

INTRODUÇÃO AO PROJETO E MANUFATURA

ENGENHARIA DE PROJETO

LUCIANA MONTANARI

O QUE É PROJETO?

- Criar algo que nunca existiu
- Arranjar coisas existentes de maneira a satisfazer uma necessidade da sociedade.
- O Projeto estabelece e define soluções de problemas nunca resolvidos, ou novas soluções de problemas que já foram resolvidos de outra maneira.
- É um processo criativo que inclui a síntese de muitas disciplinas.

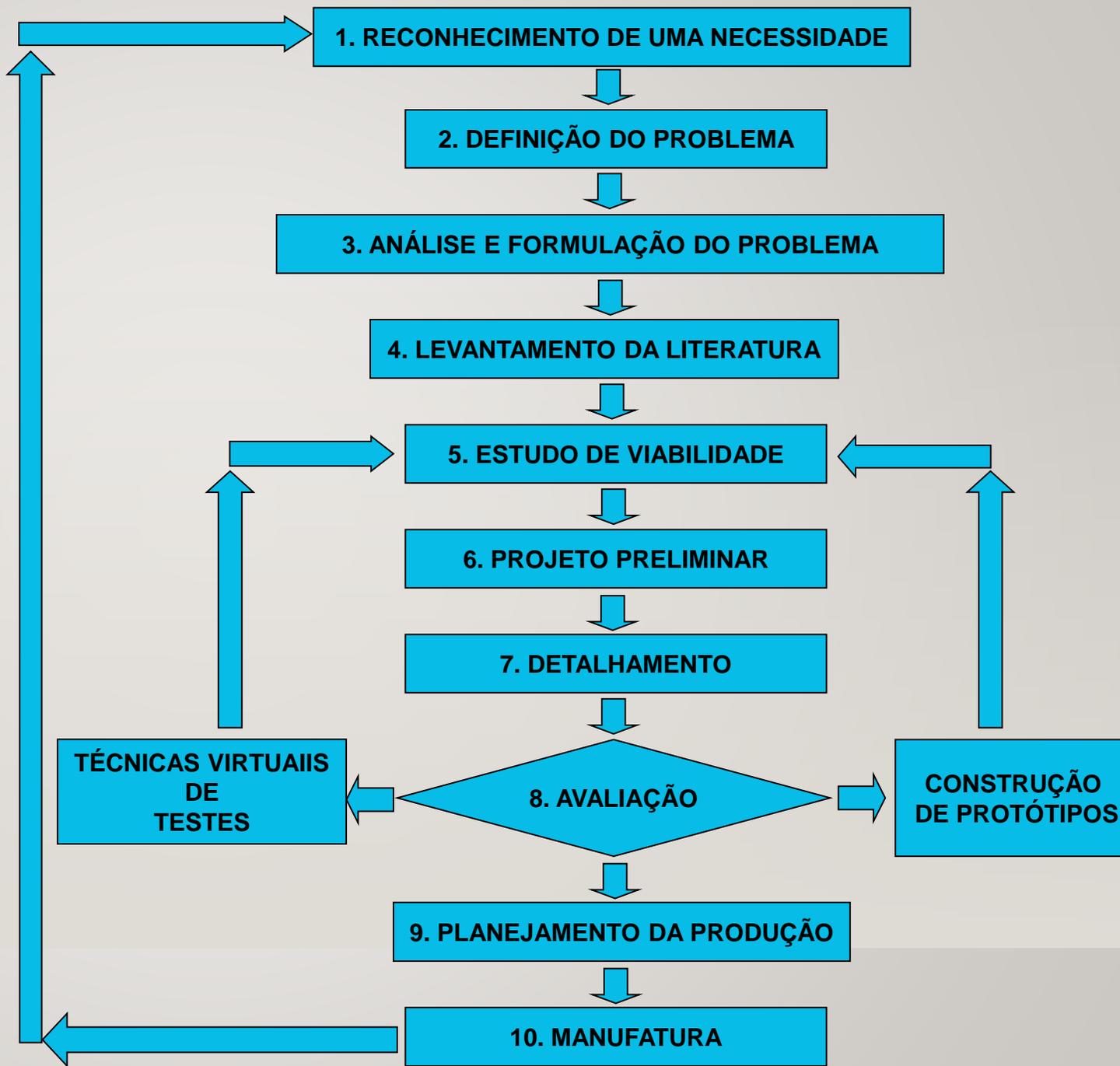
O QUE É PROJETO?

O processo de estabelecimento de exigências baseadas nas necessidades humanas, transformando as especificações e funções (assunto ou restrições) que são mapeadas em soluções de projeto (usando criatividade, princípios científicos e conhecimentos técnicos) e que podem ser economicamente produzidas” (EVBUOMWAN et al. 1996).

PROJETO

- ❖ Projeto é uma atividade sequencial;
- Exploração de sistemas alternativos
- Formulação de modelos matemáticos
- Especificação de componentes
- Seleção de materiais

PROCESSO DE PROJETO



I. RECONHECIMENTO DE UMA NECESSIDADE

❖ Necessidades geralmente surgem de uma insatisfação

- Reduzir o custo
- Aumentar a confiabilidade/eficiência
- Mudar

❖ Quem identifica

- Um engenheiro criativo
- Gerência de pessoal ou vendas
- Setores do governo
- Políticos

EXEMPLO

Suponha que uma estrada esteja congestionada e causando atrasos aos motoristas!!!!



“Como podemos criar um sistema de transporte que mova mais pessoas de forma rápida e eficiente?”

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

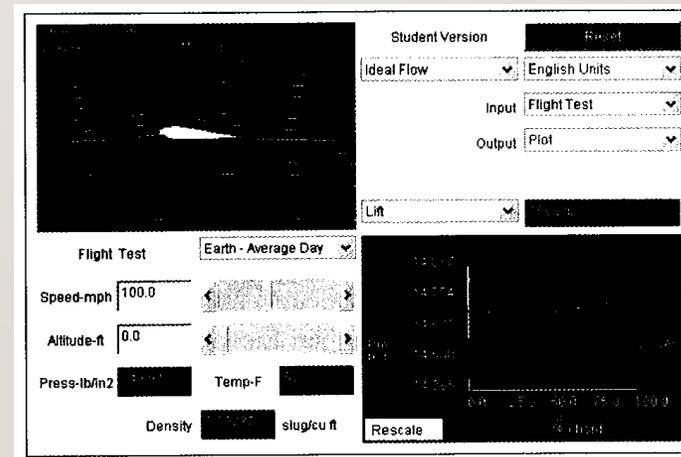
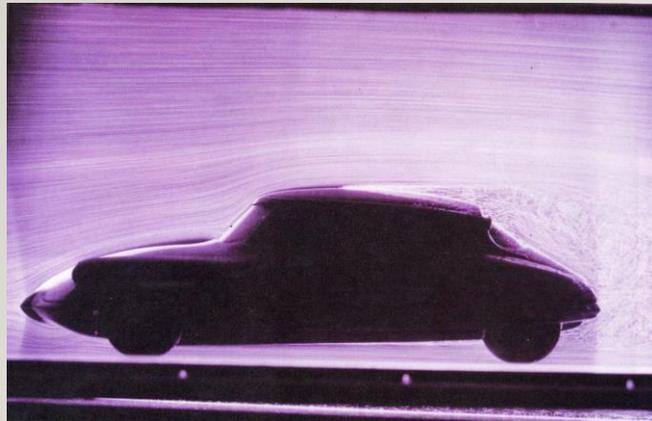
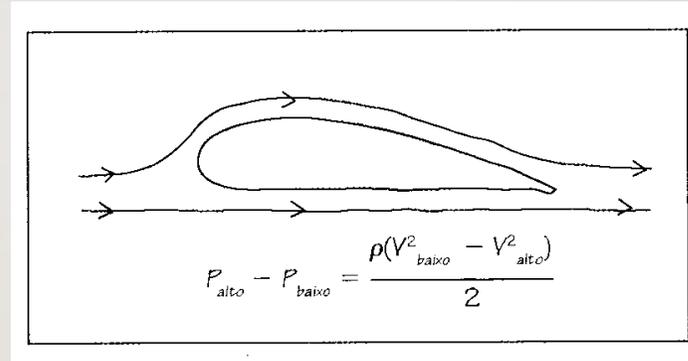
- Apresentação do problema
- Objetivos e metas
- Definições de termos técnicos
- Restrições
- Critérios de avaliação



3. ANÁLISE E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

❖ Para projetar algo:

- Use a disciplina apropriada da ciência
- Escolha as ferramentas
- Simplifique através de modelos



<http://stoa.usp.br/fep0114/weblog/5703.html>

MATEMÁTICA

FÍSICA

ECONOMIA

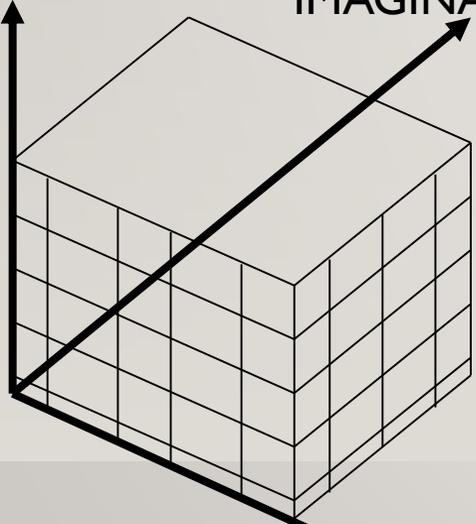
Arte e Ciência
do Projeto

PRÁTICA

MANUFATURA

SABEDORIA

IMAGINAÇÃO



CONHECIMENTO

4. LITERATURA

- Biblioteca (<http://biblioteca.eesc.usp.br>)
- Internet
- Relatórios Técnicos
- Relatórios de Empresas
- *Journals* (<http://www.sibi.usp.br/bases-dados/>; http://www-periodicos-capes-gov-br.ez67.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_phome&Itemid=68&)
- Patentes (<http://ip.thomsonreuters.com/training/derwent-world-patents-index>)
- Catálogos
- Manuais etc.

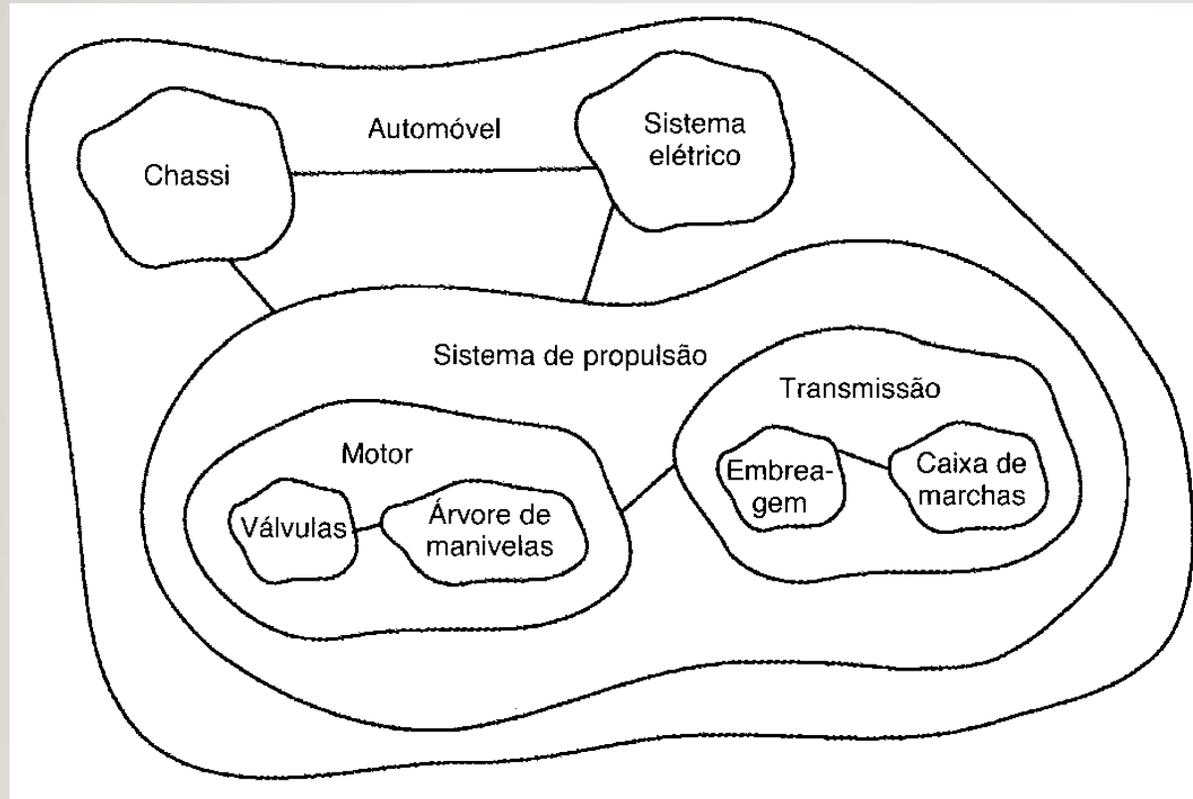
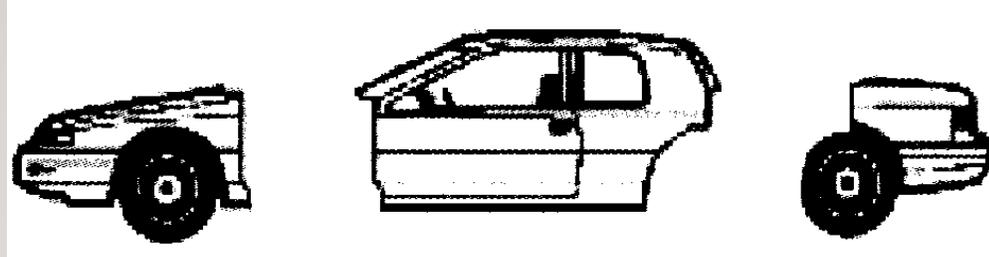
5. ESTUDO DA VIABILIDADE

- ❖ Avaliação das soluções,
 - Factibilidade tecnológica
 - Factibilidade física
 - Vantagem econômica
 - Viabilidade financeira

6. PROJETO PRELIMINAR

- ❖ Não corra detalhando o projeto !..
- ❖ Divida o sistema em blocos funcionais
- ❖ "checklist";
 - Função
 - Resistência
 - Estética
 - Viabilidade etc.
- ❖ A partir daqui alterações tornam-se extremamente caras

REDES E SISTEMAS



METODOLOGIA DE PROJETO

Fluxo de atividades com base em etapas, que devem ser seguidas pelo projetista para que se possa, a partir da definição da lista de requisitos de projeto, encontrar uma solução adequada para o problema em estudo.

METODOLOGIA DE PROJETO

Seleção de material

Primeira tentativa de escolha de materiais

Metais, cerâmicas, polímeros, compósitos

Reúna dados sobre materiais

Custo, densidade

Propriedades elásticas: Módulo de elasticidade (E), coeficiente de Poisson (ν)

Limite de escoamento (σ_y)

Dureza H ($\approx 3 \sigma_y$)

Limite de resistência, σ

Deformação, ϵ

Tenacidade à fratura, K_c

Resistência à fadiga, σ_e

Coeficiente de expansão térmica, α

Condutividade térmica, K

Calor específico, c

Resistência ao choque térmico

Projeto de componente

Primeira tentativa de projeto de componentes

Definição de condições operacionais

Análise aproximada dos esforços

Tensão média

Momentos de curvatura

Cargas de empenamento

Concentrações de tensões

Tensões de contato

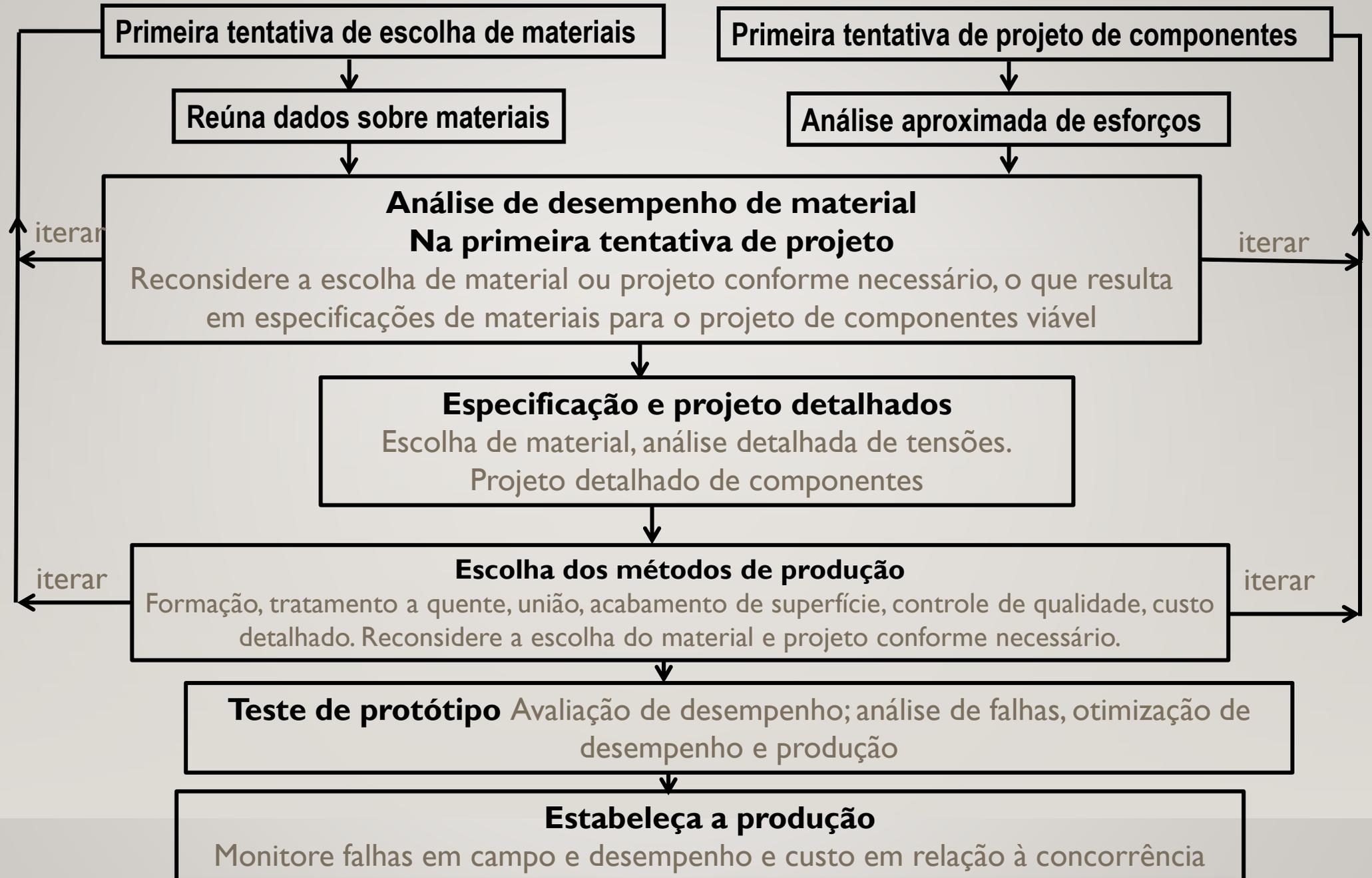
Deflexões permissíveis

Tensões de fadiga

Outras restrições

Ambiente

Temperatura



7. DETALHAMENTO DO PROJETO

❖ Para cada bloco funcional;

- Forma & Dimensões
- Tolerâncias & Propriedades Superficiais
- Materiais
- Processos de fabricação
- Decisões comerciais
- Marketing & Serviços
- Descarte & Vida útil
- Melhorias

❖ Resultado: Modelos & Desenhos Técnicos

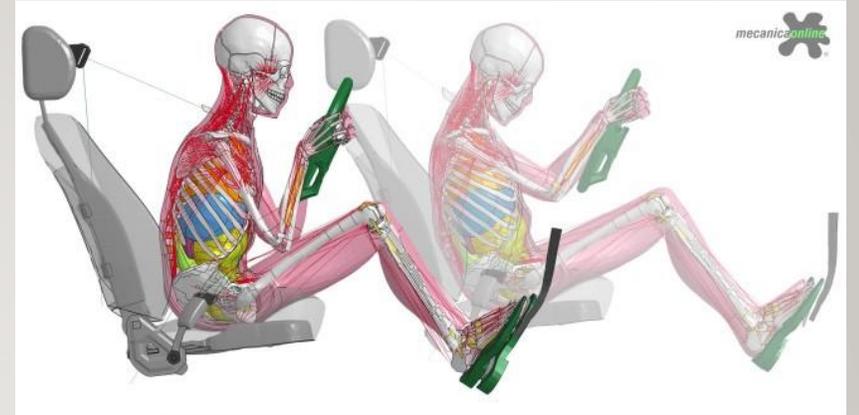
8. AVALIAÇÃO

❖ Técnicas de testes virtuais

- Integração de computadores no projeto e processo de fabricação
- Simulação, Animação, Análise FEM
- CAD / CAM / CAE

❖ Construção de protótipos e testes usando técnicas de laboratório

- Fácil, barato, fácil de revisar



9. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

❖ Muito planejamento precisa ser feito.

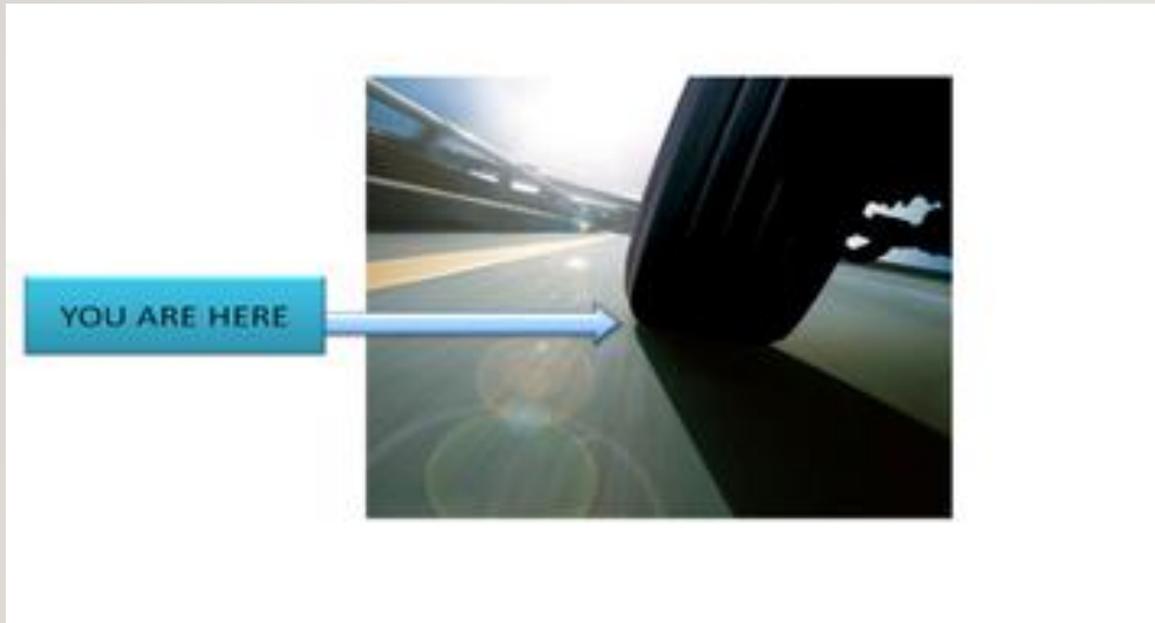
- Planejamento de vendas
- Planejamento a longo prazo
- Gerenciamento de demanda
- Planejamento de necessidade de materiais
- Relações com os consumidores



<https://www.grzero.com.br/curso-de-administracao-e-planejamento-da-producao-gratuito/>

MANUFATURA

❖ That is the point where the rubber meets the road !..



REFERÊNCIAS

- Dieter, George E., Engineering Design, A Materials and Processing Approach
- <http://www.cetex.de/cetex/eng/ausstat.htm#gv>
- <http://www.sapgenie.com/sapfunc/pp.htm>
- <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/buildall/key/keyI904.html>

PROJETO CONCEITUAL

- O que é projeto conceitual
- Objetivos do projeto conceitual
- As principais etapas do projeto conceitual
- Geração e avaliação de alternativas conceituais



<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2011/10/citroen-desenvolve-carro-conceitual-no-formato-de-ovo.html>

É o esboço da ideia do produto expressa através de uma forma estética que leva em conta os requisitos ergonômicos, funcionais e de estilo.



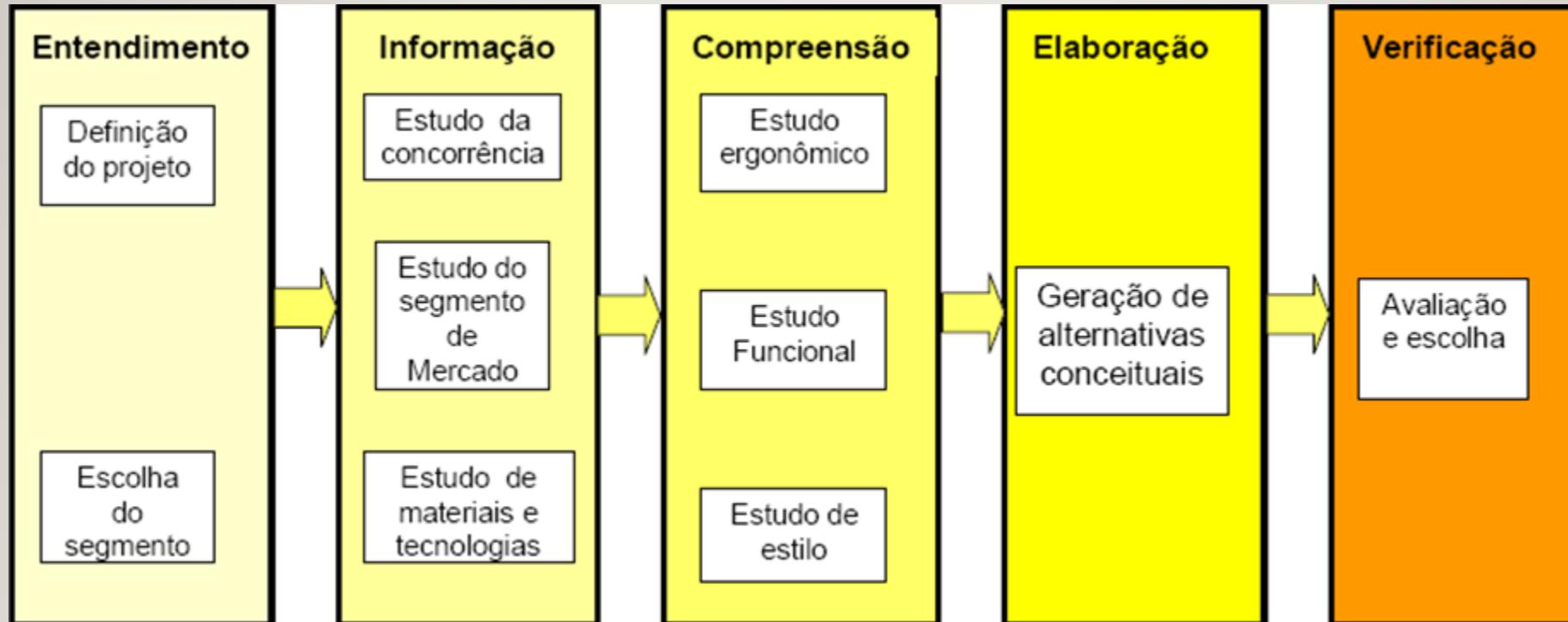
<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/04/caneta-conceitual-poderia-transformar-calor-do-corpo-humano-em-energia.html>

OBJETIVOS DO PROJETO CONCEITUAL

- Desenvolver as linhas básicas em termos de forma de produto
- Produzir um conjunto de princípios ergonômicos, funcionais e de estilo
- Integra no projeto do produto as restrições relacionadas com a empresa e o contexto.



ETAPAS PROJETO CONCEITUAL



I. DEFINIR O PROJETO

- O quê – qual é o produto/serviço/processo a ser desenvolvido
- O porquê – a justificativa, baseada em análise de anseios e necessidades do usuário, ideias e oportunidades e análise do mercado
- Para quem – perfil do usuário (faixa etária, aspectos socioculturais, ergonômicos, poder aquisitivo, estilo de vida, anseios e necessidades, imagem, etc.)
- Onde/Quando – local, período, frequência de uso
- Como – condicionantes, requisitos (funcionais, técnicos, econômicos, de aparência, etc.), especificações gerais (materiais, acabamentos, etc.)

2. DEFINIR O SEGMENTO

❖ Aspectos a considerar

- Tamanho do segmento
- Potencial de consumo
- Taxa de crescimento
- Acessibilidade



OBJETIVO DA SEGMENTAÇÃO

- Impossibilidade de atingir todos os consumidores em função da diversidade de necessidades
- Criar um monopólio pela dependência da necessidade suprida pelo produto
- Aproximar as características do produto ofertado às necessidades do segmento



SEGMENTAÇÃO GEOGRÁFICA

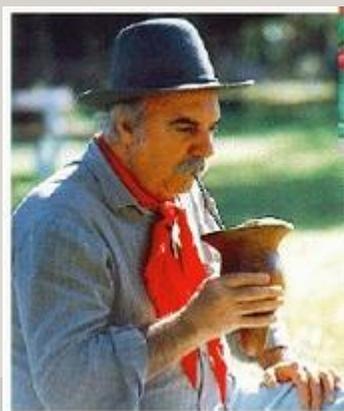
Continentes, países ou regiões



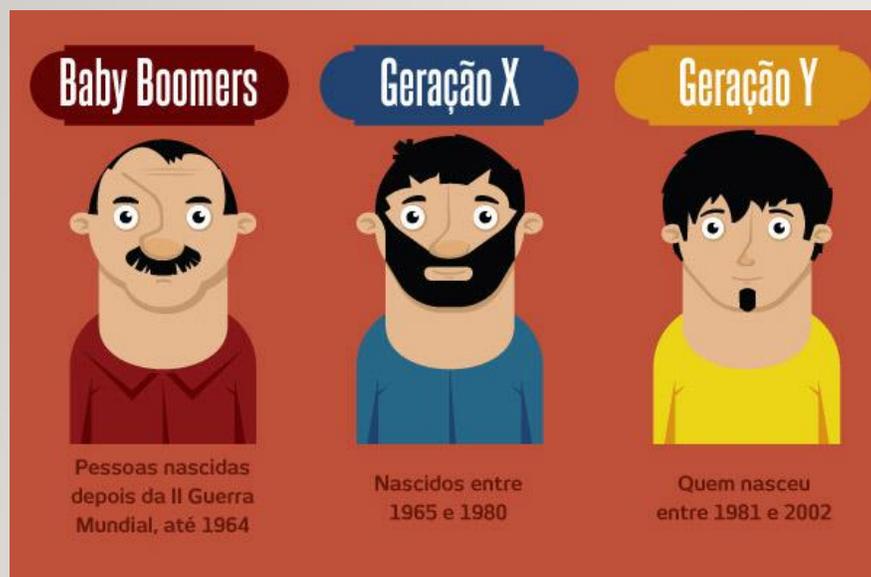
Estados, cidades e bairros



Clima, relevo e densidade



SEGMENTAÇÃO DEMOGRÁFICA



Faixa Etária	<input type="checkbox"/> 0-1 <input type="checkbox"/> 2-4 <input type="checkbox"/> 4-6 <input type="checkbox"/> 6-9 <input type="checkbox"/> 9-12 <input type="checkbox"/> 12-17 <input type="checkbox"/> 18-34 <input type="checkbox"/> 35-49 <input type="checkbox"/> 50-64 <input type="checkbox"/> 65-74 <input type="checkbox"/> 75-99.
Sexo	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> feminino
Estado civil	<input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> casado <input type="checkbox"/> divorciado <input type="checkbox"/> morando juntos <input type="checkbox"/> viúvo.
Faixa de Renda	<input type="checkbox"/> até 1 salário <input type="checkbox"/> 1-2 <input type="checkbox"/> 2-3 <input type="checkbox"/> 4-5 <input type="checkbox"/> 5-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> + de 20
Instrução	<input type="checkbox"/> 1º grau <input type="checkbox"/> segundo grau incompleto <input type="checkbox"/> segundo grau completo <input type="checkbox"/> superior incompleto <input type="checkbox"/> superior completo <input type="checkbox"/> pós-graduação.
Ocupação	<input type="checkbox"/> Profissão liberal <input type="checkbox"/> Empresário <input type="checkbox"/> Diretor / Gerente <input type="checkbox"/> Proprietário rural <input type="checkbox"/> Trabalhador rural <input type="checkbox"/> Comerciante <input type="checkbox"/> Trabalhador qualificado <input type="checkbox"/> Trabalhador <input type="checkbox"/> Outro

SEGMENTAÇÃO PSICOGRÁFICA

Divide o mercado em diferentes grupos com base no estilo de vida e característica de personalidade



Necessidades -motivação	<input type="checkbox"/> Abrigo <input type="checkbox"/> segurança <input type="checkbox"/> fisiológicas <input type="checkbox"/> proteção <input type="checkbox"/> afeição <input type="checkbox"/> auto-estima.
VALS (Values and Life Styles)	<input type="checkbox"/> Inovadores <input type="checkbox"/> Pensadores <input type="checkbox"/> Realizadores <input type="checkbox"/> Experimentadores <input type="checkbox"/> Crentes <input type="checkbox"/> Lutadores <input type="checkbox"/> Fazedores <input type="checkbox"/> Sobreviventes.
Aprendizagem -envolvimento	<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Envolvimento baixo <input type="checkbox"/> Envolvido <input type="checkbox"/> Envolvimento alto.
Atitudes	<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Atitude positiva <input type="checkbox"/> Atitude negativa.

SEGMENTAÇÃO SOCIOCULTURAL

- Base nas características sociais e econômicas



Cultura	<input type="checkbox"/> Brasileira <input type="checkbox"/> americana <input type="checkbox"/> europeia <input type="checkbox"/> oriental.
Religião	<input type="checkbox"/> Católica <input type="checkbox"/> evangélica <input type="checkbox"/> espírita <input type="checkbox"/> protestante <input type="checkbox"/> judia.
Classe de Consumo	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
Ciclo de vida da família.	<input type="checkbox"/> Solteiros <input type="checkbox"/> Jovens casados <input type="checkbox"/> Casados com filhos <input type="checkbox"/> Casados sem filhos <input type="checkbox"/> Viúvo.

3. ESTUDO DO MERCADO

❖ **Quantitativa**

- Preocupa-se com a mensuração do mercado
- Tamanho do mercado, tamanho da faixa de cada concorrente, frequência de compras, etc.
- Grau de importância para determinadas características

❖ **Qualitativa**

- Mais no entendimento do mercado do que na sua medição
- Avalia percepções do consumidor
- Atitudes, motivações, necessidades, etc.

ESTUDO DO MERCADO

	QUALITATIVAS	QUANTITATIVAS
AMOSTRA	<ul style="list-style-type: none">• Não probabilística• Saturação das respostas	<ul style="list-style-type: none">• Probabilística• Representatividade estatística
INSTRUMENTO COLETA	Roteiro estruturado Questões abertas	Questões fechadas Múltipla escolha
ABORDAGEM	Aprofundada	Sucinta
ANÁLISE	Conteúdo	Estatística

4. ANÁLISE DA CONCORRÊNCIA

- Quais são os concorrentes direto do produto?
- Quais são as características técnicas e econômicas dos produtos/serviço concorrentes?
- Quais são as vantagens/desvantagens dos produtos concorrentes?
- Quais são as tecnologias de produtos/processos usadas pelos produtos concorrentes?
- Quais são as deficiências dos produtos concorrentes?



5. ESTUDO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA

- Identificar os materiais e tecnologias que podem ser usados no produto



6. DEFINIR OS REQUISITOS

- Função – característica de desempenho a ser possuída por um item ou serviço para funcionar ou vender.
- Ergonomia – se preocupa com a adaptação do objeto às características e necessidades do indivíduo
- Estilo – identidade visual do produto



CONCEITOS BÁSICOS DE FUNÇÃO

- ❖ Regra I – Toda e qualquer função deve ser descrita através de VERBO + SUBSTANTIVO
- Funções de uso – verbo ativo + substantivo mensurável
- Funções de estima – verbo passivo + substantivo não mensurável

Funções de uso

Suportar peso

Transmitir força

Conduzir corrente

Controlar tensão

Indicar combustível

Funções de estima

Apresentar forma

Aumentar beleza

Aperfeiçoar estilo

Satisfazer usuário

Melhorar aparência



<http://www.coursestuff.co.uk/ENVT1010/designed-world/juicy-saliftext.html>

CONCEITOS BÁSICOS DE FUNÇÃO



❖ Regra 2 – Todas as funções devem ser classificadas em dois níveis: BÁSICA e SECUNDÁRIA

- Função básica – principal finalidade de um produto
- Função secundária – é toda função que auxilia o desempenho técnico da função, melhora a venda do produto.



ERGONOMIA DO PRODUTO

- *Conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber as ferramentas, as máquinas e os dispositivos que podem ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência. (Alain Wisner)*



CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO ERGONÔMICO

- Fácil manuseio
- Fácil compreensão
- Segurança
- Saúde
- Eficácia



CHECKLIST DO PRODUTO

<p>Características gerais</p>	<p>Dimensões Forma Peso Transporte Possibilidades de ajustes Pega Espaço ocupado</p>	<p>- Levantamento de Pesos: Produto adaptado p/ o levantamento de pesos ? Ferramentas de ajuda ? Alça ou aberturas nos volumes a serem carregados, Levantamento é mantido abaixo de 23 Kg</p> <p>- Carregamento de Pesos : A carga é mantida próxima do corpo ? Há formas adequadas no volume para segurar a carga São usados equipamentos de transportes etc.</p>
<p>Funcionamento</p>	<p>Princípios de funcionamento Movimentos necessários Controle / iluminação Emissões / temperatura Ruído / Vibrações Limpeza / Manutenção</p>	<p>Elétrico / Eletrônico / Combustão Ajustes, Posicionamento, regulagens, etc. Nível, carga, brilho no campo visual, etc. Calor / Frio, ruídos < 80 dcb; Substâncias Químicas; Radiações.</p>
<p>Detalhes construtivos</p>	<p>Material Acabamento superficial / Textura Cor Padronização Acesso à montagem / reposição de peças</p>	<p>Peso / resistência Agradável ao toque, absorção de choque, etc Destaque, atenção, etc. Normas, medidas de mercado, etc.</p>
<p>Informações necessárias</p>	<p>Informação Sistema de controle / Comandos Meios de interface Comandos / visibilidade Indicações</p>	<p>Manual, internet, etc. Horas de uso, ligado, etc. Deste lado para cima.</p>
<p>Segurança</p>	<p>Sistema de proteção Normas de segurança Áreas de risco</p>	<p>Aterramento, fusível, etc. Cantos vivos, áreas quentes, componentes em movimento, etc.</p>

PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES QUANTITATIVOS

A - Elaborar uma listagem exaustiva de todos os requisitos que deve possuir a melhor alternativa.

B - Ponderar a importância relativa de cada um destes requisitos em relação a cada um dos outros.

C - Avaliar os projetos alternativos seguindo um fator por vez..

D - Reunir os requisitos avaliados e ponderados e levantar o valor total de cada alternativa.

E - Entre as alternativas mais bem avaliadas, escolher uma alternativa levando em conta fatores adicionais.

ANÁLISE DE VALOR

- ❖ É o método que aplica uma análise técnica e lógica com o objetivo de se chegar na melhor solução de um problema de projeto.
- ❖ Em qualquer processo de decisão é necessário ter as metas bem definidas. A função produto ou função resultado pode ser um simples item ou uma combinação ponderada de vários itens (PAHL & BEITZ, 1996).

CLASSIFICAÇÃO: EXCELENTE E INSATISFATÓRIO

CLASSIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS E OS VALORES NUMÉRICOS		
AVALIAÇÃO	DESCRIÇÃO	VALOR NUMÉRICO
Ótimo	Atende além do critério.	5
Bom	Atende bem ao critério.	4
Regular	Ponto neutro – Atende adequadamente o critério sem mais nem menos.	3
Ruim	Está pouco abaixo do critério.	2
Péssimo	Está muito abaixo do critério.	1

ANÁLISE DOS RESULTADOS

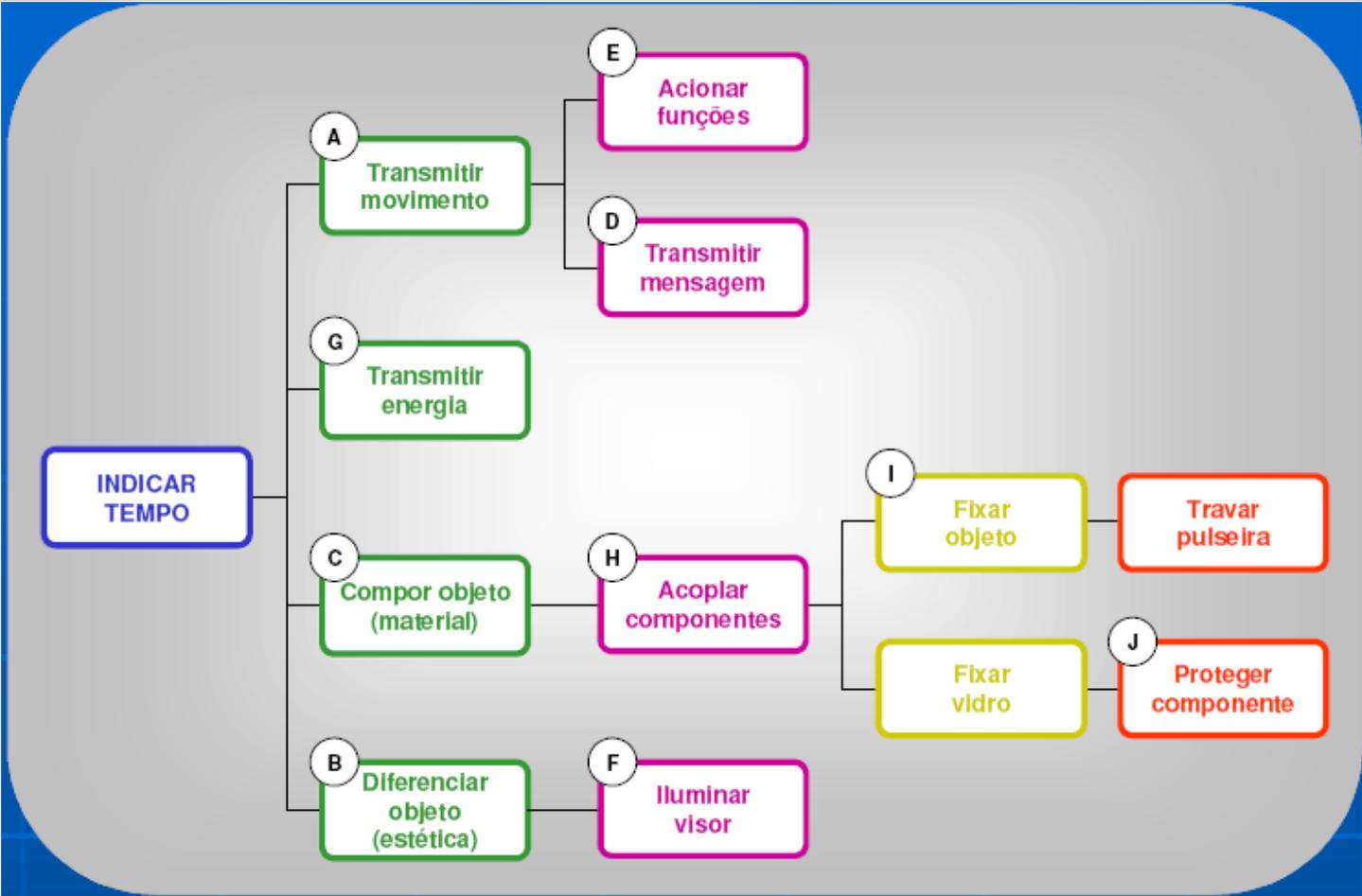


Componente	Função	Custo Estimado (R\$)	% do produto	Classificação
Ponteiros	Indicar tempo	7,00	3,96	Primária
Pulseira	Fixar objeto	15,00	8,50	Secundária
Caixa	Acoplar componentes	8,00	4,54	Secundária
Led	Iluminar visor	2,00	1,13	Secundária
Botões de acionamento	Acionar funções	5,00	2,82	Secundária
Coroa	Fixar vidro	5,00	2,82	Secundária
Pinos de travamento	Travar pulseira	5,00	2,82	Secundária
Impressão	Transmitir mensagem	10,00	5,64	Secundária
Fecho	Travar pulseira	5,00	2,82	Secundária
Coloração	Diferenciar objeto	5,00	2,82	Secundária
Matéria Prima	Compor objeto	60,00	33,90	Secundária
Vidro	Proteger componente	10,00	5,64	Secundária
Bateria	Transmitir energia	10,00	5,64	Secundária
Mecanismo interno	Transmitir movimento	30,00	16,95	Secundária
	Total	177,00	100	



<http://top10mais.org/top-10-relogios-mais-caros-do-mundo/>

ANÁLISE DOS RESULTADOS



ANÁLISE DE VALOR

❖ O valor global de uma variante j pode ser determinada:

$$Owv_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{ij}$$

Owv_j = valor global

v_{ij} = sub valor da variante i com relação ao critério j

w_i = peso i -ésimo do critério j

i = variante

j = critério

n = número de critérios

$$x_i = \frac{Owv_j}{v_{max} \sum_{i=1}^n w_i} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i v_{ij}}{v_{max} \sum_{i=1}^n w_i}$$

x_i = valor global segundo o valor máximo

v_{max} = valor máximo de todas as variantes

ANÁLISE DE VALOR

Variantes							
		variante (v ₁)		variante (v ₂)		variante (v _j)	
nº de critérios	peso de importância	sub-valor	peso do sub-valor	sub-valor	peso do sub-valor	sub-valor	peso do sub-valor
n ₁	w ₁	v ₁₁	w ₁ v ₁₁	v ₁₂	w ₁ v ₁₂	v _{1j}	w ₁ v _{1j}
n ₂	w ₂	v ₂₁	w ₂ v ₂₁	v ₂₂	w ₂ v ₂₂	v _{2j}	w ₂ v _{2j}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n _i	w _i	v _{i1}	w _i v _{i1}	v _{i2}	w _i v _{i2}	v _{ij}	w _i v _{ij}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	w _n	v _{n1}	w _n v _{n1}	v _{n2}	w _n v _{n2}	v _{nj}	w _n v _{nj}
	$\sum_{i=1}^n w_i$	Ov ₁	Owv ₁	Ov ₂	Owv ₂	Ov _j	Owv _j

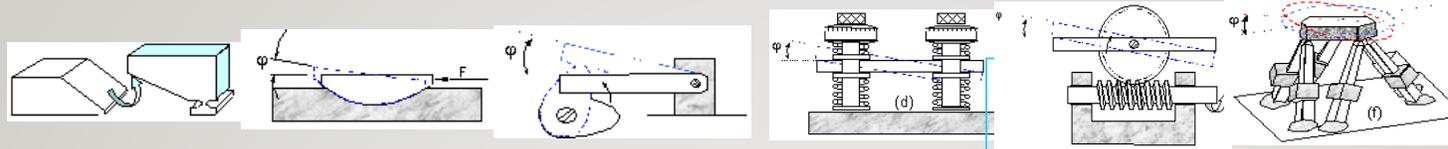
ANÁLISE DOS RESULTADOS E ESCOLHA

- Decisão – uma vantagem de mais de 30% sobre a alternativa mais próxima indica uma decisão quase certa.
- Método – resultados próximos – sugerem aprimoramento do método de avaliação e a realização de uma nova avaliação
- Fator crítico – observar a pior avaliação e trabalhar para aperfeiçoar as alternativas sob este aspecto particular.
- Composição – montar uma nova alternativa a partir das melhores alternativas.

EXEMPLO ANÁLISE DE VALOR - POSICIONADOR

Número	Critério de avaliação	Fatores de importância w_i
1	Resolução	5
2	Facilidade construtiva	4
3	Eliminação de folgas	4
4	Dinâmica	3
5	Facilidade de controle (sensoriamento)	3
6	Custos	2
7	Capacidade de carga	2
8	Curso/giro (máximo)	2
Somatório		25

ANÁLISE DE VALOR – EXEMPLO POSICIONADOR



	a (v_1)		b (v_2)		c (v_3)		d (v_4)		e (v_5)		f (v_6)	
	$w_j \cdot v_{1j}$	V_{2j}	$w_j \cdot v_{2j}$	v_{3j}	$w_j \cdot v_{3j}$	v_{4j}	$w_j \cdot v_{4j}$	v_{5j}	$w_j \cdot v_{5j}$	v_{6j}	$w_j \cdot v_{6j}$	
5	25	4	20	3	15	4	20	3	15	5	25	
4	16	2	8	3	12	4	16	2	8	1	4	
4	16	3	12	3	12	4	16	2	8	4	16	
2	6	1	3	1	3	3	9	1	3	3	9	
3	9	1	3	2	6	3	9	2	6	1	3	
2	4	1	2	2	4	2	4	1	2	1	2	
1	2	1	2	1	2	1	2	2	4	1	2	
1	2	1	2	1	2	1	2	2	4	1	2	
	80		52		56		78		50		63	
	0,640	0,416		0,448			0,624	0,400			0,504	

REFERÊNCIAS

BACK, N. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1983.

FIOD NETO, M. Desenvolvimento de sistema computacional para auxiliar a concepção de produtos industriais. Florianópolis, 1993. 313f. Tese de Doutorado; PPGEM - UFSC.

HUNDAL, M. S. A systematic method for developing function structures, solutions and concept variants. Mechanical Machines Theory, v. 25, n. 3, p. 243-256. 1990.

KOLLER, R. Konstruktionsmethode für der Maschinenbau. Heidelberg: Springer Verlag. 1985.

MENDES, L. A. Desenvolvimento e validação de um reator piloto para processamento de materiais por plasma. Florianópolis, 2001. 264 f. Tese de doutorado - PPGEM - UFSC.

OGLIARI, A. Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetado. Florianópolis, 1999. 349f. Tese de doutorado. – PPGEM - UFSC.

OTTO, K. N.; WOOD, K. L. Product design: techniques in reverse engineering and new product development. New York: Prentice-Hall. 2001.

PAHL, G; BEITZ, W. Engineering design: a systematic approach, 2 ed. Great Britain: Springer Verlag, 1996.

ROTH, K. Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Berlin: Springer Verlag. 1982.

RODENACKER, W. G. Methodisches Konstruieren. 4 ed. Berlin: Springer Verlag. 1991.

SCALICE, R. K. Desenvolvimento de uma família de produtos modulares para o cultivo e beneficiamento de mexilhões. Florianópolis, 2003. 260f. Tese de doutorado – PPGEM - UFSC.

VDI 2221. Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI Verlag, 1985. 35p.

VDI 2860. Montage und Handhabungstechnik: Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen, Begriffe, Definitionen, Symbole. Düsseldorf: VDI Verlag, 1990. 16p.

UFSC.