

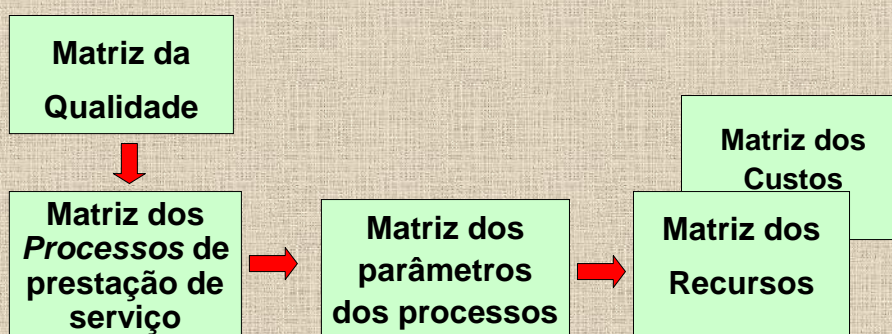
A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços

José Luis Duarte Ribeiro
Márcia Elisa Echeveste
Ângela de Moura Ferreira Danilevicz

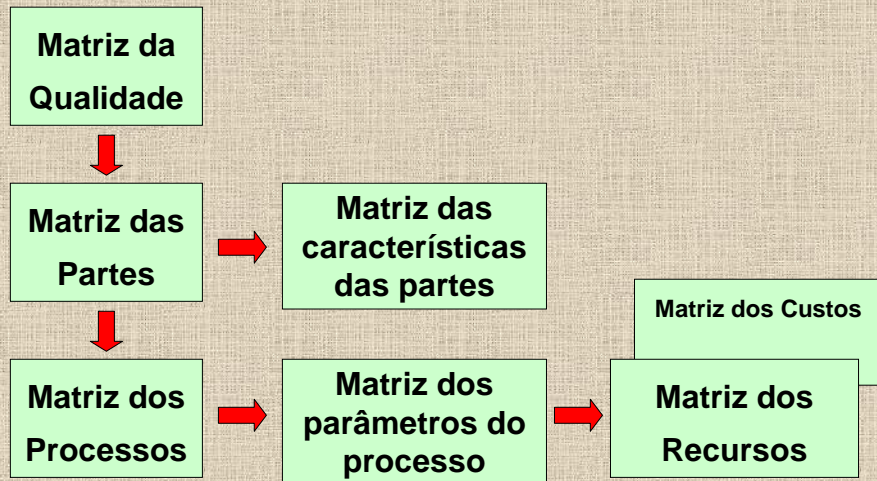
Universidade Federal do Rio grande do Sul
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

Porto Alegre, fevereiro 2000

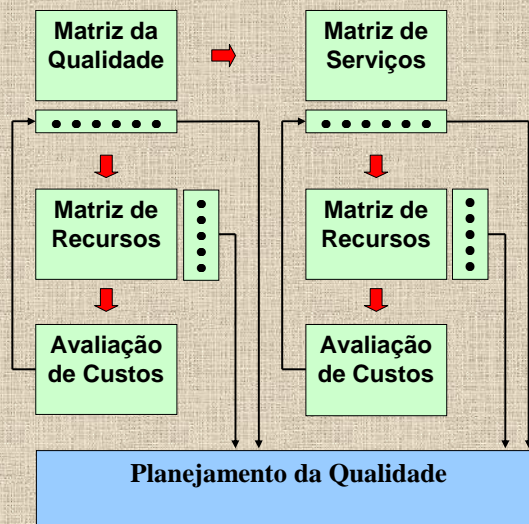
Desdobramento da Qualidade para Serviços



O Desdobramento da Qualidade na Manufatura



O Modelo Conceitual para Serviços, Ferreira (1997)



O Desdobramento da Qualidade na Manufatura

- Este capítulo apresenta um método apropriado para realizar o **desdobramento e planejamento da qualidade na manufatura**.
- Trata-se de um método organizado e sistemático, que utiliza um conjunto de matrizes para identificar as relações que existem entre a qualidade demandada pelos clientes e os processos de chão de fábrica.
- O uso do método proposto fornece as informações necessárias para o fortalecimento do sistema de garantia da qualidade de produtos e processos.

O Desdobramento da Qualidade na Manufatura

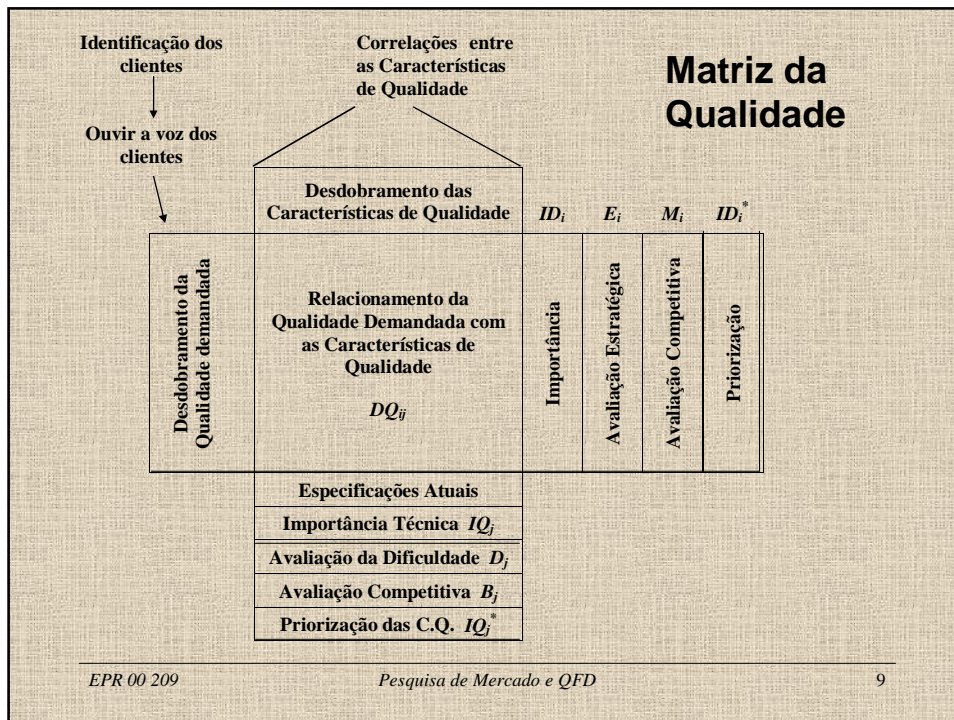
- A ênfase maior é voltada para o **planejamento da qualidade das partes e processos**,
- o que irá assegurar vantagens competitivas sobre as demais empresas do setor.
- O método será apresentado através de um exemplo, que esclarece os detalhes da sua utilização.
- O modelo é composto por **quatro matrizes** principais:

O Desdobramento da Qualidade na Manufatura

- (i) a **matriz da qualidade**, que é construída a partir do desdobramento da qualidade demandada e das características de qualidade;
- (ii) a **matriz do produto**, que é construída a partir do desdobramento do produto em suas partes constituintes;
- (iii) a **matriz dos processos**, que é construída a partir do desdobramento dos processos em suas etapas individuais; e
- (iv) a **matriz dos recursos**, que é obtida após o desdobramento dos itens de pessoal e infraestrutura, necessários para a realização dos processos.

O Desdobramento da Qualidade na Manufatura

- Vale observar que algumas aplicações específicas podem não necessitar todas as matrizes que aparecem descritas.
- **Por exemplo**, o produto de uma planta química pode ser resultado exclusivo de Processo, sendo desnecessária a Matriz do Produto, que contém as partes do produto.
- Por outro lado, outras aplicações podem exigir matrizes que não estão detalhadas.
- **Por exemplo**, um determinado produto pode exigir grande habilidade manual na sua fabricação, exigindo uma matriz de capacitação de recursos humanos.



Identificação dos itens de qualidade demandada

- **Etapa 1: Fase qualitativa**
 - **Organização do questionário aberto, entrevistas, grupos focalizados, lista de reclamações, entrevista com vendedores, etc.**
- **Etapa 2: Fase quantitativa:**
 - **Questionário Fechado que ira quantificar os itens levantados da etapa 1 e outros interesses da equipe de projeto.**

Questionário com questões fechadas

- O questionário fechado irá questionar qual a importância que o cliente atribui a cada item do nível secundário.
- Além disso, dentro de cada item do nível secundário, o questionário fechado irá avaliar a importância atribuída aos desdobramentos terciários.
- Antes da aplicação definitiva, é importante submeter o questionário fechado à avaliação e sugestão de outros indivíduos (pré-teste), que podem identificar problemas de estrutura e interpretação.

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi)

- Essa foi a alternativa usada no exemplo do pneu.
- O conjunto de itens secundários configura um bloco do questionário fechado (ver , questão1).

(1) Para os itens abaixo marque aqueles que você julga como aspectos mais importante na compra de um pneu

	Pouco importante	Importância moderada	Importância grande	Importância muito grande
	0,5	1,0	1,5	2,0
Livre de vibrações				
Livre de ruído				
Segurança				
Durabilidade				
Estética				
Economia de gasolina				

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi)

- Similarmente, os conjuntos de itens terciários dentro de um dado item secundário também configuram um bloco do questionário fechado.

(3) Quanto aos aspectos visuais (estética) importantes na compra de um pneu, qual deles você leva em conta ao adquirir um novo pneu?

	Pouco importante	Import. moderada	Import. grande	Import. muito grande
	0,5	1,0	1,5	2,0
Desenho de rodagem atraente				
Desenho lateral atraente				
Bom acabamento das bordas				
Boa altura na lateral				
Boa aparência interna				
Frisos coloridos				

Grau de importância atribuída pelo cliente

- Outra alternativa, é atribuir a importância em **termos comparativos**, solicitando-se ao respondente que enumere os itens mais importantes (primeiro, segundo, terceiro, etc.).
- Ordene os itens a seguir de 1 (mais importante) a 3 (menos importante), quando da escolha por um pneu.
 - () desempenho
 - () conforto
 - () aspectos visuais

A ordenação não deve exceder o número de 9 itens

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi):

- Outra alternativa, é atribuir a importância em termos comparativos, solicitando-se ao respondente que enumere os itens mais importantes (primeiro, segundo, terceiro, etc.).
- Então, os pesos de cada item podem ser obtidos a partir da soma dos inversos.
- Por exemplo, se 5 respondentes classificaram um item como 2o, 1o, 4o, 2o, 2o, a soma dos inversos resulta:

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2,75$$

Um exemplo de pesquisa de mercado orientada para aplicação do QFD na manufatura: produção de pães

- Este exemplo foi adaptado do trabalho realizado por Tumelero, Ribeiro e Danilevikz, 2000.

Identificação do problema e objetivos da pesquisa

- **A padaria Bom Sabor, através de um levantamento realizado nos últimos meses, identificou uma queda na venda de pães.**
- **O desempenho da padaria Bom Sabor tem sido inferior ao de alguns de seus principais concorrentes.**
- **Além disso, a padaria deseja realizar uma reformulação de sua linha de produção de pães, visando atingir outros mercados consumidores de pães.**

Identificação do problema e objetivos da pesquisa

- **O carro chefe nas vendas são os pães salgados e, em função disso, foi decidido usar o QFD para verificar as demandas do cliente e orientar nas modificações a serem realizadas no produto, no processo e na infra-estrutura.**
- **O estudo deve ser feito considerando a demanda dos consumidores atuais e dos consumidores em potencial, que transitam ou moram próximos da confeitaria.**

Objetivos de pesquisa

- O objetivo principal dessa pesquisa é identificar os itens de qualidade demandada valorizados pelos consumidores de pães salgados, a fim de servir de ponto de partida para o desdobramento da qualidade que irá conduzir ao planejamento das melhorias a serem efetuadas nos produtos e processos.

Planejamento da pesquisa Determinação da Fonte de dados

- Como **fonte de dados secundária**, foi utilizado o banco de dados da empresa, contendo uma listagem dos principais clientes e algumas anotações de reclamações referente a qualidade do produto e do estabelecimento.
- A **fonte de dados primária** foram os consumidores de pães salgados, clientes da padaria Bom Sabor e de outras padarias da região.

População de pesquisa, tamanho da amostra e processo de amostragem

- **População alvo:** A população-alvo são os moradores de bairros próximos da localização da padaria.
- **Tamanho da amostra:** A amostra final foi dimensionada em 353 questionários, levando em conta estratificação e assegurando uma margem de erro inferior a 5%.
- **Processo de amostragem:** Foram utilizados os princípios de amostragem estratificada: os questionários foram distribuídos nos principais panifícios dos bairros escolhidos. As pessoas foram entrevistadas na entrada do local de compra.

Questionário aberto

- *Qual é o tipo de pão salgado que você consome com maior frequência?*
- *() pão d'agua () sanduíche normal*
- *() integral/centeio () sanduíche light*
- *() outros, quais? _____*
- *Que características fazem você comprar pão numa determinada confeitaria?*
- *Quais aspectos você considera na aparência externa do pão ao efetuar a compra?*

Questionário aberto - Resultados

Características apreciadas nas ocasiões de consumo	Bem crocante, bom aspecto, gostoso ao paladar, branco, levemente salgado, não estar quebrado, fácil de acondicionar, após aberto dure bastante, embalagem prática, seco, nutritivo, baixa calorias, sabor picante, salgado, complemento alimentar, cor uniforme, saboroso.
Características que definem a preferência por uma marca	Preço, conhecimento anterior, sabor, aspecto físico, não deve estar queimado, histórico de compra, cores atrativas, apelo saudável, formato, fofinho, crocante, gostoso, boa textura, apresentação, higiene, informações nutricionais, data de fabricação e validade legíveis e acessíveis, produtos inovadores, fácil de pegar, fácil de transportar, boa vedação após aberto.

Questionário aberto e Árvore da qualidade demandada

- Primeiramente foi utilizado um questionário com questões abertas, aplicado a um grupo de 50 consumidores.
- Os dados obtidos através do questionário aberto aparecem na seqüência.
- Esses dados serviram de base para a construção da árvore da qualidade demandada e para a posterior elaboração do questionário fechado.

Árvore da qualidade demandada

Nível primário	Nível secundário	Nível terciário
	Bom sabor	Ter um sabor de pão novo Ter boa quantidade de sal Ter um bom tempero Ter um bom aroma
Características Intrínsecas Do produto	Boa Textura	Ter boa consistência Ser fácil de mastigar Ser crocante Ter boa quant. de gordura Ser suculento
	Boa aparência	Ser bem tostado Ter boa forma Ter uma boa cor Ter um bom tamanho Ter boa uniformidade
Características Visuais	Nutritivo	Ser light Ser bem vitaminado Ter boa quantidade de fibras Ter boa quantidade de cereais Livre de produtos químicos

Árvore da qualidade demandada

- Os níveis primários identificados foram dois: um deles associado com o produto propriamente dito, e o outro associado com a embalagem, propaganda e forma de venda do produto.
- Esse estudo de caso e a referem-se exclusivamente ao primeiro item: qualidade do produto pão, a qual depende basicamente dos controle do processo produtivo, o que era o foco do presente estudo.

Questionário fechado

- A partir dos resultados obtidos do questionário aberto, elaborou-se um questionário fechado
- A árvore da qualidade demandada e os resultados do questionário fechado já foram apresentados anteriormente.

Questionário fechado

Uma confeitaria pretende melhorar seus pães salgados e criar novas opções. Para isso precisamos de sua opinião, para definir o que necessita ser modificado. Responda este questionário com atenção e sinceridade. Obrigado pela colaboração.

Aqui, queremos que você indique com um "X" a nota que expressa o grau de importância para os itens que aparecem à esquerda.

1. Quanto ao sabor do pão, o mais importante é:		Pouco Importante				Regular				Muito Importante	
1	Ter sabor de pão novo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Ter boa quantidade de sal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Ter um bom tempero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Ter um bom aroma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. O mais importante na textura do pão é:

1	Ter boa consistência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Ser fácil de mastigar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Ser crocante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Ter boa quantidade de gordura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Ser suculento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Árvore da qualidade demandada

Nível secundário	Peso	Nível terciário	Peso
Bom sabor	8,9	Ter um sabor de pão novo	8,7
		Ter boa quantidade de sal	6,2
		Ter um bom tempero	6,8
		Ter um bom aroma	6,9
			28,6
Boa Textura	7,9	Ter boa consistência	8,1
		Ser fácil de mastigar	6,7
		Ser crocante	9
		Ter boa quant. de gordura	3,2
		Ser suculento	6
	33		
Boa aparência	6,9	Ser bem tostado	5,7
		Ter boa forma	6,1
		Ter uma boa cor	8,9
		Ter um bom tamanho	6
		Ter boa uniformidade	3,7
	30,4		
Nutritivo	4,7	Ser light	7
		Ser bem vitaminado	6,8
		Ter boa quantidade de fibras	8,2
		Ter boa quantidade de cereais	8,1
		Livre de produtos químicos	6,3
	36,4		
	28,4		

Distribuição dos pesos

- Os graus de importância atribuídos pelos respondentes aos itens primários da qualidade demandada, devem ser transformados em pesos percentuais.
- O mesmo deve ser feito para cada item dos níveis secundário e terciário da demanda de qualidade.
- Este procedimento assegura que cada bloco terá o seu peso corretamente atribuído.
- O peso percentual é calculado dividindo-se o peso absoluto de um item pelo total do bloco ao qual ele pertence e multiplicando por 100 o resultado.

Árvore da qualidade demandada

Nível secundário	Peso	Nível terciário	Peso	Peso %
Bom sabor	8,9	Ter um sabor de pão novo	8,7	9,5
		Ter boa quantidade de sal	6,2	6,8
		Ter um bom tempero	6,8	7,5
		Ter um bom aroma	6,9	7,6
			28,6	31,3
Boa Textura	7,9	Ter boa consistência	8,1	6,8
		Ser fácil de mastigar	6,7	5,6
		Ser crocante	9	7,6
		Ter boa quant. de gordura	3,2	2,7
		Ser suculento	6	5,1
			33	27,8
Boa aparência	6,9	Ser bem tostado	5,7	4,6
		Ter boa forma	6,1	4,9
		Ter uma boa cor	8,9	7,1
		Ter um bom tamanho	6	4,8
		Ter boa uniformidade	3,7	3,0
			30,4	24,3
Nutritivo	4,7	Ser light	7	3,2
		Ser bem vitaminado	6,8	3,1
		Ter boa quantidade de fibras	8,2	3,7
		Ter boa quantidade de cereais	8,1	3,7
		Livre de produtos químicos	6,3	2,9
			36,4	16,5
	28,4			100,0

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi)

- No exemplo dos pneus, os níveis primários e secundários se confundem mantendo praticamente uma relação 1:1.
- Assim, não houve necessidade de avaliar a importância dos itens primários, questionando-se os respondentes diretamente sobre a importância dos níveis secundários.
- Neste exemplo, os pesos absolutos dos níveis secundários e terciários foram dados pela média aritmética das resposta de todos os respondentes.

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi)

Secundário	Peso	Peso %	Terciário	Peso	Peso %
Durabilidade	1,11	20,3	...		
Economia de gasolina	0,26	4,8	...		
Segurança	1,64	30,0	...		
Livre de vibrações	1,09	20,0	...		
Livre de ruído	0,81	14,8	...		
			Desenho de rodagem atraente	1,78	3,7
			Desenho lateral atraente	1,07	2,2
Estética	0,55	10,1	Bom acabamento das bordas	0,69	1,4
			Boa altura na lateral	0,67	1,4
			Boa aparência interna	0,29	0,6
			Frisos coloridos	0,3	0,6
	5,46	100		4,8	10,1

17/03/2000

PPGEP/UFRGS

33

Importância dos itens da qualidade demandada (IDi):

- Recomenda-se a análise da distribuição de frequência dos pesos para cada item.
- A média é adequada quando a distribuição é simétrica.
- No caso de distribuições muito assimétricas, a moda ou a mediana são mais apropriadas.

17/03/2000

PPGEP/UFRGS

34

Priorização da qualidade demandada (IDi*)

- A priorização dos itens de qualidade demandada é calculada levando em conta a importância de cada item da **qualidade demandada (IDi)** e pode considerar uma **avaliação estratégica (Ei)**, uma **avaliação competitiva (Mi)**, ou outras avaliações.
- Essas avaliações são importantes, pois permitem **incorporar ao QFD** aspectos que não seriam diretamente revelados pelo cliente.
- Por exemplo, **tendências futuras** que os clientes ainda não vislumbam, ou **orientações estratégicas**, que a direção da empresa pretende levar a termo, etc.

(1) Avaliação competitiva dos itens da qualidade demandada (M_i)

- Nessa etapa, cada item da qualidade demandada é analisado em relação à concorrência (*benchmark* comercial).
- A idéia é identificar os pontos fortes do produto que a empresa fornece e aqueles que estão defasados. A escala sugerida é a seguinte:
 - 0,5 - Acima da concorrência
 - 1,0 - Similar à concorrência
 - 1,5 - Abaixo da concorrência
 - 2,0 - Muito abaixo da concorrência

(2) Avaliação estratégica dos itens da qualidade demandada (E_i)

- Nesta etapa, cada item da qualidade demandada é analisado em relação a sua relevância para os negócios da empresa, tendo em vista as metas gerenciais estabelecidas para o futuro.
- A escala usada na análise pode ser a seguinte:
 - 0,5 - Importância pequena
 - 1,0 - Importância média
 - 1,5 - Importância grande
 - 2,0 - Importância muito grande

Priorização da qualidade demandada ID_i^*

- A priorização dos itens de qualidade demandada é calculada levando em conta a importância de cada item da qualidade demandada (ID_i), a avaliação estratégica (E_i) e a avaliação competitiva (M_i).
- Para tanto, é utilizado o índice de importância definido pelos clientes (ID_i) para cada um dos itens de qualidade demandada, corrigido pela consideração dos aspectos estratégicos e competitivos.
- Assim, ter-se-á um índice de importância corrigido: ID_i^* .

Priorização da qualidade demandada ID_i^*

- O índice de importância corrigido é calculado com a seguinte fórmula:

$$ID_i^* = ID_i \times \sqrt{E_i} \times \sqrt{M_i}$$

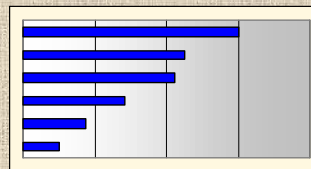
- onde:

- ID_i^* = índice de importância corrigido da qualidade demandada
- ID_i = índice de importância da qualidade demandada
- E_i = avaliação estratégica dos itens de qualidade demandada
- M_i = avaliação competitiva dos itens da qualidade demandada (*benchmark*)

Priorização da qualidade demandada ID_i^*

- Para facilitar a interpretação dos resultados, é conveniente ilustrar a priorização dos itens e qualidade demandada (ID_i^*) através de um gráfico de Pareto.

	ID_i	E_i	M_i	ID_i^*
Livre de vibrações	20	1,5	1,5	30
Livre de ruído	15	1,5	1,5	23
Segurança	30	0,5	1,0	21
Durabilidade	20	0,5	1,0	14
Estética	10	1,5	0,5	9
Economia de gasolina	5	1,0	1,0	5



Priorização da qualidade demandada (IDi*)

- No exemplo dos pneus, o item mais importante na concepção do cliente é a **segurança**,
- mas levando em conta a posição competitiva da empresa em questão (que possui um produto com segurança superior aos concorrentes) e a tendência futura para os diversos quesitos, a **durabilidade** passou para a primeira posição,
- seguida de **economia de gasolina** e a **segurança**, na terceira posição.

Análise da Qualidade Demandada

- Nesta etapa, após a priorização, deve ser feita uma análise dos itens da qualidade demandada.
- **Quando a concepção do produto ainda não está suficientemente amadurecida, pode ser necessário separar os itens da qualidade demandada em dois grupos.**
- O primeiro grupo incorpora os itens que podem ser medidos através de características de qualidade, que dependem dos processos e das partes do produto, e que irão formar o cabeçalho das linhas da Matriz da Qualidade.
- Em geral, a maioria dos itens pertence a este grupo.

Análise da Qualidade Demandada

- Contudo, há um segundo grupo a ser considerado.
- Esse grupo contempla **itens** que estão **relacionados com alguma decisão prévia**.
- Devemos optar se o produto **irá ou não incorporar tais e tais aspectos**.
- Não são aspectos a serem medidos, ou que dependam do desempenho do processo,

Análise da Qualidade Demandada

- mas referem-se a decisões que precisam ser feitas nas etapas iniciais de desenvolvimento do produto e que, na verdade, contribuem para a **concepção do produto** oferecido.
- Ao realizar essas decisões, o grupo amadurece a concepção do produto que será oferecido.
- No exemplo em questão, todos os itens podem ser classificados no primeiro grupo, sendo mantidos nos desdobramentos subsequentes.

Análise da Qualidade Demandada

- Mas a pesquisa de opinião poderia ter revelado aspectos tais como: os pneus devem ter a **calibragem ideal gravada no lado externo**; ou os pneus devem ter **dois ventis**.
- Estes itens seriam priorizados enquanto demanda de qualidade e, em seguida, a equipe **tomaria uma decisão** referente a **incorporá-los ou não** ao projeto do produto.
- De qualquer modo, **eles não iriam compor** a matriz da qualidade, auxiliando exclusivamente na **concepção do produto final**.

Desdobramento das características de qualidade (indicadores de qualidade)

- Associado às **demandas de qualidade**, que podem ser **aspectos subjetivos**, devem ser definidas **características de qualidade**,
- as quais serão usadas para **traduzir** as demandas da qualidade em **requisitos técnicos, mensuráveis e objetivos**.
- As características de qualidade devem ser definidas por uma **equipe multifuncional**, cujos constituintes tenham **familiaridade** com o produto e os processos de fabricação.

Desdobramento das características de qualidade

- Essas características de qualidade servirão de **indicadores** da obtenção, ou não, das demandas de qualidade dos clientes.
- As características de qualidade devem ser organizadas em uma **árvore lógica** e, a seguir, dispostas na parte superior da Matriz da Qualidade, formando o cabeçalho das colunas.
- A Tabela a seguir apresenta as características de qualidade escolhidas para o exemplo dos pneus.

Desdobramento das características de qualidade

Demanda de Qualidade	Características de Qualidade associadas
Durabilidade	Tempo de vida (carcaça), Peso, Resistência à penetração, Resistência ao corte, Resistência ao desgaste
Economia de gasolina	Dureza da banda, Desenho da banda
Segurança	Design (horas), Resistência à penetração, Resistência ao corte
Livre de vibrações	Balanceamento, Desenho da banda
Livre de ruído	Dureza da banda, Balanceamento
Estética	Beleza (visual), Design (horas)

Desdobramento das características de qualidade

- Na definição da lista de características de qualidade, os seguintes aspectos devem ser verificados:
 - (i) a lista deve ser **completa**, ou seja, deve atender todas as demandas de qualidade;
 - (ii) a lista não deve apresentar **redundância**, ou seja, mais de uma característica de qualidade que avalia a mesma demanda de qualidade;
 - (iii) a lista não deve apresentar problemas de **hierarquia**, ou seja, características de qualidade mais gerais que incorporam outras mais específicas que também estão sendo listadas;
 - (iv) sempre que possível, devem ser passíveis de uma **medição rápida**.

Relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQ_{ij})

- Esta etapa contempla o preenchimento da matriz da qualidade.
- Os itens da qualidade demandada são cruzados com os itens das características de qualidade e são estabelecidas as **intensidades** dos relacionamentos.
- Para representar a intensidade dos relacionamentos (DQ_{ij}) sugere-se a seguinte escala:
 - **Forte** → peso 9
 - **Médio** → peso 3
 - △ **Fraco** → peso 1

Relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQ_{ij})

- O estabelecimento das relações é feito respondendo a seguinte questão:
- se a característica da qualidade x for mantida em níveis excelentes, estará assegurada a satisfação da qualidade demandada y?
- Se a resposta for **sim**, então a relação é **forte (9)**; se a resposta for **parcialmente**, então a relação é **média (3)**, etc.

Qualidade Demandada	Características de Qualidade										IDi	Ei	Mi	IDi*		
	Tempo de vida (carreça)	Dureza da banda	Peso	Balanceamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resistência à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste						
Durabilidade	20	9	3	9	9		6	3	9	9	9	9	20	0,5	1,0	14
Economia de gasolina	5		3				3	3					5	1,0	1,0	5
Segurança	30	9	6	3	9		9	9	6	6	3		30	0,5	1,0	21
Livre de vibrações	20		6		9		3	3	3				20	1,5	1,5	30
Livre de ruído	15		6		6		3	3					15	1,5	1,5	23
Estética	10					9	9	9					10	1,5	0,5	9
Especificações		> 50.000 Km	75 a 85 RkB	< 7,5 kg	< 50 g	> 9,0	200 a 240 h	90 horas	> 350 N	> 120 N	> 25 min					
IQj		32	50	19	72	8	53	48	34	25	19					
Dificuldade de atuação		1,0	1,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	1,5	2,0					
Análise competitiva		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0					
IQj*		32	61	19	89	11	37	48	42	31	27					

Relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQ_{ij})

- Uma matriz em que a maioria das relações entre as características de qualidade e a qualidade demandada sejam **fracas** deve ser revista, pois as características de qualidade não estão traduzindo de forma adequada a qualidade demandada pelos clientes.
- Itens da qualidade demandada que não se relacionem com **nenhum** item das características de qualidade devem merecer atenção especial a fim de identificar outras características de qualidade que se relacionem com eles.

Especificações atuais para as características de qualidade

- Esta etapa contempla a identificação das especificações **atualmente empregadas** na empresa para as características de qualidade listadas.
- Essas especificações constituem um **indicativo do padrão de qualidade** do produto em questão.
- Por exemplo: a especificação atual para o tempo de vida da carcaça é > 50.000 Km.
- As especificações atuais são **listadas** na matriz da qualidade.

Importância das características de qualidade IQ_j

- Nesta etapa é feita a **determinação da importância** de cada característica de qualidade.
- Isso é feito considerando os **relacionamentos** que as características de qualidade mantém com os itens da qualidade demandada e também a **importância relativa** das qualidades demandadas.
- A fórmula utilizada é a seguinte:

$$IQ_j = \sum_{i=1}^n ID_i^* \times DQ_{ij}$$

Importância das características de qualidade IQ_j

- Usando este formulário, para a característica de qualidade **Tempo de vida da carcaça** tem-se:
- $IQ_1 = 14 \times 9 + 21 \times 9 = 315$
- Para tornar os números **mais fáceis de manusear**, todos podem ser divididos por uma mesma **constante**; neste caso estão sendo divididos por 10.

Características de Qualidade		Matriz da Qualidade															
		Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balancamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resistência à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	IDI	Ei	Mi	IDI*		
Qualidade Demandada																	
Durabilidade	20	9	3	9	9		6	3	9	9	9	20	0,5	1,0	14		
Economia de gasolina	5		3				3	3				5	1,0	1,0	5		
Segurança	30	9	6	3	9		9	9	6	6	3	30	0,5	1,0	21		
Livre de vibrações	20		6		9		3	3	3			20	1,5	1,5	30		
Livre de ruído	15		6		6		3	3				15	1,5	1,5	23		
Estética	10					9	9	9				10	1,5	0,5	9		
Especificações		> 50.000 Km	75 a 85 RkB	< 7,5 kg	< 50 g	> 9,0	200 a 240 h	90 horas	> 350 N	> 120 N	> 25 min						
IQj		32	50	19	72	8	53	48	34	25	19						
Dificuldade de atuação		1,0	1,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	1,5	2,0						
Análise competitiva		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
IQj*		32	61	19	89	11	37	48	42	31	27						

Avaliação da dificuldade de Atuação sobre as características de qualidade D_j

- Nesta etapa, avalia-se a **dificuldade de modificar** as especificações das características de qualidade.
- Para a avaliação pode ser utilizada a seguinte escala:
 - 0,5 - Muito difícil
 - 1,0 - Difícil
 - 1,5 - Moderado
 - 2,0 - Fácil
- Para o exemplo, melhorar as especificações do *Tempo de vida da carcaça* poderia ser considerado **difícil**, o que implicaria em $D_j = 1,0$.

Avaliação competitiva das características de qualidade B_j

- Para a correta priorização das características de qualidade a serem trabalhadas, é importante **considerar os padrões da concorrência**.
- Assim, a avaliação competitiva consiste em um **benchmark técnico**.
- O produto da empresa é **comparado com a concorrência**, considerando as características de qualidade, ou seja, a partir de **aspectos técnicos**.

Avaliação competitiva das características de qualidade B_j

- É importante observar possíveis inconsistências entre a avaliação competitiva feita sobre as demandas de qualidade (benchmark comercial) e sobre as características de qualidade (**benchmark técnico**);
- caso ocorram, deve ser feita uma análise a fim de apurar se não há rigor excessivo na avaliação técnica ou na avaliação das preferências dos clientes.

Avaliação competitiva das características de qualidade B_j

- A avaliação competitiva das características de qualidade é realizada nos mesmos moldes da avaliação competitiva das demandas de qualidade, sendo utilizada a mesma escala proposta anteriormente:
 - 0,5 - **Acima** da concorrência
 - 1,0 - **Similar** à concorrência
 - 1,5 - **Abaixo** da concorrência
 - 2,0 - **Muito abaixo** da concorrência
- Por exemplo, a qualidade do item *Tempo de vida da carcaça* poderia ser considerada o **similar à concorrência**, o que implicaria em $B_j = 1,0$.

Priorização das características de qualidade (IQ_j)

- A priorização das características de qualidade é realizada através do **índice de importância corrigido**.
- Esse índice é calculado considerando a **importância** das características de qualidade, a **dificuldade de atuação** sobre as características e os resultados da **avaliação competitiva**.
- Este índice permite identificar quais são as características de qualidade que, **caso desenvolvidas**, terão um maior impacto sobre a satisfação dos clientes.

Priorização das características de qualidade (IQ_j^*)

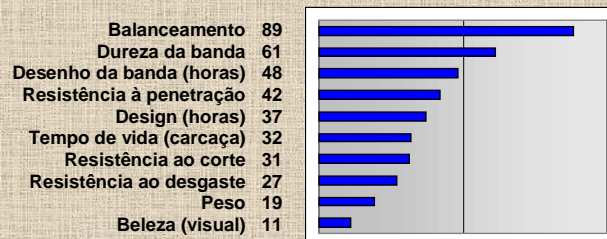
- A priorização é feita usando o índice de importância corrigido (IQ_j^*), o qual é calculado através da fórmula:

$$IQ_j^* = IQ_j \times \sqrt{D_j} \times \sqrt{B_j}$$

- Para a característica *Tempo de vida da carcaça*, uma vez que a dificuldade de atuação foi avaliada como $D_j = 1,0$ e a avaliação de competitividade forneceu $B_j = 1,0$, tem-se que a importância permanece inalterada:
- $IQ_1^* = 31,5 \times \sqrt{1,0} \times \sqrt{1,0} = 31,5$

Priorização das características de qualidade (IQ_j^*)

- A Figura a seguir apresenta um Pareto com a priorização das características de qualidade para o exemplo dos pneus.



Identificação das correlações entre as características de qualidade

- Esta etapa tem por objetivo **verificar a influência** que uma característica de qualidade pode ter sobre as demais.
- Algumas vezes, **o atendimento de uma característica de qualidade pode prejudicar ou facilitar** o atendimento de uma outra característica de qualidade.
- Essa etapa auxilia na identificação e compreensão de **objetivos conflitantes**.

Identificação das correlações entre as características de qualidade

- As correlações podem ser **positivas** ou **negativas**, e **fortes** ou **fracas**, sendo sugerido o seguintes símbolos para representar essas correlações:
 - = negativa forte
 - negativa fraca
 - + positiva fraca
 - * positiva forte
- As características de qualidade devem ser analisadas **par a par**, e verifica-se a eventual existência de **correlação (dependência)** entre as características.

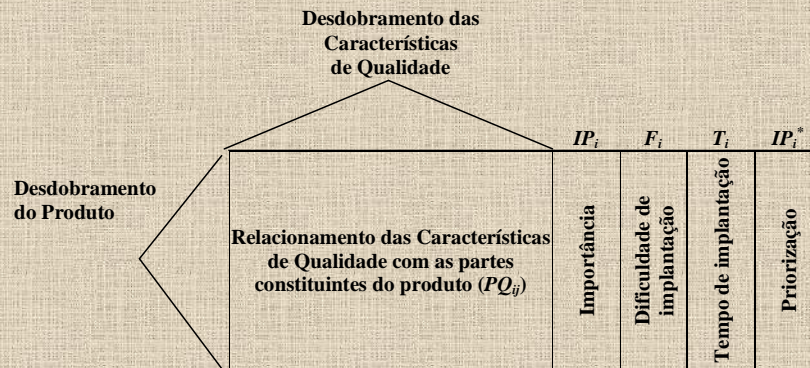
Identificação das correlações entre as características de qualidade

Características de Qualidade	Características de Qualidade									
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balaceamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resistência à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste
Tempo de vida (carcaça)		+	-							*
Dureza da banda								+	+	
Peso										-
Balaceamento										
Beleza (visual)							*			
Design - projeto							*			
Desenho da banda										
Resistência à penetração									+	
Resistência ao corte										
Resistência ao desgaste										

Matriz do Produto

- A matriz do produto desdobra o produto nas **diferentes partes** que o compõe.
- O objetivo é **evidenciar as partes** que estão **associadas** com as **características de qualidade** anteriormente destacadas.
- Isso irá auxiliar na **identificação de partes críticas** para a qualidade do produto final, possibilitando a priorização das partes a serem desenvolvidas

Matriz do Produto



Matriz do Produto

- O preenchimento da matriz do produto permite a **visualização da importância** de cada parte constituinte do produto final.
- É uma atividade central para o **planejamento da qualidade do produto**.
- A matriz do produto revela a **contribuição de cada parte** para a qualidade do **produto final** oferecido ao cliente.

Desdobramento do produto

- Devem ser identificadas **todas as partes** constituintes do produto final.
- Esse **desdobramento** auxilia na análise e **assegura que nenhum componente** do produto, deixará de ser estudado.
- O estudo é feito **visando a identificação** dos **componentes críticos** para a qualidade.
- No exemplo em questão, tem-se que o Pneu se divide em **Banda, Flanco, Cintura metálica, Lonas, Borracha, Friso, Recobrimento do friso e Enchimento do friso.**

Relacionamento das características de qualidade com as partes do produto PQ_{ij}

- Consiste em avaliar o **grau de relacionamento** entre as **partes** e as **características de qualidade**.
- A **mesma escala** usada na matriz da Qualidade pode ser usada aqui..
- A avaliação do relacionamento permite **identificar** quais as **partes do produto** que estão **mais fortemente relacionados** ao atendimento das **características de qualidade**
- e, por conseguinte, ao atendimento da **qualidade demandada pelo cliente**.

Relacionamento das características de qualidade com as partes do produto PQ_{ij}

- O estabelecimento das relações é feito respondendo a seguinte questão:
- **se a parte x for excelente, estará assegurado o atendimento das especificações para a característica da qualidade y?**
- Se a resposta for **sim**, então a relação é forte (**9**); se a resposta for **parcialmente**, então a relação é média (**3**), etc.
- Como pode ser visto, supõe-se uma relação de **causa e efeito**.

Relacionamento das características de qualidade com as partes do produto PQ_{ij}

- Na **Matriz da Qualidade**, as **causas** eram as características de qualidade, e a **conseqüência** era o atendimento das demandas de qualidade.
- Agora, na **Matriz do Produto**, as **causas** são as partes, e a **conseqüência** é o atendimento das especificações das características de qualidade do **produto final**.
- A seguir é apresentada a **matriz do produto** pertinente ao exemplo dos **pneus**.
- No interior da matriz aparece a **intensidade dos relacionamentos** entre as diversas partes e as características de qualidade.

Relacionamento das características de qualidade com as partes do produto PQ_{ij}

Características de Qualidade	Matriz do Produto										Partes do produto			
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balaceamento	Beleza (visual)	Design (horas)	Desenho da banda (horas)	Resistência à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	Importância das partes	Facilidade de desenvolvimento	Tempo de desenvolvimento	Priorização
	IQj*										IPi	Fi	Ti	IPi*
Banda	1	9	9	3	9	9	9	9	9	9	28	1,5	1,5	42
Flanco					9	9					10	1,5	1,5	15
Cintura metálica	6							9	6		7,6	2,0	2,0	15
Lonas	9		6	9							12	2,0	2,0	24
Borracha	9		6	9							12	2,0	2,0	24
Friso				1		1					1,3	2,0	2,0	2,5
Recobrim. do friso	1					1					0,7	2,0	2,0	1,4
Enchimento do friso				1							0,9	2,0	2,0	1,8

Definição da importância das partes IP_i

- A definição da importância das partes tem por **objetivo** fornecer uma **medida concreta** para avaliar o **quanto cada parte está associada** à obtenção das características de qualidade,
- possibilitando a **visualização** daquelas **partes de maior importância** para a qualidade.
- A **adequação das partes** à satisfação das características de qualidade (e respectivas especificações) conduz à melhoria da qualidade do produto final.
- A importância das partes é calculada considerando
 - (i) a **intensidade dos relacionamentos** entre um determinada parte e as características de qualidade e
 - (ii) a **importância definida** para as características de qualidade.

Definição da importância das partes IP_i

- A fórmula de cálculo utilizada é a seguinte:

$$IP_i = \sum_{j=1}^n PQ_{ij} \times IQ_j^*$$

- Considerando as relações estabelecidas na matriz do produto para a parte *cintura metálica* tem-se:
- $IP_3 = 32 \times 6 + 42 \times 9 + 31 \times 6 = 756$
ou dividindo por 100 = **7,6**

Relacionamento das características de qualidade com as partes do produto PQ_{ij}

Características de Qualidade	Matriz do Produto										Partes do produto				
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balancamento	Beleza (visual)	Design (horas)	Desenho da banda (horas)	Resistência à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	Importância das partes	Facilidade de desenvolvimento	Tempo de desenvolvimento	Priorização	
	IQj*	32	61	19	89	11	37	48	42	31	27	IPi	Fi	Ti	IPi*
Banda		1	9	9	3	9	9	9	9	9	9	28	1,5	1,5	42
Flanco					9	9			6	9		10	1,5	1,5	15
Cintura metálica		6							9	6		7,6	2,0	2,0	15
Lonas		9		6	9							12	2,0	2,0	24
Borracha		9		6	9							12	2,0	2,0	24
Friso					1							1,3	2,0	2,0	2,5
Recobrim. do friso		1					1					0,7	2,0	2,0	1,4
Enchimento do friso					1							0,9	2,0	2,0	1,8

Avaliação da dificuldade e tempo de implantação de melhorias nas partes (F_i , T_i)

- Nesta etapa, todas as **partes são avaliadas** com respeito à **dificuldade e ao tempo necessário** para **implantar melhorias** na parte respectiva.
- A avaliação pode ser feita usando a escala a seguir:

Dificuldade de implantação:	Tempo de implantação:
0,5 - Muito difícil	0,5 - Muito grande
1,0 - Difícil	1,0 - Grande
1,5 - Moderada	1,5 - Moderado
2,0 - Fácil	2,0 - Pequeno

- Para a parte **cintura metálica**, considera-se que é **fácil** implantar modificações ($F_i = 2,0$), e que o tempo necessário para implantar essas modificações é **pequeno** ($T_i = 2,0$).

Priorização das partes IP_i^*

- A **priorização** das partes é realizada a partir da consideração da **importância** aferida a **parte** em questão e dos aspectos práticos de sua implementação, ou seja, **tempo e dificuldade** de implantação de melhorias.
- A consideração de aspectos de implantação, como dificuldade e tempo, é fundamental na medida em que, **em um primeiro momento**, é mais **interessante desenvolver** aquelas partes que **responderão mais prontamente** às melhorias realizadas.

Priorização das partes IP_i^*

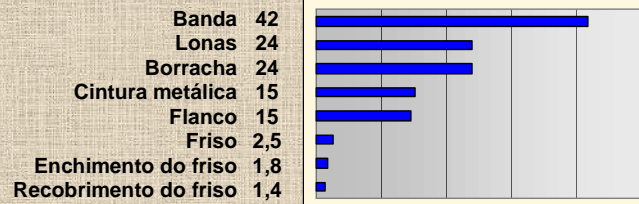
- É **importante destacar** que na **escolha das partes** a serem desenvolvidas já estão sendo levados em consideração os **aspectos de satisfação** do cliente, na medida em que a **importância das partes** é determinada a partir da **importância corrigida das características de qualidade**.
- A **fórmula utilizada** para o cálculo de IP_i^* , para a priorização das partes a serem desenvolvidas, é a seguinte:

$$IP_i^* = IP_i \times \sqrt{F_i} \times \sqrt{T_i}$$

Priorização das partes IP_i^*

- A prioridade de uma determinada parte será tanto maior quanto maior for a sua respectiva importância corrigida.
- Exemplificando, para a parte **cintura metálica**, tem-se:
 - $IP_1^* = 7,6 \times \sqrt{2,0} \times \sqrt{2,0} = 15$
 - A priorização das partes para o exemplo dos pneus pode ser vista na Figura a seguir.
 - As partes prioritárias são a **Banda**, as **Lonas** e a **Borracha**.

Priorização das partes IP_i^*



Matriz das características das partes

- Feito o desdobramento e a priorização das partes, o **próximo passo** é o preenchimento da **matriz das características das partes**.
- Essa matriz **cruza as partes mais importantes** com as **suas características** de qualidade, permitindo visualizar as **características a serem controladas** nas partes críticas para a qualidade.
- A matriz das características das partes é **importante para o desenvolvimento das partes**, o que pode ocorrer na **própria empresa** ou **junto aos fornecedores** das partes.

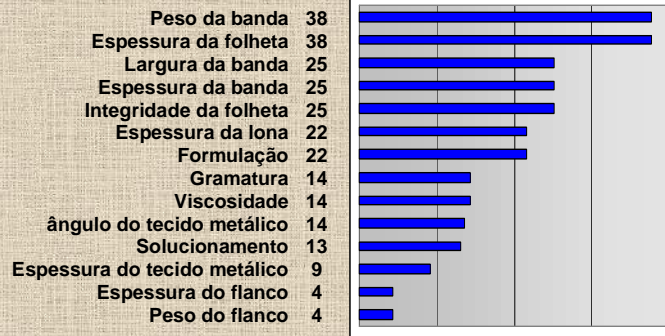
Matriz das características das partes

- O estabelecimento das relações na Matriz das Características das Partes é feito respondendo a seguinte questão:
- **se característica x for mantida em níveis excelentes, estará assegurado o bom desempenho da parte y?**
- Se a resposta for **sim**, então a relação é forte (**9**); se a resposta for **parcialmente**, então a relação é média (**3**), etc.

Matriz das características das partes

Características das partes		Matriz das características das Partes														
Partes do Produto	IPi*	Largura da banda	Espessura da banda	Peso da banda	Espessura da folhaeta	Integridade da folhaeta	Espessura do flanco	Peso do flanco	Solucionamento	ângulo do tecido metálico	Espess. do tecido metálico	Gramatura	Espessura da lona	Viscosidade	Formulação	
Banda	42	6	6	9	9	6										
Flanco	15						3	3	9							
Cintura metálica	15									9	6					
Lonas	24											6	9			
Borracha	24													6	9	
Friso	2,5															
Recobrimento do friso	1,4															
Enchimento do friso	1,8															
Priorização:		25	25	38	38	25	4	4	13	14	9	14	22	14	22	

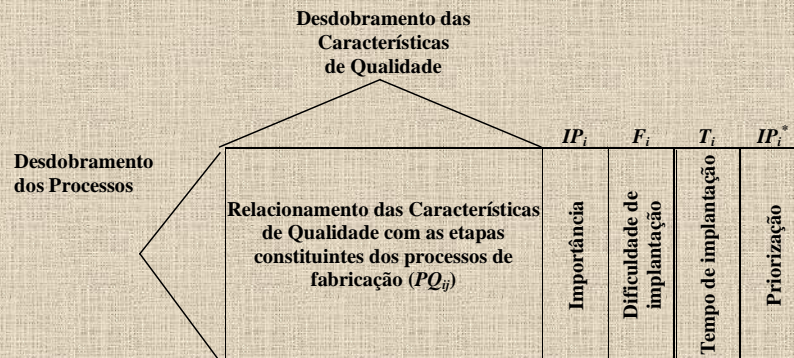
Priorização das características das partes



Matriz dos Processos

- A matriz dos processos desdobra os **processos de fabricação do produto**.
- O objetivo é evidenciar os processos que estão associados com as características de qualidade anteriormente destacadas.
- Isso irá auxiliar na **identificação de processos críticos** para a qualidade do produto, possibilitando a priorização dos processos a serem monitorados e/ou otimizados.
- O preenchimento da matriz dos processos permite a visualização da **importância** de cada parte constituinte do processo.

Matriz dos Processos



Desdobramento dos processos em suas etapas constituintes

- Devem ser identificadas **todas as etapas** constituintes dos processos de fabricação.
- Esse desdobramento auxilia na análise e **assegura que nenhum processo, ou etapa** de processo, deixará de ser estudada.
- Após o desdobramento, os processos ou etapas de processos são **organizados em uma árvore** lógica e irão formar o cabeçalho das linhas da matriz dos processos.

Relacionamento das características de qualidade com os processos PD_{ij}

- Consiste em avaliar o **grau de relacionamento** entre as etapas dos **processos** e as **características de qualidade**.
- A **mesma escala** apresentada na Matriz da Qualidade pode ser usada aqui..
- A avaliação do relacionamento permite **identificar** quais os **processos** que estão mais fortemente **relacionados ao atendimento** das características de qualidade e, por conseguinte, ao **atendimento da qualidade demandada pelo cliente**.

Relacionamento das características de qualidade com os processos PD_{ij}

- O estabelecimento das relações é feito respondendo a seguinte questão:
- **se o processo x for realizado perfeitamente, estará assegurado o atendimento das especificações para a característica de qualidade y?**
- Se a resposta for **sim**, então a relação é **forte (9)**; se a resposta for **parcialmente**, então a relação é **média (3)**, etc.
- A Figura a seguir apresenta a matriz dos processos pertinente ao exemplo dos pneus.

Etapas do Processo	Características de Qualidade										Importância dos processos			
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balaceamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resist. à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	Importância dos processos	Facilidade de atuação	Tempo de atuação	Priorização
	IQj*	3,2	6,1	1,9	8,9	1,1	3,7	4,8	4,2	3,1	2,7	IPi	Fi	Ti
Desenv. de produto	6	6	9			9	9	6	6	9	22	1,0	1,0	22
Recebimento de MP	1							3	3		3	1,5	1,5	4
Prep. de compostos	3	9						3	3	6	10	1,0	1,0	10
Emborrachamento	9		9	3							7	1,0	1,0	7
Extrusão	3	3	9	3				6	6	6	13	1,0	1,0	13
Confecção de frisos	1										0	2,0	2,0	1
Cortes de tecido	1		1	3							3	1,5	1,5	5
Confecção de carcaças	3			6				9			10	1,5	1,5	15
Pintura das carcaças					6						1	2,0	2,0	1
Vulcanização	9	9			6		3	6	6	9	17	1,5	1,5	26
Acabamento					9						1	2	2	2
Expedição											0	2	2	0

Definição da importância dos Processos IP_i

- A definição da **importância das etapas** dos processos tem por **objetivo** fornecer uma **medida concreta** para avaliar o quanto **cada processo está associado** à obtenção das **características de qualidade**, possibilitando a visualização daqueles processos de maior importância para a qualidade.
- A **adequação dos processos** à satisfação das características de qualidade (e respectivas especificações) conduz à **melhoria da qualidade** do produto final.

Definição da importância dos Processos IP_i

- A **importância dos processos** é calculada considerando (i) a **intensidade dos relacionamentos** entre uma determinada etapa e as características de qualidade e (ii) a **importância definida** para as características de qualidade.
- A fórmula de cálculo utilizada é a mesma apresentada no cálculo da importância das partes:

$$IP_i = \sum_{j=1}^n PQ_{ij} \times IQ_j^*$$

Definição da importância dos Processos IP_i

- Considerando as relações estabelecidas na matriz dos processos, para o processo de **Emborrachamento**, tem-se:
- $IP_4 = 32 \times 9 + 19 \times 9 + 89 \times 3 = 726$
ou dividindo-se por 100 = **7,3**
- A Figura a seguir apresenta um gráfico de Pareto com a **priorização dos processos**. Como pode ser visto, os processos mais importantes para a qualidade no exemplo dos pneus são os processos de **Vulcanização** e **Desenvolvimento de produto**.

Etapas do Processo	Características de Qualidade										Importância dos processos			
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balancamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resist. à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	Facilidade de atuação	Tempo de atuação	Priorização	
	IQj*	3,2	6,1	1,9	8,9	1,1	3,7	4,8	4,2	3,1	2,7	IPi	Fi	Ti
Desenv. de produto	6	6	9			9	9	6	6	9	22	1,0	1,0	22
Recebimento de MP	1							3	3		3	1,5	1,5	4
Prep. de compostos	3	9						3	3	6	10	1,0	1,0	10
Emborrachamento	9		9	3							7	1,0	1,0	7
Extrusão	3	3	9	3				6	6	6	13	1,0	1,0	13
Confecção de frisos	1										0	2,0	2,0	1
Cortes de tecido	1		1	3							3	1,5	1,5	5
Confecção de carcaças	3			6				9			10	1,5	1,5	15
Pintura das carcaças					6						1	2,0	2,0	1
Vulcanização	9	9			6		3	6	6	9	17	1,5	1,5	26
Acabamento					9						1	2	2	2
Expedição											0	2	2	0

Avaliação da dificuldade e tempo de implantação de melhorias nos processos (F_i , T_i)

- Nesta etapa, todos os **processo são avaliados** com respeito à **dificuldade e ao tempo necessário** para implantar melhorias no processo em questão.
- A avaliação pode ser feita usando a mesma escala apresentada anteriormente.
- Para a etapa de processo **Emborrachamento**, considera-se que é **difícil** implantar modificações ($F_i = 1,0$),
- e que o **tempo** necessário para implantar essas modificações seria **grande** ($T_i = 1,0$), devido a **necessidade de algum de treinamento especializado**.

Priorização dos processos IP_i^*

- A **priorização dos processos** é realizada a partir da consideração da **importância** aferida ao **processo** em questão e dos **aspectos práticos** de sua implementação, ou seja, **tempo e dificuldade** de implantação de melhorias.
- A consideração de **aspectos de implantação**, como **dificuldade e tempo**, é importante na medida em que, em um primeiro momento,
- é mais interessante desenvolver aqueles processos que trarão um retorno mais rápido em termos de qualidade do produto final.

Priorização dos processos IP_i^*

- A fórmula utilizada para o cálculo da priorização dos processos a serem desenvolvidos, é a seguinte:

$$IP_i^* = IP_i \times \sqrt{F_i} \times \sqrt{T_i}$$

- A **prioridade** de um determinado processo será tanto **maior quanto maior for** a sua respectiva **importância corrigida**.
- Exemplificando, para o processo **Emborrachamento**, tem-se:
- $IP_1^* = 7,3 \times \sqrt{1,0} \times \sqrt{1,0} = 7,3$

Etapas do Processo	Características de Qualidade										Importância dos processos			
	Tempo de vida (carcaça)	Dureza da banda	Peso	Balaceamento	Beleza (visual)	Design - projeto	Desenho da banda	Resist. à penetração	Resistência ao corte	Resistência ao desgaste	IPi	Fi	Ti	IPi*
IQj*	3,2	6,1	1,9	8,9	1,1	3,7	4,8	4,2	3,1	2,7				
Desenv. de produto	6	6	9			9	9	6	6	9	22	1,0	1,0	22
Recebimento de MP	1							3	3		3	1,5	1,5	4
Prep. de compostos	3	9						3	3	6	10	1,0	1,0	10
Emborrachamento	9		9	3							7	1,0	1,0	7
Extrusão	3	3	9	3				6	6	6	13	1,0	1,0	13
Confecção de frisos	1										0	2,0	2,0	1
Cortes de tecido	1		1	3							3	1,5	1,5	5
Confecção de carcaças	3			6				9			10	1,5	1,5	15
Pintura das carcaças					6						1	2,0	2,0	1
Vulcanização	9	9			6		3	6	6	9	17	1,5	1,5	26
Acabamento					9						1	2	2	2
Expedição											0	2	2	0

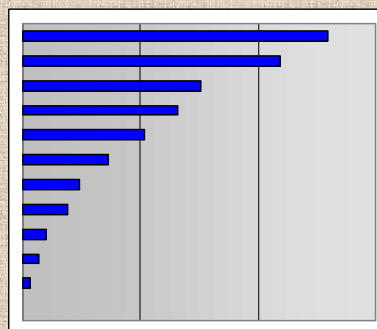
EPR 00 209

Pesquisa de Mercado e QFD

101

Priorização dos Processos IP_i^*

Vulcanização	26
Desenvolvimento de produto	22
Confecção de carcaças	15
Extrusão	13
Preparação de compostos	10
Emborrachamento	7
Cortes de tecido	5
Recebimento de MP	4
Acabamento	2
Pintura das carcaças	1
Confecção de frisos	1
Expedição	0



EPR 00 209

Pesquisa de Mercado e QFD

102

Matriz dos parâmetros do processo

- Após a priorização dos processos, deve ser feito um levantamento dos **principais parâmetros** dos processos.
- As informações podem ser organizadas em uma matriz, chamada de **Matriz dos parâmetros do processo**.
- Essa matriz permite visualizar os **principais parâmetros** a serem **controlados**.
- A qualidade da manufatura **dependerá substancialmente** do controle desses parâmetros.

Matriz dos parâmetros do processo

- O estabelecimento das relações na Matriz dos Parâmetros do Processo é feito respondendo a seguinte questão:
 - **se o parâmetro x for mantido dentro das especificações, estará assegurado o desempenho do processo y?**
- Se a resposta for **sim**, então a relação é **forte (9)**; se a resposta for **parcialmente**, então a relação é **média (3)**, etc.

Matriz dos parâmetros do processo

- No exemplo dos pneus, os principais parâmetros a serem controlados são:
- o **Comprimento de corte da banda de rodagem**,
- a **Temperatura de vulcanização**,
- a **Pressão de estampagem**,
- o **Tempo de vulcanização**, etc.

Priorização dos Parâmetros do Processo

- A **priorização** dos Parâmetros do Processo é realizada através da realização da multiplicação da **importância dos Procedimentos (IPi*)** e das **relações existentes**.
- Exemplo para o Comprimento de corte da rodagem:
$$\text{Priorização} = 13 \times 9 + 15 \times 9 = 252$$

ou dividindo por 10 = **25,2**
- A figura a seguir apresenta o **Gráfico de Pareto** da priorização dos parâmetros do processo

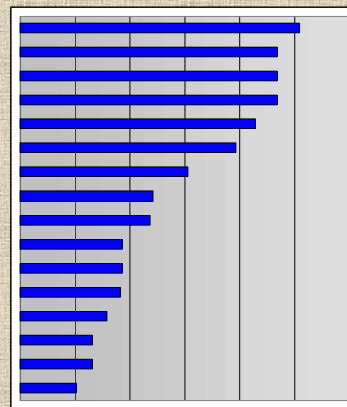
Parâmetros do processo

Matriz dos Parâmetros do processo

Etapas do processo	IPi*	Tempo de desenvolvimento	Nº de inovações por versão	Índice de rejeição	% de entregas no prazo	Temperatura de Mistura	Viscosidade do composto	Espessura do tecido	Gramatura do tecido	Temperatura do extrudado	Comprim. de corte rodagem	Velocidade de linha	Tipo de matriz	Diâmetro do friso	Ângulo de corte	Comprimento de corte tecido	Pressão de compactação	Posicionam. dos componentes	Uniformidade da pintura	Temperatura de vulcanização	Pressão de estampagem	Tempo de vulcanização	
		22	9	3																			
Desenvolv. de produto	22	9	3																				
Recebimento de MP	4			9	6																		
Prep. de compostos	10			1		9	9																
Emborrachamento	7			1				9	9														
Extrusão	13			1						9	9	3	6										
Confecção de frisos	1			1				3						9									
Cortes de tecido	5							3							9	3							
Confecção de carcaças	15							3			9			3			9	3					
Pintura das carcaças	1																			9			
Vulcanização	26							1	1						3		3				9	9	9
Acabamento	2																						
Expedição	0																						
Priorização =>		20	7	7	2	9	9	15	9	12	25	4	8	5	12	1	21	5	1	23	23	23	23

Priorização dos parâmetros do processo

Comprim. de corte rodagem	25
Temperatura de vulcanização	23
Pressão de estampagem	23
Tempo de vulcanização	23
Pressão de compactação	21
Tempo de desenvolvimento	20
Espessura do tecido	15
Ângulo de corte	12
Temperatura do extrudado	12
Temperatura de Mistura	9
Viscosidade do composto	9
Gramatura do tecido	9
Tipo de matriz	8
Nº de inovações por versão	7
Índice de rejeição	7
Diâmetro do friso	5



Matriz de Recursos

- A **matriz de recursos** engloba tanto os itens referentes a **recursos humanos** como os itens referentes a **recursos de infra-estrutura**.
- Essa matriz possibilita que os diferentes **processos** que compõem a fabricação do produto sejam **relacionados** aos itens de **infra-estrutura** e **recursos humanos** necessários **para o seu desenvolvimento**.
- Como os **processos foram anteriormente vinculados** às **características de qualidade**, é possível **relacionar, de forma indireta**, as **características** de qualidade aos **recursos** humanos e à **infra-estrutura** necessários à sua realização.

Matriz de Recursos

Desdobramento dos Recursos Humanos	Desdobramento da Infra-estrutura
Relacionamento dos Processos com os itens de Recursos Humanos PR_{ij}	Relacionamento dos Processos com os itens de Infra-estrutura PR_{ij}
Importância IR_j	
Custo C_j	
Dificuldade de implantação L_j	
Priorização IR_j^*	

Desdobramento dos itens de infra-estrutura e recursos humanos

- Devem ser listados os **equipamentos**, os **componentes da estrutura física** e o **peçoal** necessários para atender os processos que constituem o sistema produtivo.
- Neste desdobramento, é interessante **considerar todos** os tipos de **equipamentos** possíveis de serem utilizados
- (aqueles **atualmente** em utilização, **possíveis modificações** e mesmo outros **equipamentos** que possam **ser adquiridos**) e outros componentes da estrutura física.

Desdobramento dos itens de infra-estrutura e recursos humanos

- Serão **priorizados** aqueles equipamentos ou componentes da infra-estrutura que **auxiliem** na **execução dos processos** mais **importantes** para a qualidade.
- Da mesma forma, é importante **considerar** os **recursos humanos**, de **todos os níveis**, necessários para a realização dos processos que constituem a manufatura.
- Todos os itens listados devem ser organizados em uma árvore lógica e depois transportados para a matriz de recursos, formando o cabeçalho das colunas desta matriz.

Desdobramento dos itens de infra-estrutura e recursos humanos

Processo	Itens de Pessoal	Itens de Infra-estrutura
Desenvolvimento de produto	Eng. de desenvolvimento, Eng. de processo, Eng. de qualidade	Sala de provas, Campo de provas, Hardware, Software, Raio X
Recebimento de MP	Eng de qualidade, Supervisor de produção	Hardware, Software, Lab. químico, físico e têxtil, Área de estocagem
Preparação de compostos	Eng. de desenvolvimento, processo, qualidade e manutenção, Supervisor de produção, Operadores de semi-acabados	Hardware, Software, Lab. físico, químico e misturadoras
...		

Relacionamento dos processos com os itens de infra-estrutura e recursos humanos PR_{ij}

- Esta etapa contempla o preenchimento da matriz de recursos.
- Os **processos** são **cruzados** com os **itens de infra-estrutura e recursos humanos** e a intensidade dos relacionamentos é avaliada.
- Para avaliar o grau de relacionamento, pode ser usada a **mesma escala** sugerida na Matriz da qualidade.

Relacionamento dos processos com os itens de infra-estrutura e recursos humanos PR_{ij}

- O estabelecimento das relações é feito respondendo a seguinte questão:
- **se o recurso x for excelente, estará assegurado o bom desempenho do processo y?**
- Se a resposta for **sim**, então a relação é **forte (9)**; se a resposta for **parcialmente**, então a relação é **média (3)**, etc.

Recursos Humanos

Matriz dos Recursos Humanos

Etapas do processo

	Engenheiros de desenv.	Engenheiro de processo	Engenheiros de qualidade	Eng. de manutenção	Supervisor de produção	Oper. de semi acabados	Operador de calandra	Operador de extrusoras	Operador de cortadeira	Oper. de Confeccionadoras	Operador de vulcanização	Inspeccionador	Auxiliar de produção	
Desenv. de produto	22	9	3	3	1									
Recebimento de MP	4		9		3									
Preparo de compostos	10	6	9	9	7	7	5							
Emborrachamento	7	6	9	7	6	7	5	9						
Extrusão	13	6	9	7	6	7	5		9					
Confeção de frisões	1		3	9	3	7	5							
Cortes de tecido	5		3	6	3	9			9					
Confeção de carcaças	15	3	7	6	4	9				9				
Pintura das carcaças	1		3	3	6	9					9			
Vulcanização	26	3	6	7	7	9					6			
Acabamento	2			6	9							9		
Expedição	0			3	3								9	
Importância =>		50	62	66	46	69	16	6,5	12	4,3	14	17	1,8	0
Quantidade		2	3	1	3	6	4	3	5	4	6	6	2	25
Salário + encargos		5,5	4,5	5	4,5	3	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8
% tempo dedicado		0,5	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Custo mensal =>		5,5	14	5	2,7	18	7,2	4,5	7,5	6	9	9	3	20

Recursos de infra-estrutura		Matriz dos Recursos de Infra-estrutura																
Etapas dos processos		Sala provas	Campo de provas	Hardware	Software	Laboratório físico	Laboratório químico	Laboratório têxtil	Área de estocagem	Misturadores	Calandras	Extrusoras	Confecionadoras de friso	Cortadeiras	Confecionadoras pneus	Cabinas de pintura	Prensas vulcanizadoras	Ratio X
Desenv. de produto	22	9	9	9	9													3
Recebimento de MP	4			3	3	7	9	7	6									
Prep. de compostos	10			1	1	9	7			9								
Emborrachamento	7							9		6	9							
Extrusão	13	3								6		9						
Confecção de frisos	1												9					
Cortes de tecido	5										6			9				
Confec. de carcaças	15	3									3	6	6	6	9			3
Pintura das carcaças	1															9		
Vulcanização	26	3		9	9									3	6	9	9	6
Acabamento	2														3	6	9	7
Expedição	0																	
Importância =>		36	20	45	45	12	11	9	2	22	14	21	10	21	30	26	25	28
Custo do equipamento		50	300	30	25	80	55	40	50	30	30	60	25	15	50	70	150	25
Tempo de amortiz. (anos)		12	15	4	4	6	6	6	10	5	5	5	5	8	5	10	10	8
Custo de Ope. e Man. (mês)		2,0	10	2,0	2,0	4,0	5,0	2,0	2,0	1,5	1,5	3,0	1,0	1,0	2,0	5,0	3,0	0,5
Tempo de uso (%)		0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5
Custo mensal =>		1,2	5,8	2,6	2,5	2,6	2,9	1,3	2,4	2,0	2,0	4,0	1,4	1,2	2,8	2,8	4,3	0,4

Definição da importância dos itens de infra-estrutura e recursos humanos IR_j

- A definição da importância dos itens de infra-estrutura e recursos humanos permite **avaliar quanto** estes itens **contribuem** para a **melhoria dos processos** e, portanto, para a melhoria da qualidade do produto manufaturado.
- Essa **definição é básica** para o estabelecimento de um **plano de melhorias**.
- A importância é calculada a partir de (i) a **intensidade** do relacionamento dos processos com os itens de infra-estrutura e recursos humanos (PR_{ij}), e (ii) da importância definida para os processos, através da consideração do **índice de importância corrigido** (IP_i^*).

Definição da importância dos itens de infraestrutura e recursos humanos IR_j

- Para o cálculo da importância dos itens de infraestrutura e recursos humanos é utilizada a fórmula:

$$IR_j = \sum_{i=1}^n PR_{ij} \times IP_i^* \quad (3.8)$$

- Considerando os valores que aparecem na matriz de recursos, aplicando o formulário para o item **Engenheiro de desenvolvimento**, obtém-se:
- $IR_1 = 22 \times 9 + 10 \times 6 + 7 \times 6 + 13 \times 6 + 15 \times 3 + 26 \times 3 = 501$
ou dividindo por 10 = **50,1**

Recursos Humanos		Matriz dos Recursos Humanos												
		Engenheiros de desenv.	Engenheiro de processo	Engenheiros de qualidade	Eng. de manutenção	Supervisor de produção	Oper. de semi acabados	Operador de calandra	Operador de extrusoras	Operador de cortadeira	Oper. de Confeccionadoras	Operador de vulcanização	Inspeccionador	Auxiliar de produção
Desenv. de produto	22	9	3	3		1								
Recebimento de MP	4			9		3								
Preparo de compostos	10	6	9	9	7	7	5							
Emborrachamento	7	6	9	7	6	7	5	9						
Extrusão	13	6	9	7	6	7	5		9					
Confeção de frisões	1		3	9	3	7	5							
Cortes de tecido	5		3	6	3	9			9					
Confeção de carcaças	15	3	7	6	4	9				9				
Pintura das carcaças	1		3	3	6	9					9			
Vulcanização	26	3	6	7	7	9						6		
Acabamento	2			6	9								9	
Expedição	0			3	3									9
Importância =>		50	62	66	46	69	16	6,5	12	4,3	14	17	1,8	0
Quantidade		2	3	1	3	6	4	3	5	4	6	6	2	25
Salário + encargos		5,5	4,5	5	4,5	3	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8
% tempo dedicado		0,5	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Custo mensal =>		5,5	14	5	2,7	18	7,2	4,5	7,5	6	9	9	3	20

Avaliação do custo e dificuldade de implantação dos itens de infra-estrutura e RH (C_j, L_j)

- É importante avaliar os itens de infra-estrutura e recursos humanos **em relação a custos**, a fim de **incluir fatores financeiros** na **priorização** que será feita a seguir;
- a **inclusão** de uma análise de **custo/benefício** dos equipamentos ou tecnologias que estarão sendo propostas para utilização na empresa **é sempre pertinente**.

Avaliação dos custos associados aos RH

- No caso dos recursos humanos, a avaliação de custos deve considerar
 - a **quantidade de pessoas** em cada função,
 - **salários + encargos** e, ainda,
 - o **tempo dedicado** ao produto que está sendo desdobrado.
- Ilustrando, no exemplo dos pneus, o custo associado com **Engenheiro de desenvolvimento** seria:
- Custo mensal = Quantidade x (Salário + Encargos) x % de tempo dedicado
- Custo mensal = $2 \times R\$ 5.500,00 \times 0,5 = R\$ 5.500,00$
ou dividindo por 1000 = **5,5**

Matriz dos Recursos Humanos	Recursos Humanos										
Processos											
Importância IRj											
Quantidade											
Salário + Encargos											
% de tempo dedicado											
Custo Mensal											
Cj											
Lj											
IRj*											

EPR 00 209 Pesquisa de Mercado e QFD 123

Recursos Humanos		Matriz dos Recursos Humanos												
Etapas do processo		Engenheiros de desenv.	Engenheiro de processo	Engenheiros de qualidade	Eng. de manutenção	Supervisor de produção	Oper. de semi acabados	Operador de calandra	Operador de extrusoras	Operador de cortadeira	Oper. de Confeccionadoras	Operador de vulcanização	Inspeccionador	Auxiliar de produção
Desenv. de produto	22	9	3	3		1								
Recebimento de MP	4			9		3								
Preparo de compostos	10	6	9	9	7	7	5							
Emborrachamento	7	6	9	7	6	7	5	9						
Extrusão	13	6	9	7	6	7	5		9					
Confeção de frisões	1		3	9	3	7	5							
Cortes de tecido	5		3	6	3	9				9				
Confeção de carcaças	15	3	7	6	4	9					9			
Pintura das carcaças	1		3	3	6	9						9		
Vulcanização	26	3	6	7	7	9						6		
Acabamento	2			6		9							9	
Expedição	0			3		3								9
Importância =>		50	62	66	46	69	16	6,5	12	4,3	14	17	1,8	0
Quantidade		2	3	1	3	6	4	3	5	4	6	6	2	25
Salário + encargos		5,5	4,5	5	4,5	3	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8
% tempo dedicado		0,5	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Custo mensal =>		5,5	14	5	2,7	18	7,2	4,5	7,5	6	9	9	3	20

EPR 00 209 Pesquisa de Mercado e QFD 124

Avaliação dos custos associados aos itens de infra-estrutura

- No caso de itens de infra-estrutura (um equipamento, por exemplo), deve-se considerar nesta análise **aspectos ligados** ao
 - **custo de implantação-aquisição** (dividido pelo tempo de amortização),
 - o **custo de operação-manutenção** e, ainda,
 - o **percentual do tempo** que o recurso é **mobilizado** pelo produto que está sendo desdobrado.

Avaliação do custo e dificuldade de implantação dos itens de infra-estrutura e RH

- Ilustrando, no exemplo dos pneus o custo associado com **Misturadores** resulta:
- **Custo mensal = [(Custo de aquisição dos equipamentos / Tempo de amortização) + Custo de Operação-manutenção] x % de tempo dedicado**
- **Custo mensal = [(R\$ 30.000,00/ (12 x 5 anos)) + R\$ 1.500,00] x 1,0 = R\$ 2.000,00**
ou dividindo por 1000 = **2,0**

Matriz dos Recursos de Infra-Estrutura	Recursos de Infra-Estrutura										
Processos											
Importância IRj											
Custo do Equipamento											
Tempo Amortização (anos)											
Custo operação+ manut. (mês)											
Tempo de uso (%)											
Custo Mensal											
Cj											
Lj											
IRj*											

Etapas dos processos	Recursos de infra-estrutura																
	Sala provas	Campo de provas	Hardware	Software	Laboratório físico	Laboratório químico	Laboratório têxtil	Área de estocagem	Misturadores	Calandras	Extrusoras	Confeccionadoras de friso	Cortadeiras	Confeccionadoras pneus	Cabinas de pintura	Prensas vulcanizadoras	Raio X
Desenv. de produto	22	9	9	9	9												3
Recebimento de MP	4		3	3	7	9	7	6									
Prep. de compostos	10		1	1	9	7		9									
Emborrachamento	7					9		6	9								
Extrusão	13	3						6		9							
Confeção de frisos	1										9						
Cortes de tecido	5							6			9						
Confec. de carcaças	15	3						3	6	6	6	9					3
Pintura das carcaças	1														9		
Vulcanização	26	3		9	9							3	6	9	9	6	6
Acabamento	2											3	6	9	9	7	
Expedição	0																
Importância =>	36	20	45	45	12	11	9	2	22	14	21	10	21	30	26	25	28
Custo do equipamento	50	300	30	25	80	55	40	50	30	30	60	25	15	50	70	150	25
Tempo de amortiz. (anos)	12	15	4	4	6	6	6	10	5	5	5	5	8	5	10	10	8
Custo de Ope. e Man. (mês)	2,0	10	2,0	2,0	4,0	5,0	2,0	2,0	1,5	1,5	3,0	1,0	1,0	2,0	5,0	3,0	0,5
Tempo de uso (%)	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
Custo mensal =>	1,2	5,8	2,6	2,5	2,6	2,9	1,3	2,4	2,0	2,0	4,0	1,4	1,2	2,8	2,8	4,3	0,4

Avaliação do custo e dificuldade de implantação dos itens de infra-estrutura e RH (C_j, L_j)

- Após feita a avaliação dos **custos mensais**, os **valores** podem ser **padronizados** em algumas faixas, utilizando a seguinte escala:
 - 0,5 - Custo muito alto
 - 1,0 - Custo alto
 - 1,5 - Custo moderado
 - 2,0 - Custo baixo
- Essa **padronização** tem por **objetivo reduzir** a relação entre os itens de **maior e menor** custo, ou de outra forma, os itens de maior custo poderiam **nunca serem** contemplados nas ações de melhoria.

Avaliação do custo e dificuldade de implantação dos itens de infra-estrutura e RH (C_j, L_j)

- Também pode ser avaliada a **dificuldade de implantação** de um item de recursos humanos ou infra-estrutura **do ponto de vista técnico** e em função de **considerações operacionais**.
- A avaliação da dificuldade de implantação de determinado item pode ser realizada com a utilização da seguinte escala:
 - 0,5 - Muito difícil
 - 1,0 - Difícil
 - 1,5 - Moderada
 - 2,0 - Fácil

Priorização dos itens de infra-estrutura e recursos humanos IR_j^*

- Permite **selecionar** os itens cujo **desenvolvimento e implementação** trarão **maiores vantagens** na realização das etapas dos processos que compõem a manufatura.
- Essa priorização é realizada com base no o **índice de importância** dos itens de infra-estrutura e recursos humanos (IR_j), e também incorpora a **avaliação de custo** (C_j) e a **dificuldade de implantação** (L_j).
- O **índice de importância corrigido** dos itens de infra-estrutura e recursos humanos é calculado com a seguinte fórmula:

$$IR_j^* = IR_j \times \sqrt{C_j} \times \sqrt{L_j}$$

Priorização dos itens de infra-estrutura e recursos humanos IR_j^*

- Esta priorização permitirá **selecionar** aqueles itens de infra-estrutura e recursos humanos a serem desenvolvidos em primeiro lugar.
- No exemplo dos pneus, **a equipe optou** por fazer a priorização **utilizando apenas** a escala de custos.
- Mais especificamente, a importância dos itens de recursos humanos e infra-estrutura foi dividida diretamente pela **raiz quadrada dos custos** mensais (não foi utilizada a escala 0,5 a 2,0).

Priorização dos itens de infra-estrutura e recursos humanos IR_j^*

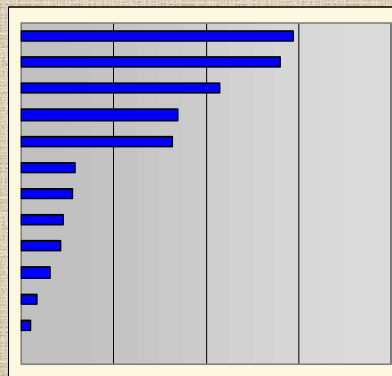
- A dificuldade de implantação não foi considerada na priorização porque as restrições físicas são mínimas, e a dificuldade de implantação está diretamente ligada ao custo de implantação e não agrega nenhuma informação nova.
- No exemplo dos pneus, o **Engenheiro de Manutenção** aparece priorizado.
- Ele dedica **pouco tempo** ao processo de fabricação dos pneus e a sua **importância** para a qualidade dos diversos processos **é grande**.

Priorização dos itens de infra-estrutura e recursos humanos IR_j^*

- Paralelamente, entre os recursos de infra-estrutura, o **Raio X** e a **Sala de Provas** aparecem priorizados.
- A **Sala de Provas** é importante para o desenvolvimento do produto e auxilia na verificação dos resultados de alguns processos intermediários;
- o **Raio X** também contribui no desenvolvimento do produto e é o equipamento que verifica a Vulcanização, principal etapa do processo.

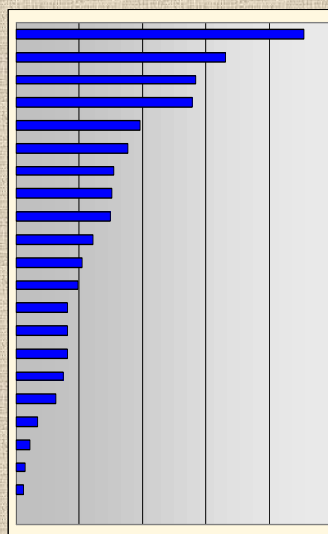
Priorização dos recursos humanos IR_j^*

Engenheiro de manutenção	29
Engenheiros de qualidade	28
Engenheiros de desenvolvim.	21
Engenheiro de processo	17
Supervisor de produção	16
Operadores de semi acabados	6
Operador de vulcanização	6
Operador de extrusoras	5
Operador de confeccionadoras	4
Operador de calandra	3
Operador de cortadeira	2
Inspecionador	1
Auxiliar de produção	0



Priorização dos itens de infra-estrutura IR_j^*

Raio X	45
Sala provas	33
Software	28
Hardware	28
Cortadeiras	20
Confeccionadoras de pneus	18
Cabines de pintura	15
Misturadores	15
Empilhadoras e transportadoras	15
Prensas vulcanizadoras	12
Extrusoras	10
Calandras	10
Campo de provas	8
Laboratório têxtil	8
Confeccionadoras de friso	8
Laboratório físico	7
Laboratório químico	6
Paletes	3
Gabaritos	2
Área de estocagem	1
Balaceadoras	1
Área de estocagem	0



Matriz dos Custos

- A Matriz de Custos pode ser **elaborada diretamente** a partir da **Matriz de recursos**.
- Na Matriz de Custos **estão preenchidas as mesmas células** da matriz de recursos, mas em vez de aparecer a escala 0 a 9, o preenchimento é feito em **unidades financeiras**.
- O procedimento é simples: os custos mensais calculados anteriormente, **são distribuídos ao longo dos processos** de acordo com a intensidade dos relacionamentos assinalados na matriz de recursos.

Matriz dos Custos

- A Matriz de custos para o exemplo dos pneus aparece a seguir.
- Essa Matriz permite fazer um **cálculo aproximado** do custo mensal de cada **processo**.
- Neste cálculo **estão incluídos** tanto os custos associados com **recursos humanos** (que alocam o seu tempo ao processo) quanto os custos de **infra-estrutura** (equipamentos e outros itens necessários no processo em questão).

Etapas dos processos	Recursos							Sala provas	Campo de provas	Hardware	Software	Laboratório físico	Laboratório químico	Laboratório têxtil	Custo mensal Processos
	Engenheiros de desenv.	Engenheiro de processo	Engenheiros de qualidade	Eng. de manutenção	Supervisor de produção	Oper. de semi acabados	Operador de calandra								
Custo mensal	5,5	14	5	2,7	18	7,2	4,5	1,2	5,8	2,6	2,5	2,6	2,9	1,3	
	33	52	75	42	80	20	9	18	9	22	22	16	16	16	
Desenv. de produto	1,5	0,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	5,8	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	11,3
Recebimento de MP	0,0	0,0	0,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	1,1	1,6	0,6	7,7
Prep. de compostos	1,0	2,3	0,6	0,5	1,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,4	1,3	0,0	11,8
Emborrachamento	1,0	2,3	0,5	0,4	1,6	1,8	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	14,5
Extrusão	1,0	2,3	0,5	0,4	1,6	1,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
Confecção de frisos	0,0	0,8	0,6	0,2	1,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
Cortes de tecido	0,0	0,8	0,4	0,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
Confec. de carcaças	0,5	1,8	0,4	0,3	2,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,6
Pintura das carcaças	0,0	0,8	0,2	0,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
Vulcanização	0,5	1,6	0,5	0,5	2,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	15,5
Acabamento	0,0	0,0	0,4	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
Expedição	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2

Matriz dos Custos

- Uma vez **avaliados os custos** de cada processo, é possível realizar uma **comparação** entre a importância e o custo de cada processo.
- Do ponto de vista da qualidade, **deveria ser mantida a proporcionalidade** entre os **custos alocados** a um determinado processo e a sua **importância**.
- Eventualmente, essa comparação irá revelar **distorções**, ou seja, processos muito importantes aos quais estão sendo alocados poucos recursos, ou processos pouco importantes que estão mobilizando recursos humanos e recursos de infra-estrutura substanciais.

Matriz dos Custos

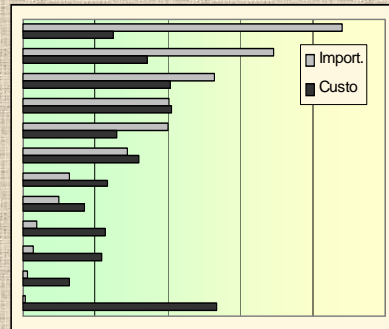
- A Figura a seguir apresenta a comparação entre **importância** e **custo dos processos** para o exemplo dos pneus.
- Nessa Figura, os valores de custo foram **multiplicados** por uma **constante** de modo que a sua soma resultasse igual a soma das importâncias.
- Isso favorece a **comparação**, pois equilibra as escalas de importância e custo.

Matriz dos Custos

- Como pode ser visto, do ponto de vista de qualidade, deveria aumentar a alocação de recursos para os processos **Desenvolvimento de produto, Vulcanização e Extrusão**.
- Por outro lado, havendo necessidade de redução de custos, os processos visados seriam **Acabamento, Pintura das carcaças, Confeção de frisos e Expedição**.

Comparação Custo x Importância

	Imp.	Custo	Custo*
Desenvolv. de produto	22,0	11,3	6,2
Vulcanização	17,3	15,5	8,6
Extrusão	13,2	18,4	10,1
Confecção de carcaças	10,1	18,6	10,2
Preparo de compostos	10,0	11,8	6,5
Emborrachamento	7,2	14,5	8,0
Cortes de tecido	3,2	10,6	5,9
Recebimento de MP	2,5	7,7	4,2
Acabamento	1,0	10,3	5,7
Pintura das carcaças	0,7	9,8	5,4
Confecção de frisos	0,3	5,8	3,2
Expedição	0,2	24,2	13,4



Planejamento da Qualidade

- Esta é a **última etapa** do modelo proposto, onde se concretiza o **planejamento das melhorias** da qualidade que irão reforçar o sistema de qualidade existente.
- Tendo em vista os desenvolvimentos anteriores, fica claro que este planejamento é feito levando em conta a **voz do cliente** e também **aspectos referentes à concorrência, custo e dificuldade de implantação**.

Planejamento da Qualidade

- O planejamento da qualidade é o **ponto de partida** para a realização de qualquer **trabalho futuro** que vise a melhoria da qualidade do produto manufaturado.
- São **definidas** claramente as **características de qualidade** a serem **controladas** e as suas respectivas **especificações**, é elaborado um plano de melhoria para as **partes** e para os processos de manufatura e, além disso, é elaborado um plano de melhoria da **infra-estrutura e recursos humanos**.

Planejamento da Qualidade

- Assim, tem-se que o Planejamento da Qualidade será composto de quatro etapas:
 - **Plano de melhoria das especificações** (revisão e estabelecimento das especificações a serem utilizadas para as características de qualidade)
 - **Plano de melhoria das partes**
 - **Plano de melhoria dos processos**
 - **Plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos**

Planejamento da Qualidade

- Basicamente, o que se deseja é o estabelecimento de **novas especificações** para as características de qualidade,
- as quais devem ser obtidas a partir de **melhorias nas partes e nos processos**.
- Essas melhorias ficam facilitadas através do **reforço ou reorganização dos recursos** humanos e itens da infra-estrutura.

Plano de melhoria das especificações

- Esta etapa consiste no estudo das características de qualidade priorizadas.
- O objetivo é revisar e **estabelecer novas especificações** para essas características de qualidade.
- As especificações devem ser estabelecidas de forma a atender a demanda dos clientes e **garantir um posicionamento vantajoso** em relação à concorrência.

Plano de melhoria das especificações

- As novas especificações, definidas para cada característica de qualidade prioritárias, constituem-se em **metas** para a empresa, a serem atingidas no menor espaço de tempo possível.
- **Associado a cada nova especificação, deve existir uma estratégia de transição.**
- Assim, o plano deve incluir **responsáveis e cronograma** e deve ser compatível com os **recursos** disponíveis.

Plano de melhoria das especificações

- No exemplo em questão, as características de qualidade que receberam o maior índice de importância foram o **Balanceamento do pneu**, a **Dureza da banda** e o **Desenho da banda** (horas de desenvolvimento).
- As especificações dessas características de qualidade devem ser cuidadosamente repensadas, uma vez que elas tem um **forte impacto** sobre o **desempenho do pneu**, ou seja, sobre a satisfação dos clientes.
- As **novas especificações** passariam então a constituírem metas a serem atingidas no menor espaço de tempo possível.

Plano de melhoria das partes

- Em **paralelo** ao plano de transição das especificações, deve existir um plano de melhoria das partes.
- São as alterações nas partes que podem provocar as melhorias nas especificações.
- O plano de melhoria irá focar naquelas **partes que foram priorizadas** na etapa de desdobramento e priorização das partes do produto.
- O plano pode conter estudos de engenharia, **estudos por elementos finitos, testes de laboratório, testes de sobrevida, estudos de FMEA e FTA** ou uso de **projeto de experimentos** para a otimização experimental do produto.

Plano de melhoria das partes

- Os profissionais diretamente ligados ao projeto e manufatura das partes devem ser os responsáveis pelo detalhamento do plano de melhoria das partes.
- No exemplo em questão, as partes prioritárias foram: **Banda, Lonas e Borracha.**
- Melhorias nessas partes terão um **forte impacto** sobre as **características de qualidade prioritárias** e, portanto, sobre a satisfação dos clientes.

Plano de melhoria das partes

- No **desenvolvimento** ou **controle** da qualidade das partes, algumas características devem ser cuidadosamente monitoradas.
- A Matriz das características das partes conduziu a priorização das seguintes características:
- **Peso da banda, Espessura da folheta, Largura da banda e Espessura da banda.**

Plano de melhoria dos processos

- Em **paralelo** ao plano de transição das especificações, também deve existir um plano de melhoria dos processos.
- Muitas das **especificações finais** do produto dependem diretamente da **excelência dos processos** de manufatura.
- O plano de melhoria irá focar naqueles **processos que foram priorizados** na etapa de desdobramento e priorização dos processos.
- O plano pode conter **estudos de engenharia, estudos de capacidade, implantação de monitoramento estatístico, estudos de FMEA e uso de projeto de experimentos** para a otimização experimental dos processos.

Plano de melhoria dos processos

- Os **profissionais diretamente ligados** ao monitoramento e desenvolvimento dos processos devem ser os **responsáveis pelo detalhamento** do plano de melhoria dos processos.
- No exemplo em questão, os processos prioritários foram: **Vulcanização, Desenvolvimento de produto, Confeção de carcaças e Extrusão.**
- Melhorias nessas etapas de processo terão um **forte impacto** sobre as características de qualidade prioritárias e, portanto, sobre a satisfação dos clientes.

Plano de melhoria dos processos

- No desenvolvimento ou controle da qualidade dos processos, **alguns parâmetros** devem ser cuidadosamente **monitorados.**
- No exemplo dos pneus, a Matriz dos parâmetros do processo conduziu a priorização dos seguintes parâmetros:
- **Comprimento de corte de rodagem, Temperatura de vulcanização, Pressão de estampagem e Tempo de vulcanização.**

Plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos

- Para facilitar as melhorias nos processos de manufatura, é necessário **pessoal e infra-estrutura física condizente**.
- Assim, deve ser elaborado um plano que contemple:
 - **modificações nos recursos humanos** (aquisição, ou treinamento, ou redistribuição)
 - **e na infra-estrutura** (aquisição de equipamentos, ou racionalização do uso de equipamentos, ou mudanças de layout, etc.).

Plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos

- O plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos muitas vezes pode exigir fortes **investimentos e reorganização de pessoal ou layout físico**.
- Assim, é fundamental que a **alta gerência tenha participação direta** no detalhamento desse plano.
- O plano de melhoria nos recursos humanos e de infra-estrutura deve ser feito com **base** nos itens priorizados **após o preenchimento e análise** da matriz de recursos.

Plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos

- No exemplo dos pneus, os itens de infra-estrutura e recursos humanos priorizados foram os seguintes:
- **Engenheiro de manutenção, Engenheiros de qualidade, Engenheiros de desenvolvimentos, Raio X, Sala de provas, Software e Hardware.**
- O desenvolvimento desses itens terá um forte impacto sobre a melhor realização dos processos e, portanto, sobre as características de qualidade e a satisfação dos clientes.

Plano de melhoria da infra-estrutura e recursos humanos

- Neste exemplo, observa-se que os itens de **recursos humanos mais qualificados** têm grande **influência** na realização dos processos, indicando a importância de investir em **capacitação** superior.
- Também se observa que a qualidade guarda **forte relação** com **equipamentos** que podem dar **suporte ao desenvolvimento do produto**.

Integração dos planos de melhoria

- Os planos de melhorias nas especificações, nas partes, nos processos e nos recursos devem ser elaborados **simultaneamente**, uma vez que são **interdependentes** e fornecem suporte uns aos outros.
- **Eles devem constituir um esforço único de melhoria da qualidade do produto manufaturado, visando à satisfação dos clientes.**