhantes aos das aeronaves, rodas e pneus que se ajustam a terrenos acidentados e painéis compostos de sistemas informacionais computadorizados acionados por comandos de voz e que podem incorporar-se às características do novo produto conceitual. Segundo Baxter (2011), no projeto conceitual o objetivo é desenvolver princípios de estilo para o novo produto, isto significa uma definição da forma global do produto, não sendo necessário preocupar-se com o projeto de cada componente neste estágio do projeto. Os objetivos de estilo podem ser derivados de outros produtos da empresa, identificando-se com a marca da empresa e os aspectos semânticos e simbólicos do produto. Destes aspectos citados, a semelhança com os produtos da empresa e características de similares do futuro bem como a identidade da marca serão evidentes, como os observados no painel de estilo de benchmarking apresentados na Figura 24.



Figura 24 – Mapa Visual determinantes de Estilo *Benchmarking* Stara

Fonte – Elaborado pelo Autor

A preservação da marca ou identidade da empresa pode dar igual segurança aos usuários do novo produto. Deste modo o usuário cria um elo de identificação do novo produto com a marca atraindo sua confiança. Produtos da mesma linha devem apresentar características comuns, como mostradores e botões de formas e cores semelhantes. O próprio formato pode identificar o produto tanto pelas suas proporções, linhas curvas, linhas inclinadas ou acabamentos de superfícies. Esta combinação de diversos pontos de cada produto fornece uma imagem ideal que deve ser usada para o projeto conceitual do novo produto.

Utilizada como elemento de Benchmarking de estilo, a empresa Stara atua em todo o território nacional e está presente nos cinco continentes exportando para mais de 35 países. De acordo com a própria empresa o planejamento e atuação agressiva no mercado são as ferramentas que resultam nas máquinas agrícolas com tecnologia de ponta e conquista de novos segmentos no mercado. Com forte vocação tecnológica, comprovada pelo portfólio de produtos inovadores que são lançados, a Stara apresenta-se no mercado como uma empresa dinâmica que se antecipa as necessidades dos produtores rurais, gerando tecnologia voltada para o aumento da produtividade e do lucro na atividade.

Ao determinar a forma do produto baseado no benchmarking da empresa selecionada deve levar-se em consideração que os produtos industriais projetados transmitem um significado simbólico. A compreensão do conteúdo simbólico dos objetos alarga bastante o entendimento sobre o estilo e forma dos novos produtos projetados. Segundo Baxter (2011), um produto industrial pode ter uma forma nunca vista e assim mesmo não causar tanta estranheza, o mesmo pode ser familiar porque simboliza algo ligado a nossa percepção classificando-o imediatamente em nosso cérebro como atraente ou sem atrativo. Esta percepção é feita instintivamente, buscando na memória emoções e sentimentos ligados a outros objetos semelhantes.

4.2.3 Concepção – Projeto Conceitual – Cenários Futuros

A análise das condicionantes do futuro traduz os requisitos fundamentais para a definição dos primeiros desenhos do produto industrial conceitual. Desta forma, para representar os condicionantes fundamentais da pesquisa e traduzi-los para referência projetual representa-se na Figura 25 um diagrama acerca dos requisitos para o conceito

do VTA. O gráfico foi desenvolvido utilizando o formato pentagonal, pois contém os cinco aspectos analisados nos Mapas Visuais. Além disso, a sua disposição demonstra que eles possuem uma relação direta entre si, sendo cada uma fundamental para a definição do outro, principalmente quando analisa-se cenários.

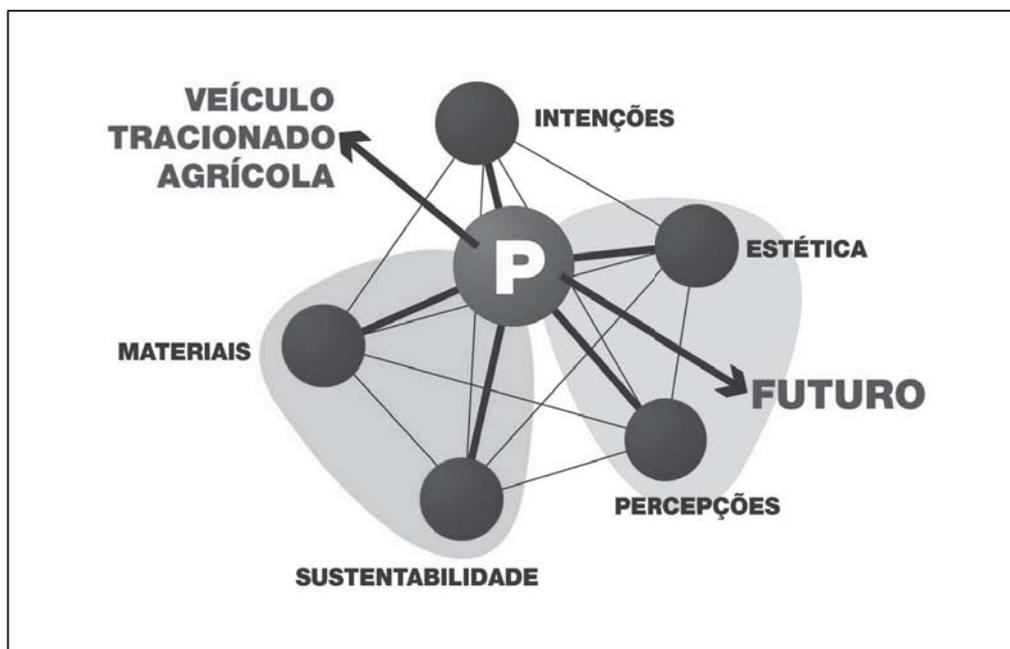


Figura 25 – Diagrama pentagonal de relações para o desenho do conceito

Fonte – Elaborado pelo Autor

Conforme os condicionantes relacionados anteriormente pelos entrevistados, bem como as percepções acerca do futuro, desenvolveu-se um mapa visual que traduzisse todos os conceitos levantados. O mapa representado pela Figura 26, contém elementos relacionados aos fatores apresentados no diagrama pentagonal, bem como os conceitos relacionados como a estrutura do material e presença dos elementos da natureza no projeto. No que tange a interpretação dos aspectos sustentáveis relativos ao futuro acredita-se que motores converterão energia química armazenada diretamente em energia mecânica, desta forma poderiam substituir os motores utilizados atualmente, aumentando o rendimento, desta forma é relevante que haverá uma mudança na matriz energética devido à escassez dos recursos naturais.

No aspecto das percepções e intenções as mudanças culturais, principalmente no comportamento, serão a base na consolidação de uma sociedade ambientalmente sustentável.



Figura 26 – Cenário do Futuro – Intenções para desenho do projeto

Fonte – Elaborado pelo Autor

No aspecto tecnológico, acredita-se que os materiais utilizados nos produtos industriais serão compatíveis entre si, a pesquisa por materiais de baixo impacto ambiental e capazes de alta condução de energia e transmissão eletromagnética, serão amplamente utilizados na indústria de bens de consumo duráveis inter-relacionando tecnologias interativas virtuais aos usuários.

4.2.4 Concepção – Projeto Conceitual – Geração de Conceitos

A preparação para definir o problema deve começar com o pensamento divergente, de modo que permita explorar uma ampla gama de alternativas para solucionar o problema, examinando todos os ângulos possíveis de sua solução. A definição do problema pode ser suficientemente ampla, para comportar diversas alternativas de solução.

Antes do início das atividades de geração de ideias e conceitos deve-se estabelecer requisitos e especificações para início das modelagens 1D e 2D. A

especificação do serve de referência para o controle da qualidade do desenvolvimento do projeto. A especificação determina as principais características de forma e função do produto e estabelece os critérios para que um produto insatisfatório seja descartado durante a fase do desenvolvimento. Baxter (2011), descreve que esta ferramenta serve como guia para a equipe de projeto para que nada seja esquecido durante seu desenvolvimento. Alguns componentes que formam a estrutura do conceito do veículo tracionado agrícola deve obedecer certas especificações, pois influenciam diretamente no desenvolvimento do projeto. De acordo com as diretrizes antes determinadas em consonância com especificidade deste projeto que define um produto para o futuro, os requisitos e especificações não tem caráter quantitativo nem tão pouco são mensuráveis de forma que determinam apenas os aspectos desejáveis, obrigatórios e opcionais para o desenvolvimento do produto industrial.

Quadro15 – Lista de Requisitos e Especificações

Requisitos	Obrigatórios	Desejáveis	Opcionais
Farol	x		
Banco / Ergonomia	x		
Retrovisores			x
Sinaleiras/Paralamas	x		
Cor		x	
Material Resistente	x		
Material Leve	x		
Motor Híbrido	x		
Formas Biônicas	x		
Agilidade		x	
Conforto	x		

Fonte: Elaborado pelo Autor

A geração de ideias e conceitos é o coração do pensamento criativo. Segundo Baxter (2011) e Gomes (2004), a inspiração criativa pode ser um resultado do pensamento bissociativo, juntando-se as ideias que não estavam relacionadas entre si. De forma criativa precisa libertar-se dos diversos bloqueios que governam nossas ações, devemos realizar novas associações para poder ultrapassar ideias óbvias de modo que estas ultrapassem a fronteira abstrata do consciente/inconsciente gerando soluções gráfico visuais sucessivas. O resultado das técnicas de expressão da criatividade

aparecem melhor quando as representadas graficamente. Estes desenhos mesmo já esquematizados, rascunhados e até mesmo esboçados, ainda não permitem que sejam totalmente compreendidos, a imaginação das ideias é subsequente a outras modelagens que permitem tirar um problema da situação inicial e levá-lo a situação final desejada.

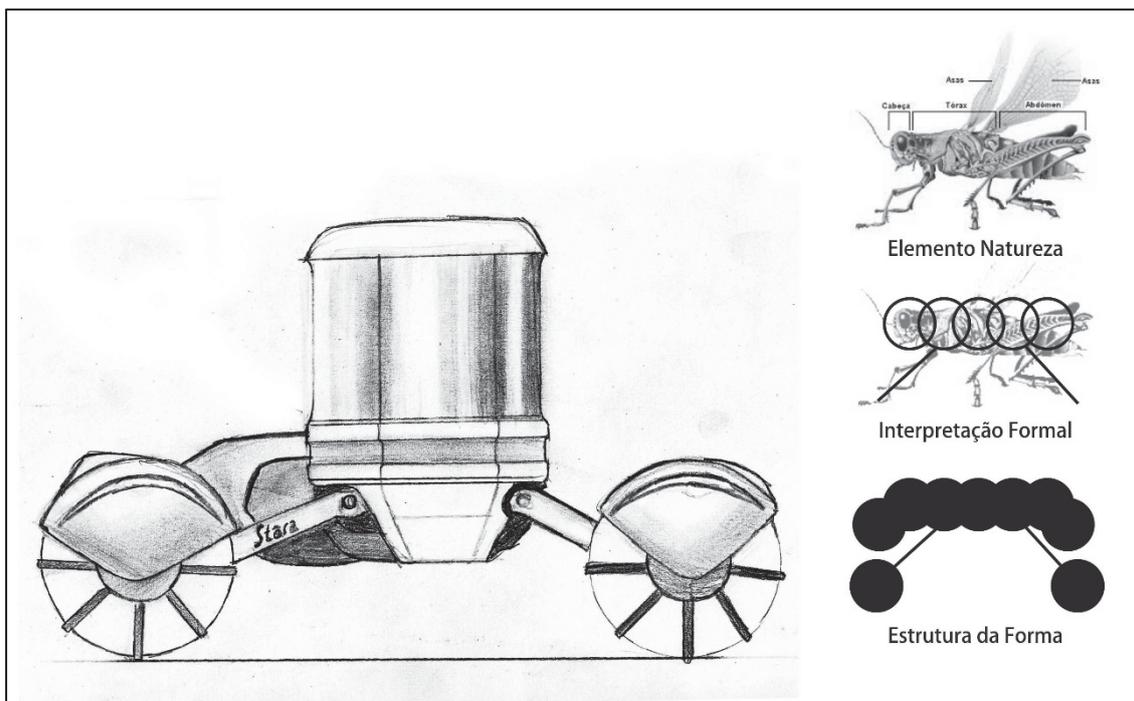


Figura 27 – Geração de Conceitos – Expressão 2D

Fonte – Elaborado pelo Autor

As primeiras gerações de conceitos foram desenvolvidas a partir de uma nova visão sobre o veículo tracionado agrícola. Procurou-se pensar no veículo tracionado agrícola não por sua função primária, mas pela experiência que proporciona ao condutor. Sob uma visão de senso comum percebe-se o produto como um simples veículo tracionado, porém ele transcende a sua função primária. O veículo tracionado agrícola é um ambiente em movimento. Sendo assim pode-se pensa-lo como um suporte de serviços. Ao observar as Figuras 27 e 28, nota-se o uso de analogias diretas onde são feitas comparações com fatos reais. No desenvolvimento de máquinas para andar em solos acidentados observa-se o movimento dos insetos que avançam as pernas dianteira e traseira de um lado e a perna central do outro, mantendo a sustentação.

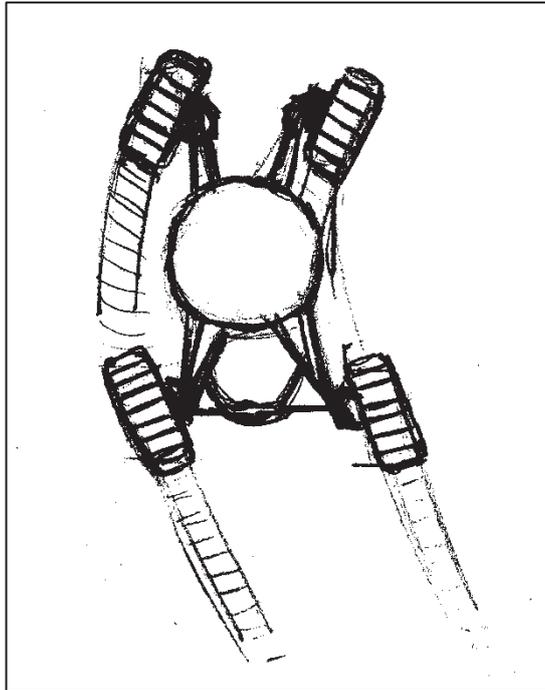


Figura 28 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Articulação das Rodas e Hastes

Fonte – Elaborado pelo Autor

O desenvolvimento de técnicas de representação gráfica por meio de composições simétricas de síntese e coerência gráfico formal, ajudam o projetista a determinar o desenho para produção o industrial, tendo como objetivo atingir os fins de seu projeto e conseguindo expressar as resoluções do seu problema.

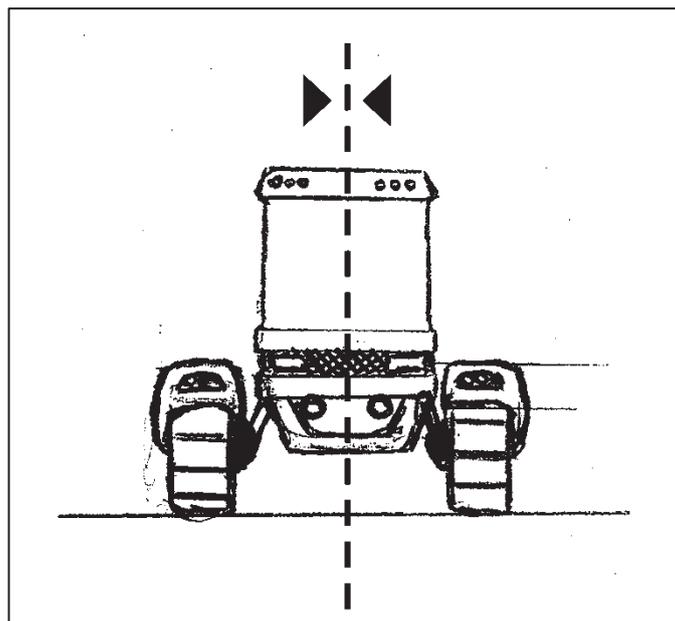


Figura 29 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Desenho Simétrico

Fonte – Elaborado pelo Autor

No desenvolvimento do projeto, o profissional traduz uma ou mais ideias para a solução do problema na atividade projetual, o mesmo está compreendendo as relações entre os meios e fins para a solução de seu produto industrial como pode ser observado na Figura 30, uma associação na estrutura da forma remetendo a um réptil, quando também observado a sua capacidade de articulação lateral.



Figura 30 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Analogia Direta

Fonte – Elaborado pelo Autor

Para o desenho expressional das ideias do interior do veículo tracionado agrícola deve-se levar em consideração o aspecto tecnológico a ser desenvolvido, como os representados na Figura 31, onde demonstra o interior de veículos conceituais, o nível de interatividade e conceitos ergonômicos devem estar concomitantes a acolhimento detectado no conceito do produto industrial quando elencado através da Ferramenta *Sort Card*®, nesta etapa as características técnico-funcionais, estético formais e lógico informacionais devem estar diretamente ligadas aos aspectos de dirigibilidade do veículo bem como painéis de controle interativos representados como a síntese de orientação projetual para o desenho desta etapa.

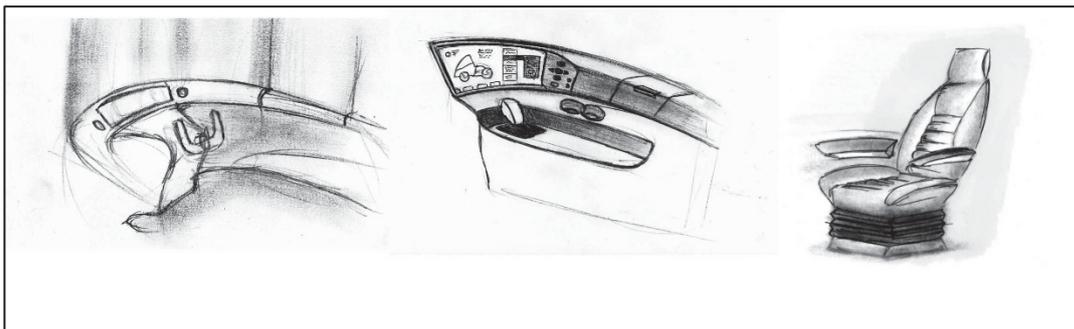


Figura 31 – Geração de Conceitos – Expressão 2D – Interior

Fonte – Elaborado pelo Autor

Um dos procedimentos mais importantes no projeto é pensar em todas as soluções e escolher a melhor delas. Esta seleção é um processo sistemático, disciplinado e rigoroso onde destina-se identificar aquela solução que melhor soluciona o problemas proposto. Considera-se que nesta etapa exige-se criatividade para combinar e adaptar ideias às necessidades da solução.

Segundo Baxter (2011), uma forma simples de selecionar os conceitos expressos graficamente é por meio de uma votação. Novamente o conjunto de especialistas e usuários do novo produto se reúnem de forma a pontuar sobre os desenhos apresentados qual atende melhor as condicionantes do futuro e as especificações de projeto determinadas através dos mapas visuais e cenários futuros. Dentre as alternativas representadas graficamente a que melhor atendeu aos conceitos estabelecidos no ponto de vista dos especialistas e usuários foi a proposta na Figura 32, perante interpretações quanto a sua forma, utilidade e adequações aos mapas visuais.

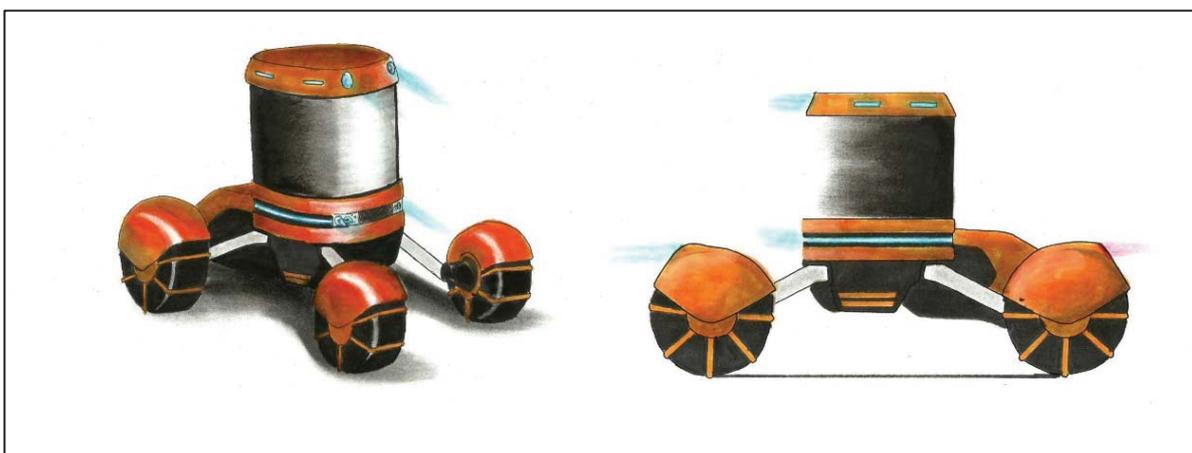


Figura 32 – Alternativa Escolhida

Fonte – Elaborado pelo Autor

No processo de desenvolvimento do produto industrial, ressalta-se que o bom projetista é aquele que ao apresentar suas ideias, demonstra que houve uma grande aplicação da quantidade de informações advindas das ferramentas de investigação e análise. Na sua expressão gráfica houve uma grande quantidade de esforço e que existiu qualidade e dedicação nas tarefas executadas, identificando adequadamente o seu problema projetual e preparando-se para iniciar o aprimoramento de suas soluções através de modelagens expressas por domínios computacionais de modo a reorientar seu trabalho novamente quando definida a melhor alternativa.



Figura 33 – Render digital da alternativa escolhida através de *software* de imagens 2D

Fonte – Elaborado pelo Autor

As ferramentas computacionais disponibilizadas para auxiliar no desenvolvimento de projetos (CAD), permitem o desenvolvimento de modelos tridimensionais (3D), a partir dos quais visualizações ortográficas bidimensionais com dimensionamentos podem ser reproduzidas e auxiliar no processo de aperfeiçoamento do produto industrial. Os desenhos conceituais foram traduzidos através *software Solid Works®*, no qual foi possível fazer intervenções considerando convenções de dimensionamento e elaboração de sistemas e mecanismos adaptando o conceito obtido. O *software* 3D, utilizado nesta etapa do projeto realizou uma tarefa de simulação que auxiliou a fase de modelagem da cabine como representado nas Figuras 34 e 35.

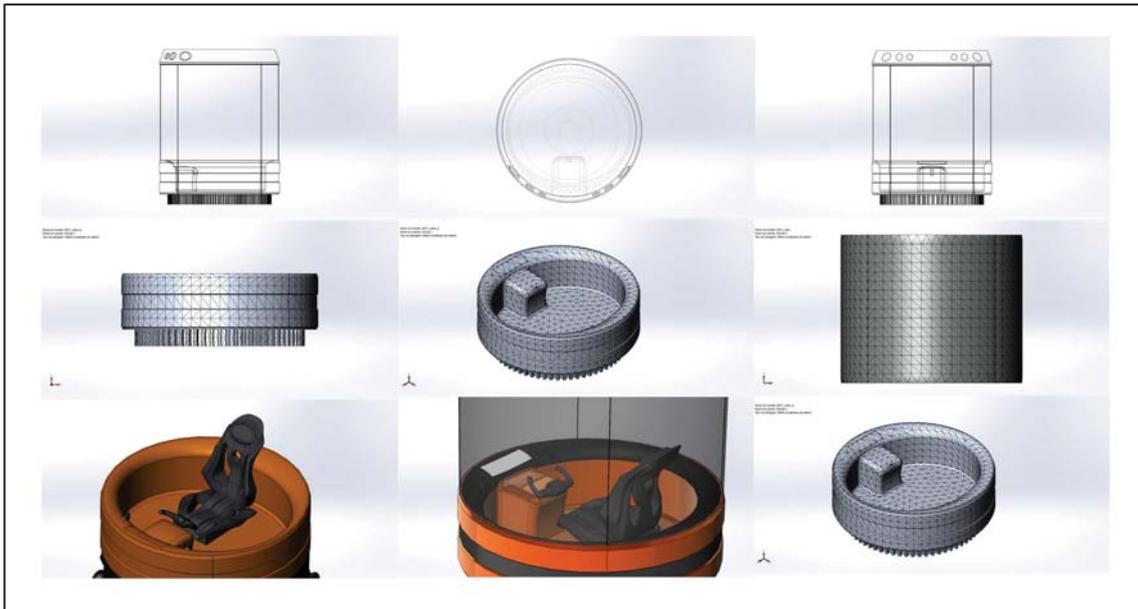


Figura 34 – Fases da Modelagem Digital CAD - Cabine

Fonte – Elaborado pelo Autor

Cabe salientar que o uso da ferramenta CAD *Solid Works*® não é considerada uma ferramenta de criação, mas sim de apoio a materialização virtual e configuração de sistemas e mecanismos, preparando o desenho para uma etapa projetual posterior.

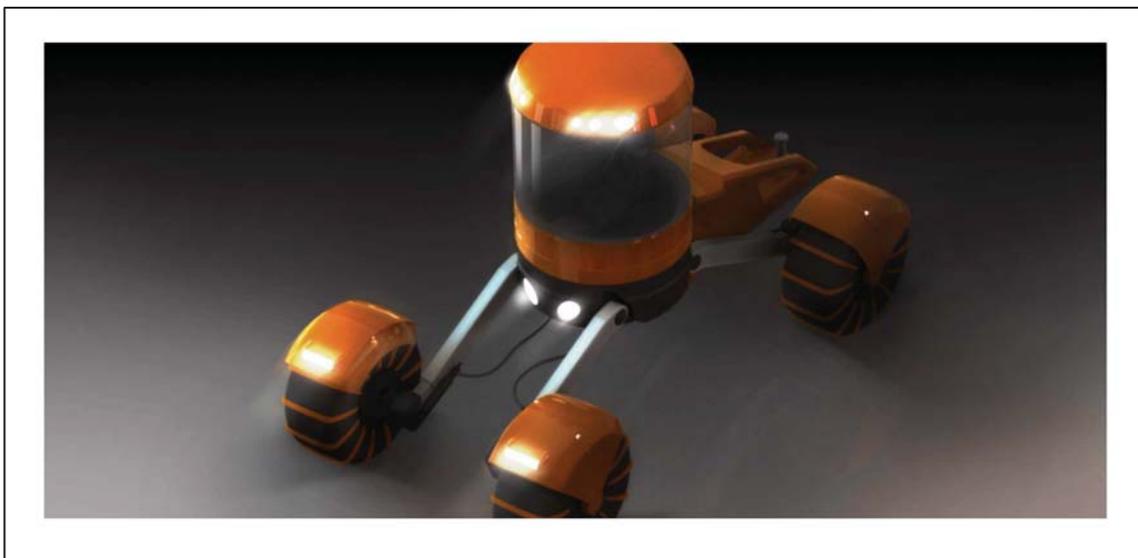


Figura 35 – Modelagem Digital CAD – Modelo Virtual Renderizado

Fonte – Elaborado pelo Autor

O processo de configuração do Projeto Conceitual, pode ser visto como um funil de decisões. O controle de qualidade da configuração projetual deve basear-se em critérios estabelecidos e fornecidos pelas fases informacionais e ferramentas de análise e

especificações. Contudo, estas são transformadas em um conjunto de princípios funcionais e de estilo do projeto conceitual. Os princípios conceituais constituem em entradas para o projeto de configuração, onde as ideias são geradas usando-se de técnicas de permutação como a técnica MESCRAI, integrando-se entre si, propondo alterações e corrigindo falhas para constituir um desenho mais simples e elegante possível.

Segundo Baxter (2011) e Back, et. al (2002), MESCRAI é uma sigla de Modifique (aumente, diminua), Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte e Inverta. Os termos mencionados funcionam como um lista de verificação para estimular possíveis modificações no produto. Esta ferramenta para geração e verificação de alternativas, é útil para proporcionar outras alternativas possíveis para a solução do problema, ou evidenciar algo que passou despercebido durante outras etapas do projeto. Demonstrado na Figura 36, a detecção de alterações na forma e mecanismos do VTA, observa-se através da cor das setas onde as intervenções serão feitas e qual termo da lista será utilizado no melhoramento do princípio de solução do problema projetual exemplificado no desenho.

Segundo Gomes (2004), esta etapa, também denominada de verificação parcial, ocorre ao término da expressão do desenho na fase conceitual, é onde o produto industrial estabelece um ligação com o mercado e seus futuros usuários e se realmente atende aos requisitos que foram tomados como parâmetro à condução do processo. Etapas subsequentes a esta, relativas ao detalhamento não serão abordadas neste exercício projetual e sim apresentar as melhores convenções gráficas que permitam compreender as características formais, de acabamentos e de materiais necessários ao produto de modo que seja parametrizado ainda pequenos ajustes para o processo de fabricação quando necessário.

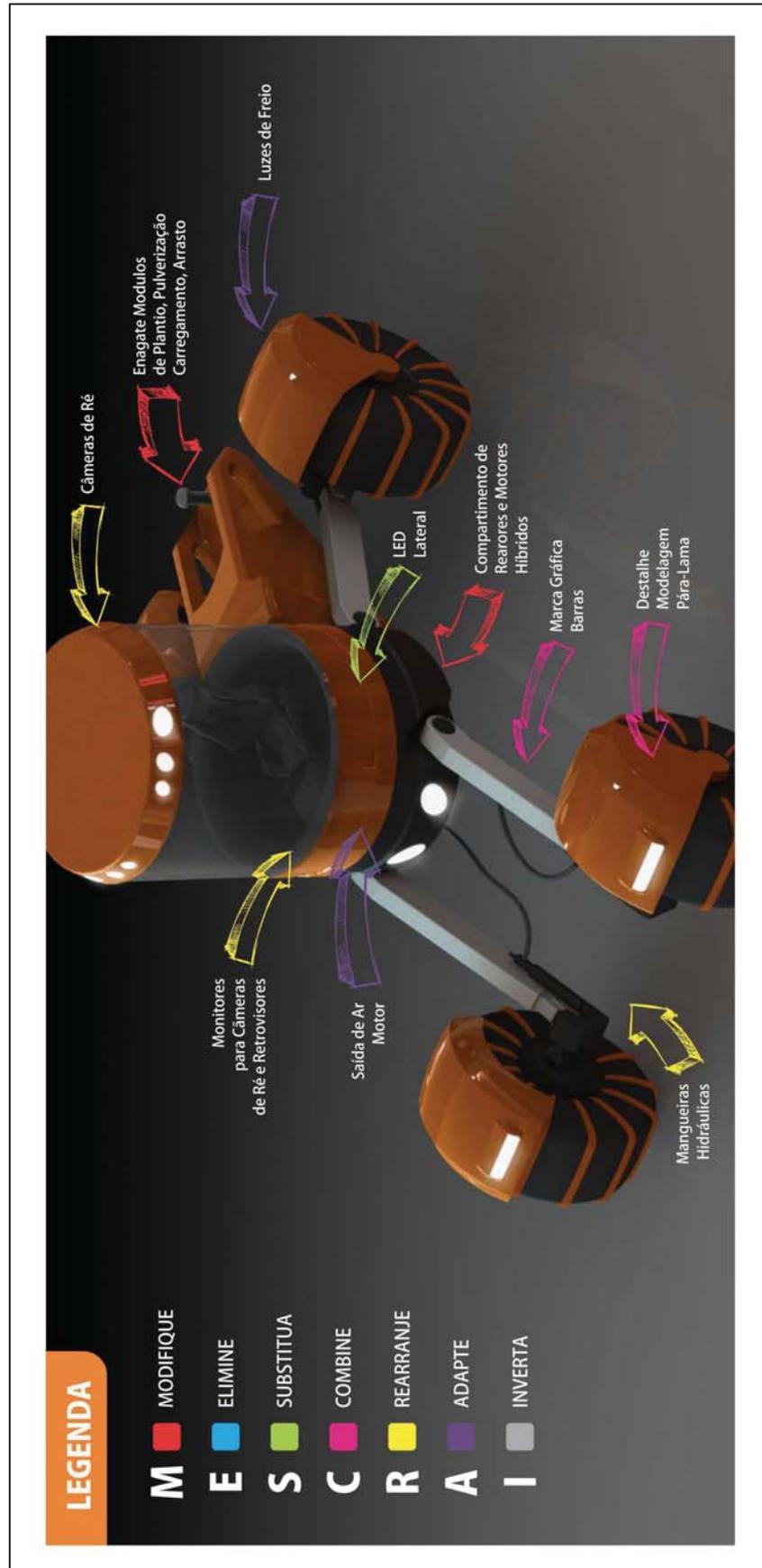


Figura 36 –Aplicação da Ferramenta MESGRAI

Fonte – Elaborado pelo Autor

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS DO PROJETO CONCEITUAL DE VEÍCULO TRACIONADO AGRÍCOLA

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com o experimento projetual de um produto industrial para o futuro realizado através do Modelo de PDP Sistemico Não Linear, proposto por Santos (2005). A adaptação de ferramentas e etapas projetuais de outros métodos para a expressão conceitual do produto bem como a não linearização do pensamento projetual concretizam o resultado apresentado neste capítulo.

5.1 Memorial Descritivo do Produto

As metodologias utilizadas no experimento permitiram o encontro de uma solução para o projeto, uma vez que as fases foram adequadas a sua aplicação, envolvendo aspectos ambientais, sociológicos e tecnológicos, bem como a estipulação de um possível cenário futuro analisando e apresentando condicionantes para sua formulação. As metodologias utilizadas como apoio ao desenvolvimento corroboraram com especificidades próprias mediante as fases em que foram alocadas a exemplo do Metaprojeto que destaca-se com considerações pré-projetuais. As fases e ferramentas foram inseridas no Método de Desdobramento em 3 Etapas (MD3E), de Santos (2005), uma vez que é um método aberto e permite a interação entre métodos para a concretização do projeto. Ainda ao MD3E foi inserido o método *Feel The Future* ©, a fim de melhor adequar o seu intuito futurista, bem como coletar as percepções através de mapas visuais e conceituais equacionando conceitos captados dos participantes especialistas e usuários do futuro. Cabe salientar ainda que outras ferramentas foram adaptadas dentro das fases metodológicas propostas pelos autores nos dois métodos o Metaprojeto, Moraes (2010), e *Feel The Future* ©, Puchaski (2008), advindas de outros autores que também pesquisam sobre atividades projetuais de produtos industriais a exemplo da Técnica Delphi e da Ferramenta MESCRAI, como observou-se anteriormente em algumas fases.

O desenvolvimento do conceito do projeto do VTA (Veículo Tracionado Agrícola), baseou-se especificamente acerca das condicionantes do futuro apresentadas no decorrer da aplicação das ferramentas de investigação propostas por pesquisas bibliográficas. Os parâmetros e condicionantes PEST (Políticos, Sociais, Tecnológicos e Econômicos), definiram um cenário sustentável acerca da utilização de recursos

renováveis com a utilização de materiais compatíveis entre si, bem como avanços tecnológicos quando da utilização de adventos virtuais na concepção do produto industrial.



Figura 37 –Modelo virtual do VTA (Veículo Tracionado Agrícola)

Fonte – Elaborado pelo Autor

Ao desenvolver o produto industrial seguindo as coordenadas guias para a sustentabilidade, o conceito de materiais empregados no veículo utiliza-se da tecnologia empregada nas aeronaves, parte de sua estrutura é composta de plástico reforçado com fibras de carbono. A utilização deste material composto diminui o peso do produto aumentado sua produtividade e em consequência a isto possibilita o uso de motores de menor capacidade com o mesmo rendimento. O material composto é mais resistente e o coeficiente elástico maior, afim de evitar fissuras na estrutura do produto.

A utilização do grafeno na estrutura principal e composição das estruturas principais como eixos e suportes as rodas, aumenta a durabilidade destes componentes do VTA. O material além de ser um dos mais leves, flexíveis e finos, o grafeno é o material mais forte do mundo, um estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Columbia demonstrou que este material, derivado do grafite, tem uma resistência dez vezes maior que o aço e considerado praticamente inquebrável ao esforço de flexão. Condicionado a utilização na estrutura vítrea da cabine o uso deste material pode transformar esta peça em uma grande painel de informações e relações de interatividade, com capacidade de transmissão elétrica 30.000 vezes maior que o silício,

deste modo é possível transformar a janela da cabine em uma grande tela de controle. A maioria dos comandos pode ser dado por voz e as informações importantes para o trabalho são apresentadas em uma tela HUD (*heads up display*).



Figura 38 – Modelo virtual do VTA – Visão de dentro da cabine pelo operador

Fonte – Elaborado pelo Autor

O uso do grafeno, pode ser considerado também como energia (combustível) para o acionamento dos supercapacitores, que acionam os motores de combustão a base de carbono. A escolha de recursos naturais e processos de produção de baixo impacto ambiental, fundamentam a escolha por estes materiais para o conceito deste projeto futuro. As vantagens do usos destes capacitores seria um preço menor do que se tivesse baterias, aumentando a autonomia e acima de tudo poderia recarregar muito mais rapidamente, em um ou dois minutos. Os supercapacitores de grafeno utilizam o óxido de grafite dissolvido em água e superaquecidos por laser. O processo de obtenção de energia descreve que, várias folhas sobrepostas e carregadas por dois ou três segundos é capaz manter uma pequena lâmpada acesa por mais de cinco minutos, a questão para o futuro é traduzir este conceito para o nível industrial.

A proposta utiliza sistemas de iluminação por LED, consomem menos energia aumentando o tempo de vida da baterias. O uso deste sistema de iluminação é mais eficaz aumentando o tempo de uso durante a utilização do VTA no desempenho das atividades agrícolas que pode ser desenvolvida também a noite.



Figura 39 –Modelo virtual do VTA – Sistema de Iluminação LED

Fonte – Elaborado pelo Autor

Outro ponto relevante na concepção do VTA, quando utilizado a forma biônica para o desenho da forma, foi conduzir o projeto para a utilização de poucos componentes no produto tendo como objetivo proporcionar a facilidade de desmembramento e fácil substituição dos componentes. Observando a estrutura do VTA pode-se concluir que há uma otimização na espessura das carcaças e na composição dos pára-lamas produzidos com materiais termoplásticos e não inserção de metais nestas peças. Esta coordenada aplicada ao conceito define o pouco uso de matéria prima na estrutura do produto.

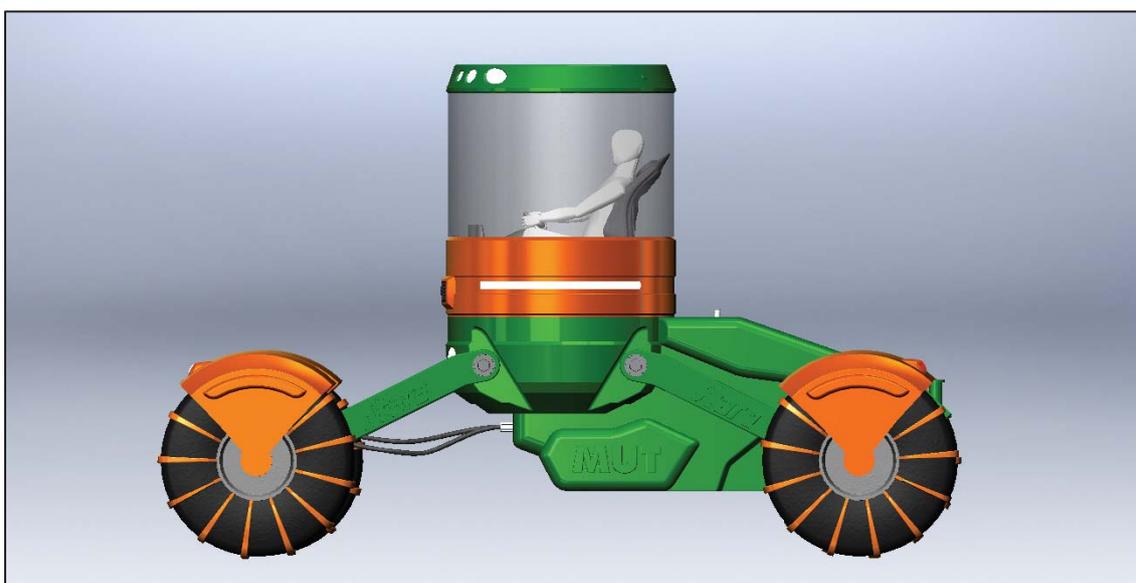


Figura 40 –Modelo virtual do VTA – Vista lateral

Fonte – Elaborado pelo Autor

Ao observarmos a composição do VTA, nota-se que o mesmo não possui qualquer tipo de identificação visual utilizando-se de adesivos plásticos para comunicar a marca ou qualquer outro tipo de informação visual relacionado ao produto. A expressão visual da marca Stara bem como o modelo do produto, MUT – *Mobile Unique Tracioned*, são feitos na mesma estrutura de materiais, estampados na própria estrutura da carcaça e barras de suspensão, como observado na Figura 41.

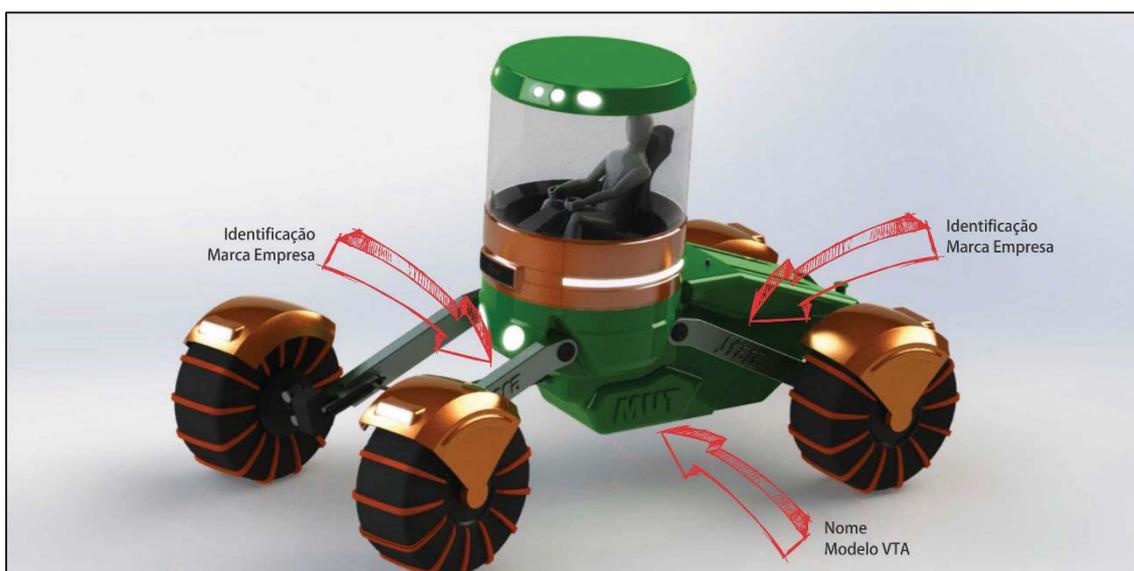


Figura 41 – Modelo virtual do VTA – Comunicação Marca e Modelo VTA

Fonte – Elaborado pelo Autor

O conceito do produto é um modo pelo qual a necessidade pode ser atendida, neste sentido o conjunto de componentes ou subcomponentes possíveis atendem as relações impostas ao uso do mesmo. A forma do produto é a materialização do conceito, é um objeto concreto, com formas e características que podem ser percebidas.

No conceito do VTA para o futuro é possível destacar que o aumento das cidades devido à expansão populacional limita em parte o uso agrícola a somente terrenos planos, proporcionando uma multiplicidade de terrenos a serem cultivados. Esta definição tipológica dos terrenos de uso do VTA, determinam requisitos técnicos do produto como estabilidade e eficiência. As barras de suporte das rodas funcionam como suspensão independentes capazes de executar operações em adversos tipos de terrenos, sejam eles acidentados ou não.

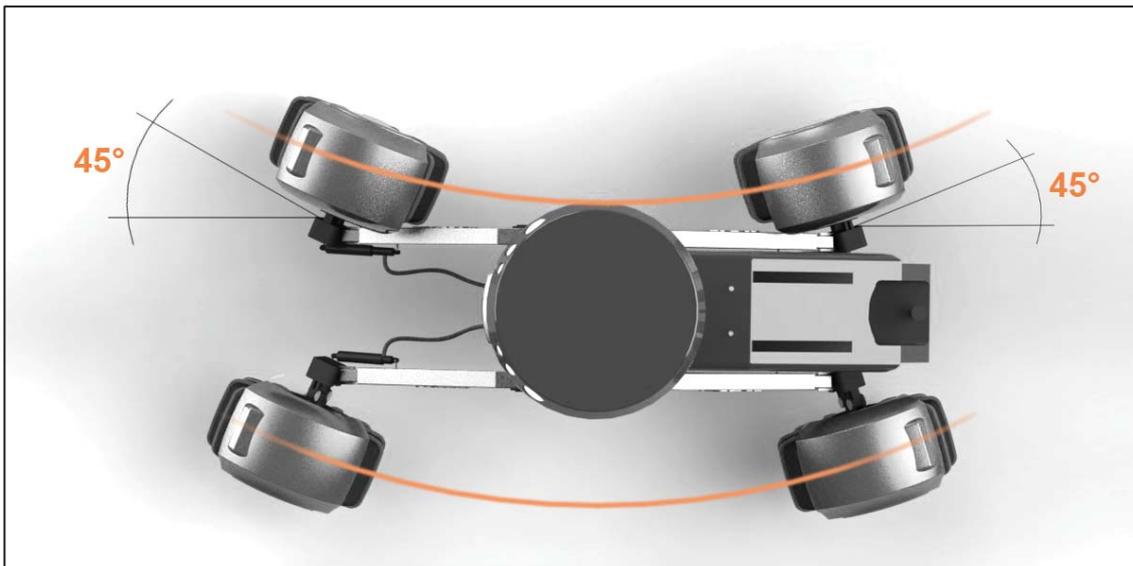


Figura 42 –Modelo virtual do VTA – Articulação dos rodados em 45° (graus)

Fonte – Elaborado pelo Autor

Os rodados se articulam em ângulos de 45° (graus) podendo fazer manobras precisas em pequenos espaços até mesmo para atividades de troca e manobra de módulos de plantio, pulverização ou terraplanagem.



Figura 43 –Ilustração da Articulação dos rodados e Cabine

Fonte – Elaborado pelo Autor

Outra questão aplicada ao conceito do projeto é a possibilidade de utilização de nanomaterias na composição da estrutura dos pneus e rodas do VTA. Neste projeto as rodas e pneus inteligentes se ajustam de acordo com o tipo de terreno alterando a

largura, tamanho das garras e ou tamanho da superfície de contato evitando a compactação do solo. Salienta-se ainda que o material utilizado na composição dos pneus se auto-regenera. Denominado de borracha do futuro, quando o material arrebenta, as moléculas em cada lado da quebra perdem suas parceiras e elas procuram por parceiras para fazerem pontes de hidrogênio. Se as duas pontas do objeto arrebentado não são novamente unidas no prazo de várias horas da quebra, as moléculas irão fazer pares com outras moléculas no mesmo ponto, e o material, naquele local não poderá mais se reparar. As ligações entre as moléculas do material, chamadas de pontes de hidrogênio, é o que dá à nova borracha sua habilidade auto regenerativa. Estas formam ligações lineares, chamadas de cadeias, entre algumas moléculas, assim como ligações cruzadas entre estas cadeias, criando uma rede de moléculas menores.



Figura 44 – Rodados e Pneus do VTA – Possibilidade de utilização de nanomateriais

Fonte – Elaborado pelo Autor

Ao considerar os aspectos tipológicos do usuário do produto e suas condições de trabalho realizadas, a cabine de comando possui um sistema de giro em 45° (graus), possibilitando ao usuário uma melhor observação da área cultivada, bem como situações melhores de visualização capazes de se adaptar as condições ergonômicas de acesso a cabine pelo operador.

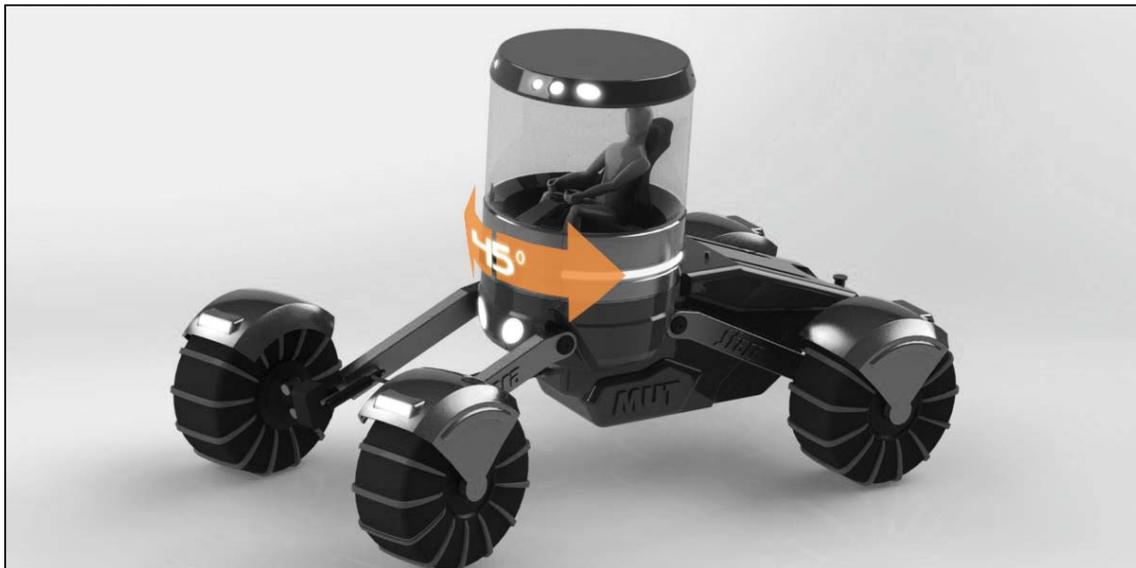


Figura 45 – Esquema de giro da cabine do VTA

Fonte – Elaborado pelo Autor

Embora projetar um produto industrial inclua o ato de reduzir o conjunto de soluções possíveis, é extremamente importante também o ato de expandi-las. Os responsáveis pelo projeto devem experimentar novos modos de evolução e combinação de características proporcionando novas visualizações. A Figura 45, demonstra o sistema de entrada e subida na cabine, onde a plataforma não é visível na estrutura do VTA, a mesma é acionada somente da entrada e saída do veículo diminuindo sistemas de subida por escadas que ficam sempre aparentes para promover o acesso do usuário. O ingresso a cabine de comando é facilitada pela abertura lateral da porta que acompanha o formato elíptico e as barras de suporte aos rodados abaixam facilitando a acessibilidade do operador.

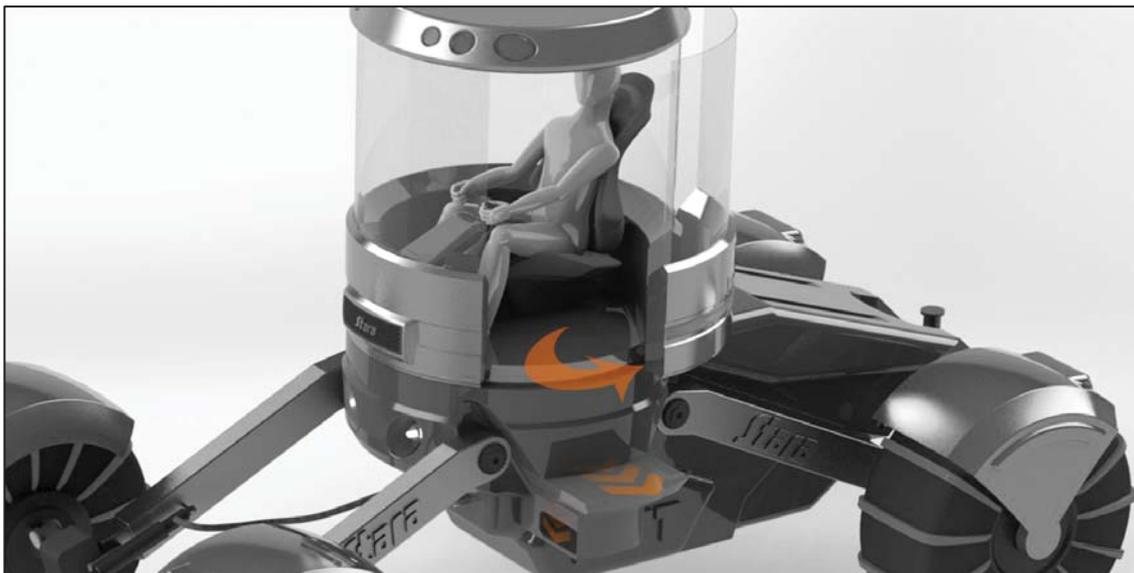


Figura 46 – Esquema de abertura da cabine e acesso do operador

Fonte – Elaborado pelo Autor

Portanto, passar do conceito ao produto envolve tanto em reduzir o número de soluções, como expandi-lo ao criar novas soluções, que por sua vez não podem ser rejeitadas. A lista de características expostas pelo conceito proporciona inspiração para novas soluções projetuais.

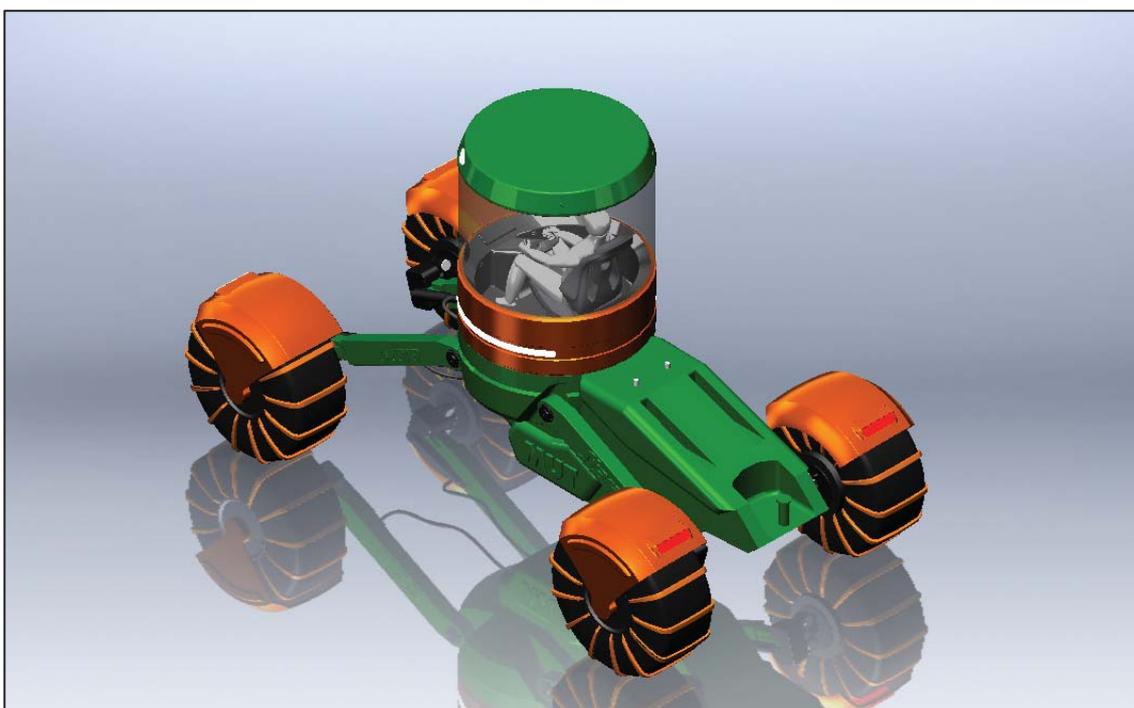


Figura 47 – Engates traseiros para módulos de plantio e arrasto

Fonte – Elaborado pelo Autor

Nota-se que na parte traseira do VTA, conforme Figura 47, encontra-se o sistema de conexão dos módulos de plantio e arrasto, onde suas conexões permitem o controle e acionamento de funções específicas quando em uso.

Salienta-se que o desenvolvimento e a criação da forma conceito não é um procedimento linear como preencher um formulário, trata-se de um conjunto de dados cruzados multidimensionalmente. Entretanto a característica de cada projeto está limitada a sua usabilidade e funcionalidade e estas determinam a geometria do novo produto.



Figura 48 – Simulação Virtual do VTA

Fonte – Elaborado pelo Autor

Deste modo a apresentação do conceito deste VTA alia-se com a perspectiva da agricultura em um paradoxo temporal do futuro, tendo em conta o crescimento demográfico previsto e a redução da superfície arável. Os agricultores precisarão de tecnologia avançada para alimentar a população crescente e produzir energia. O MUT (*Mobile Unique Tracioned*), classificado com um trator médio de 75CV, estará preparado para enfrentar estes desafios no futuro trazendo conceitos e traduzindo as principais aspirações dos usuários do futuro: dinâmico, fácil de utilizar, personalizável, inteligente, ágil e leve.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a busca por diferenciais é uma constante entre as empresas que desenvolvem produtos. Os profissionais que atuam com desenvolvimento de produtos industriais se confrontam com desafios cada vez maiores, dentro de um mercado cada vez mais exigente. Exigem-se mais formas de resolver problemas com maior eficácia e eficiência.

A inter-relação entre os métodos propostos junto ao MD3E apresenta propostas para execução de projetos de produto facilitando o entendimento do processo por parte do profissional e propondo facilidades para que projetos sejam desenvolvidos com menos incerteza, no tempo certo e com maior qualidade.

Considera-se de forma inequívoca, que a utilização de um PDP sistêmico aliado a ferramentas de projeto de métodos fechados propicia melhores condições de exequibilidade no projeto de produto, se comparado a estruturas lineares e fechadas. Alerta-se que para se obter um resultado ainda superior é necessário que todos os fatores mencionados contribuam para essa realidade de projeto, de forma que as capacidades e conhecimentos da equipe atuem de forma integrada e aplicada. Desta forma teremos profissionais com mais qualidade e entendimento sistêmico de todo projeto de processo de desenvolvimento de produtos.

Quanto maiores forem os estímulos, intervenção e correlação de competências de métodos de projeto aliados de ferramentas que permitem o desenvolvimento do projeto com mais facilidade e menos incertezas maior será a qualidade final do produto. Conforme este raciocínio, um profissional hábil, com domínio do processo e capacidade de tomada de decisões, assumindo seus próprios riscos poderá inter-relacionar métodos de diversos autores contribuindo com a melhoria do processo dentro do Modelo de Referência proposto por Santos (2005), acumulando informações, competências e habilidades de um profissional que pode se tornar um *expert* no uso desta ferramenta, sendo eficaz na execução de um processo de desenvolvimento de produtos bem elaborado.

As características apresentadas pelo MD3E mostraram-se mais adequadas a essa realidade possibilitando diversas entradas e saídas sem apresentar uma estrutura fechada e congruindo etapas ou retirando-as para melhoria do processo, promovendo uma maior intervenção através de diversas ferramentas no processo de desenvolvimento do produto

industrial que será projetado. Cabe salientar que cada projeto tem suas especificidades e que o uso de ferramentas específicas serão necessárias a interferir em qualquer modelo mesmo quando aliados de métodos propostos por um ou mais autores. Caso exista um nível maior de complexidade será necessário introduzir etapas e ferramentas oriundas de outros autores provenientes das mais diversas áreas do conhecimento.

A técnica, experiência e visão sobre a atividade projetual, tanto prática quanto acadêmica são conceitos difundidos e defendidos por diversos autores da área de desenvolvimento de projeto de produto. Desta forma o projetista, designer ou engenheiro é um agente participativo e atuante na sua própria formação profissional transformando-se em um receptor e transformador de informações. Este tipo de posicionamento reflete a realidade frente ao desenvolvimento de novos produtos criando uma linguagem própria e um pensamento crítico e reflexivo, características determinantes do pensamento não linear.

A utilização de modelos lineares, na condução da atividade de projeto nem sempre são adequados para o correto desenvolvimento da capacidade projetual dos profissionais envolvidos no desenvolvimento de novos produtos. Neste trabalho, a partir do experimento projetual pode-se comprovar que a utilização de um método aberto contribui para melhoria do processo, de modo que propicia uma não linearização e interferência dos conhecimentos específicos do profissional que executa a atividade. O método aberto ao ser utilizado em consonância com outros métodos (áreas correlatas as das engenharias), técnicas de criatividade e ferramentas de projeto, de análise e investigação, potencializa o este profissional a desenvolver sua capacidade de modelagem de um sistema projetual de acordo com a especificidade de cada projeto proposto.

A facilidade de relação do PDP, com diversas áreas de interface, facilitam a atividade projetual garantindo a possibilidade de inserção de qualquer ênfase. Os desdobramentos neste experimento basearam-se com base nas atividades definidas em outros PDP's. a exemplo do exposto por Romano (2003), permitindo diversas configurações. A inserção de ferramentas antes propostas pelos autores em determinadas fases do projeto e neste distribuídas em fases que o pesquisador teve melhor aproveitamento em nível informacional e de análise. Baxter (2011) propõe as análises morfológicas e de similares apenas na fase criativa como ferramenta de apoio na concepção e neste experimento o pesquisador a utilizou na fase informacional, afim da captar informações sobre a categoria.

A não linearidade no pensamento projetual, aliado a um PDP Sistêmico Radial apresenta uma nova abordagem ao desenvolvimento de projetos de produtos industriais, contribuindo com uma melhor adequação às necessidades e exigências atuais a nível empresarial e acadêmico. Deste modo os profissionais da área devem interagir continuamente na construção de projetos de forma integrada e colaborativa. Cabe ressaltar que o uso deste método não serve como uma adaptação a sistemas de desenvolvimento projetual já existentes, mas sim como uma proposta organizacional e sistemática e por sua vez também inovadora estabelecendo conexões entre as diversas áreas e especialistas na concepção de um novo produto, descartando modelos prontos e transformando a atividade projetual em um processo de produção e conhecimento.

Os métodos lineares definidos por organogramas não estimulam a interferência por parte dos profissionais envolvidos, que os seguem com uma “receita de bolo”, torna o processo de projeto acomodado, não desenvolvendo raciocínios críticos e reflexivos, tornam involuntariamente o profissional passivo e involuntários dentro das atividades desenvolvidas.

O MD3E, PDP proposto por Santos (2005), deve ser aplicado em conjunto com diversas ferramentas, dependendo do produto que estiver sendo projetado. Durante a experiência de utilização do método, percebeu-se o uso de algumas ferramentas a exemplo do MESCRAI, Técnica Delphi, *Brandwriting* e o painel semântico, descritos por Baxter (2011) e diversos outros autores contribuíram com o processo de definição do cenários futuro, compreendido com fator chave para o desenvolvimento do futuro.

Ressalta-se ainda que o modelo proposto por Santos (2005), não teria a eficácia apresentada se não estivesse congruente aos modelos propostos por outros autores, que tem ênfase em sistemáticas pré-projetuais e de investigação bem como modelos futuristas para a concepção de cenários. No desenvolvimento da prática projetual evidenciou-se que necessita-se de vários profissionais envolvidos no projeto de um produto futuro, acerca de coletar-se informações pertinentes em um paradoxo tempo variável e que pode ser mutável no decorrer de todo o processo e novamente voltar a ter contribuições na escolha do melhor conceito bem como sugestões de melhoria quando materializada sua forma.

A estrutura e forma de planejamento das atividades propostas pelo MD3E mostraram-se mais adequadas a essa realidade de projeto comparação com os métodos fechados tradicionalmente utilizados. Desta forma, acredita-se ter atingido os objetivos

propostos para o trabalho e os requisitos necessários para configuração de um produto futuro.

6.1 Recomendações pra trabalhos futuros

Uma das possibilidades futuras é a aplicabilidade do PDP Sistemico Radial na indústria propriamente dita, de forma a contribuir com a modelagem de sistemas e processos envolvidos no desenvolvimento de produtos industriais. Cabe neste estudo futuro que sejam executadas todas as fases propostas pelo autor, até o lançamento no mercado. Este tipo de estudo resultará no registro e análise de sua eficiência, de modo que método proposto pelo autor seja utilizado em nível industrial e que capte resultados extraídos de sua aplicabilidade na totalidade.

Outra sugestão é o desenvolvimento de um *software* que possa ser alimentado de informações e questionamentos dentro da atividade de projeto, e que ao final gere uma documentação gráfico visual de todas as etapas executadas, de modo a contribuir com a concepção de produtos semelhantes.

RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Agricultural Machinery Management Data (ASAE D497.4). St. Joseph: ASAE, 2013. p. 373-380.

ANUÁRIO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA. **Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. ANFAVEA. São Paulo, 2013.

ASHBY, Michael F. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Trad. da 2. ed. americana por Arlete Simille Marques; Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – BRASIL. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br>. Acesso em: 10 Mai. 2013.

BACK, Nelson; FORCELLINI, Fernando Antonio. **Projeto de produtos**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 2002. (Material didático do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC).

Barbosa, J. A.; Vieira, L. B.; Dias, G. P.; Dias Junior, M. S. Desempenho operacional de um trator equipado alternadamente com pneus radiais e diagonais. Engenharia Agrícola, v.25, p.474-480, 2005.

BARBOSA, Josinaldo. **Projetar não é criar, nem criar é projetar: um estudo sobre metodologias projetuais em relação ao pensamento projetual**. CEFET/PE. Artigo apresentado no CIDI, 2007. Curitiba - PR.

BAXTER, Mike. **Projeto do produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher, 3º Ed. 2011.

BOLGENHAGEN, N. **O processo de desenvolvimento de produtos: proposição de um modelo de gestão e organização**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Dissertação de mestrado em Engenharia da Produção do Programa de Pós-Graduação. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BOMFIM, Gustavo Amarante. **Metodologia para o desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Ed. Universitária UFPB, 1995.

BONSIEPE, Gui et al. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq /Coordenação Editorial, 1978.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino**. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. Brasília: Mapa/ACS, 2013.

BROWN, Tim. **Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias: Design Thinking**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

BUARQUE, Sérgio. **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais**. Governo Federal - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, fevereiro de 2003.

BÜRDEK, Bernhard E. Design. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda., 2006.

CARVALHO, Amanda Barbosa de Araújo. **Gestão de Projetos Cooperados no Desenvolvimento de Máquinas e Implementos Agrícolas no Brasil: uma abordagem entre empresa, clientes e fornecedores**. Dissertação – PPGMM - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008

CARVALHO, Thiago Henry. **O BRASIL EM ALTA VELOCIDADE: Projeto Conceitual de Trem de Levitação Magnética**. Monografia – UNOESC - Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, SC, 2010.

CHENG, L. C. **Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas**. In: CONGRESSO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2, 2000, São Carlos. Anais... São Carlos, SP: 2000.

DALL` AGNOL, R. **Desenvolvimento de Novos Produtos através do Gerenciamento Simultâneo de Projetos (GSP): um estudo de caso no setor de máquinas agrícolas**. Porto Alegre, 2011. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DE MARKETING, Setor - **Stara. Não me toque** - RS. Disponível em: <<http://www.stara.com.br>> Acesso em: 13 ago. 2013.

DESCARTES, René. **Discurso do método: regras para a direção do espírito**. São Paulo: Martins Claret, 2003.

GADANHA Jr., C. D. et al.. **Máquinas e Implementos Agrícolas no Brasil**. São Paulo: IPT, 2011.

GARCIA, Abílio dos Santos Filho. **Apostila de Máquinas Agrícolas**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Departamento de Engenharia Mecânica, Agosto de 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMEZ, Luiz Salomão Ribas. **Os 4P's do Design: uma proposta metodológica não-linear de projeto**. Tese de doutorado ao PPGE/UFSC, 2003.

GONZÁLEZ, M. O. **Processo para gerenciar a integração de clientes no processo de desenvolvimento de produtos**. 2010. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil, 2010.

IBGE, Indicadores. **Estatística da Produção Agrícola**. Acesso em Março de 2013.

JUNG, Et al. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2009.

KAHN, K. B.; BARCZAK, G.; MOSS, R. **Dialogue on best practices in new product development perspective: establishing an NPD best practices framework**. Journal of Product Innovation Management , v. 23, n. 2, p.106-116, 2006.

KASPER, H. **O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

KELLEY, Thomas. **As 10 faces da inovação**. São Paulo: Elsevier, 2007.

KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. **Demonstrativo da biônica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2005. CD – ROM.

KRIPENDORFF, Klaus. **Conferência internacional. Novo Hamburgo, 2000. (Palestra ocorrida durante o P&D Design 2000)**, 1 DVD (60 min.), VHS, widescreen, color.

LEE, Gwan-Hyoung. **High-Strength Chemical-Vapor–Deposited Graphene and Grain Boundaries**. Science 31 May 2013: Vol. 340 no. 6136 pp. 1073-1076 DOI: 10.1126/science.1235126

MAGALHÃES, Claudio. **Design estratégico: integração e ação do design industrial**. Estudos em Design, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, jul. 1995.

MANO, A. P. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos na Indústria de Máquinas e Implementos Agrícolas: estudo de casos em empresas nacionais de grande porte**. São Carlos, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2002. 366 p.

MARIOTTI, Humberto. **Pensamento complexo: suas aplicações à liderança, à aprendizagem e ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atlas, 2007.

MATTHING, J.; SANDÉN, B.; EDVARDSSON, B. **New Service Development: learning from and with customers**. International Journal of Service Industry Management, v.15, n.5, 2011.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ, 2012 722 p.

MONTENEGRO, Gildo A. **A invenção do projeto: a criatividade aplicada em desenho industrial, arquitetura, comunicação visual**. São Paulo: Edgard Blücher, 1987.

MORAES, Dijon. **Metaprojeto: o design do design**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2010.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. Reimpressão. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

PASQUAL, C. A.; PEDROSO, E. A. **Características do Negócio de Máquinas Agrícolas**. RAE–eletrônica, São Paulo, v. 6, n.1, art. 3, jan/jun, 2007. Disponível em: <<http://www.rae.com.br/eletronica>>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

POSSAS, M.L. et al. **An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks**. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v.11, n.1/3, p.9-31,1994.

PUCHASKI, Kleber. **Perceptions of branding and design towards product development in the motor industry**. 2008. 275 f. Thesis (Doctor of Philosophy)-Royal College of Art. 2008.

REIS, A. V. **Desenvolvimento de Concepções para Dosagem e Deposição de Precisão para Sementes Miúdas**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em Eng Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

ROMANO. L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. 321f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)-Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

ROSA, Simone Melo da. **Metodologia Projetual, uma ferramenta em constante mutação**. Ijuí-RS. 3º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. Rio de Janeiro, 2005.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

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

RUSSINI, Alexandre. **Projeto, construção e teste de instrumentação eletrônica para avaliação do desempenho de Tratores agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2009.

SALVADOR, Roner José. **Metodologia Biônica em dobradiças de móveis**. Dissertação de Mestrado: UFRGS, Porto Alegre, 2003.

SANTOS, Flávio Anthero Nunes Vianna dos. **MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas): Uma Proposta de Método Aberto de Projeto para Uso no Ensino de Design Industrial**. Tese de doutorado - PPGEP-UFSC. Florianópolis, SC, 2005.

SAVANACHI, E. **Os Motores do Agronegócio**. Panorama Rural. Maio 2007.

SCHROEDER, Manoel Alexandre. **Análise da percepção de uma metodologia não linear em design gráfico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2010.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. Ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância/UFSC, 2001.

SUAREZ, T.M.; JUNG, C.F.; CATEN, C. S. **Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos**. Disponível em www.revista-ped.unifei.edu.br. Revista P&D em Engenharia de Produção V. 07 N. 01 (2009) p. 37-63.

THACKARA, John. **Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo**. John Thackara; tradução Cristina Yamagami. São Paulo: Saraiva Versar, 2008.

TOLEDO, C; SIMÕES, J. M. S.; LIMA, L. S. L.; MANO, A. P.; SILVA, S. L. **A gestão do processo de desenvolvimento de produto em empresas brasileiras de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas**. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2006.

WALTRICK, Diego Fernando. **O design como agente de diferenciação e geração de valor no projeto de máquinas agrícolas**. 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Luís (MA), 2011.

ZAMBRANO, T. F.; MARTINS, M. F. **Utilização do Método FMEA para avaliação do risco ambiental**. Gestão & Produção, v. 14, n. 2, p. 295, 2012.

ZUIN, L. F. S. **Utilização do processo de desenvolvimento do produto na criação de um modelo para gestão da inovação na produção agropecuária – GIPA**. Revista Informe GEPEC, v. 8, n. 2, jul/dez. 2004.