

**GILBERTO MARTINS DE ALMEIDA FILHO**

Back, Nelson; Ogliari, André; Dias, Acires; Silva, Jonny C. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem.  
São Paulo: Manole, 2008;

São Paulo, SP  
2017

## 1 Resumo

Uma seleção da concepção tem extremamente importante no processo, pois impacta diretamente nos negócios da empresa, na manufatura e sobre a comercialização do produto. Visto isso é necessário que as decisões nesta fase do projeto sejam acertadas para que não tenham situações com gastos altos para a empresa.

Como as concepções alternativas nesta fase estão no geral em um estágio inicial, às vezes abstratas é conveniente adotar uma metodologia de seleção para garantir que a melhor ou mais adequada concepção seja escolhida.

Para metodologias simplificadas para a seleção de soluções pode-se utilizar, como exemplo, o envio das concepções para análise de consumidores ou usuários do produto e a decisão de um executivo ou dirigente da empresa.

Para um processo de seleção sistematizado é recomendável que siga duas etapas. A primeira parte é elaborada uma triagem das soluções alternativas que atendem aos critérios gerais inicialmente estabelecidos, gerando uma avaliação qualitativa.

Na triagem das soluções alternativas são realizadas atividades como descrição e apresentação das concepções alternativas geradas, apresentação de critérios generalizados, definição dos critérios de seleção aplicáveis ao problema; escolha do método de triagem e elaboração da triagem das concepções viáveis. Para estas atividades poderão ser utilizados métodos como reunião da equipe do projeto, método Pugh e análise da lista de critérios generalizados.

É importante ressaltar que deve escolher critérios generalizados em menores números para separar as concepções viáveis das inviáveis.

Na segunda etapa, as alternativas elencadas após a primeira etapa passam por uma avaliação e ordenação sistematizados e quantitativos. Para esta etapa tem-se como atividade o detalhamento e reapresentação das concepções viáveis, definição dos critérios específicos, escolha do método de valoração das concepções, determinação dos pesos dos critérios, valoração dos critérios, determinação do valor da função utilidade, ordenação das concepções e análise das melhores concepções. Nestas atividades são utilizados métodos como métodos da função utilidade, método Delphi e ordenação por valores absolutos ou relativos.

Após a triagem, um número reduzido de concepções viáveis é analisada com mais detalhes identificando assim os princípios de solução dos subsistemas e riscos envolvidos no desenvolvimento e fabricação.

Os critérios específicos de seleção deverão ser o complemento e desdobramento dos critérios generalizados, necessitam abranger as necessidades dos usuários, as especificações relevantes e as restrições impostas da forma mais completa possível, precisam ser independentes, os critérios devem ser expressos por parâmetros quantitativos e mensuráveis e não podem ser avaliados por parâmetros mensuráveis deverão ser expressos em termos verbais qualitativos. Deve-se haver consenso na equipe para que esses critérios sejam definidos.

Um importante ponto é a definição dos pesos dos critérios estabelecidos onde é recomendado ser feito por uma equipe de avaliadores, incluindo especialistas, fora da equipe de desenvolvimento do projeto. Usa-se geralmente para esta definição o método Delphi e o método de comparação ou importância relativa.

Para todos os critérios é feita uma valoração, ou seja, é definida uma escala como, por exemplo, de 1 a 5, onde 1 é satisfatório e 5 é excelente.

Para concluir o processo, deve-se efetuar uma análise de validade dos resultados obtidos. A concepção que obteve a melhor pontuação não significa ser a melhor. Portanto, deve-se realizar uma análise de sensibilidade.

Os valores de pesos de importância dos critérios de seleção e as respectivas valorações devem-se ser reavaliados para verificar se não ocorreram julgamentos tendenciosos.

A seleção de soluções alternativas pode ser utilizada ao longo do projeto do produto e não somente na fase final de projeto conceitual.

### **3 Análise crítica**

Fica evidente que a seleção de concepção é uma etapa fundamental para o desenvolvimento do projeto. Uma escolha bem feita nesta fase pode evitar gastos desnecessários e altos no fim do projeto.

O capítulo analisado coloca de uma forma bem ampla o estudo que pode ser feito para chegar à seleção da concepção adequada para o projeto.

Na minha visão, apesar de bem colocado, o método apresentado pode se tornar bem difícil de ser aplicado nos projetos atuais, visto o tempo escasso para cada fase do projeto.

Os diversos cálculos e gráficos apresentados podem gerar horas de uma equipe multidisciplinar dentro das empresas.

Uma maneira mais prática para a seleção da concepção é apresentada no livro *Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade* do autor Paulo Carlos Kaminski.

Tal autor coloca que esta seleção pode ser feita através de uma matriz de decisão. A matriz decisão possui pesos e notas atribuídos para cada critério de projeto. A soma da multiplicação entre o peso e a nota é utilizada para classificar e selecionar a melhor alternativa que passará para a próxima fase do projeto.

Portanto, apesar desta fase do projeto possuir grande grau de incerteza no desenvolvimento, existem formas mais práticas e tão eficazes quanto a apresentada pelo Capítulo 9 do livro *Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem*.



# Projeto integrado do produto automotiva

Capítulo 9 – Processo de avaliação e  
seleção de concepções do produto

# Seleção de concepções na fase de projeto conceitual



- Informações limitadas e abstratas;
- Alta consequência no negócio da empresa, manufatura e comercialização;

Decisões erradas nesta fase podem torna-se irreversíveis ou muito caras.



Simplificada

Consumidores,  
usuários

Executivo ou  
dirigente da  
empresa

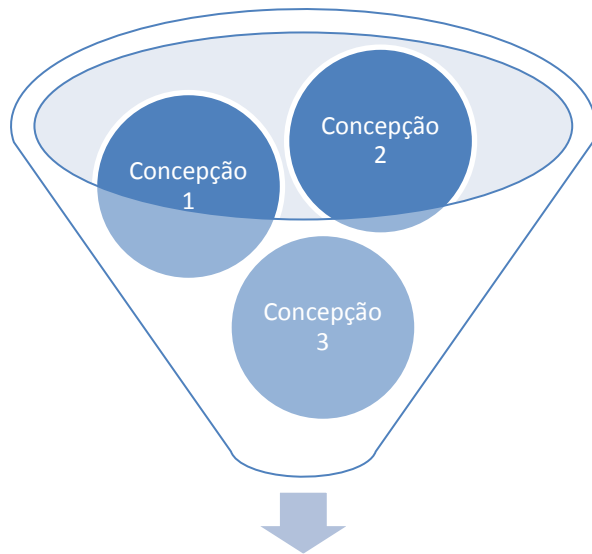
Sistematizado

Métodos

Procedimentos

No processo de seleção das concepções é recomendado que seja efetuado em 2 etapas:

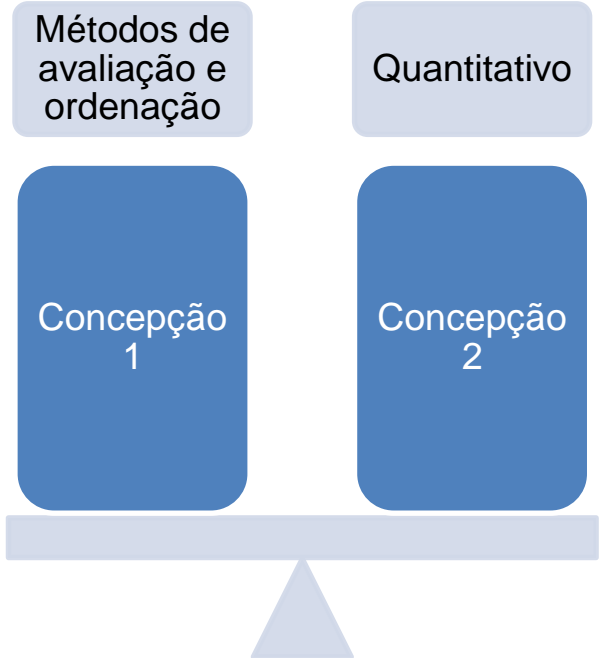
## 1ª Etapa - Triagem



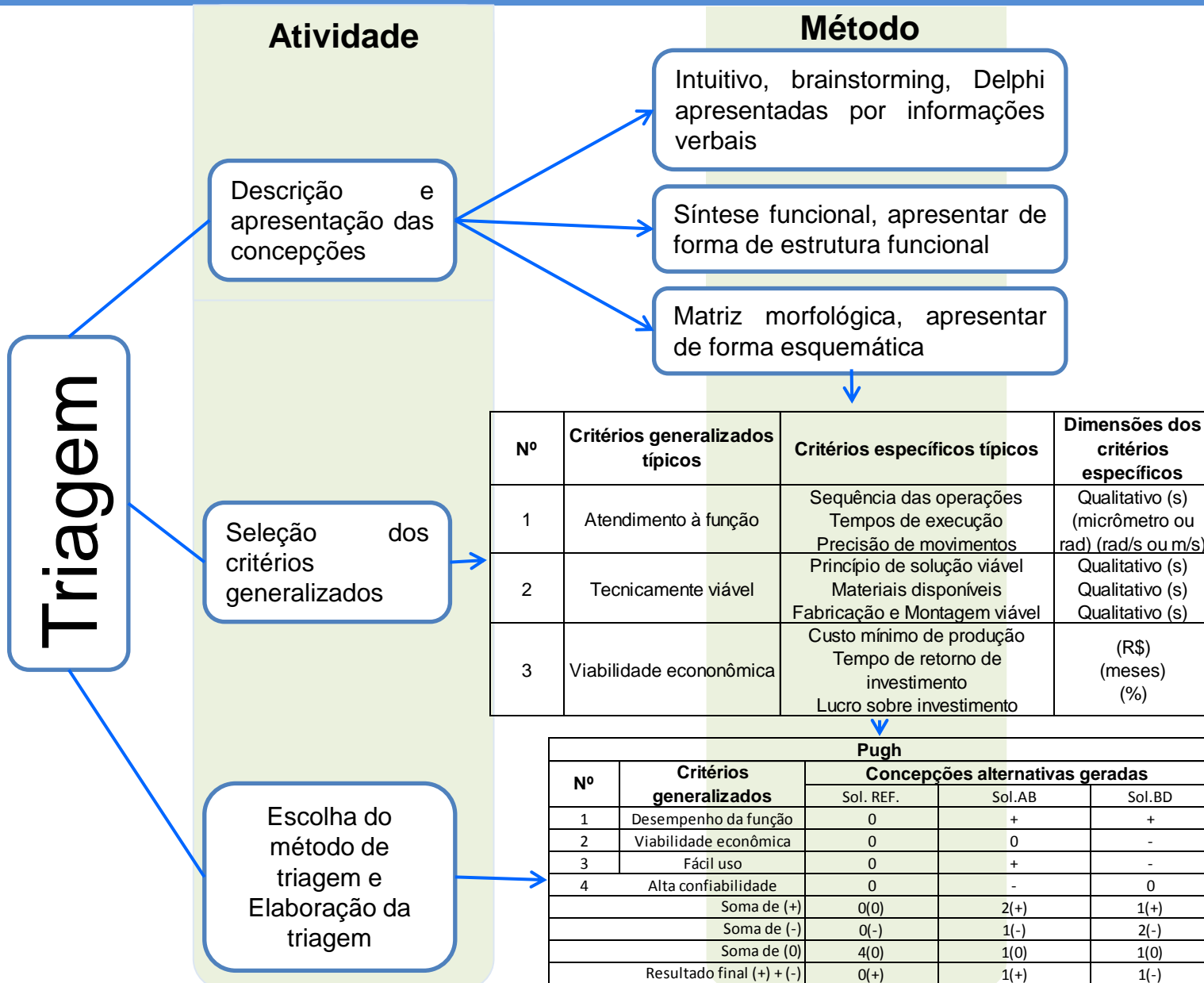
De forma qualitativa

- I. Descrição e apresentação as concepções;
- II. Critérios generalizados;
- III. Definição dos critérios de seleção aplicáveis;
- IV. Escolha do método de triagem;
- V. Elaboração da triagem

## 2ª Etapa



- I. Detalhamento das concepções;
- II. Critérios específicos;
- III. Escolha do método de valoração;
- IV. Determinação dos pesos;
- V. Valoração dos critérios;
- VI. Determinação do valor utilidade;
- VII. Ordenação das concepções;
- VIII. Análise da melhores concepções



- Nível de descrição e apresentação seja o mesmo;
- Apresentar vantagens e desvantagens

- Nível de descrição e apresentação seja o mesmo;
- Apresentar vantagens e desvantagens

- Elaborada pela equipe de projeto e, recomenda-se especialistas



## Detalhamento das concepções

Identificar solução para subsistemas, tecnologias envolvidas e risco na fabricação

## Definição dos critérios específicos

Recomenda-se critérios quantitativos

Refinamentos dos critérios generalizados

Compatibilidade com capacidade atual da fábrica, satisfação do usuário devem ser levados em consideração

## Escolha do método de valoração Conforme Sen (2001)

$$\textcircled{1} U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,j} \quad \text{Mais usual} \quad | \quad \textcircled{3} U_j = \prod_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,j}$$

$U_j$  = valor da função utilidade da concepção alternativa  $j$   
 $u_{i,j}$  = valor do critério  $i$  da concepção alternativa  $j$   
 $w_i$  = peso da importância do critério  $i$   
 $n$  = número de critérios específicos  
 $j=1$  a  $m$ , onde  $m$  é o número de concepções

## Pesos dos critérios

### Método Delphi ou por comparação (tabela sugerida por Stoll (1999))

		Critérios $X_i$						Soma da linha	Pesos
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$S_i$	$w_i$
ten os <sub>i</sub>	$X_1$	--	1	0	0,5	1	0	2,5	0,167
	$X_2$	0	--	1	1	0	1	3,0	0,200
	$X_3$	1	0	--	1	0	0	2,0	0,133
	$X_4$	0,5	0	0	--	0,5	1	2,0	0,133
	$X_5$	0	1	1	0,5	--	0	2,5	0,167
	$X_6$	1	0	1	0	1	--	3,0	0,200

1 = mais importante  
 0 = menos importante  
 0,5 = igual importância

$$w_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^n S_j}$$

## Valoração do critérios

### Qualitativos

Valoração qualitativa dos critérios	Valoração numérica dos critérios
Satisfatório	1
Regular	2
Bom	3
Muito bom	4
Excelente	5

### Quantitativos (Stoll 1999)

Se o valor máximo  $A_{\max i,j}$  representa a solução preferencial, o parâmetro normalizado é dado pela equação

$$R_{i,j} = \frac{(A_{i,j} - A_{\max i,j})}{(A_{\max i,j} - A_{\min i,j})}$$

Quando o menor valor do parâmetro indica a solução preferencial, a equação de normalização é a seguinte:

$$R_{i,j} = 1 - \frac{(A_{i,j} - A_{\min i,j})}{(A_{\max i,j} - A_{\min i,j})}$$

### Determinação do valor utilidade e ordenação das concepções (Back,1983)

Critérios de seleção	Pesos dos critérios $w_i$	Concepções geradas											
		Concepção AB			Concepção LM			Concepção REF			Concepção XY		
		$A_{i,1}$	$u_{i,1}$	$w_i * u_{i,1}$	$A_{i,2}$	$u_{i,2}$	$w_i * u_{i,2}$	$A_{i,3}$	$u_{i,3}$	$w_i * u_{i,3}$	$A_{i,4}$	$u_{i,4}$	$w_i * u_{i,4}$
$X_1$	$w_1$												
$X_2$	$w_2$												
$X_3$	$w_3$												
$X_4$	$w_4$												
$X_5$	$w_5$												
...	...												
...	...												
Valor da função utilidade		$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,1}$			$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,2}$			$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,3}$			$\sum_{i=1}^n w_i * u_{i,4}$		
Ordenação das concepções		3ª Posição			1ª Posição			4ª Posição			2ª Posição		

### Análise da melhores concepções

- A de melhor pontuação não significa ser a melhor;
- Fazer uma análise de sensibilidade;
- Reavaliar os valores de pesos de importância dos critérios e as respectivas valoração.

# BACKUP

## Determinação dos pesos dos critérios

- **Método de Delphi:**
  - uma equipe avalia os valores dos pesos de importância dos critérios
  - formação da equipe de avaliadores, incluindo especialistas, fora da equipe de desenvolvimento do projeto.
  - os valores atribuídos pelos membros são tratados estatisticamente, eliminando os valores de grande variância e determinando a média.
  - valores atribuídos, em escalas de 1 a 5, de 0 a 10, ou com maior frequência, adota-se o valor de 0 a 1, tal que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- onde  $i$  é o  $i$ -ésimo critério e  $n$  o número de critérios