

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

**Diego de Ávila**

**SISTEMATIZAÇÃO METODOLÓGICA PARA O AUXÍLIO NO**  
**DESENVOLVIMENTO DE ÔNIBUS**

**Passo Fundo**  
**2014**

Diego de Ávila

**SISTEMATIZAÇÃO METODOLÓGICA PARA O AUXÍLIO NO  
DESENVOLVIMENTO DE ÔNIBUS**

Orientador: Prof. Dr. Márcio Walber

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Passo Fundo  
2014

Diego de Ávila

**SISTEMATIZAÇÃO METODOLÓGICA PARA O AUXÍLIO NO  
DESENVOLVIMENTO DE ÔNIBUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Data da aprovação: 14/08/2014

Os componentes da Banca examinadora abaixo aprovaram a Dissertação:

Professor Doutor Márcio Walber  
Orientador

Professor Doutor Gustavo Mezzomo  
Universidade de Passo Fundo - UPF

Professor Doutor Ney Francisco Ferreira  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Professor Doutor Nilson Luiz Maziero  
Universidade de Passo Fundo - UPF

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primordialmente a Deus pelas oportunidades de viver e aprender. Em seguida dirijo meus agradecimentos à minha família, esposa e amigos que vivenciaram mais esta etapa. Agradeço também e tão especial quanto, aos professores deste curso de mestrado, destacando os professores Charles Israel e Márcio Walber pelo incentivo, apoio e ensino.

## RESUMO

Este trabalho tem como foco a conceituação de melhoria no processo de desenvolvimento de ônibus e também na viabilização de ferramentas teóricas correlacionadas à efetividade do mesmo. Como preceito, verifica-se a existência de uma diversidade de métodos e suas respectivas estruturas para projetos de variada natureza, em que alguns casos podem apresentar dificuldade na interpretação e assim tornando-se inaceitáveis pela indústria ou meio gestor, enfocando-se, portanto, na sistematização de tais métodos como elementos guia para o entendimento e a devida gestão de dados. Sob orientação de autores conceituados, adota-se uma metodologia relacionada à engenharia de sistemas e adequa-se os elementos condicionantes sob um processo de desenvolvimento voltado ao setor de ônibus, desenvolvendo, portanto, um meio linear e organizacional para as respectivas etapas processuais. Desta forma, possibilita-se oferecer como resultado um sistema hierárquico dividido por módulos relacionados aos setores do desenvolvimento, com o intuito de facilitar a interpretação e o gerenciamento amplo de todo o processo, instigando estreitar, por fim, o paralelismo existente entre a teoria e o meio industrial. Ostentando, ainda, a modularização do processo projetual conceitual favorecendo assim a correlação entre todas as etapas do desenvolvimento, sendo exemplificado como resultado na aplicação da elaboração de um conceito de ônibus rodoviário. E, por complemento, pode-se viabilizar, de forma qualitativa, o uso de ferramentas teóricas para a indústria, que, acredita-se interferir diretamente na redução de custos, tempo de lançamento de produtos e, entre outros, oportunizando diferenciais competitivos.

Palavras-chave: Projeto de ônibus. Concepção de ônibus. Gerenciamento metodológico. Sistema projetual.

## **ABSTRACT**

This work focuses on the concept of improving the development process of buses and also in enabling theoretical tools correlated to effectiveness. As a provision, it is apparent that there are a variety of methods and structures for their respective projects of various objectives, in some cases it may be difficult to interpret and thus making it unacceptable for industrial or media manager focusing is, therefore, in the systematization of methods such as guide elements for the understanding and proper management of data. Under the guidance of renowned authors, adopts a methodology related to systems engineering and suits the conditioning elements in a process of development facing the bus industry, thus developing a linear and organizational means to the procedural steps. Thus, it enables them to provide as a result a hierarchical system divided by modules related to the sectors of development, in order to facilitate the interpretation and the comprehensive management of the entire process, prompting closer, finally, the parallelism between the theory and the industrial environment. Still fostering, the modularization of the conceptual design process thus favoring the correlation between all stages of development, being exemplified in the application as a result of development of a concept of road buses. And in complement, can enable, in a qualitative form, the use of theoretical tools for the industry, which is believed to interfere directly in the reduction of cost, time-to-market and, among others, providing opportunities for competitive advantages.

.

Keywords: Project bus. Concept bus. Management method. Project system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Modelos de ônibus .....	17
Figura 2 -	Variiedade de chassis para ônibus .....	18
Figura 3 -	Montagem de carroceria de ônibus .....	19
Figura 4 -	Esquema estrutural do ônibus .....	19
Figura 5 -	Modelos esquemáticos de métodos projetuais .....	23
Figura 6 -	Modelo não-linear de organização metodológica .....	24
Figura 7 -	Gráfico do modelo de Berlyne .....	28
Figura 8 -	Configuração de forma e aerodinâmica de um trem .....	30
Figura 9 -	Diferença da geometria de corpos em arrasto aerodinâmico .....	31
Figura 10 -	Comparativo do volume e área frontal dos veículos .....	31
Figura 11 -	Variação de modelos e o coeficiente de arrasto .....	32
Figura 12 -	Aspectos ligados a atividade de projeto .....	33
Figura 13 -	Modelo de um ciclo de vida de um produto .....	34
Figura 14 -	Esquema da conversão de informações .....	35
Figura 15 -	Ciclo dos grupos de processos de gerenciamento de projetos .....	36
Figura 16 -	Fluxo e relação entre setores na produção .....	38
Figura 17 -	Tipos de processos de produção .....	40
Figura 18 -	Ciclo do sistema de produção .....	40
Figura 19 -	Processo da engenharia de sistemas .....	42
Figura 20 -	Alternativas da sistematização metodológica .....	46
Figura 21 -	Modelo definido .....	51
Figura 22 -	Ordem de leitura sistemática do modelo .....	53
Figura 23 -	Alternativa de uso do sistema estrutural .....	54
Figura 24 -	Modularização conceitual .....	56
Figura 25 -	Modelo de ligação informacional de setores .....	57
Figura 26 -	Extração do módulo conceitual da estrutura sistemática .....	58
Figura 27 -	Módulo de concepção do sistema metodológico .....	59
Figura 28 -	Painel de estilo de vida de usuários .....	62
Figura 29 -	Painel de expressão do produto .....	62
Figura 30 -	Alternativas com <i>streamline</i> .....	63

Figura 31 -	Alternativas .....	63
Figura 32 -	Alternativas .....	64
Figura 33 -	Modelo conceitual tridimensional .....	65
Figura 34 -	Atributos do modelo conceitual .....	66
Figura 35 -	Modelagem e renderização do conceito .....	67
Figura 36 -	Painel de simulação gráfica do conceito de ônibus rodoviário .....	68
Figura 37 -	Estilos individuais de trabalho .....	69
Figura 38 -	Divisão básica da estrutura de ônibus .....	70
Figura 39 -	Alterações básicas do estilo do ônibus .....	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Matriz de gerenciamento da inovação .....	21
Quadro 2 -	Agrupamento de áreas do conhecimento .....	22
Quadro 3 -	Componentes do processamento perceptivo .....	27
Quadro 4 -	Avaliação das alternativas do sistema .....	49
Quadro 5 -	Análise de similares e paramétrica .....	60
Quadro 6 -	Matriz de necessidades e tecnologias dispostas .....	61

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCM	Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
USP	Universidade de São Paulo
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	Justificativa .....	12
1.2	Objetivos .....	13
1.3	Metodologia .....	14
1.4	Estrutura do documento .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1	Conceituação de ônibus .....	16
2.2	Planejamento estratégico para projetos industriais .....	20
2.2.1	Estratégia para o desenvolvimento de produtos .....	21
2.2.2	Condicionantes do estilo de um produto .....	26
2.3	As competências do Design de produtos .....	28
2.3.1	A relação do conceito aerodinâmico com a fluidez das linhas .....	29
2.4	Desenvolvimento de projeto de produto .....	32
2.4.1	Gerenciamento de projetos .....	34
2.4.2	Apoio tecnológico ao projeto .....	36
2.5	Processos de produção .....	37
<b>3</b>	<b>MÉTODOS E PROCESSOS</b> .....	<b>42</b>
3.1	Estudos de sistemas .....	43
3.2	Programa-alvo .....	44
3.3	Síntese do sistema .....	45
3.4	Análise do sistema .....	46
3.5	Avaliação do sistema .....	48
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>50</b>
4.1	Decisão de sistema .....	51
4.2	Planejamento e execução do sistema .....	52
4.3	Exemplificação da aplicação prática .....	57
4.4	Discussão dos resultados .....	69
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente vive-se um estado comercial altamente competitivo, onde os processos e projetos repercutem a nível global. Um grande exemplo disto é o método produtivo da Ásia, sendo refletido nos demais continentes sobre efeito da economia, atrelado às condições sociais dos trabalhadores. Os produtos chineses, como outro exemplo, são competitivos em relação aos seus preços, sendo desenvolvidos com novas tecnologias e processos inovadores oportunizando a análise e estudo estratégico de empresas de fora, como as brasileiras que tentam até mesmo implantar filiais na China a fim de reduzir custos e fortalecer-se para a competitividade (SERTEK *et al.*, 2011).

A área de transporte é tão afetada quanto a de utensílios ou de eletrodomésticos na competitividade econômica, contudo ainda possuindo uma defesa: o reconhecimento pelo mercado nacional. De acordo com o presidente da FABUS<sup>1</sup>, José Antônio Fernandes Martins, em entrevista ao Canal do Ônibus<sup>2</sup>, a produção industrial de ônibus pode bater recorde no Brasil, tendo em vista que este número tende a superar o ano de 2011 onde foram produzidos mais de 31 mil veículos, pois desde o início do ano de 2013 já havia uma encomenda de em torno de 12 mil veículos, passando por licitações e avaliações da ANTT<sup>3</sup>.

Na Alemanha, ônibus elétricos são reabastecidos em seu próprio trajeto, como argumenta Vinícius Oliveira do iG São Paulo (2013). Este sistema foi implantado na cidade de Mannheim, de 310 mil habitantes, através de um sistema de indução, com placas na pista e sob o chassi, desenvolvido pela empresa Bombardier. Já no Brasil, houve a implementação de ônibus híbridos, utilizando 2 motores sendo um movido a energia elétrica e outro a biodiesel. A cidade de Curitiba no Paraná foi a pioneira em implantar estes veículos, sendo 30 a quantidade em funcionamento, são dados do portal Terra... (2013). Isso tudo demonstra o quão preocupados estão as empresas e o mercado em inovar, melhorar as condições de uso e acompanhar novas tecnologias.

Com isso percebe-se que a inovação em consonância com as tecnologias atuais vem sendo o foco das indústrias e do mercado consumidor. Considerando que o processo de sustentabilidade adotado em diversos setores é um objetivo determinado para atender o futuro, algumas empresas já se encontram em etapas avançadas de pesquisa e desenvolvimento

---

<sup>1</sup> FABUS – Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus – criada em 02 de junho de 1959, no Rio de Janeiro, entidade que congrega os fabricantes de ônibus no Brasil.

<sup>2</sup> Notícia apresentada no Blog [onibusbrasil.com](http://onibusbrasil.com), que conta com uma comunidade ativa e engajada na pesquisa e disseminação de informações relacionadas à ônibus no país.

<sup>3</sup> ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres – uma entidade que tem competências para concessão, permissão e autorização realizadas no transporte do país.

assimilando este princípio, criando uma situação, portanto, onde o processo de desenvolvimento deve ser observador das inovações técnicas, tanto quanto ágil e eficiente.

No entanto, para que se possa gerir o desenvolvimento de um projeto ou produto, existem metodologias que muitas vezes são desenvolvidas pela própria empresa, onde se podem observar lacunas para a inserção de atributos auxiliares no processo, otimizando seus resultados. Neste quesito metodológico é que se encontra o contexto da presente pesquisa, analisando ferramentas técnicas que possam vir a oferecer maiores chances de êxito no desenvolvimento e comércio de um produto, que neste caso em especial é o ônibus. Ressalta-se ainda que neste trabalho não haverá avaliação de viabilidade econômica, perante a implantação do método ou seu desenvolvimento, confinando apenas ao seu objetivo principal.

## **1.1 Justificativa**

Tendo em vista o contexto competitivo oferecido pelo mercado atualmente, torna-se claro que as empresas devem estar atentas às novas tecnologias, materiais, métodos e atendimento às exigências do cliente. Considerando-se ainda que a maioria competem mais no lançamento de um produto novo (ou inovador) do que mantê-lo no mercado, ou seja, o ciclo de vida do produto é reduzido mesmo que não esteja obsoleto. Sendo assim, já que o desafio se encontra diretamente ligado ao processo projetual, pondera-se sobre um processo de desenvolvimento de projeto e produto que oportunize seu lançamento de forma a liderar as vendas até que outra empresa lance um produto concorrente e atinja uma fatia considerável do mercado.

De acordo com Baxter (2011); Back *et al.* (2008); Pahl *et al.* (2005), o uso de métodos projetuais auxiliam na definição de tarefas, parâmetros e o monitoramento destes com relação ao resultado esperado, além de organizar etapas para o desenvolvimento de um produto. No entanto, é unânime a afirmativa que uma empresa que preza por evolução e sobrevivência no mercado deve determinar um método projetual em que se possa gerir, pois a incorporação de procedimentos adequados pode maximizar as capacidades de produção e inovação, ou invenção.

Segundo a afirmação de Back *et al.* (2008) a implementação de metodologias técnico-teóricas em meio industrial não são facilmente aceitas. De acordo com o autor, este fato se deve ao insucesso de outras empresas que tentaram adotar algum tipo de método, e inclusive por caracterizá-los como complexos, deliberando tempo para entendimento e aplicação.

Corroborar-se com o autor Pahl *et al.* (2005) sobre o uso de subconjuntos de tarefas em um método, permitindo assim o gerenciamento do desenvolvimento de novas ideias, inovações e o uso de novos princípios que acabam por maximizar as chances de sucesso. Estes princípios podem provir de uma seleção ou combinação de conhecimentos (experiência), tecnologias e teorias arbitradas por um sistema metodológico adaptável.

Portanto, assimilar conceitos teóricos em meio industrial ou empresarial é um desafio audacioso. Porém, indiciar o uso de ferramentas técnicas em métodos de trabalho pode ser algo vantajoso. Considerando que um método deve ter seu entendimento de uma forma totalizada, o mesmo deve ser rigoroso, viável, oferecer oportunidade de gerenciamento por setores, e entre outros fatores, atentar à aplicabilidade sem extrapolar o tempo de projeto ou de lançamento do produto.

## 1.2 Objetivos

Em observação aos aspectos de melhoria e agilidade aos processos de projeto e desenvolvimento de ônibus, objetiva-se, de modo geral, sistematizar um processo metodológico de forma linear e hierárquica capaz de facilitar o entendimento e gerenciamento do mesmo. Esta estrutura metodológica deve ser apresentada de forma modular, para permitir alterações e adaptabilidade mediante as necessidades da empresa que a adota.

Os objetivos específicos relacionados a este trabalho compreendem os seguintes tópicos:

- Verificar algumas estruturas metodológicas para delinear a conceituação do resultado do trabalho;
- Compreender o processo de desenvolvimento de ônibus rodoviário e o mínimo para tal;
- Atribuir ferramentas projetuais teóricas, de acordo com o necessário, para a inserção em uma das macro divisões do sistema metodológico resultante do trabalho;
- Vincular o raciocínio metodológico modular ao sistema modular de projeto conceitual de ônibus;
- Exemplificar a aplicação em um processo conceitual de ônibus rodoviário;
- Verificar a importância do pensamento modular através da estrutura metodológica em auxílio a configuração projetual do ônibus.

### 1.3 Metodologia

Esta pesquisa pode ser considerada de cunho aplicada, pois almeja a geração de conhecimentos com intuito de aplicação prática voltada à solução de problemas, que por sua vez podem envolver interesses locais. Podendo, ainda, ser de caráter exploratório, pois é de meio investigativo e orienta ao atendimento de seus objetivos, formulando hipóteses e/ou descobrindo um novo enfoque, e, por possuir um planejamento flexível, permite ainda um estudo ou análise do tema por outros pontos de vista (ou aspectos) (PRODANOV E FREITAS, 2013).

É importante compreender que, para os devidos fins, o trabalho apresenta uma revisão bibliográfica que sustenta o contexto relacionado ao objetivo geral citado anteriormente, tratando, portanto, de um conhecimento fundamental para que se retrate o resultado a que se dispõe.

Como o presente trabalho visa a instigar o uso de técnicas e ferramentas processuais em um método de trabalho, este deve apresentar uma estrutura esquemática ordenada que facilite a interpretação, o raciocínio e o gerenciamento dos processos. Para o desenvolvimento de tal estrutura, opta-se por um método sistemático para organização das alternativas e para o resultado a ser alcançado, focado pelo autor Pahl *et al.* (2005), relacionado à engenharia de sistemas instigado no capítulo 3.

E, por fim, desenvolve-se o resultado relacionado ao objetivo geral do trabalho, buscando atendimento aos objetivos específicos, e direcionando ao processo de desenvolvimento conceitual de ônibus rodoviário através de uma esquematização visual/gráfica, que atenta à flexibilidade de suas etapas e a interpretação das mesmas. Oportunizando ainda o uso desta estrutura final para demais fins relacionados ao desenvolvimento de produtos.

### 1.4 Estrutura do documento

Tendo em vista a sistemática do estudo exploratório e científico, também havendo uma síntese dedutiva de caráter evidencial, o trabalho é composto por seis capítulos.

O capítulo inicial aborda uma introdução pertinente ao trabalho, já o capítulo 2 compreende uma revisão literária e de conhecimento específico relacionado ao desenvolvimento de ônibus. O capítulo 3 aborda a metodologia predisposta ao norteamento do resultado estruturado, relatada pelo autor Pahl *et al.* (2005). O capítulo 4 apresenta os

resultados obtidos e a explicação condizente aos mesmos, através da análise das alternativas dispostas e sua aplicabilidade metodológica, incluindo a exemplificação da usabilidade do mesmo na conceituação de ônibus rodoviário. O capítulo 5 se atém à conclusão do trabalho e suas peculiaridades. E, por fim, apresenta-se o referencial bibliográfico atribuído a este projeto de pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma revisão que consiste no esclarecimento do contexto do trabalho, atentando à conceituação de ônibus, o planejamento estratégico para projetos industriais, a estratégia para o desenvolvimento de produtos, os condicionantes do estilo de um produto, as competências do Design, a relação dos conceitos de aerodinâmica e a fluidez das linhas, o desenvolvimento de projeto de produtos, o gerenciamento de projetos, o apoio tecnológico ao projeto e os processos de produção.

### 2.1 Conceituação de ônibus

De um modo geral, ônibus é um meio de transporte coletivo motorizado que utiliza combustível fóssil ou energia elétrica para seu funcionamento, podendo ainda ser variado conforme sua necessidade ou distância de transporte, apresentando características específicas de acordo com a sua finalidade e um apelo estético interno e externo que distinguem um fabricante de outro, propiciando a escolha no mercado.

De acordo com a FABUS (2013) os ônibus são classificados conforme a sua abrangência de circulação, tanto quanto a sua capacidade e determinações regulamentais, como se pode verificar na Figura 1, determinados ainda como: transporte intermunicipal, interestadual, internacional, turismo ou fretamento. Apresentando portanto algumas características tendo-as como principais:

- Possui uma ou duas portas, podendo ter também uma porta exclusiva para o motorista;
- As poltronas com estágios de reclinção variados, inclusive leito. Opcionalmente pode ter uma série de acessórios tais como televisão, vídeo, DVD, geladeira, ar condicionado, e entre outros;
- Altura diferenciada, de acordo com o tipo de serviço que oferece, podendo ser de um ou dois pisos (double deck);
- Alguns modelos de chassi possuem ABS e/ou outros componentes específicos.

Figura 1 – Modelos de ônibus.

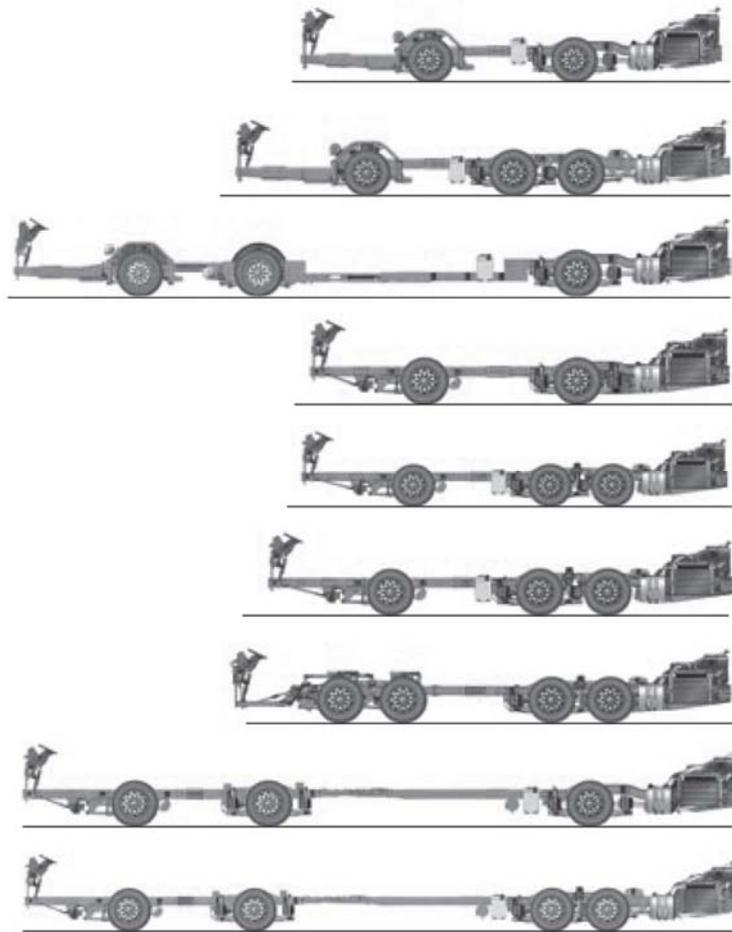


Fonte: <http://www.comilonibus.com.br>.

Seguindo os critérios normativos de lei, como o Art. 3º da Resolução 82 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 19 de novembro de 1998, as condições mínimas necessárias para a autorização da circulação e transporte de passageiros são que o veículo possua: (i) bancos com encosto, fixados na estrutura da carroceria; (ii) carroceria, com guardas altas em todo o seu perímetro, em material de boa qualidade e resistência estrutural; (iii) cobertura com estrutura em material de resistência adequada.

Prosseguindo nos requisitos desta Resolução, o transporte ainda precisa atender a alguns elementos técnicos e de natureza registrada/homologada: (i) o número de passageiros (lotação) a ser transportado; (ii) o local de origem e de destino do transporte; (iii) o itinerário a ser percorrido; (iv) o prazo de validade da autorização. Neste caso os chassis devem ser projetados e produzidos de acordo com diretrizes e com a engenharia designada, havendo ainda uma variedade de valores quantitativos e dimensionais atribuídos como comprimento entre-eixos, quantidade de eixos, etc. A Figura 2 apresenta uma variedade de chassis direcionados ao ônibus onde se pode perceber diferentes distâncias e quantidade de eixos.

Figura 2 – Variedade de chassis para ônibus.



Fonte: <http://www.scania.com.br/onibus/>

Há ainda que se compreender as atribuições das empresas em relação à concepção do ônibus pois mesmo sendo de variada classificação, são divididas industrialmente em chassi e carroceria. Cada um destes é composto por componentes, fixadores, estrutura, mecanismos e outros que acabam por formar um conjunto. Em resumo, é desenvolvida uma carroceria que se acopla a um chassi, composta basicamente por tubos metálicos conformados, revestimentos em fibras e chapas de alumínio (Figura 3). Contudo, para o desenvolvimento destas carrocerias (também conhecidas como casulo), existem as empresas chamadas de encarroçadoras, responsáveis inclusive pelo aspecto estético do veículo internamente e externamente.

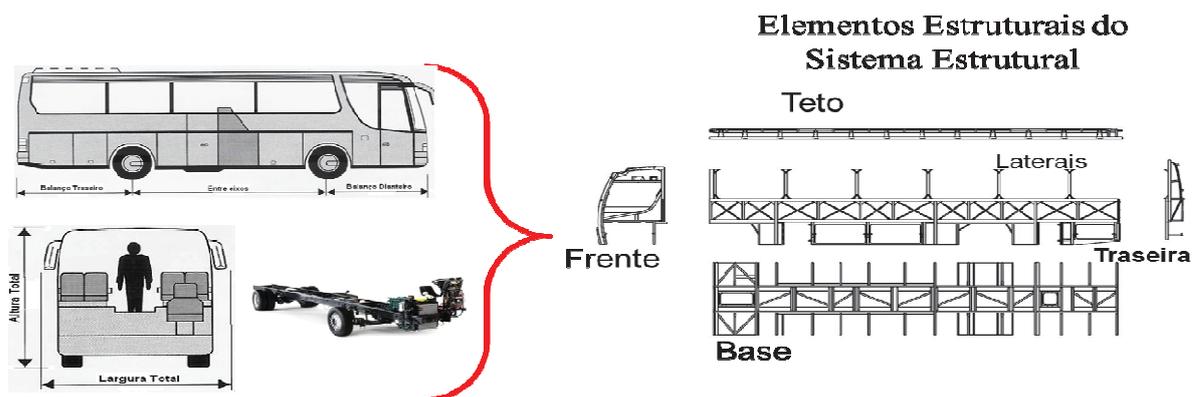
Figura 3 – Montagem carroceria de ônibus.



Fonte: <http://www.otmeditora.com.br/noticias/index.php/noticias/ler/807/volvo-buses-encerra-producao-em-sua-fabrica-sueca.html>

Para compreensão mais detalhada da estrutura do ônibus, Viero (2013) apresenta um esquema sistemático que pode ser visto na Figura 4, onde se verifica o conjunto ônibus, o chassi e a subdivisão da estrutura metálica da carroceria com o teto, frente, base, laterais e traseira.

Figura 4 – Esquema estrutural do ônibus.



Fonte: Viero, 2013.

Tendo em vista as atribuições legais destinadas ao projeto ônibus, percebe-se que há uma diversidade de normas e requisitos para que cada projeto, seja micro ou ônibus rodoviário, atenda ainda em sua fase de concepção. Em função disto há que se ater às normativas de produção e registro de cada modelo de veículo de transporte especificadamente e principalmente relativos ao CONTRAN.

## 2.2 Planejamento estratégico para projetos industriais

Subentende-se que uma empresa bem estruturada deve ter em seu sistema de gestão um planejamento estratégico relacionado ao contexto da política da empresa, tanto quanto aos negócios. Este planejamento encontra-se diretamente ligado ao plano de negócios gerado normalmente ao se iniciar um empreendimento ou para melhoria organizacional do mesmo. Deve ainda orientar a empresa de maneira sistêmica e decisiva, fazendo com que os responsáveis abstenham-se de erros e adotem decisões essenciais para o andamento adequado da empresa.

Para que haja investimento planejado, deve haver empreendedorismo, ou seja, uma ou mais pessoas com visão estratégica relacionada à oferta de um tipo de produto ou serviço, onde se pode traçar um caminho entre uma ideia e a concepção final de um produto e sua respectiva venda. O empreendedor trata de questionamentos incessantes e isso o orienta para novas soluções ou inovações no mercado e que logo se transformem em um negócio lucrativo (WILDAUER, 2010).

Mintzberg (2001) fala sobre ações estratégicas como a escolha de fornecedores e o posicionamento da empresa. A formulação de uma estratégia pode alavancar inúmeros dados referentes à empresa como avaliar as condições, posição perante os concorrentes e demais informações sobre os produtos vendidos, atentando, indispensavelmente, aos dados estatísticos indicativos ao caminho em que a empresa deve seguir. Considera-se também a busca por informações como a situação financeira, capacidade geral da mesma para investimentos e/ou produção, grupo de trabalho e sistema gestor. Se um gerente observar cuidadosamente as informações recebidas e souber como captar ou restringir aquilo que é necessário e, adequadamente usá-las com intuito de melhoria, poderá elevar os níveis da empresa, ajustando todo seu sistema e funcionamento realçando o poder de liderança desta.

Atualmente, pode-se afirmar que há uma preocupação muito grande relacionada ao contexto de “inovação” que oferece um diferencial de grande eficiência para os negócios da empresa. Entretanto, tendo como base o plano de negócios da empresa e sua estruturação bem definida, cabe ao conselho gestor definir questões relacionadas ao processo produtivo e a lucratividade da mesma. Para isto, cabe ainda relatar o imprescindível planejamento estratégico de desenvolvimento industrial que, baseado no objetivo da empresa pode atuar para o enfoque inovador ou não.

Segundo Sertek *et al.* (2011) as empresas que arcam com mudanças para se adaptar aos processos tecnológicos e produtivos atuais, buscando um lugar em meio ao mercado competitivo, devem se ater à criatividade e à inovação. Atualizando, portanto, seus processos e inclusive seu plano de negócios, em consideração de sua posição perante o mercado e a oferta de valores aos seus clientes.

De acordo com Baxter (2011), em um embasamento estratégico bem definido, há investimentos que retornam ou apresentam resultados em médio e longo prazo. No caso de uma empresa que quer se tornar inovadora, esse fator de tempo deve ser avaliado cuidadosamente pois os requisitos afirmados no planejamento devem ser aplicados e conduzir o desempenho produtivo até seus resultados serem devidamente atingidos. O setor gestor da empresa deve ser totalmente participativo e colaborar para a criação de novas ideias (ou melhoria). Contudo o monitoramento deve ser feito por uma equipe técnica multifacetada, como se pode observar no Quadro 1.

Quadro 1 – Matriz de gerenciamento da inovação.

NÍVEL GERENCIAL	ATIVIDADES DE INOVAÇÃO		
	Requisitos	Aplicação	Resultados
Administração Superior da empresa	Prioridade e critérios para aceitação de novas ideias	Uso dos procedimentos formais de desenvolvimento de produto	Plano estratégico indicando os produtos desejados
Equipe interdisciplinar	Elaboração das especificações e busca de novas ideias	Responsabilidade pelas decisões sobre novas ideias	Envolvimento contínuo durante todo o ciclo de vida do produto
Indivíduo	Liberdade de criar e apresentar suas ideias	Envolvimento e compromisso para a apresentação de novas ideias	Reconhecimento e recompensas pelo sucesso

Fonte: Adaptado de Baxter 2011.

### 2.2.1 Estratégia para o desenvolvimento de produtos

Em uma empresa, onde o planejamento estratégico envolve missões e metas, há sempre um enfoque principal. Para o caso de empresas que almejam a inovação, Baxter (2011) apresenta quatro tipos básicos de distinção: (i) ofensiva, para empresas que objetivam a liderança do mercado, com grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento, num contexto de longo prazo, enfatizando a patente de seus produtos; (ii) defensiva, quando há a subjetividade de seguir empresas líderes, deixando que estas arquem com os custos na tentativa de lançamento de novos produtos, porém dependem de agilidade nos processos para

lançamento posterior no mercado; (iii) tradicionais, cujas empresas atuam em mercado e com produtos estáveis, havendo pouca demanda para mudanças, com irrelevância para inovações; (iv) dependentes, empresas que não tem autonomia para lançamento de produtos próprios, normalmente subsidiárias de outras, e a inovação se limita aos processos.

Contudo há ainda que se preocupar com o sistema de capital intelectual, ambiental e estrutural de uma empresa em relação à estratégia que se pretende adotar. Segundo Valle *et al.* (2007 apud Wildauer, 2010) este relacionamento de processos pode ser melhor compreendido pelo Quadro 2 em que mostra as áreas do conhecimento e os respectivos processos de planejamento.

Quadro 2 – Agrupamento de áreas do conhecimento.

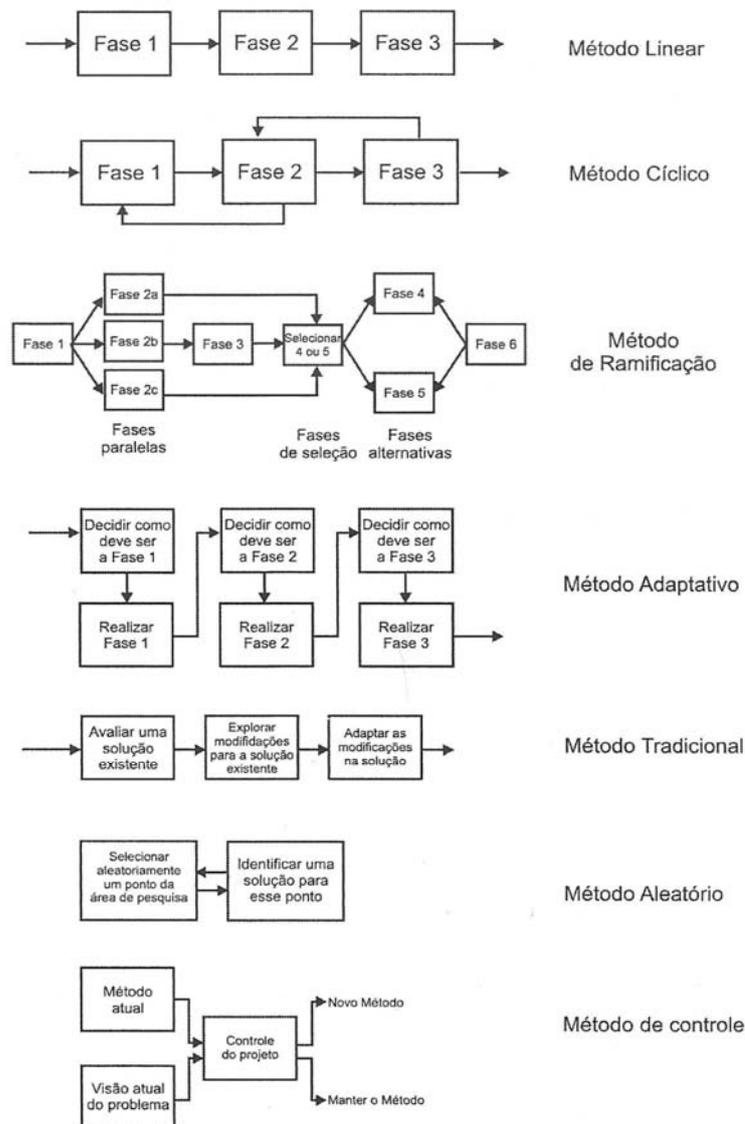
ÁREA DE CONHECIMENTO	PROCESSOS DE PLANEJAMENTO
Integração do gerenciamento de projetos.	Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto.
Gerenciamento do escopo do projeto.	Planejar o escopo, definir o escopo e criar a estrutura analítica do projeto (EAP).
Gerenciamento do tempo do projeto.	Definir atividades, efetuar o sequenciamento das tarefas bem como dos recursos, da duração (cronograma).
Gerenciamento de custo do projeto.	Estimar e orçar os custos.
Gerenciamento da qualidade.	Planejar a qualidade do projeto.
Gerenciar os Recursos Humanos do projeto.	Planejar os recursos humanos.
Gerenciamento das comunicações do projeto.	Planejar as comunicações.
Gerenciamento dos riscos do projeto.	Planejar, identificar, analisar qualitativa e quantitativamente e planejar as respostas a riscos.
Gerenciamento de aquisições do projeto.	Planejar compras e aquisições, planejar contratações.

Fonte: Wildauer, 2010.

Segundo Back *et al.* (2008) existem inúmeros fatores a serem observados e levados em consideração para o desenvolvimento de um projeto. A estrutura organizacional para o desenvolvimento de projetos em uma empresa é um ponto que leva a alguns determinantes, tais como: gerenciamento produtivo, de processos, setorial, de funcionamento industrial, planejamento das atividades e responsabilidade sobre os mesmos. É importante ainda, determinar equipes e funções delineando cada situação proposta de acordo com o propósito do projeto, argumentando ainda que, uma ideia sugerida, indiferente do momento, não deve ser descartada e muitas vezes pode se tornar um foco para alavancar uma grande oportunidade para a empresa.

Do ponto de vista técnico, para o desenvolvimento de projetos deve haver um meio em que se possa orientar os envolvidos por etapas definidas hierarquicamente, ou seja, através de uma ordem pré-definida para que se chegue a uma solução adequada. Sendo assim, através de pesquisas e estudos, desvendam-se uma diversidade de modos ou modelos que podem expressar essas etapas, de forma esquemática, desenvolvidos por pesquisadores e estudiosos no decorrer dos anos, como mostra a Figura 5. Estas estruturas atentam ao raciocínio lógico pelo direcionamento do projeto, apresentando relações ou ligações para que o observador/usuário compreenda os passos que deve seguir (WEBER, 2010).

Figura 5 – Modelos esquemáticos de métodos projetuais.

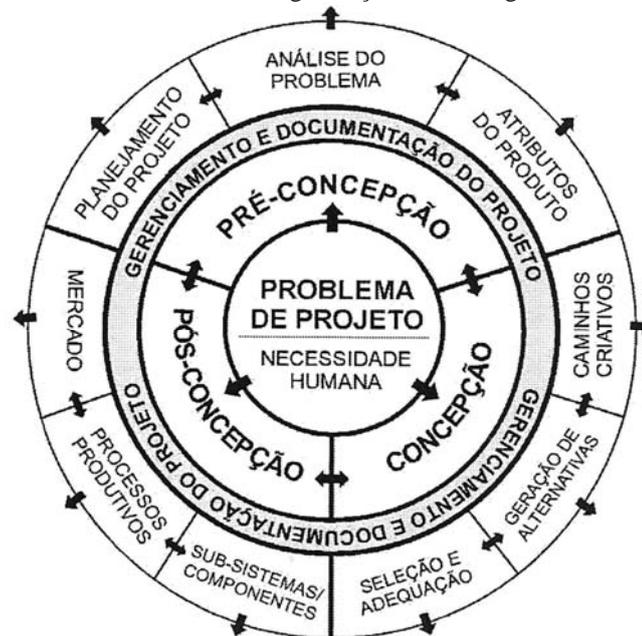


Fonte: Weber, 2010.

Estes tipos de organizações sistemáticas, mostradas na Figura 5, podem significar conflitos para o intelecto humano tanto quanto preocupação para o gerenciamento produtivo em relação ao tempo desprendido para interpretá-los e vincular seus dados.

Para mudar a sistemática visual de um método, Santos (2005 apud Weber, 2010) apresenta um modelo aberto com foco no problema de projeto e com uma estrutura de forma circular. A Figura 6 mostra a assimilação esquemática do modelo que, segundo o autor, foi desenvolvido para o ensino de Design e pode ser ampliado radialmente conforme o necessário para o projeto.

Figura 6 – Modelo não-linear de organização metodológica.



Fonte: Weber, 2010.

Sendo assim, tendo em vista as particularidades das ferramentas técnicas para aplicação em um projeto de produto, esses modelos de métodos se tornam estruturas adaptáveis. Para o desenvolvimento de um projeto específico (exemplo: automóvel, eletrodoméstico, móveis, etc.) devem-se determinar parâmetros também específicos para que se possa prosseguir no andamento do mesmo.

A estratégia de inovação de um produto, portanto, deve partir de um planejamento bem definido observando as pesquisas de marketing, descoberta de oportunidades e a especificação prévia do projeto. Para Baxter (2011) a especificação da oportunidade, que apresenta o compromisso comercial da empresa, e a especificação do projeto, apresentando o

compromisso técnico do produto, são essenciais para que o sistema gestor da empresa possa compreender, avaliar e submeter-se ao andamento do processo.

As tecnologias envolvem equipamentos sofisticados, inovadores, como também as metodologias ou ferramentas que permitam aplicar novos processos de produção e oferta de serviços e processos operacionais que ofereçam ganhos aos clientes e vantagens para o empreendimento (WILDAUER, 2010, p. 71).

Um produto pode possuir ou deverá possuir diversos atributos, contudo, Pahl *et al.* (2005) fala sobre o grau de originalidade em que este pode apresentar:

- Inovador: uma nova configuração do produto pode oferecer soluções esperadas ou atendidas;
- Invenção: uma descoberta, possível de criar um novo nicho no mercado, muitas vezes proveniente de novas tecnologias;
- Adaptativo: onde o princípio de solução em um produto é preservado, adaptando somente uma configuração em particular;
- Alternativo: uma variação do produto, arranjo, componentes ou conjuntos, sendo comum em princípios modulares de projeto.

O planejamento de produtos deve se ater a um foco e objetivar vendas, custos e lucros. Sendo assim, com este discernimento o planejamento metodológico para o desenvolvimento de projetos se torna ainda mais específico e coerente pois condiz com o mesmo enfoque determinado pela gestão empresarial.

### **2.2.2 Condicionantes do estilo de um produto**

Do ponto de vista do consumidor, simpatizante ou observador de um produto, ocorre, de maneira primária, o julgamento do mesmo por fatores ligados à visão e/ou aspectos tridimensionais do produto (forma). O apelo estético é um dos principais fatores que auxiliam na escolha e determinação de compra de um produto, tanto quanto os aspectos ligados aos fatores sociais, culturais e comerciais.

Segundo Baxter (2011), os fatores culturais são ligeiramente influenciados pela tendência ou modismo, ligados diretamente ao contexto social, e tendo como exemplo disso a moda. Ainda neste aspecto há outro fator relacionado à sociedade onde o ser humano tende a comprar simplesmente pelo prazer de obter e apresentar algo “novo”, tornando-se assim

estritamente ligado ao contexto cultural. Em subseqüente, o fator comercial depende intrinsecamente da tendência atual e atrelar o estilo de produto e venda de acordo com sociedade e cultura a que se dispõe. Quanto à percepção humana relacionada ao estilo de um produto, pode-se destacar três níveis classificatórios, como:

- a) Básico: relacionado ao impacto visual e percepção de detalhes.
- b) Intermediário: o intuitivo e cognitivo agindo para avaliar o que é observado.
- c) Elevado: relativo aos determinantes sociais, culturais e comerciais.

Ao se retratar referências de estilo, há que se atentar também às formas de atração variadas de acordo com aspectos especiais ou até mesmo individuais. Sendo atributos importantes a se considerar em um processo de marketing, as formas de atração foram classificadas em quatro, segundo Baxter (2011): (i) atração do que já é conhecido, baseada em uma compra frequente do produto por clientes, tornando-o reconhecido; (ii) atração semântica, onde o produto transmite a sensação de confiança e funcionalidade satisfatória; (iii) atração simbólica, ligada diretamente à aparência do produto, focando o simbolismo que retrata a autoimagem do consumidor e/ou para que ele construa sua imagem perante outros; (iv) atração intrínseca da forma visual, resplandecendo a elegância do produto perante o consumidor, agindo diretamente no contexto estético.

O processo de visualizar algo se dá de modo engenhoso entre os olhos e a mente, onde ocorre basicamente sua interpretação (conhecida como cognição). No caso da percepção visual, há alguns fatores que podem ser estimulados ao se observar um objeto em específico e, ao se compreender esse processo, podem-se analisar três componentes específicos, que podem ser entendidos através do Quadro 3 a seguir (BAXTER, 2011).

Quadro 3 – Componentes do processamento perceptivo.

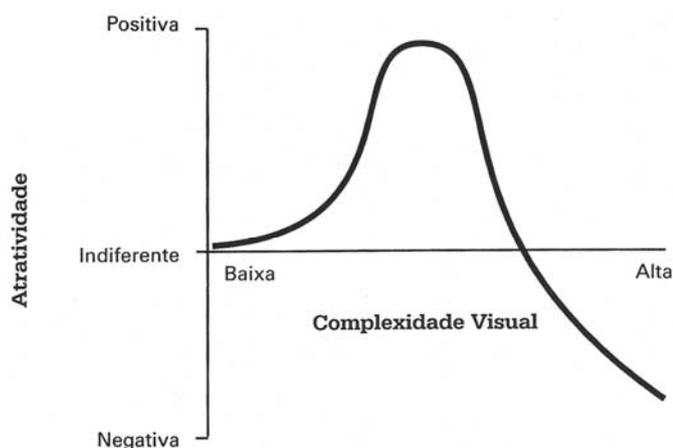
<b>Os dois estágios do processamento visual</b>	Primeiramente ocorre a interpretação da imagem pelo reconhecimento de formas e padrões, involuntário e rápido, conhecido por pré-atenção. Em segundo momento, há o enfoque sobre detalhes da imagem, voluntário e chamado de atenção visual.
<b>Primeira percepção global</b>	Envolve a pré-atenção devido a condição de visualização geral do objeto (sem foco nos detalhes) levando ao nível de detalhamento posterior. Este momento, mesmo que rápido, da generalização da imagem é que determinará o próximo foco.
<b>A hipótese visual</b>	Ocorre no caso de visualização parcial ou ambígua que gera informações incompletas ao cérebro de primeiro momento, porém, de forma cognitiva, o intelecto completa a imagem. A hierarquia de interpretação ou hipótese vai das figuras mais simples até as mais complexas.

Fonte: Adaptado de Baxter, 2011

Este entendimento sobre a percepção é de sobremaneira importante ao contexto de desenvolvimento do projeto de produto, podendo induzir ao intelecto humano uma percepção do aspecto global, de detalhes e do enfoque do produto. No entanto o ser humano tende ao princípio de primeira percepção global nos objetos, retratando-os como um meio estético-funcional (forma e função) generalizado.

Tendo em vista o contexto relacionado à percepção há um quesito em que o apelo visual gera uma harmonia de formas e aceitação prévia do observador, chamada simplicidade visual. Esta característica, segundo Baxter (2011), oferece resultados de excelente estética e, muitas vezes, ótima funcionalidade. No gráfico (Figura 7) do modelo de Berlyne desenvolvido através de pesquisas sobre a atratividade de objetos pelo ser humano, percebe-se que a atratividade atinge o ápice quando a complexidade está nem muito baixa e nem muito alta.

Figura 7 – Gráfico do modelo de Berlyne.



Fonte: Baxter, 2011.

O conceito de simplicidade é importante pois é constante no intelecto humano, que por si tende a criar uma organização harmoniosa e unificada daquilo que é visto/observado. O processamento da mente atua em reduzir o número de informações ou unidades visuais levando formas mais básicas para serem assimiladas ou lidas, podendo, assim, distinguir o que é considerado agradável ou não. Atrelado a isto se encontra uma das especialidades do profissional da área do Design, aliando forma, estética, função e estrutura a um produto com finalidades específicas (GOMES FILHO, 2000).

### 2.3 As competências do Design de produtos

A história do design é marcada através de um fenômeno mais recente em relação a outras áreas tecnológicas como a engenharia por exemplo, pois suas primeiras evidências são relatadas por volta de 1920. Porém somente nos últimos vinte anos o design adquiriu maturidade na área acadêmica. No entanto, entre as várias definições para o termo grande parte dos autores concordam sobre uma em especial que é a de ser uma atividade que confere uma forma física ou material aos conceitos intelectuais, ou, em outras palavras, desenvolve projetos que concretizam ideias com o intuito de solucionar algum problema específico onde normalmente visam-se projetar algo em escala industrial (DENIS, 2000).

Complementando, Mintzberg e Quim (2001) relatam a importância deste profissional, designer ou de Design, em uma organização, pois gera uma influência realmente marcante no processo produtivo e estratégico da empresa. Explica ainda que as funções determinadas a um designer muitas vezes se tornam irreconhecíveis ou simplesmente invisíveis, e isso se deve ao

fato de que suas operações ocorrem normalmente nos bastidores da empresa ou em seu setor. O designer portanto, deve ter propósito em suas ideias, visão e constituir uma relação coligada às outras áreas e principalmente com a Engenharia Mecânica, possibilitando o pensamento integrado de soluções ou até mesmo a engenharia simultânea como cita Back *et al.* (2008).

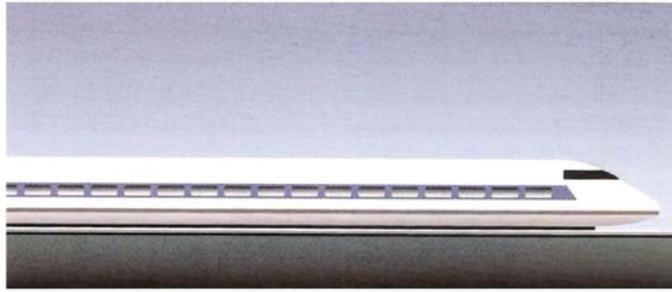
Gomes (2004) apresenta alguns fatores imprescindíveis direcionados a estes profissionais como a criatividade, domínio de processos, atitudes e comportamentos presentes no desenvolvimento do pensamento produtivo. Salientam-se ainda três caminhos que podem ser percorridos pelo profissional, descritos como: (i) ilusão, quando o produto é imaginável; (ii) invenção, um produto exclusivamente funcional; (iii) inovação, onde o produto é plenamente realizável.

O profissional em design possui uma responsabilidade e ocupa uma posição relativa ao planejamento e desenvolvimento projetual. É quem define inicialmente os conceitos estéticos, físicos e funcionais em um projeto, sendo comprovadamente fundamental a sua participação em uma equipe multidisciplinar ou engenharia simultânea. A geração e busca por informações específicas ligadas ao projeto, com a influência de várias áreas de formação e conhecimento, pode tornar o planejamento projetual ainda mais efetivo, já que o designer agrega estes atributos em sua formação.

### **2.3.1 A relação do conceito aerodinâmico com a fluidez das linhas**

O Arredondamento é uma das “Técnicas Visuais Aplicadas”, relatada por Gomes Filho (2000), sendo caracterizada pelo contexto de suavidade e maciez, transmitida pelas formas tornando sua apreciação e interpretação visual mais aprazível, ligado à um princípio de continuidade, onde o observador visualiza o objeto sem dificuldades, quebras ou sobressaltos. Em projetos automotivos, no uso de linhas, curvas ou pequeno grau de curvatura, o arredondamento é considerado uma técnica muito útil para o projeto, sendo um ajuste óptico indispensável por apresentar características especiais relacionadas à aparência tanto quanto à funcionalidade. A funcionalidade atribuída pode encontrar-se no princípio aerodinâmico, como mostra a Figura 8, assim como na suavidade, elegância e sutileza na forma, que são atributos imprescindíveis de aplicação na área do Design.

Figura 8 – Configuração de forma e aerodinâmica de um trem.

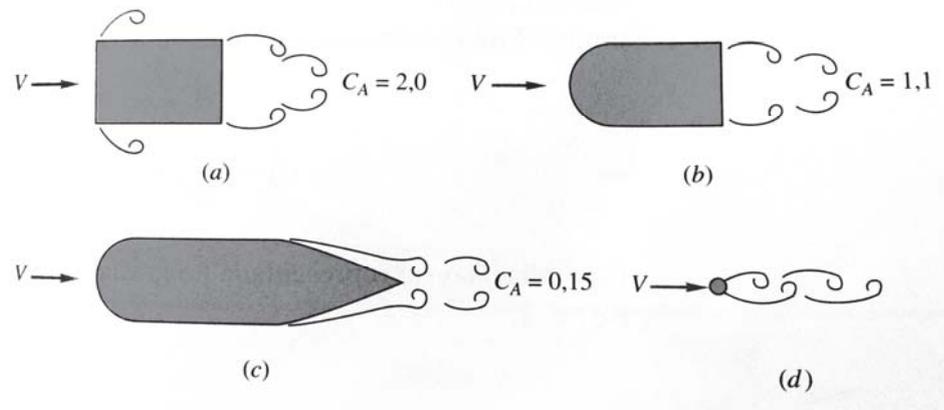


Fonte: Gomes Filho, 2000.

O princípio da aerodinâmica auxilia efetivamente no rendimento de um veículo, e como uma força atuadora em um corpo específico é estudada em mecânica dos fluídos na área de Engenharia Mecânica, como explica Carregari (2006). Com o veículo em alta velocidade o ar produz uma resistência contra a carroceria exigindo uma força maior do motor para impulsionar o mesmo, a fim de romper essa barreira (invisível) de vento. A interação entre o ar atmosférico e a superfície externa do veículo induz a uma força contrária ao sentido de movimento deste, que então é chamada de Força de Arrasto. Logo, é possível se obter o coeficiente de arrasto em função da forma do veículo, ou seja, quanto menor for o volume menor será o atrito com o ar, resultando em um baixo valor deste coeficiente.

De acordo com White (2011), detalhes ou acessórios auxiliares podem não ser o suficiente para um ajuste efetivo do atributo aerodinâmico, mas o delineamento do corpo em relação ao escoamento pode ser adquirido de um modo mais generalizado. Este contexto pode ser observado na Figura 9, onde há diferentes corpos: no primeiro corpo (a) há uma separação forçada nas quinas e um arrasto alto; no segundo corpo (b) com o arredondamento frontal, ocorre uma redução de 45% do arrasto, porém ainda um valor alto; o terceiro corpo (c), mantendo o arredondamento frontal, porém com a parte traseira reduzida (aguda), reduz o arrasto em 85%; e, por fim, o quarto corpo (d) mesmo com seu volume sendo drasticamente reduzido e oferecendo arredondamento frontal e posterior, mantém o mesmo coeficiente do terceiro corpo (c).

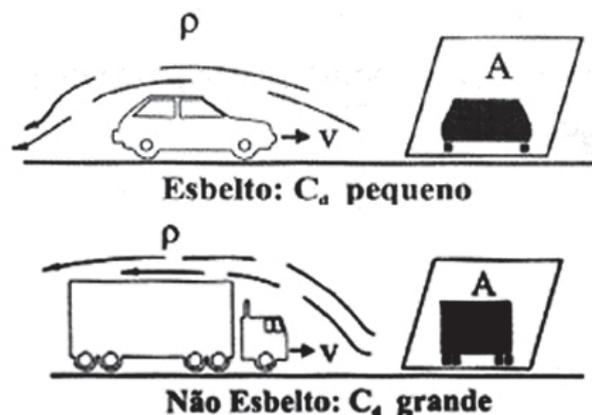
Figura 9 – Diferença da geometria de corpos em arrasto aerodinâmico.



Fonte: White, 2011.

Através dos estudos relatados pelo professor do ITA<sup>4</sup>, Roberto Girardi (2013), evidencia-se um aumento no desenvolvimento tecnológico na área automobilística, onde procura-se inserir atributos como economia, confiabilidade, durabilidade e estética. Tendo base nesta afirmação, incita ele que um carro esbelto possui o coeficiente de arrasto menor que um caminhão não esbelto, atrelando o corpo de um modo geral à proporção de atrito sofrido com o ar. Na Figura 10, pode-se perceber a diferença entre os dois tipos de veículos, onde  $C_d$  é o coeficiente de arrasto,  $V$  é a velocidade,  $\rho$  é a densidade do ar e  $A$  é a área frontal do veículo.

Figura 10 – Comparativo do volume e área frontal dos veículos.



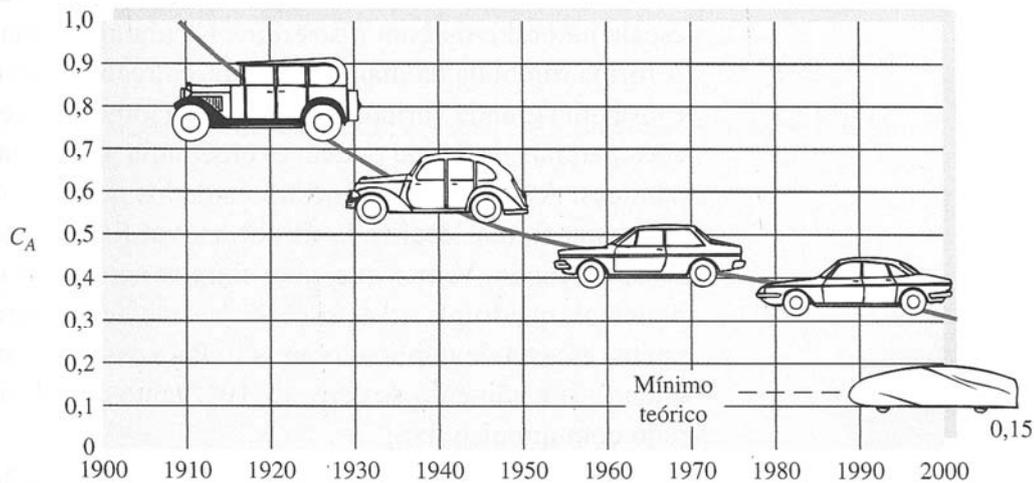
Fonte: Girardi, 2013.

Com o passar dos anos, percebe-se uma incessante competição relativa ao apelo estético aliado ao conceito de aerodinâmica nos automóveis. Este contexto vem apresentando um decréscimo no coeficiente de arrasto, como mostra a Figura 11, em que os carros mais

<sup>4</sup> ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, com sede em São José dos Campos, SP.

modernos podem atingir uma média de 0,3 com base na área frontal, considerando que o mínimo teórico é 0,15 (normalmente para veículos comerciais), e valores abaixo disto são encontrados em projetos experimentais ou específicos.

Figura 11 – Variação de modelos e o coeficiente de arrasto.



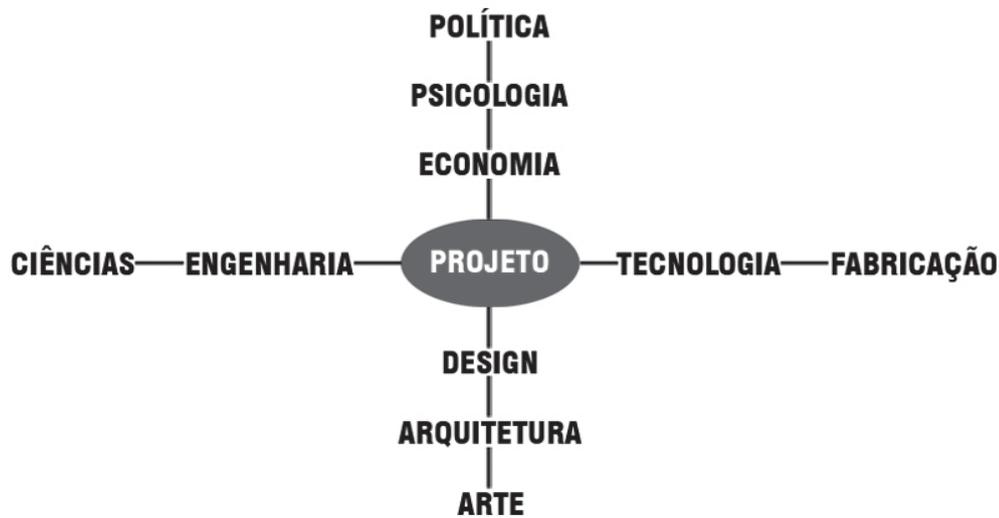
Fonte: White, 2011.

Este contexto aerodinâmico é de suma importância para o processo conceitual, geralmente atrelado à área do Design em que se aplica através da morfologia inicial do produto, e ainda na área da Engenharia pelos atributos estruturais e funcionais predefinidos para concepção e produção. Aliando ainda à estética que gera um resultado ligado ao poder atrativo de compra vislumbrado pelo cliente ou expectador do produto ônibus.

## 2.4 Desenvolvimento de projeto de produto

De acordo com Pahl *et al.* (2005), projetar e desenvolver são atividades que permeiam diversos campos do conhecimento humano como ciências naturais e experiências práticas específicas, resultando na solução de um problema por meio de ideias com grande responsabilidade social e tecnológica. Essas atividades podem ser observadas de diversos aspectos, e um deles pode ser compreendido pela interligação das áreas de conhecimento relacionada na Figura 12.

Figura 12 – Aspectos ligados a atividade de projeto.



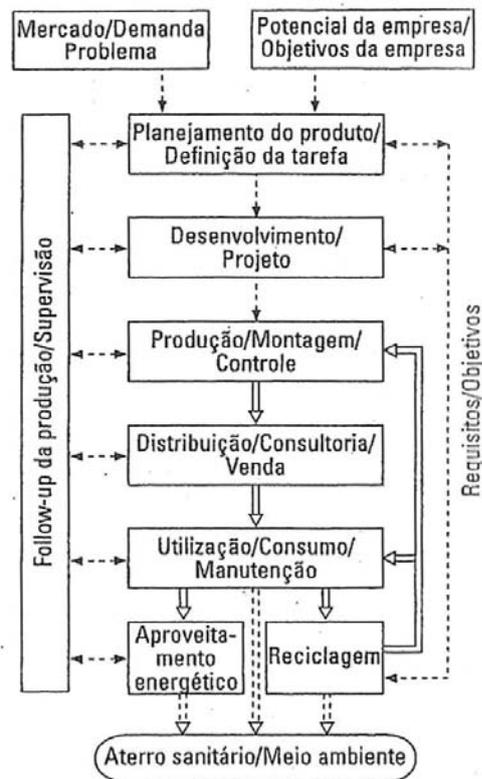
Fonte: Adaptado de Pahl *et al.*, 2005.

Tendo em vista a atividade de projetar como sendo multidisciplinar, existem ações de níveis intelectual e criativo requerendo princípios de cognição do ponto de vista psicológico. Já do ponto de vista metodológico esta atividade é vista como um princípio otimizador, passando por diversas etapas e barreiras que seguem através da organização oferecida pela empresa na qual se procede ou precede (PAHL *et al.*, 2005).

Um processo projetual pode ser determinado de forma que o pensamento seja abrangente (processo integral) ou ainda focado (processo modular). A diferença básica entre estes dois meios de projetar é que de forma integral a forma de visualizar o produto é como um todo, já no sistema modular o produto é subdividido em partes que permite um melhor embasamento de detalhes, sendo pertinente para este trabalho.

O processo projetual deve estar diretamente ligado ao aspecto organizacional de uma empresa conforme afirma Pahl *et al.* (2005), que por sua vez deve conhecer todos os processos pelo qual o produto passa desde o princípio. Um meio de conhecer estes processos é pela definição ou adequação do ciclo de vida do produto, podendo ser observado pela Figura 13, iniciando por uma demanda de mercado, oportunidade e seguindo pelo planejamento.

Figura 13 – Modelo de um ciclo de vida de um produto.



Fonte: Pahl *et al.*, 2005.

#### 2.4.1 Gerenciamento de projetos

Para um processo bem sucedido de desenvolvimento de projetos, é imprescindível que haja um gerenciamento em relação às suas etapas. Segundo Razzolini Filho (2010) o sistema gestor na função de projetos deve atender alguns requisitos, tais como:

- Definir a estratégia de produto: baseado nos dados já obtidos sobre o produto, concorrentes, mercado e consumidores, ocorre uma avaliação sobre a oportunidade de otimização do produto a ser comercializado.
- Definir objetivos e estabelecer prognósticos: são estabelecidas algumas previsões relativas ao produto, determinando um plano de marketing, objetivos e metas, além das políticas de preço, produto e comercial.
- Definir recursos necessários para atingir os objetivos: estabelecer o enfoque dos recursos humanos, campanhas de publicidade e os demais recursos para atingir os objetivos determinados anteriormente.
- Implementar o planejamento: executar e acompanhar o que foi planejado juntamente com as áreas coparticipantes do processo.

- e) Efetuar controle do planejado e realizado: monitorando custos e as condições do produto no mercado em relação aos demais. Geração de relatórios periódicos e documentados.
- f) Realizar as correções de rota necessárias: acompanhando os relatórios periódicos do andamento, é possível realizar redirecionamentos para manter o foco ou objetivo estipulados.

Em um complexo industrial, as informações devem ser objetivamente formuladas, tanto quanto direcionadas aos setores respectivos de forma eficiente. Essas informações podem partir do setor de marketing com dados sobre o mercado e tendências, ou ainda do corpo gestor da empresa atrelando com outros dados significativos. Segue-se também, etapas como a obtenção, o processamento e a comunicação devida de informações, enxertando-se em uma conversão que pode passar por um processo de aperfeiçoamento ou refinamento, podendo ser observado esquematicamente na Figura 14 (PAHL *et al.*, 2005).

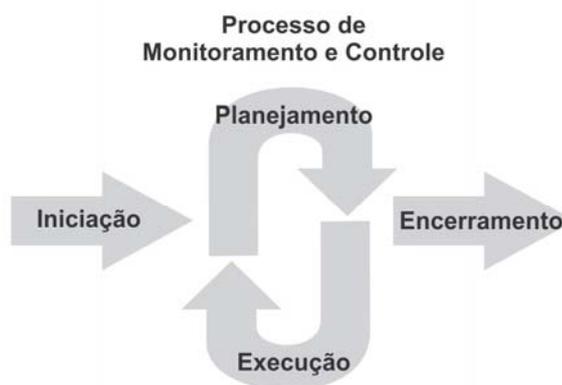
Figura 14 – Esquema da conversão de informações.



Fonte: Adaptado de Pahl *et al.*, 2005.

Segundo o Guia PMBOK<sup>®</sup> citado por Cavalieri *et al.* (2007), um projeto é definido por um empenho disposto em um tempo específico com o intuito de criar um produto ou serviço como resultante. Este guia também relata sobre a importância da qualidade no projeto planejando e monitorando todas as etapas, o que significa alterações sempre que necessárias, além de uma equipe devidamente preparada. Para o gerenciamento de um projeto apresenta ainda uma sequência organizada por cinco etapas (Figura 15): (i) iniciação; (ii) planejamento; (iii) execução; (iv) monitoramento e controle; (v) encerramento.

Figura 15 – Ciclo dos grupos de processos de gerenciamento de projetos.



Fonte: Guia PMBOK® (Cavalieri *et al.*, 2007).

Para cada grupo citado na Figura 15 há um processo, e, para tais processos há que se determinar atividades ou tarefas específicas em seu devido tempo. Cavalieri *et al.* (2007) mostra que para cada propósito existe um contexto profissional envolvido, o qual deve ser capacitado essencialmente para aquela situação, isso além de um suporte administrativo que oportuniza aquisição de dados e fomenta o processo como um todo.

#### 2.4.2 Apoio tecnológico ao projeto

As tecnologias existentes atualmente oferecem um suporte de grande confiabilidade às empresas, oportunizando redução de tempos de projeto, processo e produção. Neste quesito podem-se citar tecnologias CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e CAE (*Computer Aided Engineering*) os quais permitem trabalhar o projeto, avaliação técnica e sua confecção.

Uma empresa deve observar os fatores ligados às tecnologias envolvidas ou que serão utilizadas, isso já em seu plano de negócios que, para tal, Wildauer (2010) cita os seguintes preceitos:

- Plataforma operacional: *software* de proprietário ou livre (*open, free*);
- Arquitetura de comunicação: infraestrutura e topologia de redes;
- Sistemas aplicativos: encomendados, por pacotes, em rede ou não;
- Suporte: em rede, por demanda, ou outro;
- Pessoal: terceirizado, temporário, efetivado, outro;
- Equipamentos: configurações e quantidade de hardwares.

As novas tecnologias sendo introduzidas nos produtos, nos processos e nos sistemas de informação influenciam a competição das empresas no mercado globalizado. Como atingem melhores patamares de qualidade, funcionalidade e satisfação dos consumidores, os fabricantes de um mesmo setor industrial, ou até de setores alternativos, devem se atualizar perante essas mudanças (SERTEK *et al.*, 2011, p. 45).

Pahl *et al.* (2005) e Groover (2011) incitam o uso de sistemas CAD para auxiliar na agilidade, criatividade e detalhamento de projetos, avaliando até mesmo uma sistemática ou método para tal. Sendo estes sistemas originados da inteligência humana (por isso são chamados de sistemas inteligentes), podem determinar cálculos e avaliações através do conceito de elementos finitos da área da Engenharia Mecânica. Afirmam, ambos os autores, que o sistema de produção integrado pelo computador, CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), é um importante meio para a concepção, projeto e produção, permitindo todo seu gerenciamento de forma computacional.

## 2.5 Processos de produção

O desenvolvimento de produtos engloba desde seu conceito até sua produção, passando por diversas etapas que enfatizam certas tarefas que se devem cumprir. Em uma indústria, o processo de fabricação ou produção deve atentar a princípios similares aos do desenvolvimento de projetos, ou seja, uma sistemática que orienta tarefas, tempo e resultados, permitindo ainda o seu gerenciamento.

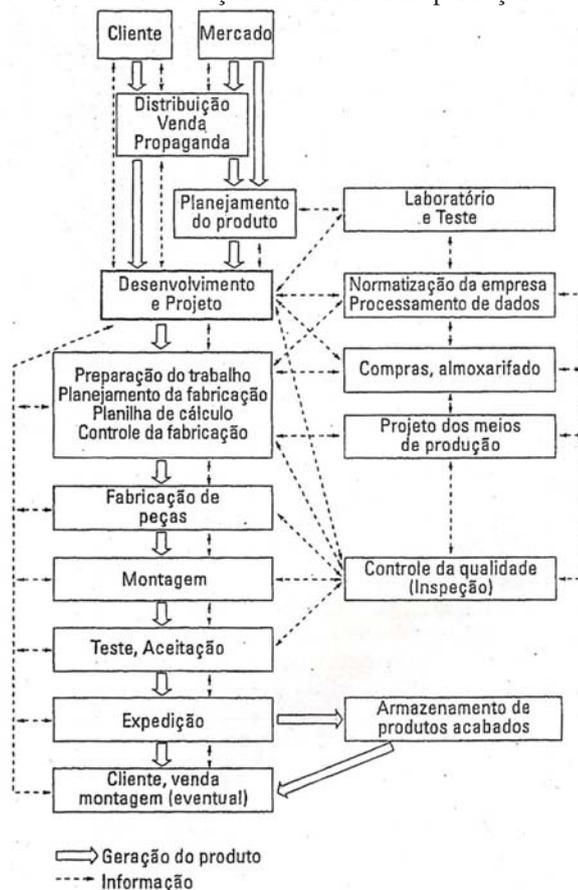
De acordo com Antunes *et al.* (2008) a capacidade de produção das indústrias era, no início da década de 70, menor do que a demanda global. Porém, na ocorrência de uma crise mundial, a influência econômica reverteu a situação. A demanda requerida pelo mercado tornou-se menor logo em seguida, com a crise do petróleo em 1973, e a concorrência industrial começou então crescer. Este período é marcado por dois momentos, divididos pelo antes e o depois da crise do petróleo: o *product out*, onde a indústria predominava e ditava o mercado, e um produto lançado era facilmente comercializado; e o *market in*, quando o poder de exigência e compra passou a ser do mercado e as empresas tiveram que mudar suas estratégias, já que a competitividade se torna crescente.

O processo produtivo passou por várias mudanças desde o início da era industrial tendo como referência grandes nomes como Taylor, Ford e Shingo. Desde a produção em massa de Ford, com a restrição de tempo e função dada por Taylor, sempre houve oportunidades de melhoria, porém, seguindo os propósitos do mercado. Shingo ofereceu

melhorias significativas como a análise de perdas de fábrica e redução de tempos de preparação. Cita-se ainda o sistema Toyota que, com a produção enxuta, tornou os processos ainda mais precisos necessitando ferramentas de apoio e controle cada vez mais rápidos e eficazes (ANTUNES *et al.*, 2008).

Pahl *et al.* (2005) atrela ao contexto de processo de fabricação todo o meio pelo qual o produto passa possibilitando o entendimento e a relação entre setores. Segundo o autor, este fato permite ainda a realização de uma logística interna funcional, tendo em vista custos e prazos. A Figura 16 mostra o fluxo de dados que ocorre entre os setores da produção, observando que o processo se inicia pelo cliente e finaliza-se no cliente, o que permite concluir que há uma busca por informações reconhecidas pelo mercado. Tais informações podem nortear todo o processo de desenvolvimento de produtos e gerar novos planejamentos estratégicos com o intuito de satisfazer esta demanda que provém do cliente ou consumidor.

Figura 16 – Fluxo e relação entre setores na produção.



Fonte: Pahl *et al.*, 2005.

O processo de fabricação pode ser definido como um sistema, “um conjunto de pessoas, equipamentos e procedimentos organizados para realizar as operações de produção

de uma empresa”, conforme Groover (2011, p. 3), onde se aloca dois atributos: as instalações da empresa e os sistemas de apoio ao processo de produção.

Sabendo que a produção atua como um sistema, Paranhos Filho (2007) afirma que algumas variáveis, que agem e interagem neste sistema, devem ser totalmente gerenciadas, citando para tal o método relacionado aos 6 M's que permite o monitoramento e avaliação do processo na etapa específica:

- i. Mão-de-obra: tida como maior indicadora de erros de operação, porém devendo ser melhorada por consideração de aspectos como o treinamento, adaptação, tipo físico, competência e habilidade.
- ii. Material: é uma variável presente em todo o processo, avaliada por condições de qualidade, especificação e condições de armazenamento.
- iii. Máquina ou Equipamento: exige atenção na escolha através de especificações da necessidade de produção, além dos cuidados de manutenção e monitoramento de suas saídas (peças, componentes).
- iv. Método: onde o planejamento e orientação dos processos são definidos e também suas expectativas de resultados, exigindo atenção ao cumprimento das tarefas.
- v. Meio ambiente: oferece influências tanto em aspecto climático (frio, calor, etc.) como psicológico (ligado ao tratamento interpessoal ou cultural), porém também é passível de mudanças e organização.
- vi. Medição: o controle metrológico é bastante exigente quanto ao instrumento calibrado, ocasião, local de medição e a pessoa que irá efetuar tal função. Sendo de vital importância para o conceito de qualidade, a medição deve ser adotada com base em normas e restrições.

Graziani *et al.* (2013) expõe que a partir da definição de um produto, este pode ter seu processo de fabricação baseado em um processo discreto (aplicável para o caso do ônibus), ou contínuo, caso de produção de insumos. No entanto, dependendo da demanda e do arranjo físico, relatam-se outros três fatores classificatórios da produção como mostrados na Figura 17.

Figura 17 – Tipos de processos de produção.

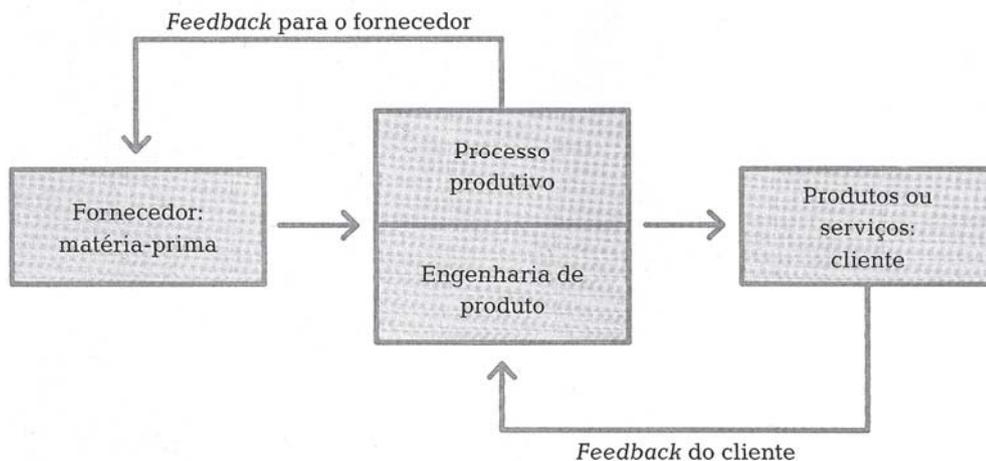


Fonte: Adaptado de Graziani *et al.*, 2013.

Mesmo havendo a distinção da produção mencionada na Figura 17 ainda há que se contemplar o arranjo físico, operadores, materiais e máquinas para então desenvolver um sistema harmônico e eficiente de produção. A integração dos setores, a organização do espaço físico de maneira proveitosa, a segurança, tempos e movimentos, são alguns dos fatores aos quais se deve ter muita cautela para que o processo de produção ocorra fluentemente e como desejado (GRAZIANI, 2013).

Paranhos Filho (2007) afirma que um ciclo relativo à visão macro do processo de produção ou fabricação (Figura 18) apresenta uma interação com o mercado que pode, através da absorção de dados externos, desenvolver um monitoramento e avaliação sobre o produto ou processo em questão.

Figura 18 – Ciclo do sistema de produção.



Fonte: Adaptado de Paranhos Filho, 2007.

O esquema anunciado na Figura 18 retrata um sistema onde ocorre um ciclo de informações (*feedback*) do cliente e fornecedor em relação ao produto e processo. Estes dados devem chegar à engenharia de produto onde se pode estabelecer e reavaliar pontos críticos e pontos positivos do sistema.

A sincronia do processo de produção é um dos objetivos primordiais a ser atingido pela gestão empresarial para que haja, além de um resultado satisfatório, a redução do custo sobre o produto, auxiliando assim na sua posterior negociação. Para contribuir com esta sincronia e melhor processamento produtivo, agregam-se fatores de controle da qualidade e avaliação de conceitos relacionados às tarefas de cada setor.

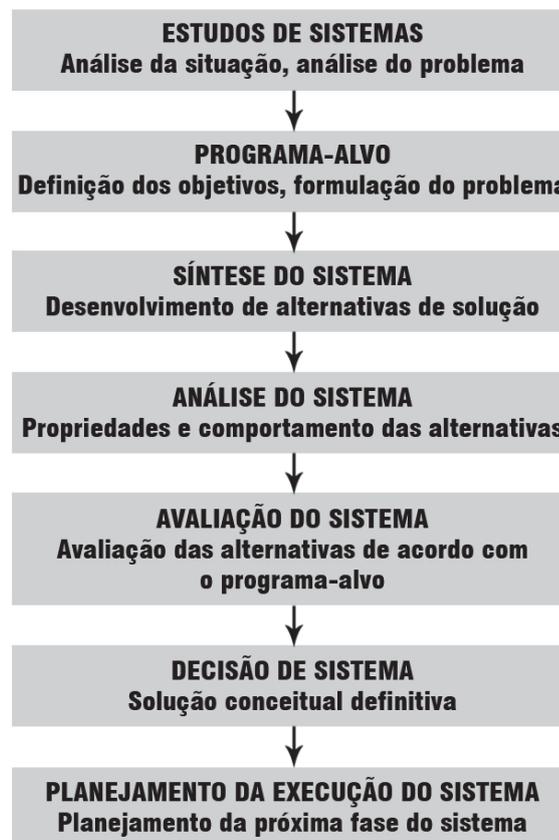
E, por fim, agrega-se ao presente trabalho este conhecimento de produção e processos no qual complementa os demais estudos deste capítulo, fazendo jus à compreensão sobre a importância de um sistema bem determinado para o desenvolvimento de um projeto de produto e o conhecimento prévio que se deve ter. Tendo em vista a objetividade deste trabalho, pode-se ainda verificar que o fluxo de informações devidamente correto, como um modelo metodológico, é indispensável e deve atender ainda ao quesito de tempo relativo ao desenvolvimento e a produção, atrelando à isso a perspectiva econômica da empresa, que deve estar sincronizada com a produção e negociação de seu (s) produto (s).

### 3 MÉTODOS E PROCESSOS

Metodologia, segundo Prodanov e Freitas (2013), é proveniente da língua grega e é definida etimologicamente com os respectivos significados: “meta”, ao largo; “odos”, caminho; “logos”, discurso ou estudo. Como uma disciplina que visa a aplicação de artifícios e técnicas com um devido propósito, torna-se um conceito importante para os fins deste estudo que, conseqüentemente, resultará em um sistema ou esquema metodológico.

O desenvolvimento do trabalho tem partida pela fundamentação do sistema que pretende-se abordar, observando a indicação de Pahl *et al.* (2005) que cita a engenharia de sistemas como um princípio para a organização de dados em uma empresa. Sendo assim, possibilita-se o uso de um método, uma estrutura de um sistema de desenvolvimento projetual, que pode ser melhor compreendida pela Figura 19, e servirá de norteamento para a determinação do resultado pretendido.

Figura 19 – Processo da engenharia de sistemas.



Fonte: Adaptado de Pahl *et al.*, 2005.

Para uma maior ênfase, compreende-se que um sistema metódico permite e incentiva o pensamento lógico, tanto quanto o raciocínio orientado, ou seja, seguem-se etapas que facilitam o desenvolvimento do projeto e, a cada etapa, revelam-se dados condizentes ao resultado do mesmo. Contudo, analisando o fator cognitivo, um conhecimento prévio, abstrato, ou até mesmo uma experiência passada pode auxiliar na solução de maneira ainda mais rápida.

Com base na metodologia estruturada (Figura 19), atrelam-se suas etapas ao contexto a seguir, porém, é importante salientar que o intuito é de desenvolver uma estrutura organizadora, enfática na leitura e na interpretação dos dados relativos a um processo metodológico de desenvolvimento de ônibus, sendo esta passível de gerenciamento e inserção de métodos ou técnicas teóricas vislumbrando a melhoria no processo industrial.

### **3.1 Estudos de sistemas**

Esta etapa inicial volta-se à análise da situação ou problema em especial, onde, neste caso, a lacuna encontrada diz respeito ao entendimento técnico e metodológico, assim como o gerenciamento de um modelo sistêmico de forma eficiente e eficaz. Analisando a problemática referida pelo autor Back *et al.* (2008) que diz respeito à dificuldade da aceitação teórica em meio industrial, supõe-se que as estruturas metodológicas existentes apresentem uma complexidade que atua negativamente na interpretação, compreensão e gerenciamento pelos envolvidos em uma empresa. Esta negatividade também pode estar atrelada ao tempo e capacitação técnica exigida para interação com estes métodos ou ferramentas técnicas.

A problemática é direcionada ao entendimento visual e interativo com um sistema metodológico que pode ser de fácil e rápida interpretação, ou não. E, neste caso, avalia-se, pelo item 2.2.1 onde apresentou-se o estudo do autor Weber (2010), através da Figura 5, as diversas orientações no fluxo de informações de métodos projetuais que remete a vários entendimentos e percepções em consequência disto.

Observa-se, ainda, o dinamismo do método de Santos (2005 apud Weber, 2010) que atenta à forma radial para a organização metodológica projetual, onde gera em si uma nova forma de leitura. Contudo, este sistema pode ocasionar dificuldade para a compreensão da inserção e inspeção de dados seguindo suas etapas de níveis mais distantes do foco central, e também em como voltar às etapas anteriores. Percebe-se ainda, na forma visual, que esta pode acarretar uma exigência na compreensão visual e cognitiva especificamente, tornando-o mais demorado de compreender ou orientar-se do que os métodos lineares.

Já como análise da situação, pode-se também salientar o agrupamento de áreas do conhecimento, como mostrou o Quadro 2 no item 2.2.1, em que oportuniza o entendimento dos processos intelectuais relacionados ao sistema como um todo. Em outras palavras, o entendimento deste fator de agrupamento pode gerar um novo foco para o gerenciamento produtivo e de projeto, em que permite a inserção de ferramentas ou etapas técnicas em um método de forma ainda mais eficaz voltada ao desenvolvimento de ônibus. E, para complementar, para cada área do conhecimento deve-se delegar tarefas específicas em relação ao projeto ou processo em questão.

### **3.2 Programa-alvo**

Para definir o programa-alvo, adentrando-se aos objetivos relativos ao enfoque do trabalho, deve-se atentar aos requisitos que nortearão o desenvolvimento de alternativas de solução, como afirma Pahl *et al.* (2005), abrangendo ainda melhorias e conceitos como: adequação de teorias aos processos industriais; fomentar o conceito modular no projeto, produção e inclusive no método estrutural; verificar pela modularização a possibilidade de customização dos produtos com minimização no impacto econômico da produção.

Complementando esta etapa, é imprescindível o atendimento a preceitos técnicos e ferramentas teóricas diretamente ligadas ao processo de desenvolvimento de ônibus e que ofereçam oportunidades de melhorias, e inclusive instigando a geração de diferencial pela empresa que assim o adota, pois poderá amenizar o tempo de fluxo de dados reduzindo o tempo de lançamento do produto e/ou no resultado final do projeto qualitativamente. Sendo assim, o sistema metodológico deve oportunizar esta disposição em sua estrutura organizacional, oferecendo ainda flexibilidade para alterações destas ferramentas ou etapas que poderão ser baseadas em outras metodologias já existentes.

Para atribuir ao objetivo e planejamento do sistema são apresentados requisitos para o resultado esperado, devendo compreender e ser fundamentado sob estes parâmetros:

- Deve atender principalmente propostas ou problemas de projeto relacionados à indústria de ônibus, atentando a requisitos iniciais por demanda e um planejamento estratégico definido;
- Incitar o desenvolvimento de inovações, criações ou invenções, facilitando através de etapas bem definidas, a busca por soluções;
- Oportunizar compatibilidade de adequação por variadas áreas do conhecimento, técnicas e ferramentas metodológicas;

- Orientar para um resultado fundamentado, argumentado pelas respostas de cada fase pré-definida, ou seja, permitir a documentação para rastrear e analisar possíveis falhas;
- Possibilitar o desenvolvimento de *software* para auxílio por computador e rede, facilitando o acompanhamento e gestão das tarefas, tanto quanto a redução de tempo disposto para tal;
- Facilitar o entendimento dos processos, tornando-se prático para a capacitação dos envolvidos;
- Permitir um controle modular, ou seja, por setor, acarretando uma organização gerencial mais direcionada e específica;
- Oportunizar a divisão e subdivisão em macro e micro etapas, onde são alocados os setores e ferramentas técnicas;
- Promover a leitura de forma ágil e compreensiva, preferencialmente baseado na forma linguística relacionada à cultura ocidental (esquerda para direita e cima para baixo);
- Condicionar a relação e comunicação entre gestores dos setores envolvidos;
- Possibilitar alterações ou atualizações conforme a equipe gestora assim achar conveniente.

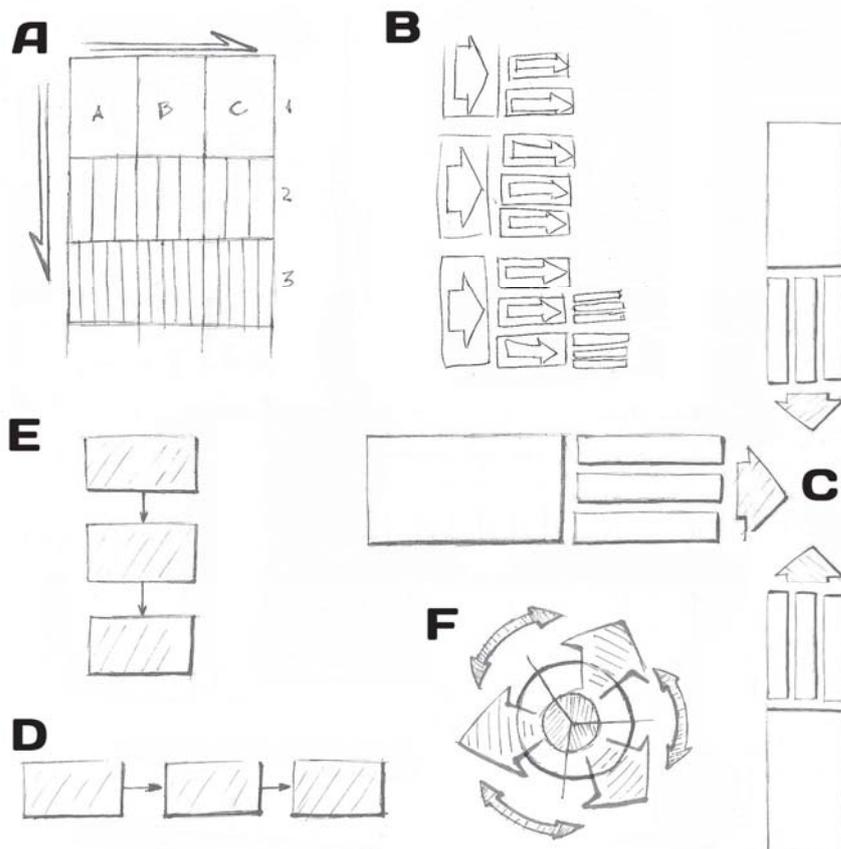
É importante ainda salientar que não se pretende criar uma metodologia, mas sim uma estrutura para leitura metodológica que consiste em um fluxo de dados. A objetividade mencionada permite compreender o caminho a que se deve seguir e idealizar soluções coerentes à aplicabilidade na sistematização do desenvolvimento de carroceria de ônibus. E, portanto, são desenvolvidas e consideradas as hipóteses de soluções na etapa de síntese do sistema.

### **3.3 Síntese do sistema**

Contemplando o que é focado no programa-alvo, hipoteticamente referindo-se a um modelo ou estrutura sistemática, e podendo ainda ser hierárquica em que disponibiliza as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de ônibus, propõem-se alternativas direcionadas para tal. Portanto, estas alternativas devem ser legíveis e ainda facilitar o entendimento do sistema metodológico a ser utilizado.

Sendo assim, a Figura 20 apresenta hipóteses/alternativas que buscam atender os objetivos apresentados no programa-alvo e demonstrar suas respectivas funções esquemáticas interligando etapas e ofertando o direcionamento dos processos.

Figura 20 – Alternativas da sistematização metodológica



Fonte: Do autor.

Portanto, a partir deste desenvolvimento apresentado na Figura 20, relacionado com os objetivos traçados no programa-alvo, pode-se adentrar à análise do sistema em que se observam as características de cada alternativa.

### 3.4 Análise do sistema

Com os modelos ou hipóteses devidamente estruturados, o entendimento, raciocínio e orientação metodológica podem tornar-se mais coerentes. Entretanto, os profissionais envolvidos podem ainda gerenciar suas aptidões e capacitações, pois para cada setor e etapa deverá existir uma ferramenta técnica específica. Estas ferramentas alocadas à estrutura podem ser atualizadas ou substituídas de acordo com o necessário, permitindo, ainda, que o

setor gestor da empresa possa então monitorar e condicionar o método para seus determinados processos.

Considera-se, portanto, que com base na Figura 20, o modelamento fica analisado como:

- Modelo A: apresenta um processo linear e coligado de forma fragmentada nas etapas de níveis 1, 2 e 3 que permite seguir sucessivamente no desenvolvimento. Neste modelo também pode-se observar os parâmetros de A, B e C em que se definem as fases do desenvolvimento como por exemplo: concepção, projeto e produção.
- Modelo B: modelo linear e coligado, apresenta um sistema horizontal e que permite a fragmentação de forma modular, ou seja, trabalhar os módulos/áreas/setores (como Concepção, Projeto e Produção por exemplo) especificadamente e isoladamente.
- Modelo C: focando no resultado final que é o ônibus já preparado para comercialização, subdivide-se os módulos referentes à Concepção, Projeto e Produção de forma linear e centrada. Este formato estrutural oferece a individualização de tais módulos permitindo seu gerenciamento isoladamente.
- Modelo D: sintetiza-se o raciocínio de forma linear e horizontal atentando ao modo de leitura ocidental e propiciando facilidade na interpretação. Contudo, este modelo busca agrupar todos os dados pertinentes ao projeto em módulos únicos e interligados conforme orientação de etapas, ou seja, cada módulo equivale a um setor e contém todas as ferramentas e tarefas pertinentes.
- Modelo E: mantendo a sintetização do sistema de modo linear, oferece uma leitura de modo vertical.
- Modelo F: buscando uma nova forma de leitura como apresentado pelo autor Weber (2010), desenvolve-se um modelo focado no resultado, onde todos os demais dados ou etapas “giram” e se comunicam ao seu redor. Este sistema pode ser compreendido como inovador, mesmo que passível de problemas de leitura, onde sua centralização é o resultado do projeto.

Observando os detalhes sugestivos de cada alternativa, pode-se perceber que na busca pelo atendimento aos requisitos, apresentam-se estruturas gráficas similares a fluxogramas, porém buscando a interligação hierárquica das etapas. É, portanto, importante ressaltar que, diferente de um simples fluxograma em que há basicamente um ciclo de informações, estas cadeias de dados das alternativas devem ser ligadas de modo estratégico.

Sendo assim, é coerente destacar que a ligação de dados no sistema ocorre em meio comunicacional entre setores (macro etapas). Subentendendo, ainda, que as alternativas geradas se propõem a atender o programa-alvo, estas devem ser avaliadas para tal, e isso ocorre na etapa de avaliação do sistema a seguir.

### **3.5 Avaliação do sistema**

Esta fase analítica e avaliativa é referida por Pahl *et al.* (2005) para que se busque uma solução prévia para o projeto de sistema através de alternativas geradas e permitindo até mesmo a adaptação destas para possibilitar a inclinação a algo ainda mais satisfatório, seu resultado.

Os autores Back *et al.* (2008) e Baxter (2011) incitam o uso de técnicas de varredura por soluções de cunho quantitativo (tabelas, quadros e pontuações), por meio de votação ou ainda pela indicação discutida em reunião com membros de excelente experiência sobre o produto em questão.

Para avaliar as alternativas geradas pela síntese do sistema deste trabalho, propõe-se então um método quantitativo por pontuação (Quadro 4) indicado por Baxter (2011) e adaptado a este projeto. Por meio de uma pontuação (0-5) baseada nas expectativas do resultado e seguindo os parâmetros apresentados no programa-alvo do item 3.1.2, considerando “0” como não atendido ou inapto, “1” insuficiente, “2” apenas atendido, “3” razoável ou abrangente, “4” bom e “5” ótimo ou satisfatório.

Quadro 4 – Avaliação das alternativas do sistema

<b>ATRIBUTO</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Atendimento ao propósito do desenvolvimento de ônibus.	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Compatibilidade com técnicas e ferramentas metodológicas variadas.	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Promover a rastreabilidade pelas etapas.	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Possibilidade de desenvolvimento informatizado para uso computacional.	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
Facilidade para entendimento e interpretação ágil.	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Modularização para eficiência na gestão.	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Apresentar divisões e subdivisões, micro e macro etapas.	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
Promove a leitura ágil e compreensiva (linguística).	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
Condicionar comunicação entre os setores.	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
Flexibilidade para alterações ou atualizações.	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>50</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>

Fonte: Adaptado de Baxter (2011).

A avaliação foi desenvolvida com intuito de atender os atributos do programa-alvo em relação às propostas de solução (A – F) geradas na síntese do sistema (item 3.1.3). Contudo, tendo em vista esta avaliação, direcionou-se aos modelos A e B como de maiores pontuações e ainda com características similares, optando-se, assim, por estimular a sua idealização efetivando sua melhoria e apresentando-o na decisão de sistema apresentado como resultado deste trabalho.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista que as estruturas metodológicas citadas anteriormente (Figura 5) possuem uma variedade de orientações e etapas, calçando-se ainda na afirmação de Back *et al.* (2008) sobre a dificuldade de aceitação de métodos na indústria, o resultado deste trabalho deve oferecer um diferencial plausível de avaliação e teste em trabalhos futuros. Contudo, este diferencial está associado diretamente com a redução da complexidade no entendimento/interpretação de um sistema metodológico a ser adotado ou desenvolvido em uma empresa, devendo ser perspicaz às orientações de etapas, à flexibilidade quanto às alterações ou inserções de ferramentas, e ao controle gerencial sobre cada módulo de tarefas divididas pelos principais setores de desenvolvimento de ônibus.

Com a ajuda de métodos científicos a ciência de projeto visa analisar a constituição de sistemas técnicos e sua interação com a circunvizinhança de modo que, partindo das relações e dos componentes identificados no sistema, possam ser derivadas regras para seu desenvolvimento (PAHL *et al.*, 2005, pg. 6).

Para que haja coerência na implementação de um método em uma empresa, com foco em resultados satisfatórios, deve-se atentar às indicações relatadas de Pahl *et al.* (2005), como:

- Uma metodologia deve auxiliar o processo mental de forma organizada e eficaz;
- Um método deve ser passível de adaptação às necessidades do desenvolvimento técnico de produtos;
- Para os gestores de setores pertinentes, devem ser abordados objetivamente, metas, condicionantes, variantes do projeto;
- Uma ideia nem sempre ocorre no momento esperado, por isso deve-se considerar a espontaneidade da criatividade dos envolvidos;
- Os dados levantados inicialmente devem ser confiáveis, concisos, atuais e originais.

Direcionando-se ao objetivo deste trabalho, o resultado almeja, através da estrutura de leitura metodológica, o uso no desenvolvimento de ônibus de qualquer classe. Para tal resultado, deve-se compreender que o desenvolvimento inclui planejamento e estruturação de um grupo de tarefas para os âmbitos ou setores de concepção, projeto e produção do ônibus, o que pode permitir o uso de ferramentas técnicas e até mesmo métodos já existentes como

orientação do mesmo. E, sendo assim, procede-se para a decisão de sistema e planejamento da execução do mesmo, em que se relatam os respectivos atributos e funcionamento da estrutura elaborada.

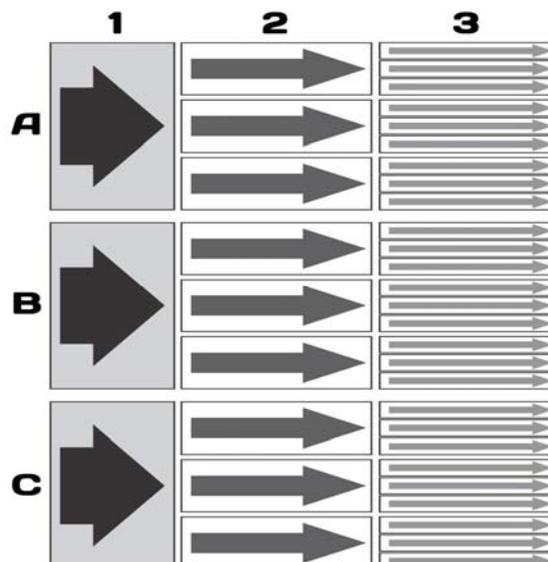
#### 4.1 Decisão de sistema

Nesta etapa de desenvolvimento do resultado, ocorre a decisão definitiva da solução de projeto elencando de forma mais precisa suas funções. Também é possível considerar a geração de um novo modelo a partir do (s) selecionado (s) na fase avaliativa, pois há um envolvimento ainda maior com a sistemática do desenvolvimento do projeto, o que permite a eliminação de possíveis problemas e adequação para prováveis melhorias ou simplesmente seu uso.

Para sintetizar os modelos A e B, é preciso compreender que o primeiro apresenta uma leitura de cima para baixo (vertical) e da esquerda para a direita (horizontal), porém o segundo apresenta a leitura de forma predominantemente horizontal em que as subdivisões ficam elencadas com mais legibilidade e visibilidade. Ainda, no modelo B, verifica-se uma separação por módulos setoriais que permite o estudo e gerenciamento das macro e micro etapas sucessivamente.

Sendo assim, o resultado proveniente das alternativas A e B pode ser demonstrado pela Figura 21, onde fomenta de maneira visual o esquema em que irá derivar seu conteúdo, organização e modo de leitura das etapas/fases e suas respectivas ferramentas técnicas.

Figura 21 – Modelo definido



Fonte: Do autor.

Este modelo da Figura 21 é tido como a decisão final do sistema e confere os atributos levantados no programa-alvo tanto quanto ao objetivo fundamental deste trabalho que é voltado ao desenvolvimento de ônibus, e, para tal deve prosseguir ao planejamento de exequibilidade do projeto de forma mais específica e explicativa.

#### **4.2 Planejamento da execução do sistema**

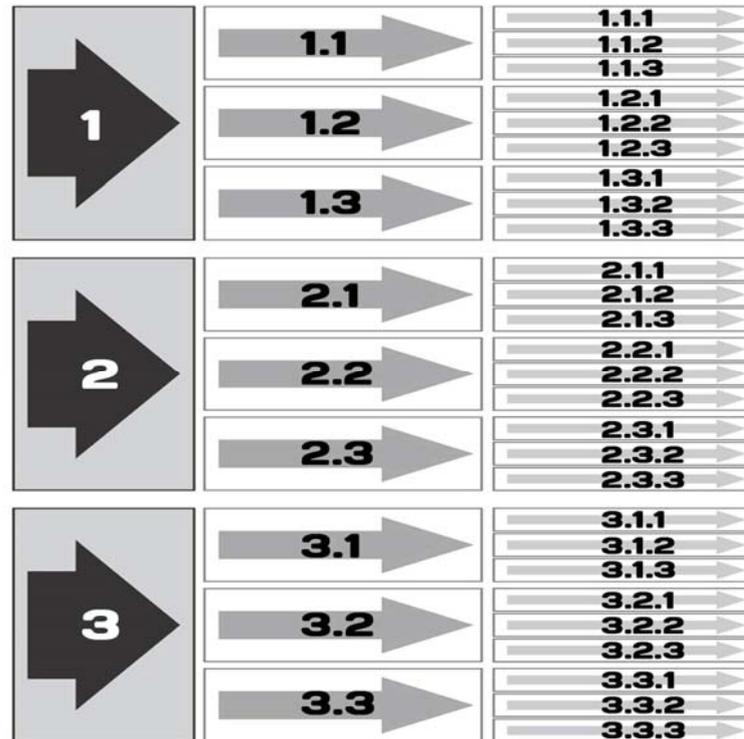
A partir da definição do sistema gráfico estrutural mencionado na etapa anterior, podem-se determinar os meios de execução e utilização deste. Porém, é importante observar que a integração dos módulos de processo (setores relacionados às macro etapas) permite a comunicação entre os setores interligados e o fortalecimento do suporte técnico necessário para um resultado satisfatório. Considera-se, ainda, que a hierarquização apresentada para tais etapas pode ser de ordem cronológica tanto quanto simultânea, ou seja, atender demanda de tempo e ordenação, plausível de avaliação das demais etapas indiferente do período em que está sendo realizado o processo.

Para melhor entendimento do sistema é importante compreender seu modo e ordem de leitura, que está em conformidade inclusive com a ABNT<sup>5</sup>. Para tal, observa-se na Figura 22 uma ordem numérica que estipula, da esquerda para a direita suas respectivas subdivisões, sendo que, estas divisões e subdivisões suportarão as etapas e ferramentas técnicas para o desenvolvimento do produto e podem sofrer alterações conforme o necessário, tornando-o flexível.

---

<sup>5</sup> ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas : incita a leitura da esquerda para a direita. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>.

Figura 22 – Ordem de leitura sistemática do modelo.



Fonte: Do autor.

Portanto estabelece-se o sistema de forma que os pontos 1, 2 e 3 vistos na Figura 22, sejam correlacionados aos setores Conceito, Projeto e Produção respectivamente, devido ao fato de serem as áreas imprescindíveis do desenvolvimento de ônibus. A partir destes pontos (áreas do desenvolvimento do projeto) considerados de nível macro, ocorrem suas subdivisões (pontos 2.1, 2.2 e 2.3, por exemplo) onde são alocadas as tarefas relacionadas ao setor pertinente. Já a subdivisão de nível terciário (terceira coluna) oferece a oportunidade de alocação de ferramentas técnicas para desenvolver as tarefas de nível secundário (segunda coluna).

Em uma empresa, segundo Pahl *et al.* (2005), a área de desenvolvimento e projeto apresenta uma vital importância relativa ao seu capital, dentro dos atributos de geração de novos produtos ou continuação do desenvolvimento de um atual, justificando, portanto, a delimitação do resultado a estes setores da grande área de desenvolvimento, tais como: concepção, projeto e produção.

É imprescindível salientar que este modelo sistemático não necessariamente se predispõe a apenas três categorias e subcategorias, mas pode estender-se para antes e depois destes três setores escolhidos e que representam o desenvolvimento do ônibus. Um exemplo disto é a inserção de um módulo anterior ao módulo Conceito, com o contexto de Marketing,

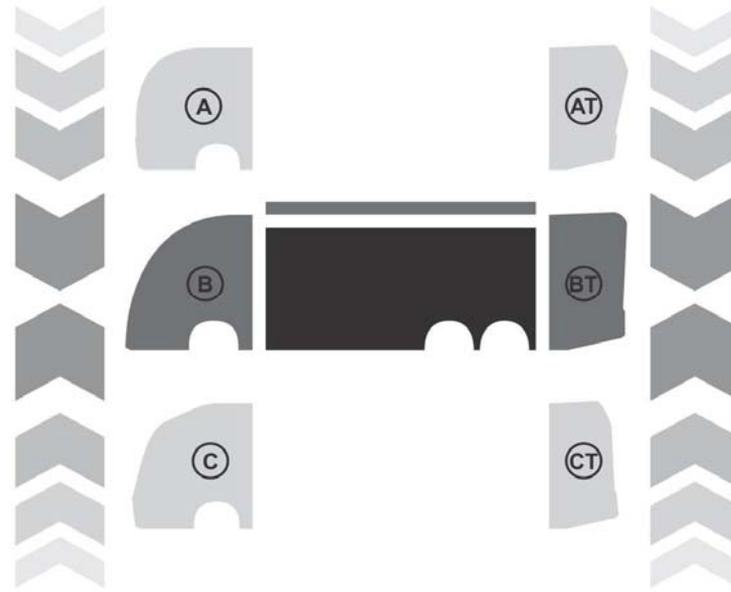


através de uma melhor interpretação da ordem de tarefas, exigindo menor tempo e facilitando o uso por atribuir para cada tarefa, uma ferramenta técnica específica. Para complementar este resultado, a flexibilidade desta estrutura metodológica está atrelada aos fatores de aplicabilidade (várias áreas, componentes ou projetos) e a inserção de preceitos metodológicos já existentes ou exclusivos da empresa, tanto quanto às ferramentas técnicas predispostas para o andamento do processo. Sendo assim, exige-se para o uso de tal estrutura, um planejamento prévio do que irá ser desenvolvido, e aí encontra-se a importância desta relação com o resultado da aplicabilidade do mesmo.

Considerando ainda que o sistema trabalha de forma modular organizando o conhecimento, ou seja, os setores/áreas podem ser administrados individualmente, é pertinente que o projeto também seja pensado de forma modular. Desta forma, cita-se Viero (2013) que oferece uma visão modularizada do projeto de ônibus, mais precisamente componentes estruturais, onde se pode vincular ao processo produtivo, oportunizando uma redução de custos por gabaritos de montagem tanto quanto a organização processual no desenvolvimento físico do projeto.

Para o raciocínio modular citado por Viero (2013), vincula-se o pensamento projetivo de modo globalizado, o qual permite uma nova estratégia do desenvolvimento criativo e conceitual. Portanto, apresenta-se na Figura 24 uma plausível forma de modularização projetual, onde o módulo central permanece quase imutável, enquanto os módulos dianteiro (A, B e C), teto e traseiro (AT, BT e CT) sofrem maiores alterações. Isso está diretamente ligado ao lançamento de novos modelos que ocorrem periodicamente, onde pode haver pequenas modificações nos módulos centrais de cada tipo de ônibus permitindo uma produção mais parametrizada, porém, em contratempo, os demais módulos (dianteiro, teto e traseiro) sofrem maiores alterações.

Figura 24 – Modularização conceitual.

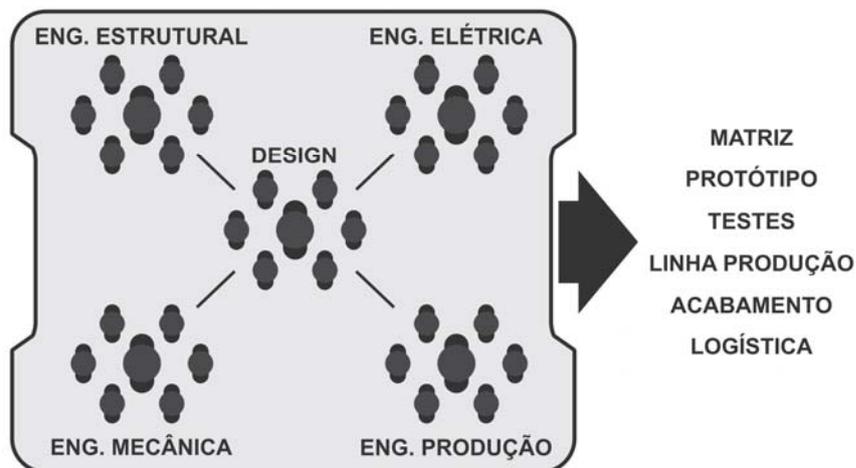


Fonte: Do autor.

Considerando que os módulos dianteiro e traseiro utilizam também uma estrutura tubular, além de moldes de fibra em sua composição básica, o processo de fabricação deve ser flexível (mesmo que menos volumoso em relação ao módulo central) para atender às alterações de estilo do modelo a ser produzido. As combinações, observando a Figura 24, podem ser variadas mesmo com apenas três modelos de cada módulo frontal e traseiro (por exemplo: projeto com os modelos A+CT, outro B+AT, C+BT, e assim segue aleatoriamente apresentando novas possibilidades). Com este tipo de lógica de alternância, é importante compreender que, os módulos centrais das carrocerias, apesar dos diferentes tipos de ônibus, variam basicamente no aspecto mensurável dos componentes, o que pode facilitar o desenvolvimento de diferentes modelos lançados pela empresa apenas na combinação dos módulos dianteiros e traseiros.

Ainda para o planejamento da execução do sistema é importante relatar sobre a inter-relação dos setores da empresa e como funciona o fluxo de informações para tal. A Figura 25 apresenta um modelo básico e que interliga os setores em relação ao Design, já que este deve estar ciente de todas as informações correlacionadas ao projeto para que possa executar a tarefa de criação e acompanhamento do desenvolvimento do mesmo.

Figura 25 – Modelo de ligação informacional de setores.



Fonte: Do autor.

Por fim, pode-se alocar ao sistema as tarefas pertinentes ao desenvolvimento de ônibus, que, neste caso, podem ser complementadas por ferramentas técnicas e teóricas, como as propostas pelos autores Baxter (2011), Bonsiepe (2012), Back *et al.* (2008) e Pahl *et al.* (2005), entre outros. A esquematização do sistema metodológico, contando com as informações predefinidas (áreas, etapas e ferramentas técnicas), poderá ofertar ainda um meio de controle e monitoramento, de forma virtual ou computacional, e também por relatórios e *check-lists* (tabelas de checagem) que poderão servir como documentos.

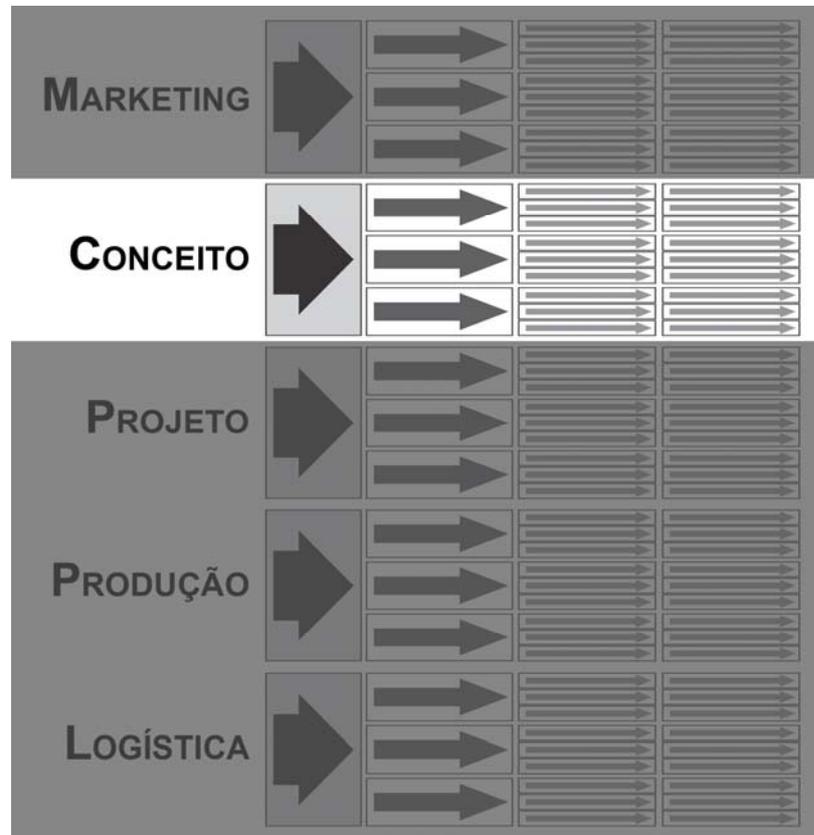
O raciocínio através de módulos ou unidades de conhecimento pode facilitar a empregabilidade de técnicas teóricas ou experimentais sobre um desenvolvimento fabril de ônibus, como é o objetivo deste trabalho. A estrutura de leitura sistemática resultante neste trabalho fomenta este tipo de raciocínio, o que permite uma flexibilidade metodológica de acordo com o necessário. Portanto, ainda como resultado, apresenta-se uma exemplificação da aplicação da etapa Conceitual relacionada ao desenvolvimento de ônibus, classe rodoviária, permitindo assim uma maior compreensão deste sistema metodológico e o raciocínio sobre o mesmo.

### 4.3 Exemplificação da aplicação prática

Compreendendo o sistema metodológico modular apresentado, incitando o uso deste raciocínio para com o projeto de ônibus, pode-se chegar a uma sincronia interessante, pois envolve projeto e processo de fabricação respectivamente, se, aplicado de forma completa (todas as áreas relativas ao desenvolvimento do projeto e produção). No entanto, nesta etapa,

busca-se apresentar somente a etapa de concepção, suas fases e ferramentas técnicas teóricas para a realização do mesmo, com o ideal de vislumbrar a aplicabilidade de um dos módulos do sistema estrutural abordado (Figura 26).

Figura 26 – Extração do módulo conceitual da estrutura sistemática.



Fonte: Do autor.

Como mencionado no item 2.2.2, o estilo visual é um fator bastante influente na atratividade de um produto induzindo ao entendimento semântico (de bom funcionamento), simbólico (valores sociais e pessoais) e intrínseco (estético). Sendo assim, a exemplificação da aplicação se foca no processo criativo/conceitual do produto carroceria/casulo de ônibus rodoviário, mais precisamente no aspecto externo. Portanto, na Figura 27 apresenta-se o módulo do sistema metodológico (retirado da estrutura generalizada conforme a Figura 26) relacionado ao processo conceitual, suas etapas e ferramentas técnicas baseadas nos autores Baxter (2011), Back *et al.* (2008), Bonsiepe (2012) e Groover (2011), com um grafismo visual mais apelativo aos conceitos estéticos.

Figura 27 – Módulo de concepção do sistema metodológico.



Fonte: Do autor.

Desfere-se destarte o início do processo pelas análises de similares, através do método paramétrico indicado por Baxter (2011) em consonância com a ferramenta de análise sincrônica de Bonsiepe (2012). Portanto, esta análise pode ser assimilada pelo Quadro 5 em que mescla as funções de *Benchmarking*<sup>6</sup> e pesquisa de similares, enunciando algumas características básicas para o contexto criativo como aerodinâmica, pregnância tecnológica, acabamento e quantidade de componentes visíveis. Avaliados os modelos de acordo com os quesitos/atributos relativos à pouco, razoável/regular, e expressivo/ótimo, através da pontuação (marcação) atribuída aos modelos das marcas encontradas no mercado brasileiro e que mais se destacam no mesmo.

<sup>6</sup> *Benchmarking* – Ferramenta técnica para avaliação de produtos similares na busca de aperfeiçoamento em um novo produto (BAXTER, 2011).

Quadro 5 – Análise de similares e paramétrica.

MODELOS	Forma aerodinâmica			Pregnância tecnológica			Acabamento externo			Quantidade de componentes ou subdivisões		
	Pouco	Razoável	Expressivo	Pouca	Razoável	Expressiva	Bom	Regular	Ótimo	Pouca	Razoável	Muita
MARCA - A	●				●			●			●	
MARCA - B			●		●		●					●
MARCA - C		●			●			●			●	
MARCA - D			●			●			●	●		
MARCA - E	●			●			●				●	
MARCA - F			●		●				●		●	

Fonte: Do autor.

Constatando os aspectos mais salientes do exterior do casulo do ônibus rodoviário através desta análise do Quadro 5, pôde-se relacionar estes fatores aos requisitos mínimos para desenvolver o processo criativo. Todavia, elenca-se a este processo, os requisitos que pressupõe-se já de domínio lógico e cognitivo do desenvolvedor da ideia, como as normas, regulamentos e demais obrigatoriedades como mencionadas no item 2.1.

Em continuidade à etapa de análises relatada na estrutura sistemática conceitual (conforme Figura 27), verificam-se os aspectos tecnológicos como sendo de grande importância no ramo automotivo e por estarem sendo empregados nos projetos atuais de veículos de diferentes classes. E, sendo assim, desenvolve-se uma matriz relativa às necessidades e tecnologias, no Quadro 6, que procede do estudo insinuado por Back *et al.* (2008).

Quadro 6 – Matriz de necessidades e tecnologias dispostas.

		Necessidades			
		Setor de consumo	Contexto social/consumismo	Montagem, fixação	Interesse de uso
Tecnologias	Câmeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automotiva de ré</li> <li>- Segurança</li> <li>- À prova d'água</li> <li>- Pequena com alta resolução</li> </ul>	Consumo em alta. Conhecimento da tecnologia bem estabelecida.	Fácil montagem e fixação. Tamanhos variados. Fixação por encaixe.	Ré. Retrovisores laterais. Interna no corredor.
	Monitores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DVD player</li> <li>- Tela flexível</li> <li>- LCD/LED</li> <li>- OLED</li> <li>- Alta resolução</li> <li>- De painel</li> <li>- Automotivo</li> </ul>	Consumo em alta. Conhecimento da tecnologia bem estabelecida. Aplicações diversas e em variados produtos.	Fácil montagem e fixação. Tamanhos variados. Fixação por encaixe ou com suporte.	Monitoramento e visão para o motorista.
	Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pequenas lâmpadas</li> <li>- LED flexível</li> <li>- Baixo consumo e bom rendimento</li> <li>- Embutida</li> <li>- Lente automotiva com processo customizado</li> </ul>	Consumo em alta. Conhecimento da tecnologia bem estabelecida. Uso automotivo e no mobiliário em crescimento.	Fácil montagem de fixação. Tamanhos reduzidos. Fixação por encaixe ou colagem.	Faróis. Lanternas e pisca. Iluminação de segurança lateral. Demais iluminações.
	Vidro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperado</li> <li>- Conformado em diversos formatos</li> <li>- Escuro, claro ou colorido</li> </ul>	Consumo em alta. Conhecimento da tecnologia de conformação e de aplicações bem estabelecidas.	Fácil montagem e fixação. Tamanhos variados e processo de moldagem facilitada. Fixação por fixadores, encaixe ou cola.	Adequação à carenagem. Laterais subdivididas e com recorte especial. Parabrisa com suporte estrutural interno. Envidraçamento superior para vista panorâmica.

Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008).

Esta matriz, demonstrada no Quadro 6, permite verificar alguns atributos a se considerar no processo criativo do ônibus rodoviário, buscando vincular às ideias estes detalhes, como: utilizar câmeras como retrovisores; monitores para o controle do motorista; iluminação através do uso de lâmpadas de menor consumo de energia e boa efetividade; usufruir da tecnologia de fabricação para a construção de vidros curvos.

Adentrando na etapa de geração de alternativas e consentindo com Baxter (2011), considera-se o processo de inspiração inicial (e até mesmo analogias direcionadas) como parte essencial na estilização do conceito de novos produtos. Portanto, oportunizam-se painéis visuais (Figuras 28 e 29) que orientam o desencadeamento criativo relacionado ao contexto almejado, fomentando a incubação da ideia e organizando desta forma um processo mental mais orientado para o resultado, como também é explicado por Back *et al.* (2008), gerando uma introspecção ao idealizador.

Figura 28 – Painel de estilo de vida de usuários.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 – Painel de expressão do produto.

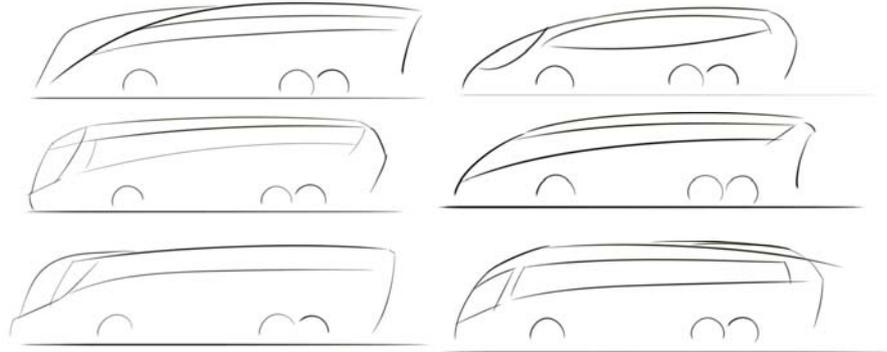


Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes painéis apresentados oferecem um entendimento de estilo e esquematização de ideais para o produto, onde: o painel relacionado ao estilo de vida (Figura 28) insinua o conceito do usuário que pratica esportes, tem família, lazer e entre outros hábitos, considerando o aspecto social como de grande valor; no painel de expressão do produto (Figura 29) podem-se elencar elementos relacionados à velocidade, estética automotiva, força e entre outros atributos que podem ser vinculados ao pensamento criativo e respectivo a cada um destes.

Desta forma, parte-se para o desenvolvimento de alternativas ou conceitos, pois como afirma Baxter (2011) e Back *et al.* (2008) os princípios do pensamento criativo já estão em progressão devido aos estudos elaborados e o conhecimento adquirido do produto, que neste caso é o ônibus rodoviário. Sendo assim, a Figura 30 apresenta uma técnica que busca por linhas expressivas do ônibus, também conhecida por *streamline*, atrelando ao conceito aerodinâmico.

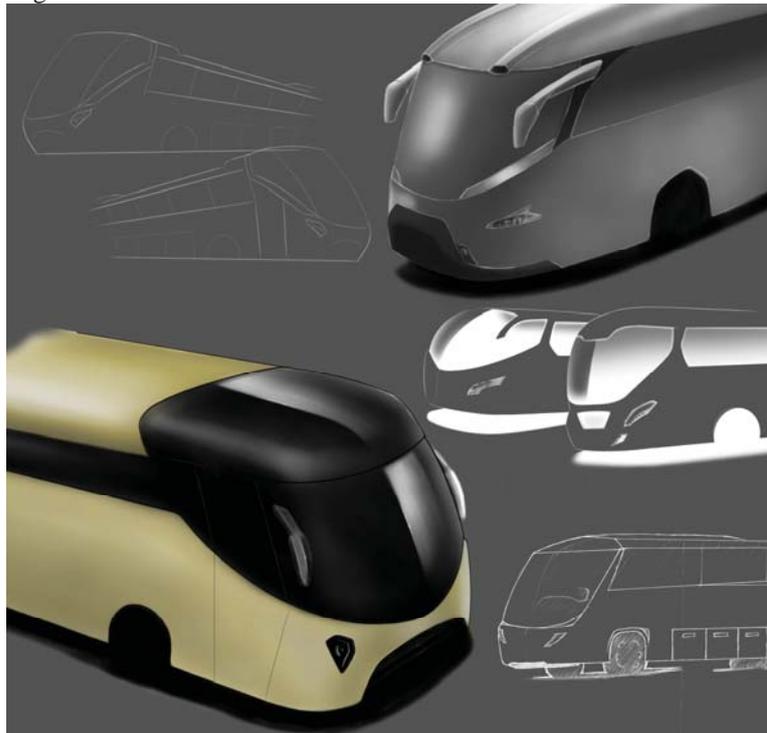
Figura 30 – Alternativas com *streamline*.



Fonte: Do autor.

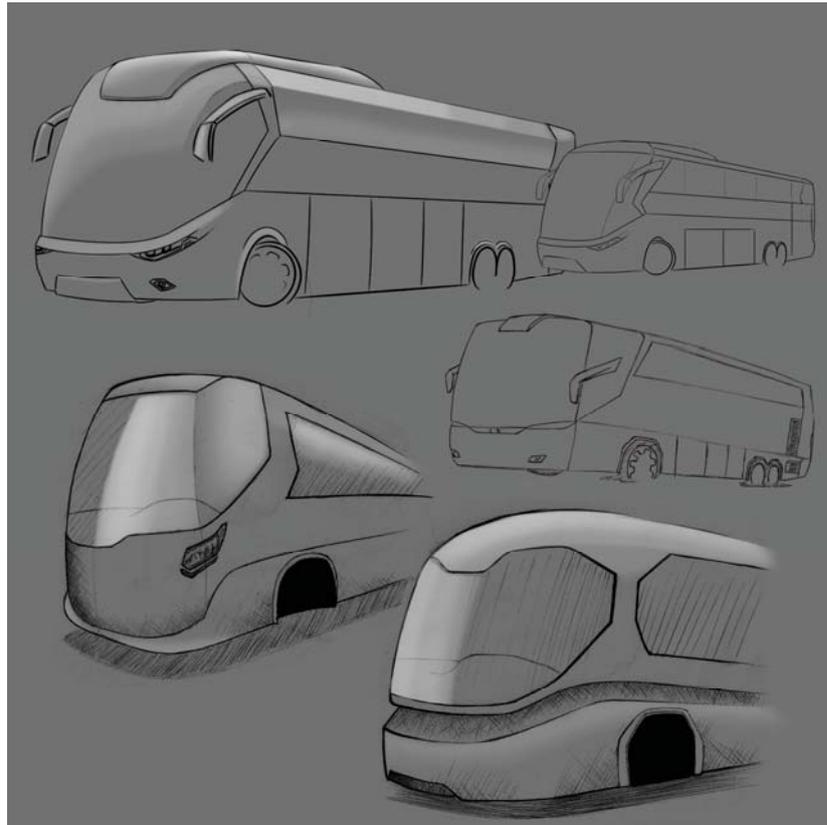
Posterior a este momento criativo, desenvolve-se um novo, com novas ideias de forma, expressividade e composição, como se pode verificar pelas Figuras 31 e 32.

Figura 31 – Alternativas.



Fonte: Do autor.

Figura 32 – Alternativas.



Fonte: Do autor.

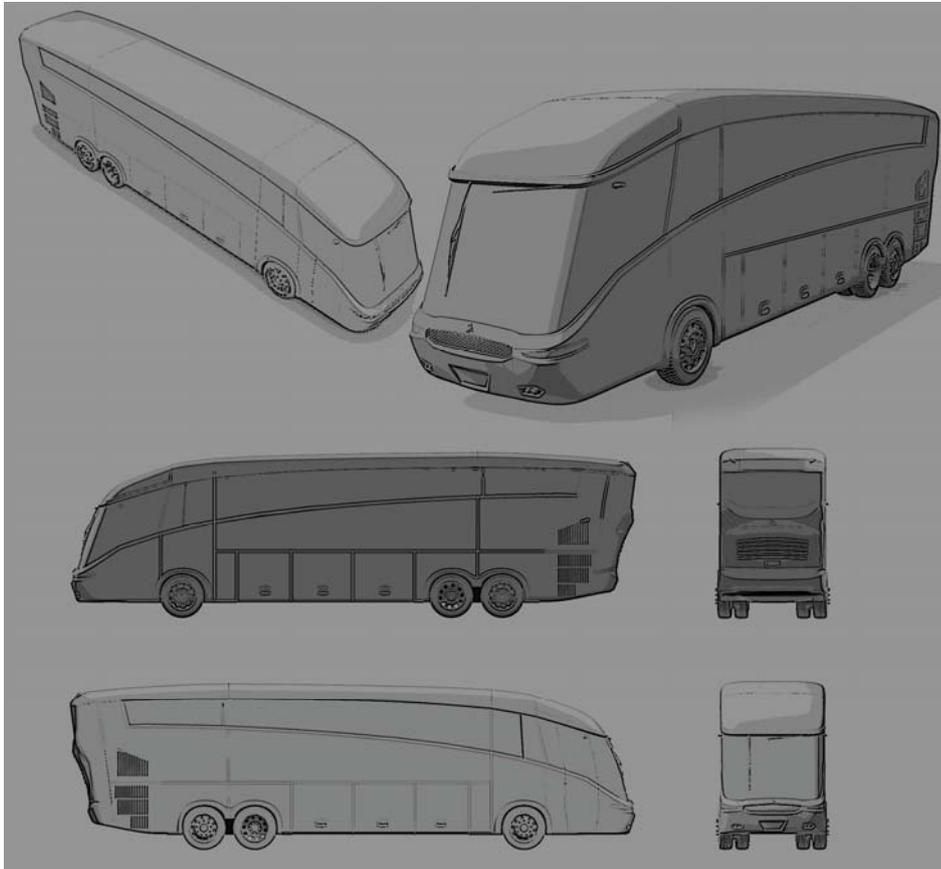
Neste desenvolvimento de alternativas, buscou-se aprimorar os conceitos de forma livre e com o intuito de aplicabilidade fabril. Porém, há a necessidade de seleção de uma alternativa, e para tal, pode-se usufruir de diversos parâmetros e ferramentas, como menciona Baxter (2011). Uma das técnicas mais expressivas é por votação em um grupo composto por membros selecionados de acordo com seus cargos e/ou experiência em relação ao produto, com visão comercial e de mercado. Já para este trabalho, optou-se por desenvolver, de forma ainda mais visual, o resultado conceitual, pela modelagem tridimensional, que promoverá maior vislumbre da possibilidade de produção ou não do mesmo.

Para afirmar isto cita-se Ferroli e Librelotto (2012) contextualizando que, em um processo projetual com ênfase em resultados satisfatórios, é imprescindível o uso de modelos ou protótipos que possam demonstrar características passíveis de discussão e modificações até a sua concepção final. O modelo ou protótipo deve passar por análises críticas e decisórias, já que, atualmente, em um ambiente virtual permitem-se testes e experimentos físicos e interativos (como o uso de Elementos Finitos e sistemas CAE por exemplo).

Assim sendo, aprimora-se a ideia suscitada através do uso da computação gráfica, gerando um modelo mais expressivo e constando as características até então investigadas. Na

Figura 33 mostra-se, em várias vistas, o modelo conceito disposto para análise, promovendo o entendimento tridimensional e detalhado do mesmo.

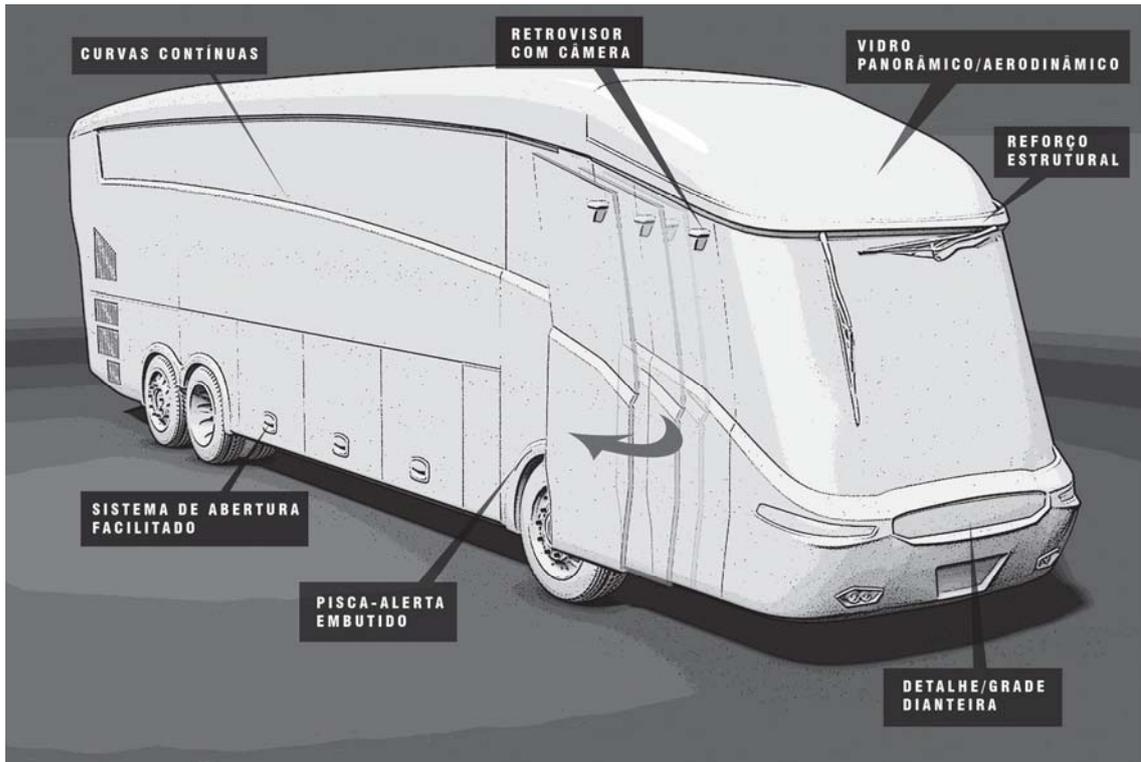
Figura 33 – Modelo conceitual tridimensional.



Fonte: Do autor.

Em continuidade ao processo de refinamento do conceito gerado, analisam-se as características atribuídas ao modelo, segundo o que foi enunciado e estudado pela etapa de análises, pela matriz de necessidades e tecnologias (Quadro 6). Atentando à adequação destas características no conceito gerado, sendo apresentado e explicado pela Figura 34.

Figura 34 – Atributos do modelo conceitual.



Fonte: Do autor.

Este detalhamento apresentado na Figura 34 auxilia para o entendimento produtivo e permite a avaliação do setor de projeto que poderá intervir nesta fase, redirecionando a conceituação ou relatando seu aval para o mesmo. Isso pode ocorrer devido a interligação dos setores e a comunicação gerada entre os mesmos, facilitando o empenho na realização do projeto e preparando as etapas posteriores seguindo o que vai sendo desenvolvido.

Para melhor compreensão do conceito gerado, apresentam-se, na Figura 35, vistas com o detalhamento visual através do modelamento virtual (3D) com sistema CAD, que permite visualizar a malha poligonal dos sólidos virtuais e também a morfologia do conjunto desenvolvido (volume). Este modelo tridimensional do conceito de ônibus rodoviário é então o modelo finalmente selecionado.

Figura 35 – Modelagem e renderização do conceito.



Fonte: Do autor.

Vincula-se à esta forma tridimensional, aspectos de materiais e composição que permitem a execução do processo de renderização (cálculos de ótica e comportamento dos materiais em relação à luminescência, gerando reflexão, refração e sombra, apresentando características de acabamento superficial e entre outros detalhes físicos), através de programas específicos que resultam em imagens mais realistas do que se pretende executar. A Figura 36 apresenta o resultado deste processo de fotorrealismo onde se aloca o conjunto ônibus rodoviário tridimensionalmente desenvolvido (o conceito 3D) em ambientes também virtuais, com o objetivo de auxiliar na compreensão visual do mesmo.

Figura 36 – Painel de simulação gráfica do conceito de ônibus rodoviário.



Fonte: Do autor.

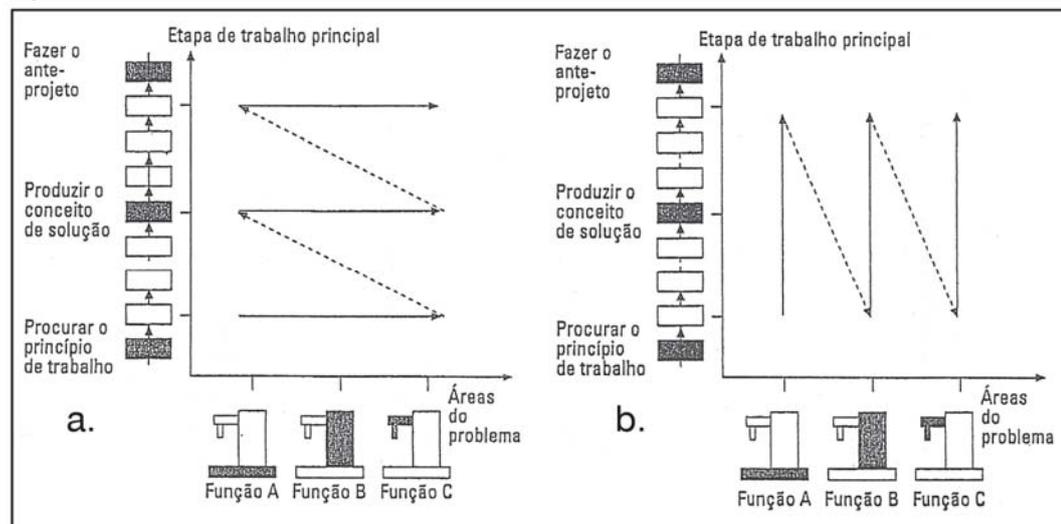
É coerente salientar que, a partir de um modelo selecionado, este ainda deve seguir para avaliações mais precisas e dedicadas, onde se confirma a exequibilidade produtiva e conveniência comercial. E, então, convertido em um projeto detalhado que pode ser transferido para o planejamento de manufatura e montagem.

Deste modo, também é possível compreender a importância da comunicação interna e a inter-relação entre os setores envolvidos, pois há uma necessidade de troca de informações que podem orientar e atribuir melhorias à cada um dos processos do desenvolvimento de ônibus. Inclui-se nesta relação as áreas do Design e Engenharias, em que se pode trabalhar com o conceito de Engenharia Simultânea, assim como indica Back *et al.* (2008), trocando informações precisas e tornando o conceito ainda mais plausível de execução fabril e posterior comercialização.

#### 4.4 Discussão dos resultados

Uma relação importante a se destacar, neste trabalho, são os meios para evidenciar uma solução partindo de um problema específico. O autor Pahl *et al.* (2005) apresenta uma variação chamada de estilos individuais de trabalho, onde uma pessoa pode seguir pensamentos generalizados (Fig. 37, a) ou focados (Fig. 37, b).

Figura 37 – Estilos individuais de trabalho.



Fonte: Pahl *et al.*, 2005.

O resultado do trabalho remete-se à uma estrutura sistemática (Figura 23), ou seja, um modelo de leitura metodológica que pode ser usufruída para variadas aplicações ou direcionada a componentes especificadamente de um conjunto. A estrutura ou um módulo da estrutura (como por exemplo o setor/área de projeto) pode ser desenvolvida para orientar o desenvolvimento de apenas um dos componentes do ônibus, seja qual for sua categoria. Sendo assim, há que se planejar o uso deste sistema para que possa servir na orientação e também no monitoramento do mesmo.

Ressalta-se, ainda, que o objetivo não é criar uma nova metodologia, mas sim fomentar o uso de ferramentas técnicas teóricas ou experimentais, e até mesmo adaptar uma metodologia existente para esta estrutura desenvolvida, ou partes da mesma. No entanto, é possível ainda inserir novas colunas a partir das ferramentas técnicas (de cada tarefa) como ferramentas secundárias de apoio ou auxílio da solução daquela tarefa específica.

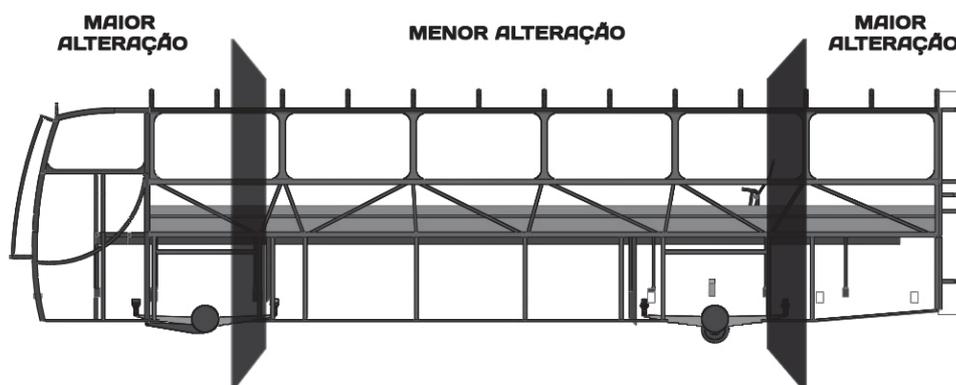
Para complementar, esta estrutura pode ser alocada a um sistema computacional, contando com um banco de dados que conste as ferramentas técnicas relacionadas à cada

etapa ou setor, e possibilitando o acesso para monitoramento, atualização e orientação pelo mesmo.

A exemplificação foi adotada para demonstrar o uso deste sistema de linguagem visual e por isso optou-se pelo setor de concepção em que apresenta-se um resultado coerente com o objetivo de direcionamento à área de produção de carrocerias de ônibus. Contudo, pode ser indicado para trabalhos futuros, a aplicação deste sistema nas outras áreas ou setores como o *marketing*, projeto, produção, logística e até mesmo comercialização de ônibus. Sendo que, para tal, exigirá a predisposição de tarefas e ferramentas técnicas para cumprimento destas, relacionadas à cada área aplicada para o processo.

Calçado à afirmação de Pahl *et al.* (2005) onde apresenta a importância do desenvolvimento de produto de forma que seja atrativo e disposto na ocasião devida no mercado, o produto também deve ser conduzido por procedimentos de boas soluções, planejável, flexível, otimizável e passível de verificação. Sendo assim, o processo modular pode atender às alterações mais emergentes e agregar valor ao produto, além de facilitar o processo de fabricação, como se pode perceber pela indicação da Figura 38 em que verifica-se os pontos de maior e menor alteração no projeto de ônibus.

Figura 38 – Divisão básica da estrutura de ônibus.



Fonte: Do autor.

Considerando ainda a praticidade projetual e adequação do Design para o exterior do veículo de forma que facilite o processo de fabricação, o resultado deste trabalho também apresenta um meio de modularizar este processo, baseado no entendimento relatado na Figura 38 em que apresenta os módulos ou divisões de maior e menor alterações. Na Figura 39 verifica-se a conceituação que provém de uma modularização, onde um modelo de ônibus pode diferir do posterior modelo, principalmente pela alteração de seu estilo exterior aplicado basicamente à dianteira e traseira do mesmo.

Figura 39 – Alterações básicas do estilo do ônibus.



Fonte: Do autor.

Estas alterações dos modelos apresentados na Figura 39, foram desenvolvidas a partir do pensamento modular, onde, simplesmente, foram alteradas características estéticas, e consequentemente funcionais, do ônibus atual. Assim, obtém-se um novo modelo do produto ônibus rodoviário que pode ser ofertado em continuidade ao anterior, no mercado, passando unicamente por uma atualização morfológica e pouca alteração estrutural que exija do fabricante grandes mudanças no processo de fabricação ou layout fabril.

Em resumo, a estrutura sistemática desenvolvida apresenta a possibilidade do pensamento modular e portanto, torna-se flexível para expansão ou adaptação conforme o necessário. O que pode servir de inclinação ao uso da mesma, inclusive pela facilidade de leitura de forma contínua e condicionante às etapas ou tarefas precedentes. Este resultado caracteriza-se da seguinte forma:

- Estrutura sistemática, pois segue um sistema de leitura e compreensão de dados interligados;

- Voltado a aplicação na indústria, desenvolvido e idealizado com o foco para a área industrial pela facilidade de compreensão dos dados alocados e a orientação pelas etapas, vinculado à redução de tempo através disto;
- Diferencia-se das demais estruturas por evidenciar a objetividade e principalmente pelo pensamento nos processos de forma modular, ou seja, permite o planejamento e gerenciamento de cada setor/área individualmente, mesmo que interligados;
- Permite o raciocínio de forma modular tornando o trabalho ou processo ainda mais focado e específico;
- Torna-se flexível por permitir alterações, atualizações, modificações ou expansões conforme é necessário;
- Permite o uso em diversas áreas ou produtos, assim como pode ser utilizado de forma mais específica, como por exemplo, para cada componente de um projeto.

## 5 CONCLUSÃO

Ao decorrer deste trabalho constatou-se um estudo de caráter exploratório que permite a compreensão do pensamento projetual, ferramentas técnicas como as de concepção para o processo de desenvolvimento de ônibus. Relacionam-se, ainda, as perspectivas profissionais das áreas do Design e Engenharias através das informações de projeto interligadas no desenvolvimento de um produto, principalmente na concepção, e também quando este é realizado de forma integral, ou seja, com todas as etapas do desenvolvimento projetual e de produção.

O compromisso deste trabalho de dissertação ocorre na estruturação de um modelo de leitura metodológica, com seu desenvolvimento permeando os capítulos 3 e 4 em que apresenta seu resultado, que têm-se como cumprido. Contudo, um aspecto importante a se relatar, como concludente, é que apresenta um meio que presume praticidade pela organização das etapas e ferramentas técnicas, através da linearidade da estrutura gráfica e a leitura contínua de seus dados. Essa estrutura permite usufruir de métodos teóricos para melhoria de processos em âmbito industrial, pois busca ser flexível e tende à melhoria contínua para sua atualização e uso eficiente.

Atendendo à realidade do mercado e ao seu nível competitivo, agregar valor ao produto é uma questão fundamental. Adicionar ao produto ônibus atributos e características que o diferencie dos demais de maneira objetiva, visível e concreta é uma tarefa que exige um planejamento de forma precisa e que pode ser alocada ao sistema desenvolvido, dando suporte ao seu desenvolvimento.

É conveniente citar, ainda, que o sistema modular metodológico resultante deste trabalho, pode ser aplicado e utilizada em outras áreas projetuais, permitindo, no entanto, a gestão de tarefas coligadas que fazem parte de um macro sistema operacional, ou setor. Em outras palavras, o planejamento e o gerenciamento do projeto, desde sua demanda até seu destino final, podem ser atribuídos neste sistema que servirá de base para todas as funções do processo.

Também é válido ressaltar que, apesar da aplicação exemplificada para o conceito exterior do casulo de um ônibus rodoviário, o sistema metodológico pode ser vinculado também para cada parte, componente (poltrona, painel, banheiro, etc.) ou conjunto que compõem o ônibus, indiferente de sua classe. Este, portanto, pode ser indicação de um

trabalho futuro, tanto quanto a programação computacional a partir do modelo estrutural apresentado neste trabalho.

Por fim, consideram-se atendidos os objetivos deste trabalho, como a compreensão de algumas estruturas metodológicas, através do referencial bibliográfico, que auxiliou no desenvolvimento da estrutura resultante deste trabalho, assim como o processo de desenvolvimento de ônibus e suas imprescindíveis condicionantes. A vinculação do raciocínio modular à metodologia de desenvolvimento de ônibus, de forma conceitual e projetual, permitindo a construção de variados modelos com alterações mais simples em sua estrutura. Exemplificando, através de uma idealização, a aplicação do sistema estrutural metodológico em um processo de projeto conceitual de ônibus rodoviário, usufruindo de ferramentas técnicas oportunizadas pela teoria de alguns autores, e, comprovando a funcionalidade do sistema como orientação metodológica com ênfase em resultados.

## REFERÊNCIAS

- ANTT. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/>> Acesso em: 25 maio 2013.
- ANTUNES, Junico et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BACK, Nelson et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BONSIEPE, Gui. **Design como prática de projeto**. São Paulo: Blucher, 2012.
- CARREGARI, André Luiz. **Estudo do escoamento de ar sobre a carroceria de um ônibus usando um programa de CFD e comparação com dados experimentais**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da USP. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-23082006-090843/>> Acesso em: 22 set. 2013.
- CAVALIERI, Adriane et al. **Como se tornar um profissional em gerenciamento de projetos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.
- DENIS, Rafael Cardoso. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- DICIONÁRIO inFORMAL**. Disponível em: <<http://www.dicionarioinformal.com.br/>> Acesso em: 18 jun. 2013.
- FABUS**. Disponível em :<<http://www.fabus.com.br/>> Acesso em: 25 maio 2013.
- GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto, Sistema de Leitura Visual da Forma**. São Paulo: Escrituras, 2000.
- FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Aplicação das ferramentas FEAP-SUS, FEM e ESA em modelo funcional de escala reduzida**. Artigo publicado na revista Design & Tecnologia, nº 04, 2012. Disponível em: <<http://www.pgdesign.ufrgs.br/designtecnologia/index.php/det/article/view/77>> Acesso em: 15 set. 2013.
- GIRARDI, Roberto da Motta. **Aerodinâmica de veículos terrestres**. Disponível em: <[http://www.prandiano.com.br/html/fr\\_rev.htm](http://www.prandiano.com.br/html/fr_rev.htm)> Acesso em: 15 set. 2013.
- GOMES, Luiz Vidal Negreiros. **Criatividade: projeto < desenho > produto**. Santa Maria, RS: sCHDs Editora, 2004.

GRAZIANI, Álvaro Paz; SANTOS, Antonio José dos; BATIZ, Eduardo Concepción; PACHER JÚNIOR, Neuton Jorge. **Otimização de processo através de manufatura celular na fabricação de compressores herméticos em uma unidade industrial localizada em Joinville.** Artigo apresentado em: Revista eletrônica de Engenharia de Produção. V.3 N.1 2013. Disponível em: <<http://www.sociesc.org.br/producaoemfoco/index.php/producaoemfoco/issue/view/4>>. Acesso em: 15 set. 2013.

GROOVER, Mikell. **Automação industrial e sistemas de manufatura.** 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Disponível em: <<http://www.ita.br>> Acesso em: 10 set. 2013.

MINTZBERG, Henry; QUIM, James Brian. **O processo da estratégia.** Trad. James Suderland Cook, 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

PAHL, Gerhard [et al.]. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações.** São Paulo: Blucher, 2005.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba: Ibpx, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/valcinetemacedo/disciplinas/metodologia-do-trabalho-cientifico/e-book-mtc>> Acesso em: 12 set. 2013.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. **Gerência de produtos para a gestão comercial: um enfoque prático.** Curitiba: Ibpx, 2010.

SERTEK, Paulo; GUINDANI, Roberto Ari; MARTINS, Tomas Sparano. **Administração e planejamento estratégico.** Curitiba: Ibpx, 2011.

TORRES, José Belo; AZEVEDO, Amanda Costa; DIAS, Mateus Jatobá. **Um modelo de projeto de processos utilizando a modelagem de processos.** Artigo apresentado em: Revista eletrônica de Sistemas e Gestão. V. 9 N.1 2014. Disponível em: <<http://www.uff.br/sg/index.php/sg/article/view/V9N1A3/SGV9N1A3>> Acesso em: 22 mai. 2014.

VIERO, Carlos Frederico. **Metodologia de projeto para arranjo estrutural de carroceria de ônibus através de sistemas modulares: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. 2013.

WEBER, Ana Veronica Paz y Mino Pazmino. **Modelo de ensino de métodos de design de produtos.** 2010. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de

Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0721262\\_2010%20pretextual\\_1.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0721262_2010%20pretextual_1.pdf)> Acesso em: 10 set. 2013.

WILDAUER, Egon Walter. **Plano de negócios: elementos constitutivos e processo de elaboração**. Curitiba: Ibplex, 2010.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos fluidos [recurso eletrônico]**. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=Ey-5hCzubugC&pg=PA4&dq=white+2011+aerodinamica&hl=pt-BR&sa=X&ei=qQEuU5H0N6P40gHOgoHAAg&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=white%202011%20aerodinamica&f=false>> Acesso em: 10 set. 2013.