

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**Erivelton Antonio dos Santos**

**MEDIÇÃO E ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE  
DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM  
UMA INDÚSTRIA TÊXTIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de *Mestre em Engenharia de Produção*

**Orientador:** Prof. Carlos Eduardo Sanches da Silva, Dr.

**Itajubá**

**2003**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro - CRB\_6/1700

S237m

Santos, Erivelton Antonio dos  
Medição e análise da produtividade do desenvolvimento de produtos em uma indústria têxtil/ por Erivelton Antonio dos Santos; orientado por Carlos Eduardo Sanches da Silva. -- Itajubá (MG): UNIFEI, 2003. 82 p. il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Desenvolvimento de produtos da indústria têxtil. 2. Medição e análise da produtividade. I. Silva, Carlos Eduardo Sanches da, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

CDU 658.5(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**Erivelton Antonio dos Santos**

**MEDIÇÃO E ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE  
DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM  
UMA INDÚSTRIA TÊXTIL**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 15 de dezembro de 2003, conferindo ao autor o título de *Mestre em Engenharia de Produção*

**Banca Examinadora:**

Prof. Carlos Eduardo Sanches da Silva, Dr.(Orientador)

Prof. José Arnaldo Barra Montevechi, Dr.

Prof. Moacyr Amaral Domingues Figueiredo, Dr.

**Itajubá**

**2003**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Carlos Eduardo Sanches da Silva pela orientação, pela confiança e pelos conselhos que tornaram este trabalho realidade.

A minha Mãe, Pai, amigos, parentes e namorada pelo apoio e compreensão.

Aos amigos Edmir Augusto da Silva e Karl Heinz Ludwig pelo incentivo e pelo apoio no decorrer do curso de mestrado, pelos amigos e colegas de trabalho que me ajudaram no decorrer do mestrado, de quem não citarei nomes para não cometer injustiças ao esquecer alguns de vocês.

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b>	IV
<b>SUMÁRIO</b>	V
<b>RESUMO</b>	VI
<b>ABSTRACT</b>	VII
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	VIII
<b>LISTA DE TABELAS</b>	IX
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	X
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	XI
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. Considerações Iniciais	1
1.2. Justificativa do tema	2
1.3. Objetivo	5
1.4. Proposição	6
1.5. Metodologia de Pesquisa	6
1.6. Estrutura do Trabalho	9
<b>2. INDICADORES DE DESEMPENHO NO PDP</b>	11
2.1. Indicadores de desempenho	12
2.2. Indicadores de desempenho no PDP	18
2.3. Proposta de um indicador de produtividade do PDP de uma industria têxtil	30
<b>3. DESCRIÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO</b>	34
3.1. Considerações Iniciais	34
3.2. Introdução e escolha da empresa	34
3.3. Avaliação do indicador de produtividade no PDP na industria têxtil	36
3.3.1. Formular o problema	36
3.3.2. Construir as proposições	36
3.3.3. Coletar os dados	37
3.3.4. Analisar e interpretar os dados	44
3.3.4.1. Fase 1 – Junho a dezembro de 2002	45
3.3.4.2. Fase 2 – Janeiro a agosto de 2003	52
3.3.5. Divulgação dos resultados	59
3.4. Comentários acerca do uso do indicador de produtividade	61
3.5. Considerações finais	62
<b>4. CONCLUSÃO</b>	63
4.1. Conclusões	63
4.2. Recomendações para estudos futuros	65
4.3. Recomendações para a Unifi	66
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	67
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>	73
<b>ANEXO A</b>	74
<b>ANEXO B</b>	76
<b>ANEXO C</b>	77
<b>ANEXO D</b>	78
<b>ANEXO E</b>	79
<b>ANEXO F</b>	80
<b>ANEXO G</b>	81

## RESUMO

O presente trabalho discorre sobre a importância de indicadores de desempenho no processo de desenvolvimento de produtos, especificamente no setor têxtil, onde máquinas da produção são utilizadas para o desenvolvimento de amostras e protótipos. Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os modelos de medição de desempenho, as abordagens de desenvolvimento de produtos e os indicadores recomendados e utilizados no processo de desenvolvimento de produtos. Verificou-se que poucas medições são realmente utilizadas na prática, sendo custo e tempo geralmente os indicadores mais utilizados e controlados.

O objetivo desta dissertação é propor a medição da produtividade do departamento de P&D de uma empresa do setor têxtil. O indicador de produtividade é obtido pela relação entre o número de ensaios realizados e o recurso requerido em Homem, responsável pelos ensaios, multiplicado pela quantidade de horas utilizadas. O indicador é estratificado de acordo com o grau de inovação do produto ou processo a ser desenvolvido. Através de uma pesquisa-ação, o indicador de produtividade foi implantado e avaliado em uma empresa têxtil - Unifi do Brasil Ltda.

Após a implantação do indicador foram identificadas duas fases distintas, sendo que na primeira percebe-se uma melhoria significativa da produtividade (141%) e na segunda uma estabilização média da produtividade em 0,63 T/H\*h. Os resultados validam o indicador proposto e evidenciaram a melhoria e controle da produtividade do departamento de P&D, com uma redução de 27,6% no custo mensal de desenvolvimento relativo ao tempo de máquina parada para desenvolvimento, o que equivale a uma economia da ordem de US\$ 310.606,53 ano.

## ABSTRACT

The present work discusses about the importance of the performance indicators in the product development process, specifically in the textile enterprise, where machines of the production are used to the samples and prototypes development. A bibliographical revision was made over the performance measurement models, the performance development approaches and the indicators recommended and utilized in the products development process. It was verified that only a few measurement are utilized in practice, being cost and time usually the more utilized and controlled indicators.

The aim of this work is to propose an indicator capable of measuring and analyzing the productivity in the R&D department of a textile enterprise. The productivity indicator is obtained by the relation between the number of realized tests and the resources required by Men, responsible for the tests, multiplied by the number of utilized hours. The indicator is stratified according to the innovation degree of the product or the process it developed being. Through the action research, the productivity indicator was established and evaluated in a textile enterprise – Unifi do Brasil Ltda.

After the implantation of the indicator were identified two distinct phases, and in the first one it realizes a significant improvement of the productivity (141%) and in the second one an average stabilization of the productivity in 0,63 T/H\*h. The results validate the proposed indicator and evidenced the improvement and control of the productivity of the department of R&D, with a reduction of 27,6% in the monthly development cost related to machine downtime for development, what it represents to an economy about US\$ 310.606,53 year.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Quadro genérico de indicadores do processo de desenvolvimento de produtos	26
<b>Figura 4.1</b> - Cadeia de Valor Global	35
<b>Figura 4.2</b> - Classes de produtos	49



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> – Ficha de acompanhamento de desenvolvimentos	39
<b>Tabela 4.2</b> – Planejamento de desenvolvimentos resumido	40
<b>Tabela 4.3</b> – Tabela de classificação e cálculo do indicador de produtividade por produto	41
<b>Tabela 4.4</b> – Tabela de cálculo do indicador de produtividade por classificação	42
<b>Tabela 4.5</b> – Carga de desenvolvimento por classificação	43
<b>Tabela 4.6</b> – Número de efetivos no departamento de P&D – Fase 1	52
<b>Tabela 4.7</b> – Número de efetivos no departamento de P&D – Fase 2	54
<b>Tabela 4.8</b> – Custo de desenvolvimento relativo ao tempo de máquina parada por fases	60

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1</b> – Indicador de produtividade mensal – P&D	43
<b>Gráfico 4.2</b> – Indicador de produtividade geral – P&D	46
<b>Gráfico 4.3</b> – Indicador de produtividade da classificação processo bicone, PC-B	47
<b>Gráfico 4.4</b> – Indicador de produtividade da classificação processo tingimento, PC-D	48
<b>Gráfico 4.5</b> – Indicador de produtividade da classificação produto bicone, PD-B	50
<b>Gráfico 4.6</b> – Indicador de produtividade da classificação produto tingimento, PD-D	51
<b>Gráfico 4.7</b> – Indicador de produtividade P&D – Fase 2	53
<b>Gráfico 4.8</b> – Número de desenvolvimentos	53
<b>Gráfico 4.9</b> – Indicador de produtividade por classificação – Fase 2	55
<b>Gráfico 4.10</b> – Tempo de máquina parada para desenvolvimento de processo – PC	57
<b>Gráfico 4.11</b> – Tempo de máquina parada para desenvolvimento de produto – PD	58
<b>Gráfico 4.12</b> – Tempo de máquina parada para desenvolvimento	59

## LISTA DE SIGLAS

<b>B</b>	Tubete bicone normal
<b>D</b>	Tubete para tingimento
<b>DIA</b>	Tubete diaflex para tingimento
<b>DIF</b>	Tubete diflex para tingimento (tubos compressíveis)
<b>P&amp;D</b>	Pesquisa e desenvolvimento
<b>PC</b>	Classificação de desenvolvimento de processo
<b>PC-B</b>	Classificação de desenvolvimento de processo em tubete bicone
<b>PC-D</b>	Classificação de desenvolvimento de processo em tubete para tingimento
<b>PD</b>	Classificação de desenvolvimento de produto
<b>PD-B</b>	Classificação de desenvolvimento de produto em tubete bicone
<b>PD-D</b>	Classificação de desenvolvimento de produto em tubete para tingimento
<b>PDCA</b>	Plan, do, check, action.
<b>PDP</b>	Processo de desenvolvimento de produtos
<b>R&amp;D</b>	Research and development (Pesquisa e desenvolvimento)
<b>RTS</b>	Request for test sample (Solicitação de desenvolvimento).

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO

### **1.1 - Considerações iniciais**

Neste capítulo, é apresentado o problema da pesquisa, bem como seus pressupostos, objetivos, justificativas e a descrição da metodologia utilizada para sua realização.

### **1.2 - Justificativa do tema**

Toda empresa deve esforçar-se no desenvolvimento e lançamento de novos produtos, visto que a criação de produtos inovadores e produtos substitutos dos existentes, atualmente, fazem com que sejam mantidas e desenvolvidas vendas futuras. Além do mais, os clientes desejam novos produtos e os concorrentes farão o possível para fornecê-los, (Cooper, 1993).

Um estudo realizado em cerca de 700 empresas revelou que as mesmas esperavam que, pelo menos, 31% de seus lucros, em média, viessem de produtos lançados nos cinco anos anteriores (Kuczmarski, 1992). Existe, porém, um dilema no lançamento de novos produtos. É a altíssima taxa em que novos produtos vêm fracassando no mercado. Alguns autores falam de cerca de 75% a 80% de fracasso, dependendo de qual a definição utilizada para fracasso (Kotler, 1996).

A crescente complexidade dos produtos, os consumidores mais exigentes, a quantidade elevada de informações, entre outros fatores, provocam um aumento do *lead time* de desenvolvimento de produtos e elevados custos de fabricação. No entanto, para se manterem competitivas, as empresas precisam lançar novos produtos em espaços de tempo e custo cada vez menores e, por isso, passaram a procurar formas de reduzir seu ciclo de desenvolvimento de produtos. O desenvolvimento do projeto do produto será caracterizado pelo seu bom desempenho durante o ciclo de produção, assim como pela ausência de defeitos dos produtos quando adquiridos pelos consumidores.

Atualmente, o desenvolvimento de novos projetos pelas indústrias é uma tarefa difícil e complexa, uma vez que vários fatores (tais como avanços da concorrência, negociação com os fornecedores, relação com os funcionários, exigências dos consumidores, surgimento de novos materiais de fabricação e novas tecnologias) interferem, direta ou indiretamente, nas informações que são utilizadas. A influência desses fatores gera uma sobrecarga de informações na tomada de decisão das equipes envolvidas no projeto e ainda, torna difícil e demorada a seleção das informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Por outro lado, a ausência de dados relevantes leva à perda de tempo em sua busca e quanto maior a complexidade de cada projeto, potencialmente maior o tempo demandado para que seja encontrada a informação desejada. A existência de métricas no departamento de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para a avaliação do desempenho e posterior auxílio no processo

decisório é recomendada e pesquisada por vários autores, dentre eles: Silva (2001), Pawar e Driva (1999), Baxter (1998), Deschamps e Nayak (1997) e Griffin e Page (1996).

O desempenho da equipe de P&D é uma das maiores preocupações das empresas em geral, porque é através desta que a empresa apresenta seus produtos de maneira mais rápida, com mais velocidade e menor custo do que seus concorrentes. Neste contexto, as empresas devem se preocupar em saber como é o desempenho de sua equipe de P&D e, ainda, se estão utilizando ou proporcionando adequados recursos à equipe (Pawar, 1999).

Segundo Fiod (1993), o projeto de produtos, para quem quer se manter competitivo, não deve ser desenvolvido como atividade intuitiva, empírica e de tentativa e erro, mas deve ser desenvolvido apoiado em método sistêmico com forte embasamento científico.

Nos princípios básicos de medição de desempenho descritos por Kaplan (1994), podemos observar que: toda medição exerce um efeito sobre o que está sendo medido; um bom sistema de medição não é suficiente por si só, depende de como as informações geradas estão sendo transmitidas e utilizadas; a chave para desenvolver um sistema de medição eficiente e eficaz é utilizá-lo criticamente. Estes princípios de medição de desempenho podem ser adotados de acordo com a realidade de cada empresa.

A análise crítica de indicadores é extremamente recomendada em se tratando de P&D, já que os indicadores devem ser flexíveis e passíveis de substituição por outros indicadores, mais sensíveis e adequados (APQP, 1994). Não se deve esquecer do fator de incerteza existente em cada novo projeto. Para que resultados negativos sejam minimizados é necessária à existência de mecanismos que garantam a redução dos riscos, isto pode ser feito através de procedimentos de identificação dos objetivos, análises criteriosas de viabilidade, tanto técnica como comercial ou produtiva.

Com um faturamento total equivalente a 4,4% do PIB brasileiro e empregando cerca de 1,9% da população ativa (IBGE/BACEN/IEMI, 2001), certamente o setor têxtil é um setor

de grande relevância para a economia do País. Segundo a ITMF (International Textile Manufacturer's Federation), e da OMC (Organização Mundial do Comércio) pode-se verificar que o mercado têxtil mundial vem registrando uma significativa expansão, tanto no que se refere aos montantes produzidos, quanto ao comércio entre os grandes países produtores e consumidores. Segundo a ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção), no mercado brasileiro, o consumo de sintéticos representam 39,4% do mercado têxtil, enquanto que, no mercado mundial representa 50%. No Brasil, o consumo de poliéster representa 54,5% do consumo de sintéticos com um crescimento de 13,4% de 1990 a 2001 (ABIT). Assim, o consumo de sintéticos e de poliéster apresenta uma boa margem de crescimento. O desenvolvimento de produto aparece como um processo de vital importância para o crescimento do setor.

Os varejistas e seus fornecedores estão sob pressão crescente para se diferenciarem com produtos inovadores e com margens de lucros cada vez mais altas. Conseqüentemente, novas introduções de produtos permanecem vitais para o sucesso das empresas. Desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado, em termos da qualidade total do produto como conforto, toque, caimento e vantagens de performance para o consumidor final; desenvolver o produto no tempo adequado onde a sazonalidade influencia diretamente devido ao interesse de se atender aos anseios da moda ao longo do ano e com assegurada manufaturabilidade do produto desenvolvido faz com que o processo de desenvolvimento de produto seja um fator crítico para a competitividade da empresa.

Em uma empresa têxtil, Unifi do Brasil Ltda. um dos maiores produtores e processadores do mundo de fios poliéster texturizados, onde a sazonalidade influencia diretamente a produtividade devido ao interesse da empresa de se atender aos anseios da moda ao longo de um ano, verificou-se que a Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos (P&D) é importante para garantir que a missão da empresa seja efetivamente

realizada, ou seja, na visão UNIFI, proporcionar soluções competitivas e fornecer fios inovadores. Neste contexto a necessidade de uma equipe P&D produtiva se faz presente.

Em empresas de produção contínua, que possuem como estratégia genérica à diferenciação<sup>1</sup> (Porter, 1999) e utilizam para o desenvolvimento de amostras e protótipos as máquinas da produção, torna-se crítico medir e analisar o tempo utilizado para desenvolvimento, pois no caso da UNIFI os custos são da ordem de R\$ 545,00 a hora, considerando-se uma média de 40 desenvolvimentos, tem-se um investimento médio mensal da ordem de R\$ 275.000,00. Surge o problema de pesquisa:

**Como medir e analisar a produtividade do P&D de uma empresa têxtil, onde as amostras e os protótipos são desenvolvidos na própria linha de produção?**

### **1.3 - Objetivos**

#### **1.3.1 - Geral**

- Propor indicador de produtividade capaz de medir e analisar a produtividade do P&D de uma empresa têxtil;

#### **1.3.2 - Específicos**

- Medir a produtividade do P&D da Unifi;
- Analisar a produtividade do P&D da Unifi;
- Verificar ganhos do indicador de produtividade proposto.

### **1.4 - Proposição**

- No setor têxtil, especificamente na Unifi, a melhoria da produtividade do departamento de Pesquisa e Desenvolvimento é obtida através da implementação de um indicador.

---

<sup>1</sup> Segundo Porter (1999), existem apenas três estratégias competitivas bem-sucedidas e internamente coerentes, que são: liderança geral de custos, diferenciação e enfoque.



## 1.5 - Metodologia de pesquisa

A dissertação é “um estudo teórico, de natureza reflexiva que consiste na ordenação de idéias sobre determinado tema” (Salvador, 1982 apud Lakatos, 1989) ou “aplicação de uma teoria já existente para analisar determinado problema” (Rehfeldt, 1980 apud Lakatos, 1989).

A dissertação é, portanto, um tipo de trabalho científico e tem caráter didático, pois se constitui em um treinamento ou iniciação à investigação. Como estudo teórico, de natureza reflexiva, requer sistematização, ordenação e interpretação dos dados. Por ser um estudo formal, exige metodologia própria do trabalho científico (Lakatos, 1989).

Para Salomon (1993), não basta mostrar a cientificidade e a aplicabilidade do projeto (o que se consegue na formulação do problema e na justificação). Se o projeto é de pesquisa, importa explicitar detalhadamente a metodologia que funciona como suporte e diretriz da pesquisa. Primeiro, a indicação do método que caracteriza a pesquisa, em seguida, explicitar-se-ão as fases e táticas, técnicas etc.

Segundo Eco (1995), para alguns uma pesquisa não é científica se não apresentar fórmulas e diagramas. O autor enumera então quatro pontos básicos que caracterizam um trabalho científico:

1. o estudo deve debruçar-se sobre um objeto reconhecível e definido de tal maneira que seja reconhecível igualmente pelos outros;
2. o estudo deve dizer do objeto algo que ainda não foi dito, ou rever sob uma ótica diferente da que já se disse;
3. o estudo deve ser útil aos demais, isto é, contribuir para o avanço do conhecimento sobre o tema;
4. o estudo deve fornecer elementos para a verificação e a contestação das hipóteses apresentadas e, portanto, para continuidade pública.

Considera-se que esta pesquisa é científica, observando os quatro pontos básicos citados acima, pois:

1. o objeto da dissertação: a necessidade da mensuração da produtividade do P&D e sua posterior melhoria através do DOE;
2. a proposta dessa dissertação é elaborada sob uma ótica diferente, pois é oportuno e preeminente o desenvolvimento de pesquisa em P&D no setor têxtil;
3. como todo estudo, esta dissertação contribuirá para o conhecimento de todos os envolvidos na pesquisa, gerando oportunidades para o aperfeiçoamento da gestão do P&D do setor têxtil;
4. a proposição estabelecida na dissertação é passível de verificação e contestação no desenvolvimento da dissertação.

Os estudos de Bryman (1989), Gil (1991) e Campomar (1991) permitem classificar as pesquisas segundo seu delineamento. Podem ser definidos dois grandes grupos de delineamentos de pesquisa: aqueles que se valem das chamadas fontes de papel e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas.

No primeiro grupo se enquadram:

- a pesquisa bibliográfica: pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Referem-se a boa parte de estudos exploratórios;
- a pesquisa documental: pesquisas que se utilizam fundamentalmente de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico.

No segundo grupo se enquadram:

- observação dos efeitos que a variável produz no objeto;
- a pesquisa ex-post-facto: pesquisa que tem um experimento que se realiza depois dos fatos;

- levantamento: pesquisa que se caracteriza pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer;
- estudo de caso: pesquisa que se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento;
- a pesquisa-ação: pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. De certo modo, o pesquisador se torna parte do campo de investigação;
- a pesquisa participante: pesquisa que se caracteriza pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

Essa pesquisa utiliza o método de pesquisa-ação. Segundo Gil (1991), o planejamento da pesquisa-ação difere significativamente dos outros tipos de pesquisa já considerados. Não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque, além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa. Segundo Westbrook (1994), na pesquisa-ação o pesquisador é um participante na implementação de um sistema; o pesquisador não é um observador independente, torna-se um participante, e no processo de mudança se transforma no sujeito da pesquisa.

Segundo Gil (1991), na pesquisa-ação ocorre um constante vaivém entre as fases, que é determinado pela dinâmica do grupo de pesquisadores em seu relacionamento com a situação pesquisada. Apresentam-se alguns conjuntos de ações adaptados de Gil (1991) que, embora não ordenados no tempo, podem ser considerados como etapas da pesquisa-ação. São

eles: escolher a empresa, formular o problema, construir as hipóteses, coletar os dados, analisar e interpretar os dados, elaborar plano de ação e divulgar os resultados.

A empresa utilizada na pesquisa-ação é a UNIFI INC., fundada em 1971, tem sua sede global em Greensboro, NC, Estados Unidos, é um dos maiores produtores e processadores do mundo de fios poliéster texturizados. Atualmente, a empresa é considerada líder mundial em fios sintéticos, com 19 unidades fabris espalhadas pelo mundo. Os negócios primários da empresa são a texturização, tingimento, retorcimento, recobrimento e urdimento de multifilamentos de fios de poliéster e poliamida. A unidade brasileira foi instalada entre 1996 e 1997 em Alfenas/MG, e sua atividade principal é a texturização de fios poliéster com capacidade atual de produção mensal de 3.400 (três mil e quatrocentas) toneladas.

## **1.6 - Estrutura do trabalho**

Este estudo está estruturado em cinco capítulos. Os capítulos 1 e 2 são de desenvolvimento teórico e os capítulos 3 e 4 de aplicações, conclusões e recomendações. A estrutura de cada capítulo é apresentada a seguir:

- **Capítulo 1:** Faz-se a definição do trabalho, apresentando a contextualização, o problema da pesquisa, as justificativas pela escolha do tema, os objetivos do trabalho, as proposições gerais, a estrutura do trabalho e as limitações;
- **Capítulo 2:** Consiste na revisão bibliográfica acerca de indicadores no processo de desenvolvimento de produtos, aborda a produtividade e sua relação com a Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento. Propõe-se um indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos que utilizam as máquinas da produção no

desenvolvimento, posteriormente, avalia-se o indicador proposto em relação às características teóricas acerca de indicadores.

- **Capítulo 3:** Define o universo de pesquisa, a coleta, a disposição e análise dos dados obtidos na Pesquisa-Ação;
- **Capítulo 4:** Conclusões e recomendações para estudos futuros.

# CAPÍTULO 2

---

## INDICADORES DE DESEMPENHO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

### 2.1 - Considerações iniciais

Neste capítulo faz-se uma revisão bibliográfica dos indicadores de desempenho, abordando-se: os conceitos, os sistemas de medição de desempenho, as principais características dos sistemas de medição de desempenho e os indicadores. Posteriormente, em relação aos indicadores do processo de desenvolvimento de produtos, descrevem-se: as abordagens genéricas, os sistemas, os conceitos e a proposta do indicador de produtividade.

### 2.2 - Indicadores de desempenho

Conforme Kaydos (1991) e Crawford (1992), o desempenho é resultado das decisões tomadas e, neste sentido, a qualidade da decisão, em boa parte, é limitada pela informação disponível em termos de qualidade e quantidade. O benefício mais importante de medidas de

desempenho adequadas é o entendimento de como os processos funcionam e quais são os fatores que o influenciam. Isso contribui para o processo de tomada de decisão.

Medir, avaliar o desempenho e tomar decisões com base nessas informações são atividades importantes de um sistema de gestão. Lorino (1996) considera que as ferramentas de medição e análise só têm sentido se permitirem o desencadear da ação. Se não, elas representam um desperdício de tempo, competências e recursos. Todavia, isso não significa que as ferramentas de análise são os instrumentos da ação.

Segundo Neely (1998), um sistema de medição de desempenho permite que as decisões e ações sejam tomadas com base em informações porque ele quantifica a eficiência e a eficácia das ações passadas por meio da coleta, exame, classificação, disposição, análise, interpretação e disseminação das informações adequadas.

Para Kaydos (1998), é importante medir o desempenho, pois esse processo traz benefícios para os gerentes e empregados. A medição de desempenho, sobre o ponto de vista da gerência, proporciona o *feedback* que facilita o controle de processo. Além disso, a medição ajuda na definição de responsabilidades e objetivos, alinhamento estratégico dos objetivos, entendimento do processo e sua capacidade, maior eficiência na alocação de recursos, possibilidade de delegação e de mudança na cultura organizacional. Para os empregados, as vantagens são definir claramente as responsabilidades e objetivos, visualizar sua realizações e receber reconhecimento, avaliação objetiva e maior autonomia.

Sink e Tuttle (1993) escrevem, com certa dose de exagero, que é difícil, se não impossível, gerenciar de modo eficaz algo que não é medido corretamente. Não se pode gerenciar aquilo que não se pode medir. Rumler e Brache (1994) reforçam que a medição é o instrumento central do gerenciamento e aperfeiçoamento do desempenho e, como tal, merece tratamento especial.

De acordo com Neely *et al.* (1995), o projeto de um sistema de medição de desempenho deve considerar três dimensões: as medidas de desempenho individualmente, o sistema que relaciona de forma lógica as medidas individuais e o ambiente interno e externo onde o sistema irá operar. Martins (2002) considera que, embora a estratégia da organização tenha papel importante na concepção de sistemas de medição de desempenho, o uso da informação gerada pelo sistema de medição de desempenho por diversos atores organizacionais, tem um papel relevante conjuntamente com a estratégia e modelo de negócios, a tecnologia de informação e os modelos de medição de desempenho existentes na literatura.

Indicador de desempenho é conceituado pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (1999) como uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um processo ou de seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas preestabelecidas.

Para Martins (1999) é muito complexo representar o desempenho numa fórmula, já que não existe critério único, recurso produtivo predominante e nem maneira única de maximizar o desempenho. Desse modo, continuar expressando o desempenho por intermédio de fórmula pode ser complicado, pois ela pode ser muito complexa e ininteligível para a maioria dos funcionários. Nesta dissertação, concorda-se, parcialmente, com Martins (1999) quando aborda a existência de indicadores de desempenho quantitativos (numéricos).

Em vez de uma fórmula para exprimir o desempenho, o sistema de medição de desempenho pode, segundo Lorino (1996), ter uma rede de relacionamento entre medidas de desempenho.

Entretanto, conforme Eccles *et al.* (1992), o sistema de medição de desempenho é elemento importante de linguagem da retórica da gerência para induzir atitudes nos funcionários e orientar ações de melhoria.



Um aspecto importante da medição de desempenho para a melhoria é que, geralmente, a informação utilizada nessa atividade advém das medidas de desempenho que foram concebidas para o controle e por muitas vezes elas são inadequadas para o uso imediato em atividades de melhorias.

Acerca do uso da informação gerada pela medição de desempenho, Martins (1999) propõe que seja estruturada de acordo com as necessidades de uso tomando como base as três atividades básicas da gestão: planejamento, controle e melhoria (reativa e pró-ativa). Vale observar que essas três atividades nos diferentes níveis hierárquicos de uma organização apresentam requisitos diferentes. Neely (1998) apresenta algumas razões para o uso da informação gerada pela medição de desempenho, que complementam a proposta de Martins (1998), denominada de 4CP's: “checar” a posição, comunicar a posição, confirmar as prioridades e compelir o progresso.

O quadro 2.1 elaborado por Martins (1999), ilustra as propostas de modelos de sistemas de medição de desempenho encontradas na literatura consultada durante a década de 90. O modelo mais difundido, tanto na academia quanto nas empresas, é o *Balanced Scorecard*, proposto por Kaplan e Norton (1996). Outros modelos difundidos no meio acadêmico e outras empresas são: *Integrated Performance Measurement System*, proposto por Bititci *et al.* (1997), e *Performance Prism*, por Neely *et al.* (2001).

Percebe-se que a variedade de modelos de medição de desempenho, citados acima, apresentam uma evolução e que os mesmos possuem características comuns.

<b>Modelo</b>	<b>Fonte</b>
SMART – “Performance Pyramid”	Cross e Lich (1990); McNair et alli (1990)
Sistema de Medição de Desempenho para Competição Baseada no tempo	Azzone et alli (1991)
Sistema de Feedback de Gestão do Desempenho	Graddy (1991)
Balanced Scorecard (BSC)	Kaplan e Norton (1992); Kaplan e Norton (1993); Kaplan (1994); Kaplan e Norton (1996a-b)
Modelo para Medição do Valor Adicionado	Barker (1993)
Estruturas de Indicadores de Gestão	Muscat e Fleury (1993)
Sete Critérios do Desempenho	Sink e Tuttle (1993)
Medição do Progresso da TQM	Cupello (1994)
Matriz do Objetivo de Desempenho	Das (1994)
Desempenho Quantum	Hronec (1994)
Performance Measurement Questionnaire (PMQ)	McMann e Nanni (1994); Rummler e Brache (1994); De Ron (1995)
Modelo de Medição de Desempenho para Manufatura Classe Mundial	Kasul e Motwani (1995)
Sistema de Avaliação do Desempenho do Negócio	Lee et alli (1995)
Modelo de Medição de Desempenho	Rose (1995)
Prêmio da Qualidade “Malcolm Baldrige”	Bemowski (1996), Best (1997) e Brown (1997)
Medição de Desempenho para Gestão por Processos	De Tonni e Tonchia (1996)
Sistema de Medição de Desempenho Integrado	Bititici et alli (1997)
Sistema de Medição de Desempenho Proativo	Daniels e Burns (1997)
Sistema de Medição de Desempenho Integrado e Dinâmico	Ghalayini et alli (1997)
Accountability Scorecard	Nickols (1997a)
Strategic Scorecard	Slater et alli (1997)

**Quadro 2.1.** Novas Propostas de Novos Modelos de Medição de Desempenho Apresentadas na Década de 90. Fonte: Martins (1999).

Martins (1999) fez uma pesquisa englobando vários autores e identificou as principais características dos sistemas de medição de desempenho, em termos de frequência de citações.

São elas:

1. ser congruente com a estratégia competitiva;
2. ter medidas financeiras e não-financeiras;
3. direcionar e suportar a melhoria contínua;

4. identificar tendências e progresso;
5. facilitar o entendimento das relações de causa-e-efeito;
6. ser facilmente inteligível para os funcionários;
7. abranger todo o processo, desde o fornecedor até o cliente;
8. informações disponíveis em tempo real para toda a organização;
9. ser dinâmico;
10. influenciar a atitude dos funcionários; e
11. avaliar o grupo e não o indivíduo;

Para Neely *et al.* (2000), existe uma crescente e curiosa evidência que o processo de desenvolvimento do sistema de medição não é a tarefa mais difícil. Uma vez que o sistema de medição já foi desenvolvido, o real desafio está na implementação das medidas. Segundo Martins (1999), o processo de implementação de novos sistemas de medição de desempenho não tem sido muito explorado pelos pesquisadores da área. Muita atenção tem sido despendida com os passos para o desenvolvimento de um novo sistema de medição de desempenho. Entretanto, é importante lembrar que não adianta muito uma solução técnica brilhante se ela não for colocada perfeitamente em funcionamento.

Eccles (1991) destaca requisitos importantes na implementação de um sistema de medição de desempenho mas que apresenta uma seqüência de passos. Os requisitos são:

- Desenvolver uma arquitetura da informação para categorizar a informação, determinar como ela será gerada e as regras para o fluxo da informação;
- Estabelecer o suporte que a tecnologia da informação dará à nova arquitetura da informação;
- Criar um alinhamento com o sistema de recompensas; e
- Criar um processo para atender os três requisitos acima.

Para Kaydos (1991), a chave para desenvolver um sistema de medição eficiente e eficaz é usá-lo. Desse modo, fraquezas e vazios serão descobertos, os quais devem ser corrigidos. Como qualquer outra experiência de aprendizado, o desenvolvimento do sistema de medição de desempenho é, de certa maneira, um processo de tentativa e erro. Naturalmente que o processo de tentativa e erro deve ser feito de forma sistemática, assim como a procura da solução de um problema.

Para implementar um sistema de medição de desempenho abrangente, Eccles e Pyburn (1992) sugerem os seguintes passos:

- Desenvolver ou adotar um modelo de desempenho do negócio;
- Determinar a periodicidade da medição, que é função de quão rápido as mudanças acontecem e quão caro é mudar o sistema de medição;
- Determinar o formato e frequência dos relatórios e quem os receberão;
- Adequar o sistema de medição de desempenho e o sistema de avaliação e recompensas; e
- Estabelecer o mecanismo e a periodicidade das revisões do sistema.

Para Driva *et al* (2000), tem-se tido um interesse pequeno nos modelos de medições formais necessários para gerenciar eficazmente o processo de desenvolvimento de produtos e que, por outro lado, existe um grande e crescente interesse, tanto da indústria quanto da academia, de como o processo de desenvolvimento de produtos possa ser mais bem controlado, estimulado pela crescente concorrência e pela busca de melhores práticas. Assim, visando melhor controlar e gerenciar o processo de desenvolvimento de produtos se avalia a contribuição dos indicadores de desempenho.

### **2.3 - Indicadores de desempenho no processo de desenvolvimento de produtos**

O desenvolvimento de novos produtos é considerado como um processo composto de diversas fases. À medida que estas fases transcorrem, o nível de detalhamento deste processo é consideravelmente aumentado, requerendo decisões para diminuir o número de alternativas para materializar o objeto de projeto (Rozenfeld, 1999). De acordo com Clark e Fujimoto (1991), o desenvolvimento de produto é o processo pelo qual uma organização transforma as informações de oportunidades de mercado e de possibilidades tecnológicas em informações vantajosas para a fabricação de um produto. Esta perspectiva do desenvolvimento de produto como um sistema de informação se estende além do projeto de engenharia, englobando a produção, marketing, serviços pós-venda e o próprio comportamento do consumidor.

A pesquisa universitária se expandiu consideravelmente nas últimas décadas, embora sua definição para desenvolvimento de novos produtos que mais se aplica à nossa realidade é expressa por Juran e Gryna (1992) como “uma etapa da espiral da qualidade que traduz as necessidades do usuário, descobertas por intermédio de informações de campo, num conjunto de requisitos do projeto do produto para a fabricação”.

Juran (1990) preconiza que “as organizações existem para atender às necessidades humanas a partir de seus produtos e serviços”. Pine II (1994) afirma que a expectativa de sobrevivência da organização em uma economia de mercado livre é proporcional à sua capacidade de desenvolver produtos. Essa idéia é reforçada por Yoshimura e Kondo (1995): “companhias de classe mundial esperam ter 40 a 70% de sua receita gerada por produtos que foram desenvolvidos e lançados dentro dos últimos três anos”. Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos assume papel importante como fator de competitividade.

Os sistemas de medição de desempenho contemplam, em sua maioria, a dimensão organizacional. Seus conceitos são válidos para o processo de desenvolvimento de produtos,

pois a organização pode ser visualizada como um conjunto de processos. Nesta dissertação, entende-se que o processo de desenvolvimento de produtos está diretamente ligado ao departamento de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

O ambiente do processo de desenvolvimento de produtos requer uma mistura de atividades simultâneas; custos e prazos limitados para a comercialização, alta qualidade e flexibilidade para ser eficaz. Existe pouca informação disponível para orientar os gerentes na implantação de indicadores de desempenho para o processo de desenvolvimento de produtos. Tal afirmação se fundamenta no número de artigos submetidos ao 4º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto na área de métricas e sistemas de avaliação do PDP, 10 artigos em 227 submetidos (4,4%). Para Driva *et al.* (2000) isto é, em grande parte, por causa das dificuldades associadas com as medidas de desempenho gerenciais apropriadas no seu desenvolvimento e implementação.

O processo de desenvolvimento de produtos pode ser considerado um processo de transformação de informação e, neste sentido, é muito semelhante ao processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Segundo Kerssens-van Drogelen (1997), existe uma dificuldade natural em medir o desempenho no P&D que se deve a alguns problemas de:

- dificuldade em isolar precisamente a contribuição do P&D das outras funções da empresa no sucesso ou fracasso do produto;
- combinar as entradas e saídas intermediárias com o produto final, ou seja, existem benefícios como melhoria da tecnologia e de aprendizado que não são facilmente mensuráveis.
- intervalo de tempo (*time lag*) entre os esforços do P&D e o resultado de mercado;
- inexistência de normas para comparar as métricas e estas comparações, em alguns casos, são mais complexas que a própria seleção das métricas; e
- aceitação do sistema de medição de desempenho pelos profissionais do P&D pela

crença de que a medição desencoraja a criatividade e reduz a motivação, pois expõe a falta de produtividade de engenheiros e/ou cientistas e a experiência em métricas que não realizam o que deveriam fazer.

O sistema tradicional de avaliação de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos, sugerido pela empresa Booz-Allen & Hamilton (1968), pautava-se no controle dos recursos financeiros e do tempo necessário ao desenvolvimento de produtos. Em muitas empresas esse sistema ainda é utilizado, existindo casos onde se avalia, informalmente, o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos. Zahra e Ellor (1993), Griffin e Page (1996) e mesmo a pesquisa da empresa Booz-Allen & Hamilton (1994) citam alguns inconvenientes desse tipo de sistema de medição de desempenho que: enfatiza avaliação de resultados em lugar de comportamentos; possui perspectiva limitada; foca a visão de curto prazo; é voltado para dentro da empresa; induz à otimização do desempenho local ao invés da otimização do desempenho global; impede a adoção de aperfeiçoamentos técnicos e gerenciais.

O desempenho do processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa pode ser avaliado por três parâmetros básicos: qualidade, tempo e produtividade (Clark e Fujimoto, 1991). Naturalmente que esses três parâmetros devem ser balanceados para uma efetiva competitividade, porque não se pode, por exemplo, interferir na qualidade em detrimento aos requisitos de tempo impostos ao processo de desenvolvimento.

Driva *et al.* (2000), em estudo em empresas de manufatura de todo o mundo, destacaram quais as principais medidas de desempenho utilizadas no processo de desenvolvimento de produtos. As cinco medidas mais usadas pelas empresas são: custo total do projeto (71%), entrega no tempo do projeto de desenvolvimento (60%), custo atual do projeto comparado com o orçado (60%), tempo atual versus planejado para finalização do

projeto (58%) e ‘lead time’ para mercado (57%). As 15 principais medidas de desempenho são listados no quadro 2.2.

<b>Medidas de desempenho</b>	<b>Quem usa agora (%)</b>	<b>Quem quer usar no futuro (%)</b>	<b>Frequência amostra mais comum</b>
Custo total do projeto	71	15	mensal
Entrega no tempo do projeto de desenvolvimento	61	12	por projeto
Custo atual do projeto comparado com orçado	60	17	mensal
Tempo atual versus tempo planejado para finalização projeto	58	13	mensal
Lead time para o mercado	57	14	por projeto
Teste de campo antes da produção	54	7	por projeto
Análise de lucratividade projetada	51	18	por projeto
Taxa de falhas no produto	50	7	mensal
Lead Time do fornecedor	49	7	mensal
Razões para falha no mercado	46	15	por projeto
Protótipos que passaram em testes de segurança	45	5	por projeto
Orçamento de P&D versus %de receita	43	10	por projeto
Tempo gasto em cada estágio do desenvolvimento	42	18	mensal
Requisitos de qualidade conseguidos pelo produto	39	10	por projeto
Lucratividade atual versus prevista	35	16	por projeto

**Quadro 2.2** - Principais medidas usadas pela empresas. Fonte: Driva *et al.* (2000).

Driva *et al.* (2000) realizou o mesmo estudo nas academias para fornecer uma comparação direta com o que foi selecionado pelas empresas. As medidas de desempenho que aparecem nas duas listas são: tempo atual versus tempo planejado para finalização do projeto, custo total do projeto, tempo para comercialização, razões da falha do produto no mercado e número e natureza dos gargalos. Porém, algumas diferenças notáveis acontecem. A ênfase nas medidas de desempenho dos pesquisadores sobre o tema se encontra relacionada com a satisfação dos clientes, enquanto que as empresas concentram-se em medidas de desempenho de tempo e custo. As medidas que não são avaliadas pelos acadêmicos, mas que aparecem na lista das empresas são: custo atual do projeto comparado com orçado, testes de campo por



produção, custos de desenvolvimento de produtos que não são lançados no mercado e rotatividade do departamento de pesquisa e desenvolvimento.

As primeiras 15 (de 65) medidas selecionadas pelos acadêmicos estão listadas no quadro 2.3.

	<b>Medidas de desempenho</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio padrão</b>
1	Tempo de lançamento no mercado	1,79	1,10
2	Precisão da previsão dos requisitos do cliente	1,85	1,03
3	Precisão de interpretação dos requisitos do cliente	1,97	1,16
4	Tempo total de desenvolvimento do produto	1,98	1,02
5	Tempo atual versus tempo planejado para finalização do projeto	2,07	1,02
6	Performance atual de qualidade do produto versus planejado	2,13	0,99
7	Entrega no tempo da especificação para a produção	2,16	1,11
8	Nº de clientes que detectaram falhas no projeto	2,20	1,13
9	Custo total de cada projeto de desenvolvimento de produto	2,22	1,25
10	Tempo de resposta para o cliente em solicitações especiais (Flexibilidade)	2,24	1,10
11	Habilidade de usar uma plataforma de projeto comum	2,25	1,10
12	Razões para fracassos de produtos previamente lançados	2,27	1,06
13	Entrega do produto para custeio (conforme orçado)	2,28	1,18
14	Taxa de projetos de desenvolvimentos de produtos bem sucedidos	2,31	1,25
15	Tempo gasto em mudanças sobre a especificação do projeto original	2,33	1,12

\* Escala de 1 a 5 onde, 1 = muito usado e, 5 = pouco usado.

**Quadro 2.3-** Principais medidas usadas pelos acadêmicos. Fonte: Driva *et al.* (2000).

Driva *et al.* (2000), afirma que seu estudo foi pioneiro nesta área. A comparação com a opinião acadêmica revelou que existe uma discrepância entre as medidas recomendadas pelos acadêmicos e as usadas na prática, mas que a diferença não foi tão grande como esperado. A principal diferença foi o fato que as empresas estão usando basicamente o tempo, custo e medidas de qualidade, e que os acadêmicos gostariam de ver um crescente uso de medidas relacionadas ao cliente nos estágios do processo de desenvolvimento de produtos.

De acordo com a pesquisa de Driva *et al.*(2000), as cinco principais medidas de desempenho que as empresas gostariam de implantar, são:

1. número e natureza de gargalos - 24%;
2. número de mudanças de especificação no projeto - 23%;
3. número de defeitos no projeto detectados no desenvolvimento - 22%;
4. porcentagem de tempo gasto em reuniões - 20%; e
5. custos de desenvolvimento para produtos que não chegam ao mercado - 18%.

As cinco principais medidas de desempenho que as empresas gostariam de implantar podem ser avaliadas através da medição do tempo de desenvolvimento. Pois, em empresas de produção contínua, na existência de um gargalo, o tempo de desenvolvimento será maior do que o esperado e, assim, também ocorrerá com mudanças de especificação no projeto e número de defeitos detectados no desenvolvimento. O tempo gasto em reuniões, na definição de uma ação, pode causar um maior tempo de desenvolvimento. Uma vez que, com um maior tempo de desenvolvimento em empresas de produção contínua, o custo da não produção aumentará o custo de desenvolvimento.

As ferramentas de medições existentes focam-se muito no nível da macro estratégia com o mínimo de envolvimento dos projetistas e desenvolvedores dos produtos. Além disso, tem-se muito pouca evidência de trabalhos que examinam o desempenho no processo de desenvolvimento de produtos. A maioria deles consideram o projeto e desenvolvimento como somente uma entrada no sistema de medição de desempenho, (Driva *et al.*, 2000).

Em uma pesquisa anterior, Griffin e Page (1996) separaram as medidas de desempenho em duas categorias: as medidas de projeto e as medidas de programa. Para o primeiro, levantaram medidas de desempenho, tomando como base a estratégia de projeto de

acordo com o grau de inovação do produto e identificaram como mais utilizadas em três fatores de sucesso: financeiro, baseados no cliente, e de desempenho técnico.

Para todo o programa do processo de desenvolvimento de produtos, as medidas de desempenho mais utilizadas, segundo Griffin e Page (1996), são:

- retorno sobre o investimento no programa;
- compatibilidade dos novos produtos com a estratégia do negócio;
- taxa de sucesso e falha;
- % de lucros de novos produtos;
- % de vendas de novos produtos;
- atingimento de objetivos de 5 anos do programa;
- produtos que conduzem oportunidades futuras;
- % de vendas sob proteção de patente; e
- % de lucro sob proteção de patente.

O foco da pesquisa de Griffin e Page (1996) foi estabelecer os principais indicadores de resultado do processo de desenvolvimento de produtos em relação à estratégia de desenvolvimento de produtos utilizada pela empresa, ou seja, o tipo de produto a ser desenvolvido. Não fez parte de sua pesquisa estabelecer indicadores para o processo de desenvolvimento, que é um dos objetivos desta dissertação. O importante da pesquisa de Griffin e Page (1996), no contexto desta dissertação, é a influência da estratégia utilizada para o processo de desenvolvimento de produtos, ou seja, o grau de inovação do produto.

No caso de desenvolvimento de produtos, o grau de inovação do produto é um fator que pode gerar “gargalos” no processo de desenvolvimento, ou seja, quanto mais inovador o produto, maior as possibilidades deste consumir maiores recursos, dentre eles o tempo de

desenvolvimento. Faz-se assim necessário, ao se estabelecer indicadores baseados no tempo, a estratificação por grau de inovação presente nos produtos desenvolvidos.

O fator com maior evidência na literatura sobre influências no gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos e também o mais amplamente citado é o grau de inovação do projeto (Pugh, 1996; Clark e Fujimoto, 1991; e Wheelwright e Clark, 1992). Em relação ao grau de inovação da linha atual de produtos da empresa, Wheelwright e Clark (1992) propõem a seguinte classificação:

- *Pesquisa e desenvolvimento avançados*: processos de desenvolvimento cujo objetivo é o de criar conhecimento (know-how) para futuros projetos. Geralmente não têm objetivos comerciais no curto prazo e são inviáveis economicamente;
- *Radical*: quando são incorporadas grandes inovações no produto e no processo;
- *Plataformas ou nova geração*: processos de desenvolvimento que incorporam inovações significativas no produto e/ou processo, gerando uma nova família de produtos;
- *Derivados*: processos de desenvolvimento que criam um novo produto dentro de uma família, ou seja, seguem as características dessa família.

Assim, na avaliação dos indicadores de desempenho para o processo de desenvolvimento de produtos, os indicadores não devem ser analisados da mesma maneira para todos os produtos. Desta forma, um indicador de produtividade para a classificação de produtos “derivados” será melhor se comparado com a classificação “pesquisa e desenvolvimentos avançados”, já que o seu grau de inovação e conseqüente tempo de desenvolvimento serão menores.

Com fundamentação em vários modelos, Silva (2001) elaborou um quadro de indicadores de desempenho para o processo de desenvolvimento de produtos descrito na Figura 2.1. Sua proposta é que o quadro de indicadores a ser estabelecido pela organização

contemple dimensões financeiras e não-financeiras, de resultados e de meios. O quadro de indicadores pode prever indicadores para produtos, série de produtos e genéricos que avaliem o processo de desenvolvimento de produtos.

	<b>FINANCEIROS</b>	<b>NÃO-FINANCEIROS</b>
<b>RESULTADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação no Mercado</li> <li>• Percentual da receita gerada por novos produtos</li> <li>• Receita de novos produtos</li> <li>• Meta de lucro</li> <li>• IRR/ROI</li> <li>• Crescimento da receita oriunda de novos produtos</li> <li>• Custo das devoluções de novos produtos</li> <li>• Valor dos pedidos dos novos produtos oriundos de novos clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfação do cliente</li> <li>• Vantagem competitiva</li> <li>• Aceitação do cliente</li> <li>• Confiabilidade</li> <li>• Número de reclamações devido à qualidade de projeto</li> <li>• Tempo para desenvolvimento de novos produtos</li> <li>• Número de novos produtos</li> <li>• Número de novos clientes com pedidos de novos produtos</li> <li>• Pontualidade da entrega dos novos produtos</li> <li>• Relação dos novos produtos com total de produtos</li> <li>• Participação de componentes recicláveis</li> </ul>
<b>MEIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxo de recursos (investimento x tempo)</li> <li>• Percentual da receita investido no processo de desenvolvimento de novos produtos</li> <li>• Gastos com o desenvolvimento de novos produtos</li> <li>• Custo do protótipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo para desenvolvimento de protótipos</li> <li>• Número de não-conformidades nos lotes piloto</li> <li>• Taxa de redução de peças</li> <li>• Taxa interna de não conformidade de novos produtos</li> <li>• Custo de não conformidade interna de novos produtos</li> <li>• Qualificação dos funcionários que atuam no desenvolvimento de produtos</li> <li>• Rotatividade dos envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos</li> <li>• Performance dos fornecedores que participam do desenvolvimento de novos produtos</li> <li>• Número de componentes-padrões nos novos produtos</li> <li>• Mudanças no projeto para atender à capacidade do processo</li> <li>• Competências de gestão do processo de desenvolvimento de produtos</li> </ul>

**Figura 2.1** – Quadro genérico de indicadores do processo de desenvolvimento de produtos.

Fonte: Silva, 2001.

O importante da Figura 2.1, apresentado por Silva (2001), é apresentar o conceito de indicadores de meio e de resultado e que ele orienta a adoção de poucos indicadores.

Em empresas de produção contínua com elevado índice de automatização e alta tecnologia, onde o desenvolvimento de produtos utiliza as máquinas da produção para realização de ensaios, a produtividade do processo de desenvolvimento de produtos se caracteriza como um importante indicador de competitividade a ser medido, avaliado e aperfeiçoado.

Segundo Sohlenius (1997), a competitividade de um produto é determinada por três

valores: qualidade, tempo de desenvolvimento e complexidade. Teoricamente, para ser competitivo, o novo produto deve ter alta qualidade, baixo tempo de desenvolvimento e de produção e mínima complexidade. A tendência de redução do tempo de desenvolvimento de produto é destacada por Charney (1991), Baer (1992) e Boothroyd et al. (1994) como fator preponderante de competitividade nos segmentos de alta tecnologia.

O tempo de desenvolvimento, usualmente, é considerado como uma medida de desempenho não-financeira (Curtis, 1994, Griffin, 1993). Embora seja importante mencionar que o tempo de desenvolvimento, estudado por Griffin (1993), possui como variáveis, aspectos não-financeiros, tanto nas características de projeto, como nos resultados e no próprio processo de desenvolvimento. Concorde-se, parcialmente, com Curtis (1994) e Griffin (1993) nesta dissertação, pois, em empresas de produção contínua que utilizam as máquinas da produção para a realização de ensaios, o tempo de desenvolvimento passa a ser financeiro, pois o custo da não-produção pela máquina parada representa uma quantia alta a ser controlada. Assim, quanto menor o tempo de máquina parada para desenvolvimento, menor o custo do processo de desenvolvimento de produtos.

Zarifian (1990) assevera que existem basicamente duas linhas de pesquisa que buscam medir a produtividade em atividades intelectuais, como aquelas desempenhadas no processo de desenvolvimento de produtos que não apresentam rotinas exatas e dificuldade de cronometragem. Uma delas é a tentativa de racionalizar o trabalho, por intermédio de um processo similar ao *taylorismo clássico*, que tenta padronizar (ou formalizar) os métodos de trabalho intelectual, com o intuito de agilizar a realização das operações. Com isso, a produtividade é medida pela velocidade de execução das atividades.

A outra forma de medir produtividade, segundo Zarifian (1990), é por meio da adoção do conceito de atos de transação e não de operações intelectuais. Assim, não é necessária a padronização das atividades e nem abranger todas as operações realizadas, mas apenas as

transações significativas. A produtividade é medida pela velocidade de realização de um determinado número de transações.

Vale observar que a medição da produtividade por meio da velocidade de execução das atividades ou de um determinado número de transações tem uma associação direta ao parâmetro tempo de desenvolvimento. Clark e Fujimoto (1991) consideram o tempo um parâmetro básico de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos, que, por sua vez, tem uma relação com o custo do desenvolvimento (medida de desempenho financeira).

Com fundamentação em Martins (1999), Neely (1998), Neely *et al.* (2000), Griffin e Page (1996), Silva (2001) e Driva *et al.* (2000) propõem-se as características mais comuns dos indicadores para o processo de desenvolvimento de produtos:

- Ser congruente com a estratégia competitiva;
- Avaliar o custo em todo processo de desenvolvimento;
- Identificar tendências e progresso;
- Estratificar de acordo com o grau de inovação do produto;
- Influenciar a atitude dos funcionários;
- Avaliar o grupo e não o indivíduo;
- Avaliar o tempo nos estágios do processo de desenvolvimento;
- Facilitar o entendimento das relações de causa-e-efeito;
- Ter um objetivo a ser alcançado;
- Avaliar a qualidade do produto;
- Direcionar e suportar a melhoria contínua.

No departamento de P&D de uma empresa de produção contínua, onde os ensaios são realizados na própria linha de produção, controlar o tempo torna-se uma tarefa inerente ao processo de desenvolvimento. Por outro lado, a qualidade do desenvolvimento não pode ser

prejudicada pela perda de produtividade fabril (perda pela não-produção). Portanto, neste caso, um controle deste nível está em estabelecer qual a produtividade do departamento de P&D, tendo em vista padrões históricos de tempo de desenvolvimento, número de ensaios realizados e recursos utilizados para as classificações de produtos existentes.

Santana (2002), em sua revisão literária, apresenta uma definição ampla do termo produtividade, que considera como uma medida combinada de eficiência (output/inputs) e eficácia (outputs/objetivos). Onde eficiência significa uma medida de outputs divididos pelos inputs num determinado período (tempo), referindo-se a quão bem as organizações usam seus recursos para produzir seus produtos ou serviços. A eficácia é a relação de outputs para algum padrão ou expectativa, referindo-se a quão bem a organização está alcançando seus objetivos.

O indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos no departamento de P&D, não deve apenas se basear em padrões históricos, mas, também, estabelecer um objetivo a ser alcançado, buscando a eficiência e, também, a eficácia e estar alinhado com estratégia da empresa, considerando as classificações dos produtos existentes. Nesse contexto, se propõe o indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento no departamento de P&D de uma empresa têxtil.

#### **2.4 - Proposta de um indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria têxtil**

A indústria têxtil representa um papel importante na economia brasileira, gerando empregos diretos que variam, dependendo da fonte, de cerca de 930 mil a 1,5 milhão, com um faturamento de 30 bilhões de dólares. São aproximadamente 17.000 empresas distribuídas no território nacional. Historicamente, a indústria têxtil iniciou o processo de industrialização no Brasil, tendo desempenhado papel fundamental na estratégia de desenvolvimento da política



industrial nacional (INDI, 1997). Como as indústrias de brinquedos e calçados, a indústria têxtil passou por uma crise com a abertura da economia, iniciada na década de 90. A obsolescência do setor, as gestões pouco dinâmicas de algumas empresas e o protecionismo reinante fizeram com que seus custos ficassem fora dos padrões internacionais (Oliveira, 1997). O setor têxtil procurou reestruturar-se melhorando seus processos, entre eles o de desenvolvimento de produtos, visando o incremento da qualidade com redução de custos. O volume investido na manufatura, segundo a Associação Brasileira de Indústrias Têxteis (ABIT) nos últimos oito anos foi de 6,5 bilhões de dólares.

Com o objetivo de competir com os produtos internacionais e participar de novos mercados, o setor têxtil vem-se renovando gradativamente. Corrêa e Giansi (2000) citam que a indústria têxtil exportou 4 bilhões de dólares em 2000. Ao mesmo tempo, as importações caíram 28% em relação a 1999. As projeções indicam que haverá expansão do setor nos próximos anos. Em 1997, o consumo brasileiro *per capita* atingiu 8,9 Kg por habitante, sendo que, nas economias mais avançadas, este valor é de 20 Kg/habitante. Para que essas expectativas se consolidem, se destaca o processo de desenvolvimento de novos produtos têxteis.

O desempenho da equipe de P&D se torna uma das maiores preocupações das empresas têxteis, porque é através desta que a empresa desenvolve seus produtos de maneira mais rápida e com menor custo que seus concorrentes. No setor têxtil sintético, a eficácia e eficiência do P&D é o diferencial competitivo, pois em muitas empresas, os protótipos são desenvolvidos na linha de produção, com interrupção da mesma e custos da ordem de R\$ 545,00 por hora (no caso da empresa objeto de estudo); as empresas que optaram por estratégia de diferenciação desenvolvem um número elevado de novos produtos se comparadas às que optaram por liderança de custo, normalmente 40 desenvolvimentos por mês (no caso da empresa objeto de estudo) um valor médio mensal de R\$ 275.000,00

investidos em desenvolvimento de novos produtos. Destaca-se que novos produtos no setor de moda possuem uma relação fortemente positiva entre o tempo de lançamento e a rentabilidade.

Neste contexto, as empresas devem se preocupar com o desempenho de sua equipe de P&D e se estão utilizando ou proporcionando adequados recursos (Pawar e Driva, 1999). O processo de desenvolvimento de produtos obedece ao ciclo PDCA (APQP, 1994), a idealização do indicador de produtividade aparece na fase “D” (realizar), onde ocorre a realização dos ensaios diretamente nas máquinas de produção. Nesta fase, na realização dos ensaios, ocorre a produção de protótipos, que se denomina previamente de amostra. Cada amostra que, por sua vez, é resultado de diferentes *setups*, é analisada e comparada com o produto requisitado e, se considerados próximos, temos a especificação do produto a ser utilizado na produção piloto.

Segundo Almeida (2002), atividades de *setup* são requeridas para adaptar os sistemas produtivos às mudanças de processamento. Setups existem para pequenas melhorias de processo, adaptação da máquina para novas matérias-primas, alterações de características dos produtos e, finalmente, desenvolvimento de novos produtos. Atividades de *setup*, embora necessárias, requererem cuidados especiais, são atividades não agregadoras de valor e devem, portanto, ter sua duração reduzida ao mínimo possível. De uma forma mais criteriosa, pode-se dizer, ainda, que o *setup* necessário é aquele que demanda o menor valor e tempo possível. Qualquer coisa, além disso, é desperdício.

Visando esta redução no tempo de máquina parada na produção, passa-se a controlar os tempos necessários para a definição das especificações de produção (*setup*) e o número de ensaios realizados. O tempo é definido pela quantidade de horas gastas pela pessoa responsável pelo desenvolvimento desde o início dos ensaios até a conclusão dos mesmos, não incluindo o tempo inicial de preparação da máquina e final de lançamento. Já, o ensaio é

definido por cada etapa necessária para obtenção das amostras, cada ensaio corresponde a um *setup* diferente e uma atuação na máquina.

Ainda, segundo Almeida (2002), que define a produtividade como um conceito comparativo, permite-nos tirar conclusões sobre os desempenhos na execução de tarefas. Dessa forma, o levantamento da produtividade por si só é irrelevante (produtividade da situação A, Pa) a menos que possamos compará-la com outras situações similares (produtividade da situação B, Pb) de tal forma a concluirmos que se ocorreu aumento de produtividade ( $P_b > P_a$ ), diminuição ( $P_b < P_a$ ) ou nenhuma alteração ( $P_b = P_a$ ). Este é nosso objetivo: saber se ao longo do tempo, a equipe P&D vem melhorando seu desempenho ou não.

A American Production and Inventory Control Society – APICS (1992) entende produtividade como sendo “relação entre resultados (output) em função da quantidade de recursos (Homem-horas) requeridos para a sua obtenção”. No setor têxtil, a produtividade do processo de desenvolvimento de produtos no departamento de P&D é definida como sendo a relação entre o número de ensaios realizados e o recurso requerido em Homem, responsável pelos ensaios, multiplicado pela quantidade de horas utilizadas, expressa pela fórmula:

$$Produtividade = \frac{Qde\_Produzida}{M.O.\_Requerida} = \frac{Número\_de\_Testes}{Homem\_X\_hora} \left( \frac{unidades}{HomemXhora} \right) \quad (1)$$

Onde:

- *Número de testes* é igual ao número de testes/setups realizados no desenvolvimento.
- *Homem x hora* é igual ao número de pessoas envolvidas e o tempo (em horas) para realização dos testes.

A implementação e avaliação do indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos que utilizam as máquinas da produção no desenvolvimento são apresentadas no próximo capítulo.

# CAPÍTULO 3

---

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO

### 3.1 - Considerações iniciais

Neste capítulo, apresenta-se a pesquisa-ação realizada, a coleta, análise e interpretação dos dados, o que conduz às principais conclusões. A partir das etapas prescritas para a pesquisa-ação, o indicador de produtividade proposto é implementado e avaliado em uma empresa têxtil.

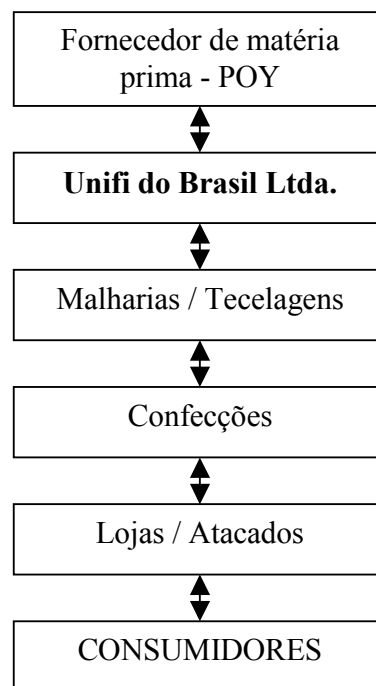
### 3.2 - Introdução e escolha da empresa

Este capítulo descreve a pesquisa-ação realizada na Unifi do Brasil Ltda., uma empresa do setor têxtil, localizada na cidade de Alfenas, interior de Minas Gerais, apresentada no capítulo 1. A pesquisa-ação foi desenvolvida segundo a adaptação da abordagem de Gil (1991), onde suas etapas são: escolher a empresa, formular o problema, construir as hipóteses, coletar os dados, analisar e interpretar os dados e divulgar os resultados. As etapas adaptadas de Gil (1991) foram realizadas na empresa, sendo seu desdobramento e respectivos resultados descritos nos próximos tópicos.

A Unifi do Brasil Ltda. foi escolhida por apresentar as seguintes características:

- Ser uma empresa de produção contínua têxtil;
- Ter como estratégia genérica a “diferenciação”, segundo Porter (1999);
- Realizar os desenvolvimentos nas máquinas de produção;
- Possuir um alto custo de desenvolvimento de produtos;
- Ter um elevado mix de produtos que leva a um alto número de desenvolvimentos no mês;
- Possuir diferentes graus de inovação nos novos produtos.

O contato com a empresa ocorreu durante o decorrer do curso de mestrado, onde se verificou a necessidade de indicadores para o processo de desenvolvimento de produtos na Unifi do Brasil Ltda. O pesquisador é funcionário desde fevereiro de 2001, ocupando o cargo de engenheiro de desenvolvimento. A Unifi é uma empresa multinacional de capital aberto. A empresa atua no setor têxtil, sendo sua cadeia de valor genérica (Porter, 1999), descrita na figura 4.1.



**Figura 4.1** - Cadeia de Valor Global. Fonte: Adaptado de Porter, 1999.

### **3.3 - Avaliação do indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria têxtil**

#### **3.3.1 - Formular o problema**

Devido à sazonalidade do setor têxtil, o P&D desenvolve produtos quando são recebidas solicitações dos clientes através do setor de vendas e assistência técnica; existe alteração no fornecedor de matéria-prima, destacando-se um elevado número de fornecedores de matéria-prima no mercado, sendo sua participação nos custos da ordem de 70%, fazendo com que economias na matéria prima contribuam significativamente na redução dos custos; substituição de fornecedor de matéria prima; identificação de necessidades do mercado; novos conceitos de produto e quando são identificadas melhorias de processo nos produtos em produção.

Nos últimos 12 meses a empresa desenvolveu em média 38 produtos. A empresa não possui uma máquina específica para desenvolver suas amostras e protótipos, sendo assim, os ensaios (produção de protótipos) são realizados nas máquinas de produção. A Unifi do Brasil Ltda. é uma empresa de produção contínua que possui como estratégia genérica a diferenciação (Porter, 1999) e custos da ordem de R\$ 545,00 por hora de desenvolvimentos. Surge a formulação do problema: “Como medir, analisar e melhorar a produtividade do P&D de uma empresa têxtil, onde as amostras e protótipos são desenvolvidos na própria linha de produção?”

#### **3.3.2 - Construir as proposições**

A proposição é o indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produto de empresas têxteis, desenvolvido no capítulo 2 e consiste basicamente na fórmula:

$$\text{Produtividade} = \frac{Qde\_Produzida}{M.O.\_Requerida} = \frac{Número\_de\_Testes}{Homem\_X\_hora} \left( \frac{unidades}{HomemXhora} \right) \quad (1)$$

Onde:

- *Número de testes* é igual ao número de testes/setups realizados no desenvolvimento.
- *Homem x hora* é igual ao número de pessoas envolvidas e o tempo (em horas) para realização dos testes.

De acordo com os padrões históricos e avaliando o processo de produção e análise laboratorial das amostras e protótipos, juntamente com a equipe de P&D estabeleceu-se a meta inicial de 0,70 (T/H\*h) para o indicador de produtividade.

### 3.3.3 - Coletar os dados

Antes de se iniciar a coleta dos dados, faz-se necessário descrever o processo de texturização nos multi-filamentos de fios sintéticos e explicar a estrutura do processo de desenvolvimento de produto.

A idéia básica da texturização por falsa torção nos multi-filamentos de fios sintéticos pode ser definida como a ação conjunta do aquecimento dos filamentos termoplásticos, acima da temperatura vítrea e abaixo da temperatura de fusão, da estiragem, fornecida através da diferença da velocidade periférica de dois eixos e da deformação mecânica dos filamentos. Na texturização por falsa torção isto ocorre pela ação dos discos de fricção e na texturização a ar por jato de ar comprimido. Com este processo, basicamente, o fio recebe volume, tenacidade entre outras características imprescindíveis na confecção do tecido (Ali Demir, 1997).



O processo de desenvolvimento de produtos na empresa envolve vários departamentos, como: Marketing, Assistência Técnica, P&D, Financeiro, Produção, Vendas e Logística. O processo tem início com a formalização da solicitação através da expedição de um documento - denominado de RTS (Request for test sample) - emitido pela Assistência Técnica enviado ao P&D, que faz a análise de viabilidade técnica. Os departamentos Financeiro e Comercial analisam a viabilidade comercial. Sendo o desenvolvimento considerado viável como um todo, técnica e comercialmente, faz-se a programação do desenvolvimento. A realização do desenvolvimento, bem como toda a coordenação das ações necessárias para gerações de amostras (protótipos) e conseqüente definição do *setup* (receita) de máquina é de responsabilidade da equipe P&D. Atingido-se o efeito desejado no fio, realiza-se uma produção piloto, que é reavaliada verificando-se a ocorrência ou não de alterações no custo do produto. Os dados obtidos são documentados num relatório e enviados à Assistência Técnica que cuida dos testes em clientes, reportando os resultados obtidos no mesmo documento que deu início ao processo (ver anexo A – Mapeamento do processo de desenvolvimento de produtos)

Definido o processo de texturização e o ambiente em que o departamento de P&D atua na empresa, desdobra-se o processo de coleta de dados. A primeira etapa da coleta de dados consistiu em criar uma tabela para se registrar os números de testes realizados juntamente com o tempo gasto em cada desenvolvimento. A tabela 4.1, abaixo, é preenchida por cada um dos responsáveis pelo desenvolvimento onde, na primeira linha ou no cabeçalho da ficha de acompanhamento de desenvolvimento, são preenchidos os dados gerais do desenvolvimento, sendo eles: solicitação de desenvolvimento (RTS – Request for test sample); lote a ser aprovado para a produção piloto (Lote); descrição do produto (Descrição); matéria-prima; máquina; data e hora de início e fim do desenvolvimento.

A primeira coluna na tabela 4.1 representa os principais parâmetros de regulagens (setups) de um tipo de máquina de produção (Barmag – AFK), a segunda coluna representa o lote de referência quando o mesmo existir e as outras colunas representam cada teste realizado até se chegar ao efeito e ou características desejadas. As outras tabelas dos outros tipos de máquinas (M700, M/V900, RPR e Stahle) estão em anexo e tem, basicamente, o mesmo formato da tabela 4.1.

RTS :	Lote:	Descrição:	Matéria-prima:	Máquina:	Início: / / . : h	Fim: / / . : h			
<b>Regulagens</b>	REF.	Teste 01	Teste 02	Teste 03	Teste 04	Teste 05	Teste 06	Teste 07	Teste 08
Tipo Disco									
Disposição dos discos									
Torção									
Angulo de formação									
# 1 Tipo de Buso									
Pressão (psi)									
# 2 Tipo de Buso									
Pressão (psi)									
Velocidade (m/min)									
Taxa de estiragem									
D/Y									
2nd Overfeed - WX									
3rd Overfeed - W3									
4th Overfeed - W4									
Ang. de cruzamento									
Vel. Eixo óleo (rpm)									
T1-Estufa curta-(°C)									
T1-Estufa Longa-(°C)									
T2 - Fixação - (°C)									
Take Up Program									
<b>Tensões</b>									
Pre-Draw									
T-1									
T-2									
T-3									
T2/T1									
Unitens / CV									
<b>Serimetria</b>									
Título (dtex)									
Tenacidade (cN/dtex)									
Alongamento (%)									
Óleo (%)									
Encolhimento (%)									
Torque (T/m/s)									
Entrelaçamento									
Retenção (3%)									
Retenção (5%)									
Peso (g)									
Diametro (cm)									
Densidade (g/cm3)									
<b>Comentários</b>									

**Tabela 4.1** – Ficha de acompanhamento de desenvolvimentos.

A partir do momento em que a máquina está liberada pela produção e pelo departamento de mecânica, para a realização do desenvolvimento, registra-se a data e a hora de início do desenvolvimento. Após a aprovação do lote e liberação da máquina para a produção piloto, registra-se a data e a hora do término do desenvolvimento. Os assistentes de desenvolvimentos calculam o número de testes e o tempo gasto em horas no desenvolvimento e registram na planilha de planejamento de desenvolvimentos, conforme tabela 4.2.

Planejamento de Desenvolvimentos - Outubro/2003 - Versão 03															
Data	Nº Dia	Máquina	Descrição	Ent	Tubo	Matéria prima	Lote	Prod. (m/min)	RTS	Resp.	Produção	Cliente	OBS	Qtde T	Dur h
01/10	1	M700	2x167 f 48	BE	BIC	A	9731	500	1064	Eduardo	Programa	A	Aumento de Velocidade	2	4
01/10	1	M700T3	192 f 92	ME	BIC	B	D500	500	997	Erivelton	200 Sup - 1,0 Kg	B	Produto novo	6	15
01/10	2	RPRX	167 f 48	AE	DIA	F	SC09	600	1063	Erivelton	Programa	D	Melhoria unitens	10	22,5
02/10	2	RPR	76 f 34	OT	DIF	A	9831	600	1078	Eduardo	Programa	A	Melhoria de processo	11	22
02/10	1	Stahle	2504 f 344	AIR	BIC	F	X491	220	1067	Wagner	50 Kg	B	Melhoria de processo	3	5
04/10	2	M700T3	182 f 216	ME	BIC	C	X511	500	1010	Erivelton	200 Sup - 1,0 Kg	A	Produto novo	12	21,5
06/10	1	AFKT2	76 f 34	SE	BIC	H	9157	750	1068	Sumiya	Programa	E	Melhoria de processo	3	8
07/10	1	M700T3	100 f 96	BE	BIC	J	5522	500	1060	Sumiya	Programa	G	Melhoria de processo	4	7
07/10	2	AFK2	220 f 48	OT	DIA	K	6003	700	1070	Eduardo	96 Suportes	H	Troca de Maquina	7	18

**Tabela 4.2** – Planejamento de desenvolvimentos resumido.

O grau de inovação do projeto segundo (Pugh, 1996; Clark e Fujimoto, 1991; e Wheelwright e Clark, 1992) é o fator com maior evidência na literatura sobre influências no gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos. Na empresa, os desenvolvimentos foram classificados de acordo com o grau de inovação do produto e, também com relação ao grau de dificuldade na sua execução. Os produtos que utilizam o tubo

rígido (BIC - bicone) demandam menos tempo de desenvolvimento se comparados com os que utilizam os tubos diaflex ou diflex (DIA ou DIF), que são produtos específicos e que requerem densidade controlada do produto. Desta forma, criou-se a classificação para tubos rígidos, sendo denominada de classe “B”, e a classificação para tubos de tingimento denominada classe “D”.

De acordo com Wheelwright e Clark (1992), com relação ao grau de inovação da linha atual de produtos na empresa, os desenvolvimentos, em sua grande maioria, podem ser classificados como “derivados”, “plataformas ou nova geração”. Os desenvolvimentos de produtos novos (PD) na empresa se encaixam na classificação plataformas ou nova geração. Os desenvolvimentos, que são classificados como derivados, são os desenvolvimentos relacionados à logística de produção e foram classificados, nesta pesquisa, como desenvolvimento de processo (PC), que são:

- Troca de fornecedor de matéria-prima;
- Troca de matéria-prima dentro do mesmo fornecedor;
- Troca de máquina; e,
- Melhorias de processo.

Os desenvolvimentos são classificados de acordo quanto ao tipo, sendo: “PD” desenvolvimento de produto e “PC” desenvolvimento de processo. Quanto à classe, são classificados como produtos em tubo rígido “B” e produtos de tingimento “D”. Os dados coletados na tabela 4.1 e registrados na tabela 4.2, são re-formatados e registrados na tabela 4.3, onde se calcula o indicador de produtividade ( $T/H * h$ ), o número de testes vezes horas gastas ( $T * h$ ) e a relação horas por testes ( $h/T$ ).

Mês	Máquina	Descrição	Lote	Resp.	Tipo	Classe	Testes	Horas	T*h	T/H*h	h/T
jun/02	M700	2/76/24 TM	8512	Erivelton	PC	B	3	21,5	64,5	0,14	7,17
jun/02	V900	215/48	9202	João	PC	B	9	6,8	61,2	1,32	0,76
jun/02	M700	330/72 TM	8635	Erivelton	PC	B	2	21,5	43	0,09	10,75
jun/02	M700	2/167/48	8724	João	PC	B	4	30	120	0,13	7,50
jun/02	M700	167/96	8513	Erivelton	PC	B	1	1,8	1,8	0,56	1,80
jun/02	RPR	250/68	3806	João	PC	D	6	32	192	0,19	5,33
jun/02	M700	167/96	8750	Erivelton	PC	B	3	5,8	17,4	0,52	1,93
jun/02	AFK	312/130	8134	Erivelton	PD	B	3	52	156	0,06	17,33
jun/02	M700	171/60	8515	Erivelton	PD	B	5	26,5	132,5	0,19	5,30
jun/02	M700	166/48	8636	João	PC	B	3	13	39	0,23	4,33
jun/02	AFK	76/34	9103	Erivelton	PC	B	4	9,5	38	0,42	2,38
jun/02	M700	167/48	9703	Erivelton	PC	B	2	9,6	19,2	0,21	4,80
jun/02	M700	2/167/200 BR	3704	Erivelton	PD	B	2	21	42	0,10	10,50

**Tabela 4.3** – Tabela de classificação e cálculo do indicador de produtividade por produto.

A partir da tabela 4.3, criou-se uma tabela dinâmica para se avaliar o P&D de acordo com a classe e o tipo de desenvolvimento. A tabela 4.4 mostra os dados calculados no período de junho até dezembro de 2002, de acordo com a sua classificação (tipo e classe).

Tipo	Classe	Dados	jun-02	jul-02	ago-02	set-02	out-02	nov-02	dez-02
PC	B	Média de T/H*h	0,30	0,62	0,44	0,46	0,45	0,70	0,90
		Soma de Testes	46	13	33	60	33	47	36
		Soma de Horas	241,6	79,08	219,44	237,85	94,72	112,97	65,74
	D	Média de T/H*h	0,14	0,0	0,12	0,0	0,21	0,65	0,79
		Soma de Testes	11	0,0	8	0,0	21	8	4
		Soma de Horas	75,1	0,0	64,4	0,0	185,34	26,6	7,6
PC Soma de Testes			57	13	41	60	54	55	40
PC Soma de Horas			316,7	79,08	283,84	237,85	280,06	139,57	73,34
PD	B	Média de T/H*h	0,16	0,40	0,31	0,53	0,32	0,72	0,0
		Soma de Testes	15	35	23	27	11	39	0,0
		Soma de Horas	122,6	170	199,13	136,83	63,03	101,58	0,0
	D	Média de T/H*h	0,0	0,07	0,39	0,14	0,36	0,24	0,44
		Soma de Testes	0,0	51	48	12	12	31	26
		Soma de Horas	0,0	767,06	445,55	83,17	54,67	151,1	107,65
PD Soma de Testes			15	86	71	39	23	70	26
PD Soma de Horas			122,6	937,06	644,68	220	117,7	252,68	107,65
Total Soma de Testes			72	99	112	99	77	125	66
Total Soma de Horas			439,3	1016,14	928,52	457,85	397,76	392,25	180,99

**Tabela 4.4** – Tabela de cálculo do indicador de produtividade por classificação.

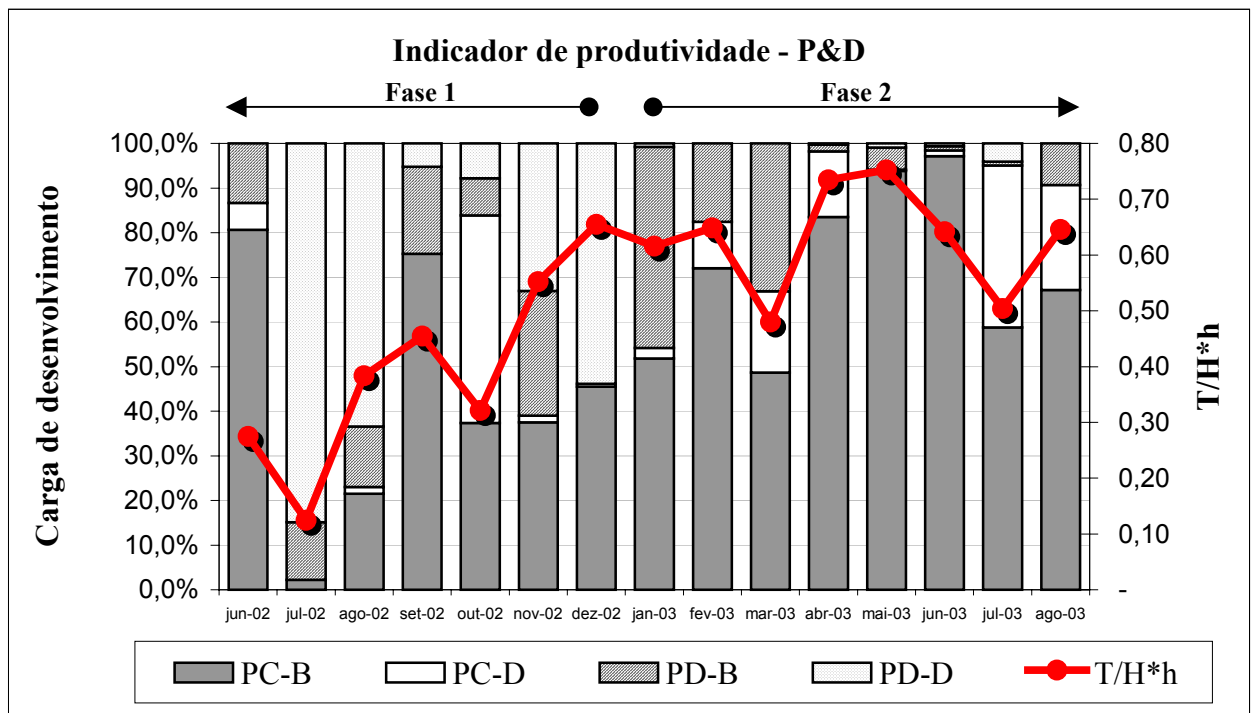
Visando melhor avaliar a influência de cada classificação no processo de desenvolvimento de produtos, criou-se o termo *carga de desenvolvimento*, que é a multiplicação da soma de testes vezes a soma de horas gastas. Com este cálculo, faz-se uma

ponderação entre os desenvolvimentos que tiveram menor tempo de desenvolvimento e alto número de testes com os desenvolvimentos que tiveram maior tempo e um pequeno número de testes.

Tipo	Classe	Dados	jun-02	jul-02	ago-02	set-02	out-02	nov-02	dez-02
PC	B	Carga(%)	80,66%	2,23%	21,47%	75,26%	37,36%	37,48%	45,55%
		T*h	11113,60	1028,04	7241,52	14271,00	3125,76	5309,59	2366,64
PC	D	Carga(%)	6,00%	0,00%	1,53%	0,00%	46,52%	1,50%	0,59%
		T*h	826,10	0,00	515,20	0,00	3892,14	212,80	30,40
PD	B	Carga(%)	13,35%	12,91%	13,58%	19,48%	8,29%	27,96%	0,00%
		T*h	1839,00	5950,00	4579,99	3694,41	693,33	3961,62	0,00
PD	D	Carga(%)	0,00%	84,86%	63,42%	5,26%	7,84%	33,06%	53,87%
		T*h	0,00	39120,06	21386,40	998,04	656,04	4684,10	2798,90
Somatório de T*h			13778,70	46098,10	33723,11	18963,45	8367,27	14168,11	5195,94

**Tabela 4.5** – Carga de desenvolvimento por classificação.

Multiplicando-se o indicador de produtividade (tabela 4.4) pela sua respectiva carga percentual (tabela 4.5), e somando-se os valores por classificação obtém-se o indicador de produtividade<sup>II</sup> para a equipe de P&D, conforme gráfico 4.1.



**Gráfico 4.1** – Indicador de produtividade mensal – P&D.

<sup>II</sup> Um exemplo de cálculo do *indicador de produtividade e carga de desenvolvimento* é apresentado no anexo G.

No gráfico 4.1 apresenta-se o indicador de produtividade mensal junto com a distribuição da carga de desenvolvimento. Desde sua aplicação em junho de 2002, identificaram-se duas fases compreendidas entre o período de junho a dezembro de 2002 e o período de janeiro a setembro de 2003. A partir destas duas fases, se apresenta a análise e interpretação dos resultados.

### **3.3.4 - Analisar e interpretar os dados**

A produtividade do P&D e a carga de desenvolvimento foram plotados no mesmo gráfico, visando facilitar sua interpretação. Analisando, previamente, o gráfico 4.1, verifica-se uma distinção entre as fases 1 e 2, onde na fase 1, observa-se um aumento significativo no indicador de produtividade, enquanto que, na fase 2, o indicador tende a se tornar estável. Com relação à carga de desenvolvimentos, verifica-se que na fase 1 não houve predominância de nenhuma classificação, enquanto que, na fase 2, pode-se afirmar que a classificação *processo bicone* (PC-B) correspondeu a mais de 50% da carga de desenvolvimento no período, chegando a 97,1% em junho de 2003.

Inicia-se a análise dos dados a partir do indicador de produtividade do departamento de P&D, também chamado de indicador geral que engloba todos os produtos. A análise e interpretação dos resultados é realizada primeiramente para o indicador de produtividade geral e, depois, estratificado para cada classificação de produto considerando as fases 1 e 2.

### 3.3.4.1 - Fase 1 – Junho a dezembro de 2002

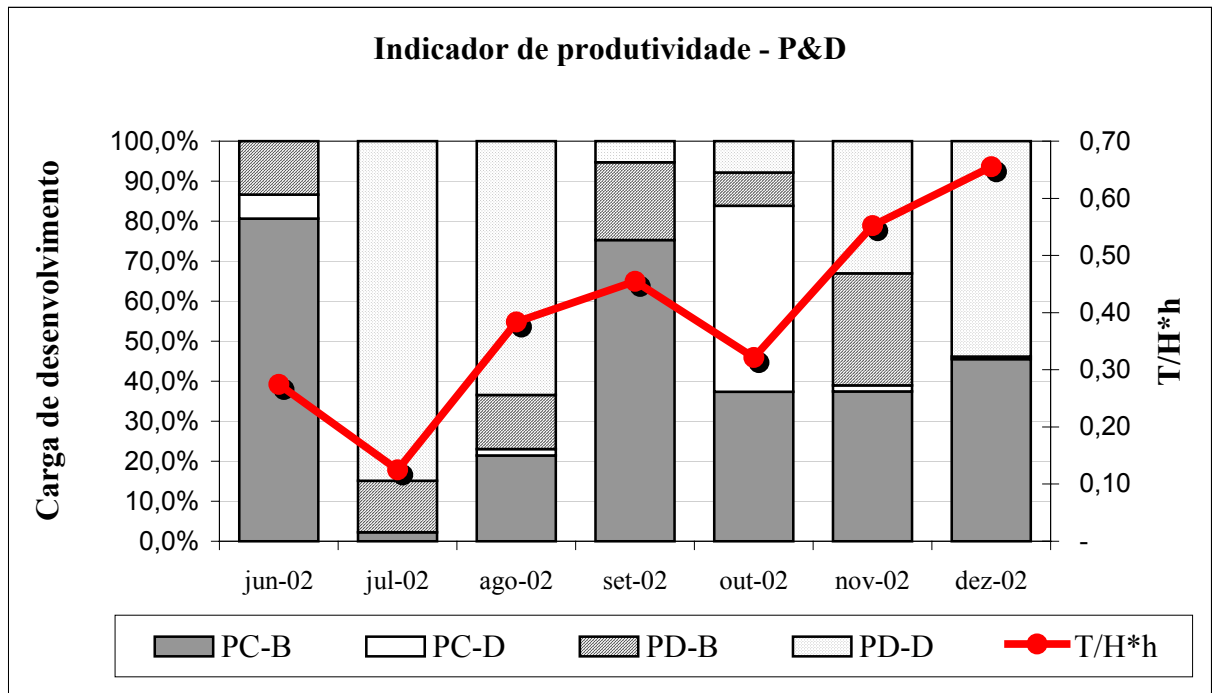
- **Indicador de produtividade do departamento de P&D:**

O gráfico 4.2 descreve o indicador de produtividade geral do P&D para a fase 1. Nos primeiros sete meses nota-se uma melhora sensível no indicador de produtividade onde, mesmo com grande variação na carga de desenvolvimento, o índice que era 0,27 (T/H\*h) em junho de 2002 chegou a 0,65 (T/H\*h) em dezembro, ou seja, um aumento de 141%. Esta melhora ocorreu devido à gradativa preocupação da equipe de P&D com o número de testes e o total de horas gastas no desenvolvimento.

Avaliando-se somente a carga de desenvolvimento, verifica-se que a classificação *produto bicone* (PD-B) se manteve estável até o mês de novembro; no mês de dezembro não houve desenvolvimento desta classificação de produtos. No mês de agosto de 2002, mais de 50% dos desenvolvimentos foram de *produto tingimento* (PD-D), que é considerado a classificação de maior nível de dificuldade pela equipe de P&D, observou-se uma melhora de 103% no indicador de produtividade comparado aos dois meses anteriores. Os resultados comprovam a melhoria da produtividade do P&D, após a implementação do indicador de produtividade.

Visualiza-se, pela distribuição da carga de desenvolvimento, o elevado mix de produtos e a alta sazonalidade dos produtos desenvolvidos. Por exemplo, no mês de outubro a classificação *processo tingimento* (PC-B) representou 46,5% da carga total de desenvolvimentos, enquanto que nos outros meses, sua carga foi muito pequena chegando ser até nula nos meses de julho e setembro, ou seja, não havendo desenvolvimentos desta classificação.



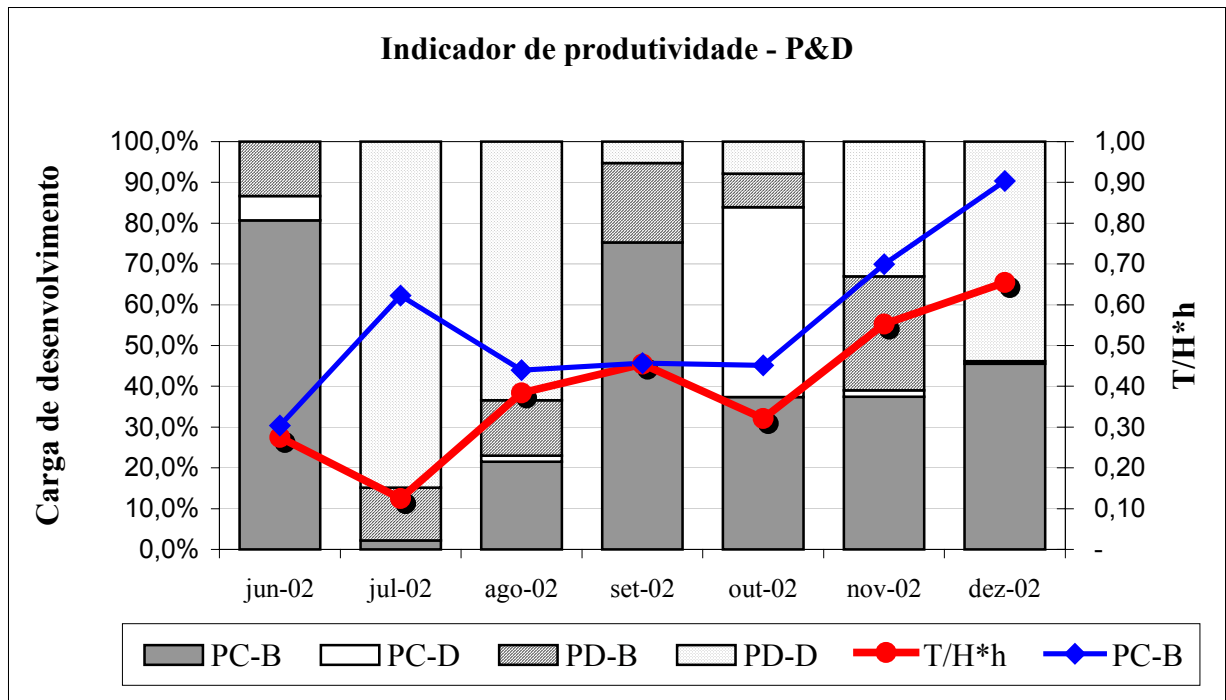


**Gráfico 4.2** – Indicador de produtividade geral – P&D.

No final de sete meses, observou-se que a meta inicial de 0,70 (T/H\*h) não foi atingida, mas aproximou-se bastante sendo no mês de dezembro 0,65 (T/H\*h). Verifica-se durante este período a necessidade de analisar individualmente cada classificação e sua influência no índice geral. Assim, apresenta-se a análise estratificada do índice geral.

- **Indicador de produtividade: Processo bicone (PC-B)**

A classificação *processo bicone* (PC-B) é apresentada no gráfico 4.3 onde sua carga média correspondeu a 42,8%, sendo a maior carga média no período e seu índice no mês de dezembro foi de 0,90 (T/H\*h).



**Gráfico 4.3** – Indicador de produtividade da classificação processo bicone, PC-B.

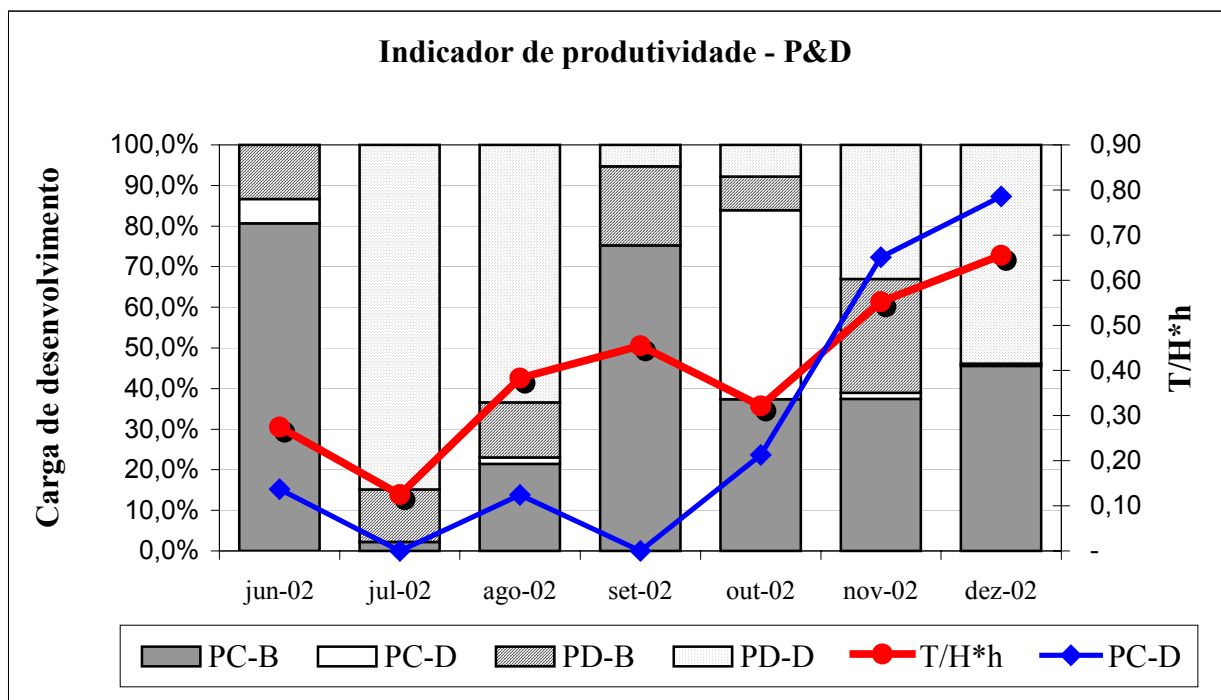
Esta classificação é caracterizada por desenvolvimentos relacionados com a logística de produção e, também, com melhorias de processo. Nestes desenvolvimentos, na maioria das vezes, sabe-se, antecipadamente, o histórico do produto, da matéria prima ou mesmo do fornecedor da matéria prima, facilitando o processo de desenvolvimento. Desta forma, esta classificação, como já era previsto pela equipe de P&D, apresenta o melhor índice de desenvolvimento.

Analisando o mês de junho e setembro, verifica-se que o indicador foi, praticamente, o mesmo do indicador geral, sendo de 0,30 (T/H\*h) para o processo bicone e 0,27 (T/H\*h) para o indicador geral, e de 0,46 (T/H\*h) para 0,45 (T/H\*h) do indicador geral. Conclui-se que, quanto maior a carga de desenvolvimento de uma classificação, maior a sua influência no indicador geral. Verifica-se a afirmação, acima, através do mês de julho, onde o indicador do processo bicone apresentou um índice de 0,62 (T/H\*h) e uma carga de 2,23% não influenciando no indicador geral. Justifica-se, assim, a utilização da ponderação da carga de

desenvolvimento no indicador geral. Verifica-se uma melhora de 200% no período (0,30 T/H\*h em 06/2002, para 0,90 T/H\*h em 12/2002).

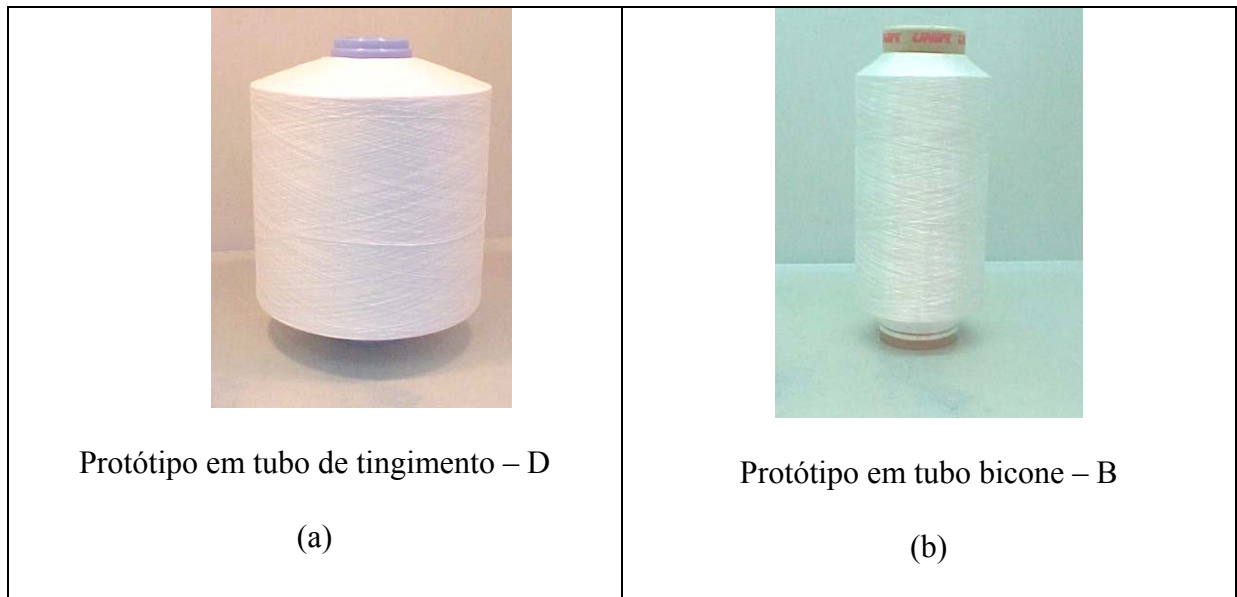
- **Indicador de produtividade: Processo tingimento (PC-D)**

A classificação *processo tingimento* (PC-D) é apresentada no gráfico 4.4 onde sua carga média correspondeu a 8,0% e seu índice no mês de outubro foi de 0,21 (T/H\*h).



**Gráfico 4.4** – Indicador de produtividade da classificação processo tingimento, PC-D.

Os desenvolvimentos da classe tingimento (D) são os desenvolvimentos que demandam maior tempo, pela necessidade de densidade controlada do produto acabado de acordo com a necessidade de cada cliente. Nesta classe, os desenvolvimentos demandam mais tempo, pois se necessita completar a bobina para se medir a densidade, enquanto que na outra classe isto não é necessário. Ver figura 4.2(a) para classe D, e figura 4.2(b) para classe B.

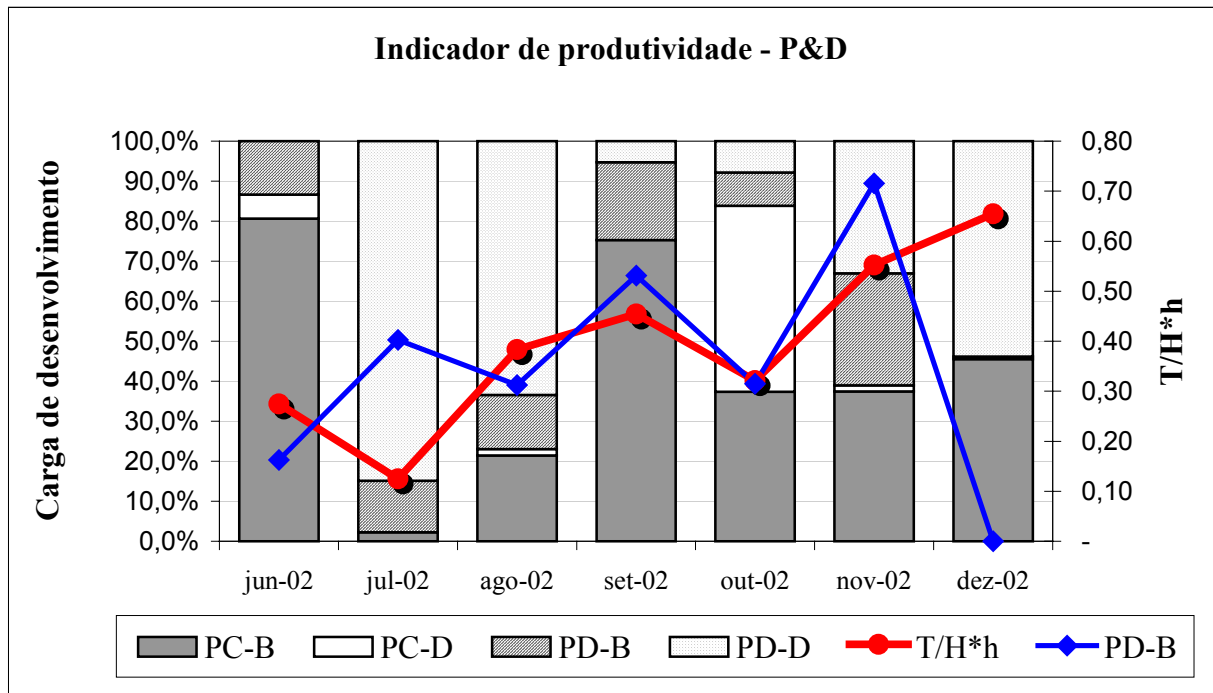


**Figura 4.2** – Classes de produtos.

O indicador do processo tingimento para os meses de novembro e dezembro foi atípico correspondendo a 0,70 (T/H\*h) e 0,90 (T/H\*h), respectivamente. Isto ocorreu devido a estes desenvolvimentos serem de pequenos ajustes, não necessitando acertar a densidade do produto antes da liberação da máquina para a produção. A melhoria do índice de produtividade desta classificação foi de 464,3% na fase 1 (0,14 T/H\*h em 06/2002, para 0,79 T/H\*h em 12/2002).

- **Indicador de produtividade: Produto bicone (PD-B)**

A classificação *produto bicone* (PD-B) é apresentada no gráfico 4.5 onde sua carga média correspondeu a 13,7% e seu índice no mês de novembro foi de 0,72 (T/H\*h). A carga de desenvolvimento desta classificação foi a mais estável neste período, exceto no mês de dezembro, onde não houve desenvolvimento. Assim como no processo bicone, o produto apresenta uma tendência similar ao indicador geral. Apesar de ser um desenvolvimento com maior nível de dificuldade, o produto bicone apresenta um bom índice de produtividade, pois estes desenvolvimentos são realizados pelo responsável mais experiente da equipe.



**Gráfico 4.5** – Indicador de produtividade da classificação produto bicone, PD-B.

Pode-se observar nesta classificação uma evolução de 350% (de 0,16 T/H\*h para 0,72 T/H\*h) no período de junho a novembro de 2002.

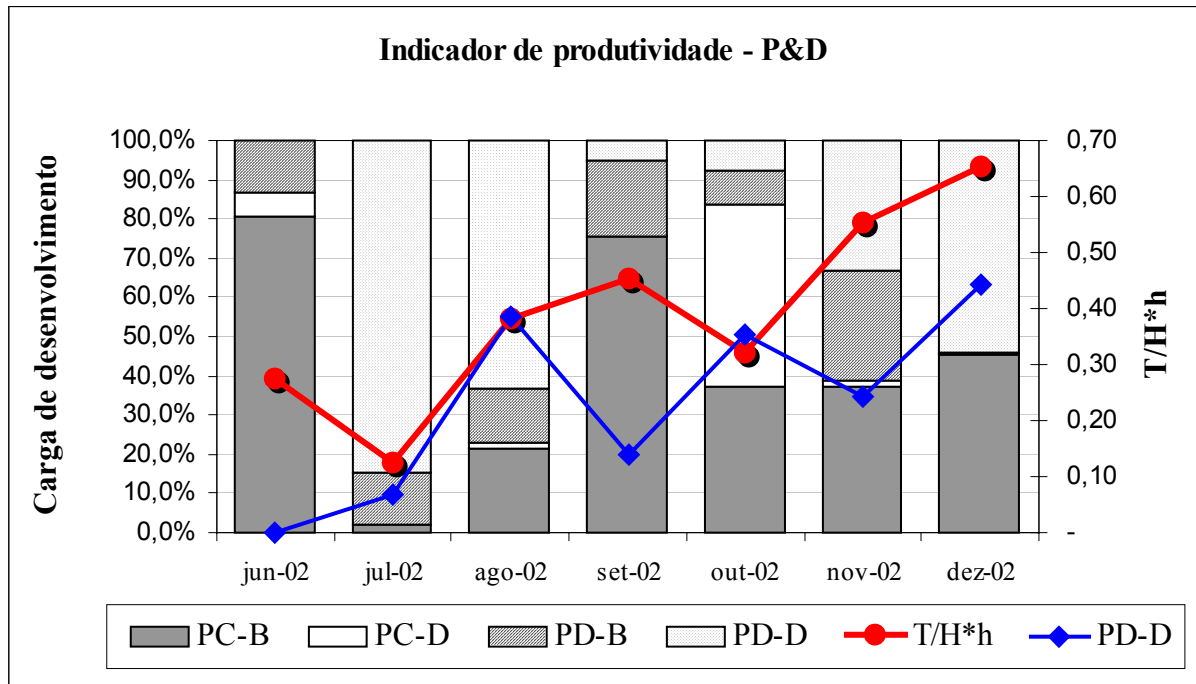
- **Indicador de produtividade: Produto tingimento (PD-D)**

A classificação *produto tingimento* (PD-D) é apresentada no gráfico 4.6 onde sua carga média correspondeu a 35,5% e seu índice no mês de dezembro foi de 0,44 (T/H\*h).

Assim como no processo tingimento, o produto, também, influencia na redução da média do indicador de produtividade. Esta classificação é considerada pela equipe de P&D como a que demanda mais tempo de desenvolvimento, assim sendo a mais crítica para a produtividade.

No mês de julho, verifica-se esta influência, pois sua carga correspondeu a 84,9% e com seu índice de produtividade baixo acarretou no menor indicador de produtividade do

período 0,12 (T/H\*h). Identifica-se uma melhoria de 528,6% neste índice de produtividade de julho a dezembro de 2002 (de 0,07 T/H\*h para 0,44 T/H\*h).



**Gráfico 4.6** – Indicador de produtividade da classificação produto tingimento, PD-D.

Observou-se, ainda, na fase 1, a rotatividade da equipe de P&D. No mês de junho de 2002, a equipe de P&D era formada por seis funcionários, sendo que um funcionário era estagiário e outro estava de férias. Em julho, ocorreu o desligamento de um funcionário e a saída do estagiário, ficando a equipe composta por quatro funcionários. No mês de agosto, a equipe de P&D voltou a ser composta por seis funcionários, sendo três engenheiros mecânicos, um assistente de desenvolvimento e dois técnicos de desenvolvimento. Em outubro, um funcionário assumiu outro cargo no departamento de produção da empresa. Em novembro, o gerente de desenvolvimento foi trabalhar em outra planta da empresa e em dezembro, houve a contratação de um engenheiro têxtil. Todas estas mudanças são relacionadas à fase 1.

	2002 – Fase 1						
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Número de Efetivos</b>	6	4	6	6	5	4	5
<b>Entrada de efetivos</b>			2				1
<b>Saída de efetivos</b>		2			1	1	
<b>Efetivo em férias</b>	1	1					1

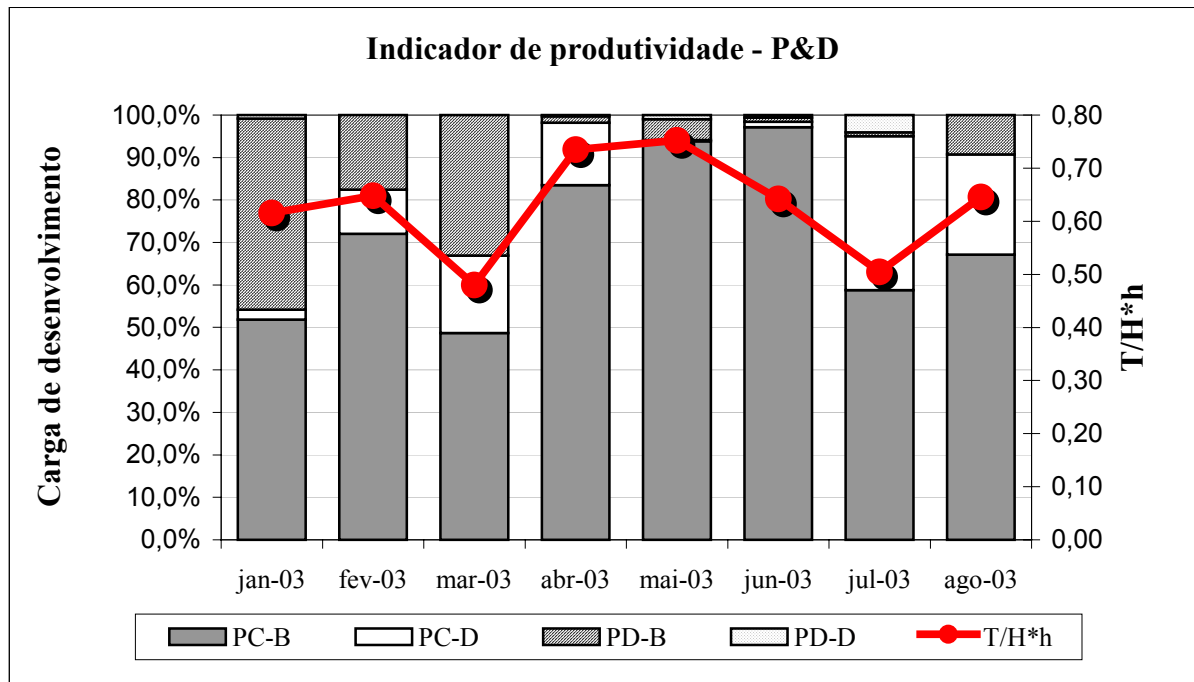
**Tabela 4.6** – Número de efetivos no departamento de P&D – Fase 1.

Mesmo com esses fatores de rotatividade, fica evidente na análise estratificada do indicador de produtividade, que sua implementação trouxe benefícios e melhorias do processo de desenvolvimentos de produtos.

Verifica-se na fase 1 uma maior variação, tanto nos índices de produtividade das classificações, como no indicador geral de produtividade, o que ocorre em uma menor escala na fase 2. Outra característica da fase 2 foi o aumento do número médio de desenvolvimentos. A análise da fase 2, compreendendo os meses de janeiro a agosto de 2003, é apresentada a seguir:

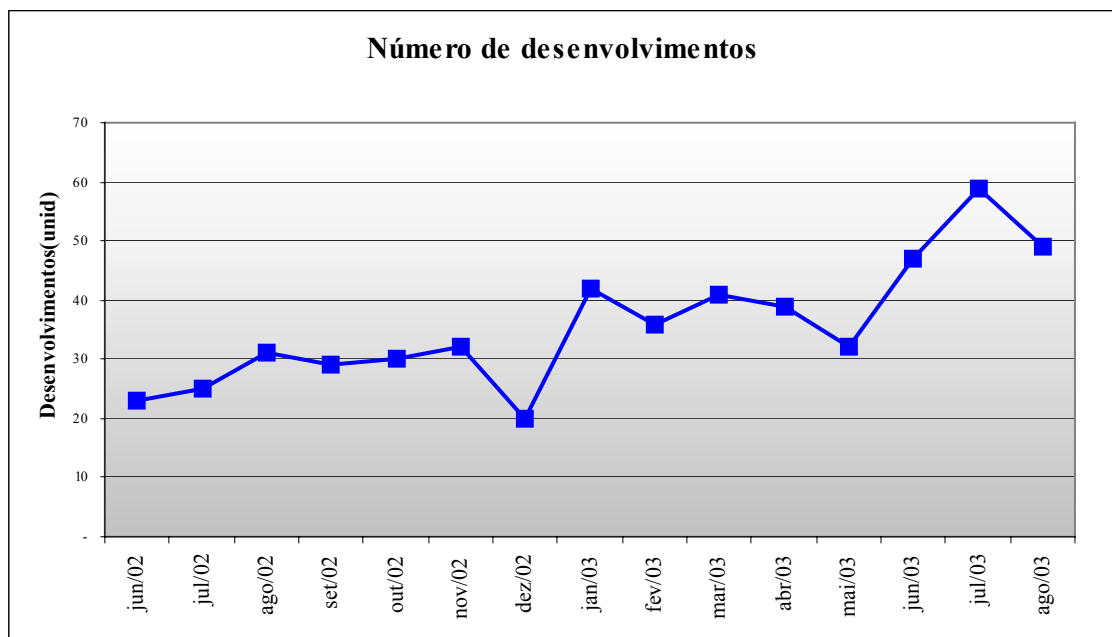
#### **3.3.4.2 - Fase 2 – Janeiro a setembro de 2003**

Na fase 2, representada no gráfico 4.7, observa-se a forte influência da classificação *processo bicone* (PC-B), que pertence ao grau de inovação de produtos *derivados* (Wheelwright e Clark, 1992) – desenvolvimento de processo (PC) – que nos últimos 5 meses correspondeu a mais de 90% da carga de desenvolvimento total.



**Gráfico 4.7** – Indicador de produtividade P&D – Fase 2.

Na fase 1 a média do número de desenvolvimentos é de 27,1, enquanto que na fase 2 a média de desenvolvimentos foi de 43,1 (aumento de 59%), conforme gráfico 4.8. Observa-se que mesmo com o aumento do número de desenvolvimentos, o indicador de produtividade manteve-se em um nível médio estável e alto de 0,63 (T/H\*h).



**Gráfico 4.8** – Número de desenvolvimentos.



Na fase 2, com a contratação de mais um engenheiro têxtil, o departamento ficou estável até junho de 2003 com seis funcionários, onde houve a saída de outro engenheiro têxtil. Ficando o departamento novamente com cinco funcionários.

	2003 – Fase 2							
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
<b>Número de Efetivos</b>	5	5	6	6	6	5	5	5
<b>Entrada de efetivos</b>			1					
<b>Saída de efetivos</b>						1		
<b>Efetivo em férias</b>	1						2	

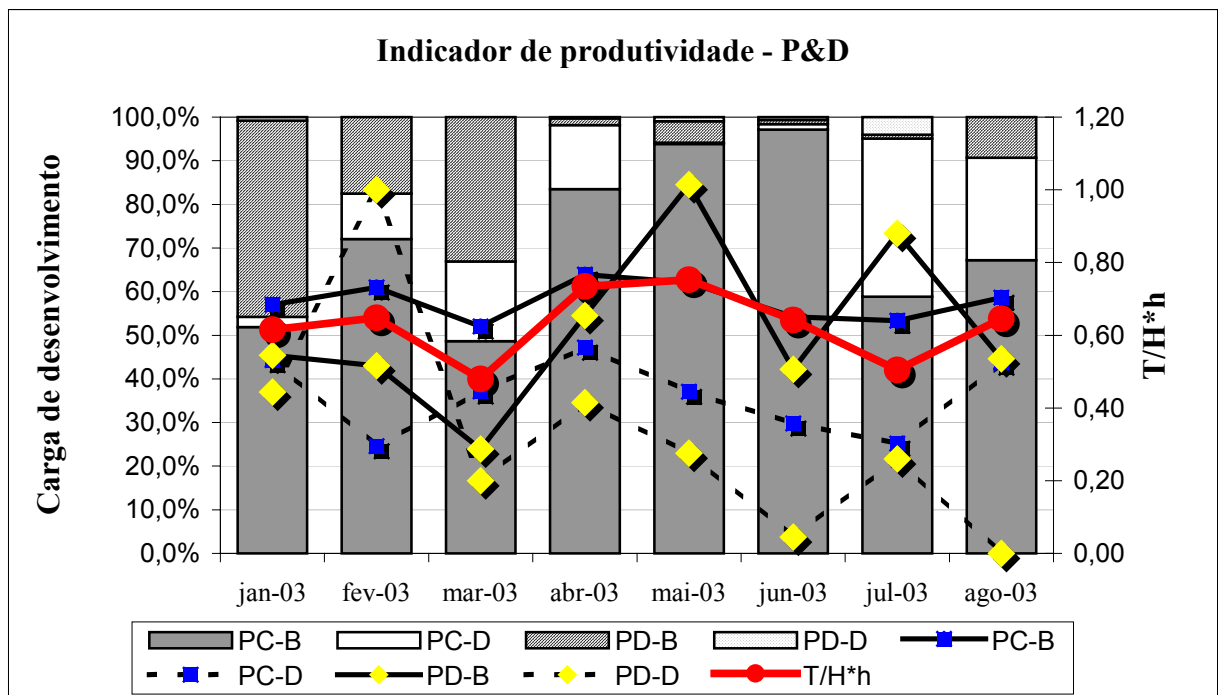
**Tabela 4.7** – Número de efetivos no departamento de P&D – Fase 2.

Comparando-se a tabela 4.7 com o gráfico 4.7 e 4.8, verifica-se que o mês de julho de 2003 foi o que houve mais desenvolvimentos (59), sendo que dois funcionários estavam de férias. Adicionando-se neste contexto a alta carga de desenvolvimento em tubos de tingimento (PC-D) ocorrida, o indicador de produtividade foi o mais baixo dos últimos cinco meses da fase 2 (0,50 T/H\*h).

Apesar desta alta rotatividade atípica e do aumento do número de desenvolvimentos, a equipe de P&D apresentou um bom e estável indicador de produtividade na fase 2, pois a meta inicial estabelecida foi de 0,70 (T/H\*h) e o indicador fechou o mês de agosto de 2003 com um índice de 0,65 (T/H\*h). Importante ressaltar é que quando foi estabelecida esta meta, a equipe contestou que seria muito difícil alcançá-la.

O gráfico 4.9 mostra o indicador de produtividade por classificação de produto para a fase 2. Avaliando-se os produtos de acordo com a sua classe (tubo), tem-se:

- **Classe – bicone:** analisando estes desenvolvimentos PC-B e PD-B, verifica-se que suas tendências são similares e seus índices estão próximos do indicador geral. Apenas nos meses de maio e julho, o índice de produtividade do *produto bicone* (PD-B) ficou acima da média do indicador geral, e o índice de produtividade do *processo bicone* (PC-B) não ficou abaixo da média neste período. Os desenvolvimentos da classificação *produto bicone* são desenvolvimentos que variam o seu nível de dificuldade, pois a solicitação do cliente pode ser um simples ajuste de parâmetros internos ou uma característica especial demandando alta carga de desenvolvimento, o que não acontece na classificação *processo bicone*.



**Gráfico 4.9** – Indicador de produtividade por classificação – Fase 2.

- **Classe – tingimento:** o índice do *produto tingimento* (PD-D) para o mês de fevereiro ficou fora da média, apresentando um número elevado de 1,0 (T/H\*h). Isto ocorreu devido aos dois desenvolvimentos realizados neste mês serem somente da máquina Stahle, cujo tempo de produção dos suportes é bem menor comparado com os outros tipos de máquina. Verifica-se que para ambas as classificações *produto tingimento* e *processo tingimento* ficaram em um

nível baixo, sendo que o *produto tingimento* apresenta uma menor média do que o *processo tingimento*, explicitando a baixa produtividade desta classificação, como já discutido anteriormente.

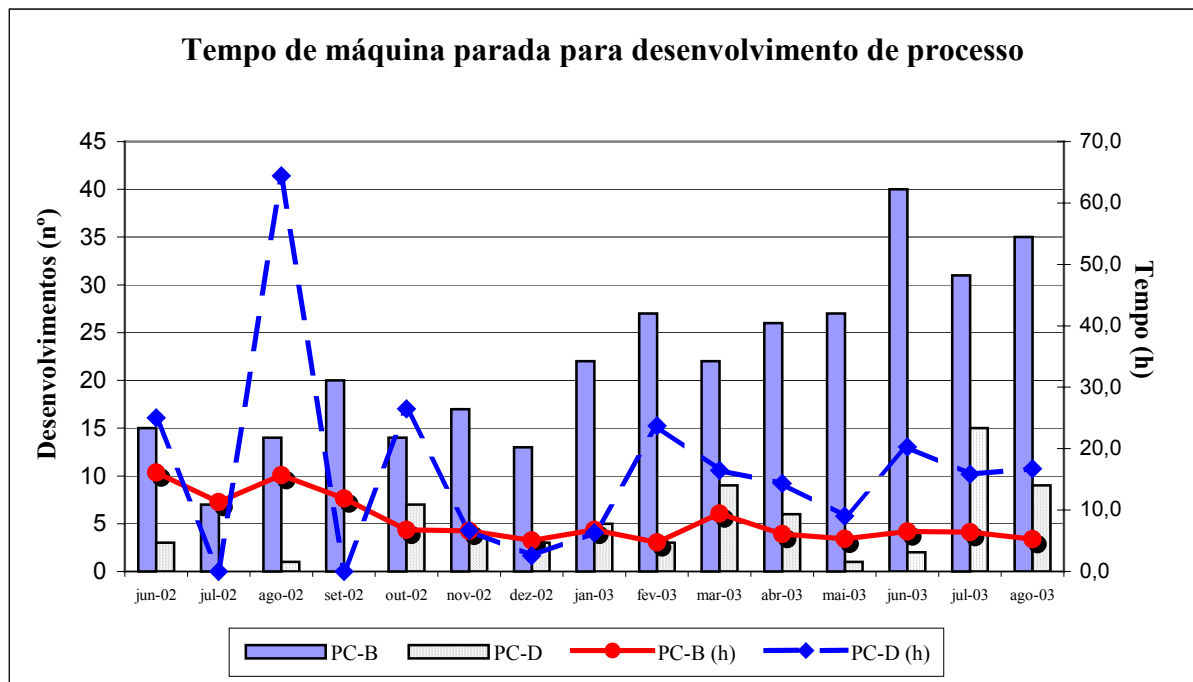
Observa-se, também, neste período, uma tendência de estabilização da classificação *processo tingimento* (PC-D), mais *processo bicone* (PC-B) como sendo atividades de menor grau de inovação. Sua variação foi maior do que a do PC-B, porém, mais estável comparado à classificação PD-D.

Analisando o gráfico 4.9, verifica-se a forte estabilização do índice PC-B, variando de 0,62 a 0,77 (T/H\*h). Segundo Zarifian (1990), uma das formas de se medir a produtividade do processo de desenvolvimento de produtos é a tentativa de racionalizar o trabalho por intermédio da padronização dos métodos de trabalho intelectual. As atividades da classificação PC-B são atividades próximas às descritas por Zarifian (1990), pois podem ser padronizadas, e seu índice mostra uma estabilização na fase 2, o que não acontece com as outras classificações.

Para melhor avaliar o desenvolvimento de processo (PC), apresenta-se o gráfico 4.10, onde se mostra o tempo de máquina versus o número de desenvolvimentos por mês. Comparado ao gráfico 4.8, verifica-se que esta classificação é a responsável pelo aumento do número de desenvolvimentos na fase 2.

No gráfico 4.10, visualiza-se o tempo médio de máquina parada para desenvolvimentos das classificações do desenvolvimento de processo através dos gráficos de linha, onde a linha pontilhada representa o PC-D e a linha contínua representa o PC-B. Verifica-se que, a partir do mês de outubro de 2002, a classificação PC-B ficou abaixo de 10 horas média de tempo de máquina parada, sendo que em março de 2003, o tempo médio foi de 9,41 resultando em um indicador produtividade geral de 0,62 (T/H\*h).

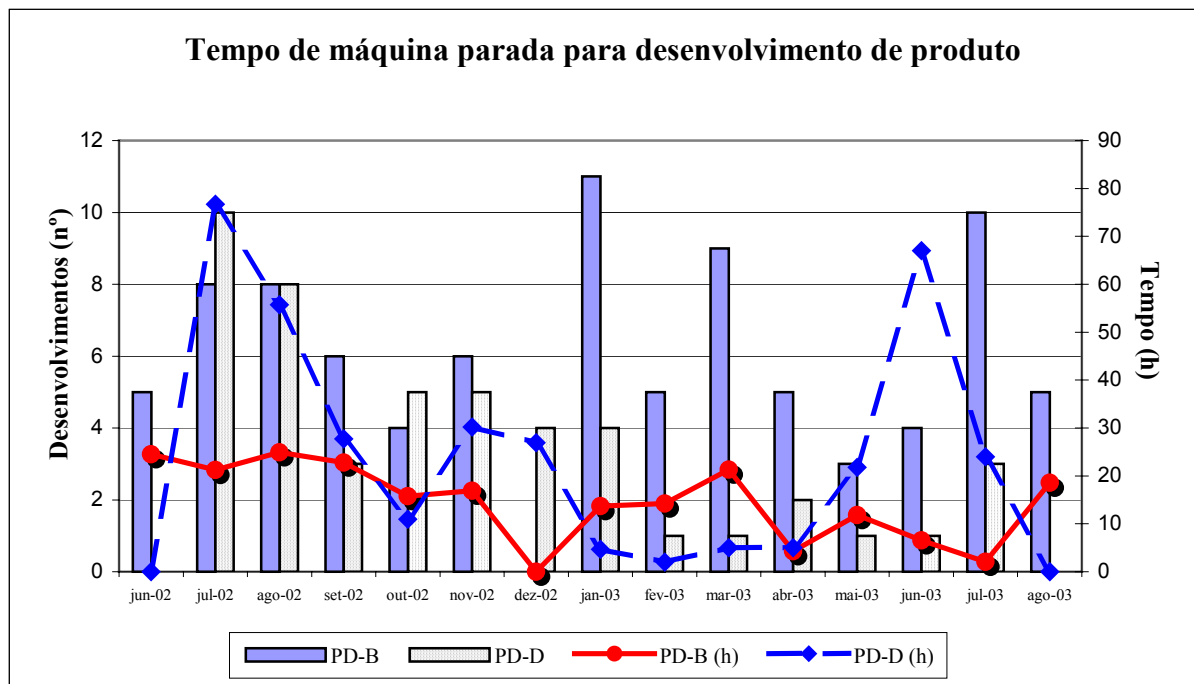
A classificação PC-D teve uma grande variação na média de horas gastas nos desenvolvimentos com uma tendência de estabilização em 20 horas média. Isto justifica o planejamento dos desenvolvimentos pela equipe de P&D que planejam 2 dias para os desenvolvimentos desta classificação (PC-D) e planejam apenas um dia para a classificação PC-B conforme tabela 4.2.



**Gráfico 4.10** – Tempo de máquina parada para desenvolvimento de processo – PC.

O planejamento para as classificações dos desenvolvimentos de produtos (PD) é mais estimado do que para o desenvolvimento de processo (PC) e depende muito da performance dos ensaios, tornando o seu planejamento mais flexível, ou seja, existe uma tolerância por parte da empresa, caso haja algum atraso nos desenvolvimentos desta classificação. Observe-se no gráfico 4.11, a variação do número de desenvolvimentos das classificações PD-B e PD-D e, também, a grande variação no tempo médio de duração destes desenvolvimentos, onde não se pode afirmar que existe uma tendência de estabilização.

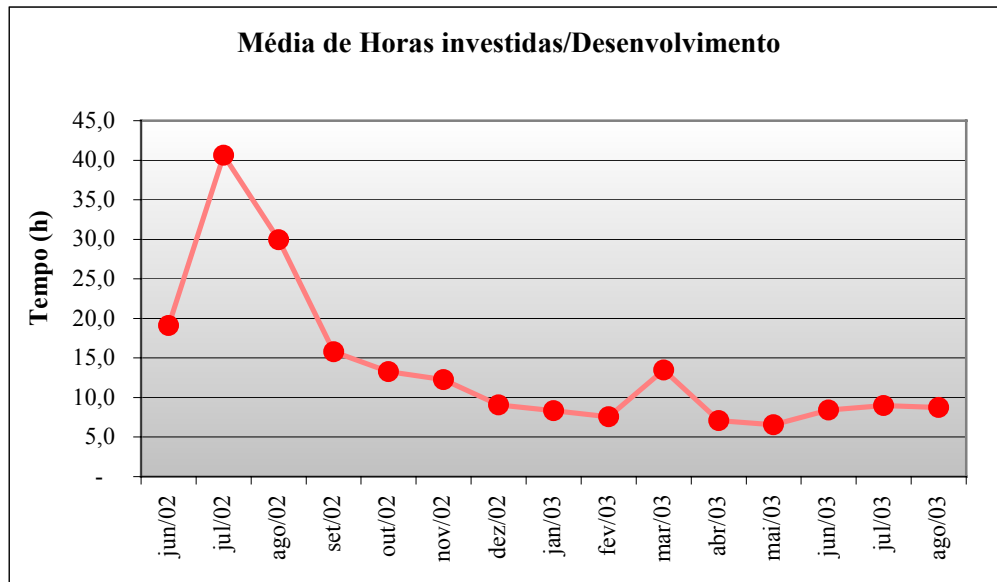
Um dado que se destaca no gráfico 4.11 é o tempo médio gasto no desenvolvimento da classificação PD-B em julho de 2003, que foi de 2,05 (h). Este número é considerado excelente pela equipe de P&D. Isto se explica pelo fato de 92% das máquinas de produção da empresa serem de 216 posições de produção e que se necessita apenas de 06 posições para se realizar os ensaios. Assim, agrupam-se certos desenvolvimentos de produtos (PD) e realizam-se diferentes setups nas posições de uma mesma máquina permitindo o desenvolvimento em conjunto desta classificação. Isto não significa que haverá um ganho de produtividade, mas um ganho no tempo de máquina parada para desenvolvimento.



**Gráfico 4.11** – Tempo de máquina parada para desenvolvimento de produto – PD.

Visando analisar o tempo médio geral de máquina parada para desenvolvimento, apresenta-se o gráfico 4.12. Analisando este gráfico com o tempo de máquina parada para desenvolvimento de processo bicone (PC-B), linha contínua no gráfico 4.10, verifica-se que existe uma proximidade nas tendências das curvas, onde, no mês de março de 2003, o tempo médio de máquina parada para PC-B foi de 9,41(h), enquanto que o tempo médio geral foi de

13,47(h). Nos últimos cinco meses, o tempo médio geral de desenvolvimento foi menor do que 10(h), atingindo, assim, uma estabilização como no PC-B.



**Gráfico 4.12** – Tempo de máquina parada para desenvolvimento.

Considerando que a média de horas investidas em desenvolvimento era de 30 horas/mês (junho a agosto de 2002) passou para 10 horas/mês (setembro de 2002 a agosto de 2003), temos uma redução média mensal de 20 horas/mês (redução de 66,67%), o que equivale a uma economia mensal de R\$ 10.900,00 por desenvolvimento.

### 3.3.5 - Divulgação dos resultados

Os resultados são apresentados nos relatórios mensais de P&D, onde os gráficos 4.1 (desde setembro/2002) e 4.10 (desde maio/2003) são anexados e comentados pela equipe de P&D. Antes de se consolidar o relatório, os resultados são analisados pela equipe de P&D em uma reunião.

Na tabela 4.8, apresenta-se o custo de desenvolvimento relativo ao tempo de máquina parada para as fases 1 e 2. Verifica-se, através desta tabela, que o custo médio de desenvolvimento relativo ao tempo de máquina parada reduziu em 54,5%, mesma redução que o tempo médio gasto nos desenvolvimentos, uma vez que considerou-se o mesmo custo médio por hora da máquina parada nas fases. Destaca-se que, mesmo com o aumento de 59,2% do número médio de desenvolvimentos na fase 2, o custo de desenvolvimento mensal relativo ao tempo de máquina parada reduziu em 27,6%.

	<b>FASE 1</b>	<b>FASE 2</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Número médio de desenvolvimentos (D/mês)</b>	27,14	43,2	+ 59,2%
<b>Média hora/ desenvolvimentos (h/D)</b>	20,01	9,10	- 54,5%
<b>Custo médio máquina parada (R\$/h)</b>	545,00	545,00	---
<b>Custo de desenvolvimento (R\$/mês)</b>	295.973,90	219.875,30	- 27,6%
<b>Custo médio máquina parada por desenvolvimento (R\$/D)</b>	10.905,44	5.008,55	- 54,5%

**Tabela 4.8** – Custo de desenvolvimento relativo ao tempo de máquina parada por fases.

A implementação (medição e análise) do indicador de produtividade do processo de desenvolvimento de produtos foi acompanhada pelos colaboradores do P&D. A equipe de P&D demonstrou-se bastante interessada pelo indicador, participando ativamente da coleta, construção, formatação dos gráficos e elaboração dos relatórios.

Um aperfeiçoamento foi feito pela equipe que recomendou a alteração da tabela 4.1 pela diferenciação da cor de fundo da ficha de acompanhamento de desenvolvimentos a partir do teste 04 (ver anexo E), com o objetivo de alertar durante o desenvolvimento a baixa produtividade causada por problemas de erros de medição nos aparelhos do laboratório, falta de foco e erros de *setup* de máquina. Desta forma, a partir do teste 04, o responsável do desenvolvimento procura o gerente de P&D para expor o desenvolvimento em andamento.

### 3.4 - Comentários acerca do uso do indicador de produtividade

O indicador de produtividade proposto é avaliado comparativamente com as características mais comuns dos indicadores para o processo de desenvolvimento de produtos conforme (Martins, 1999; Neely, 1998; Neely *et al.*, 2000; Griffin e Page, 1996; Silva, 2001; e Driva *et al.*, 2000) proposta no capítulo 2.2, e são descritas no quadro 4.1.

<b>Características</b>	<b>Comentários acerca do uso do indicador de produtividade proposto</b>
Ser congruente com a estratégia competitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A estratégia competitiva da empresa, objeto de estudo, é a “diferenciação” assim congruente com o PDP;</li> </ul>
Avaliar o custo em todo processo de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em empresas de produção contínua, onde se utiliza a máquina de produção para realização dos ensaios, o tempo de desenvolvimento torna-se um indicador de custo devido à não-produção pela máquina parada;</li> </ul>
Identificar tendências e progresso;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As tendências de progresso são visualizadas, mensalmente, pela publicação do indicador;</li> </ul>
Estratificar de acordo com o grau de inovação do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O indicador de produtividade é estabelecido para todos os desenvolvimentos, mas a sua avaliação é feita pelo grau de inovação do produto;</li> </ul>
Influenciar a atitude dos funcionários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na verificação diária da produtividade através das fichas de controle de desenvolvimento, o indicador influenciou a atitude dos funcionários que ficaram mais conscientes da importância de se controlar o tempo de desenvolvimento versus tempo de máquina parada;</li> </ul>
Avaliar o grupo e não o indivíduo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O indicador é avaliado com relação à equipe e ao grau de inovação do produto e não com relação ao indivíduo;</li> </ul>
Avaliar o tempo nos estágios do processo de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A avaliação do tempo no indicador de produtividade ocorre no processo de produção de amostras dentro do departamento de P&amp;D, assim não avaliando o tempo total de desenvolvimento;</li> </ul>
Facilitar o entendimento das relações de causa-e-efeito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Através da análise comparativa do indicador com a porcentagem relativa ao grau de inovação do produto, um menor índice pode ser explicado pela maior complexidade do desenvolvimento;</li> </ul>
Ter um objetivo a ser alcançado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acordo com os padrões históricos, estabeleceu-se uma meta a ser alcançada;</li> </ul>
Avaliar a qualidade do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A qualidade é parcialmente avaliada ao não se estabelecer um indicador muito alto, assim não comprometendo a qualidade pela alta produtividade;</li> </ul>
Direcionar e suportar a melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O indicador suporta a melhoria contínua, pois se visualiza, mensalmente, ganhos/perdas na produtividade da equipe de P&amp;D;</li> </ul>

**Quadro 4.1** – Principais características do indicador de produtividade para o processo de desenvolvimento de produtos.



Observa-se através do quadro 4.1 que são contempladas, parcialmente, apenas as características de avaliar:

- o tempo nos estágios do processo de desenvolvimento: a avaliação do tempo no indicador de produtividade ocorre no departamento de P&D e as outras etapas do processo de desenvolvimento de produtos podem ser monitoradas através do estabelecimento de outro indicador, pois o processo se encontra mapeado (ver mapeamento do processo de desenvolvimento de produtos - anexo A) e para cada etapa pode-se medir a duração.
- a qualidade do produto: é parcialmente realizada, pois as não conformidades do produto desenvolvido implicam em re-trabalho no desenvolvimento, que consome recursos (tempo de pessoa), sendo mensurado no indicador de produtividade.

### **3.5 - Considerações finais**

A proposição desta dissertação é que no setor têxtil, especificamente na Unifi, a melhoria da produtividade do departamento de Pesquisa e Desenvolvimento é obtida através da implementação de um indicador. Para isso, a partir de pesquisa-ação, desenvolveu-se e implementou-se um indicador de produtividade no departamento de P&D, onde os resultados obtidos validam a proposição.

# CAPÍTULO 4

---

## CONCLUSÃO

### 4.1 - Conclusões

O objetivo geral deste trabalho foi propor um indicador de produtividade capaz de medir e analisar a produtividade do departamento de pesquisa e desenvolvimento de uma empresa têxtil. Na Unifi do Brasil Ltda, o indicador de produtividade foi desenvolvido, aperfeiçoado e analisado e a partir dos resultados obtidos na pesquisa-ação, alcançou-se a melhoria da produtividade do departamento de P&D e validou-se a proposição desta dissertação.

A pesquisa-ação realizada evidenciou que a implementação do indicador de produtividade propiciou:

- a melhoria da produtividade do PDP, verificado na fase 1;
- o controle da produtividade, verificado na fase 2;
- a redução dos custos de desenvolvimento: apesar do aumento de 59,2% no número de desenvolvimentos, o tempo médio de desenvolvimento diminuiu em 54,5%. Com isso, o custo mensal relativo ao tempo de máquina parada para

desenvolvimento reduziu em 27,6% na fase 2, uma economia mensal de R\$ 76.098,60.

- a identificação os fatores que mais influenciaram no indicador de produtividade (no caso, são: o mix de produtos, que é uma definição estratégica; e o grau de inovação dos produtos desenvolvidos, que dependem do mercado);
- a identificação do nível de domínio tecnológico que a empresa possui no desenvolvimento de produtos. No caso (gráfico 4.10) permitiu à empresa estabelecer em quais desenvolvimentos o domínio tecnológico encontra-se:
  - consolidado, o que permite uma padronização (classificações PC-B e PD-D apresentam pequena variação do tempo de desenvolvimento) e o estabelecimento de metas factíveis de recursos (prazo de desenvolvimento de dois dias para a classificação PC-D e um dia para PC-B);
  - com necessidade de aprimoramento ou até mesmo desenvolvimento de conhecimentos acerca do produto, através do uso de técnicas estatísticas como o Planejamento de Experimentos (as classificações PD-B e PD-D apresentam elevada variação do tempo de desenvolvimento).
- o fornecimento de subsídios aos processos decisórios da empresa no que se refere ao desenvolvimento de produtos.

Foi observado que para se obter os resultados descritos é fundamental o apoio da direção da empresa e o envolvimento e participação dos colaboradores do processo de desenvolvimento de produtos.

A direção da empresa apoiou este trabalho, através da disponibilização de recursos, participação de congressos, divulgação do nome da empresa nas publicações, liberação de

compra de livros e oportunidade de incorporar nas atividades diárias os conceitos desenvolvidos ao longo do mestrado.

No início da implantação do indicador de produtividade do P&D, o interesse por parte da equipe de P&D foi pequeno. Após a primeira publicação do indicador de produtividade, o interesse da equipe aumentou consideravelmente, participando ativamente da coleta, construção, formatação dos gráficos e elaboração dos relatórios, demonstrando ao longo dos meses, apreensão com a análise do indicador. Sugestões foram incorporadas para coleta e análise dos dados.

Finalmente, um resultado importante desta dissertação foi o de mostrar às pessoas envolvidas no estudo, a validade de medir, analisar e melhorar a produtividade do processo de desenvolvimento de produtos e que esse processo trouxe resultados positivos à empresa e promover a aproximação universidade-empresa.

## **4.2 - Recomendações para estudos futuros**

Durante a elaboração do indicador de produtividade para o PDP na UNIFI foi possível identificar algumas lacunas que poderão ser futuramente exploradas em outras pesquisas:

- avaliar a melhoria do indicador de produtividade através da aplicação do projeto e análise de experimentos;
- aplicar e avaliar o indicador de produtividade em outra empresa de outro setor têxtil ou com características semelhantes;
- criar um indicador capaz de avaliar o desempenho do produto em todo o PDP até a sua aprovação pelo cliente final;

- estabelecer e validar uma classificação para os produtos de outro setor têxtil, conforme seu grau de inovação.

### **4.3 - Recomendações para a Unifi**

Para a UNIFI, identificaram-se oportunidades de:

- implementar um indicador de tempo para medir, analisar e melhorar o prazo de desenvolvimento;
- avaliar qual a influência do número de desenvolvimentos que apresentaram problemas na produção piloto e que foi necessário à realização de outro desenvolvimento;
- criar procedimentos para os desenvolvimentos das classificações de desenvolvimento de processo (PC-B e PC-D);
- avaliar o custo de desenvolvimento por grau de inovação (classificações) visando verificar qual influência no custo da logística de produção no PDP;
- compartilhar as experiências desenvolvidas com o indicador de produtividade nas outras unidades da UNIFI;
- utilizar o indicador de produtividade do P&D para auxiliar no processo decisório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção) - **A Indústria Têxtil no Brasil e no Mundo**. Endereço ftp:

[http://www.textilia.net/index.asp?PLC\\_opcao=32&PLC\\_a64\\_001\\_c=050104](http://www.textilia.net/index.asp?PLC_opcao=32&PLC_a64_001_c=050104); 03/04/2003.

ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção) - **Brasil: Produção de fibras naturais, artificiais e sintéticas e filamentos - 1970 a 01**. Endereço ftp:

<http://www.abit.org.br/dados/producao.shtml#1>, 04/04/2003

AIAG – Automotive Industry Action Group: Ford, GM and Chrysler. **APQP – Advanced Product Quality Planning**, Detroit, 1994.

ALMEIDA, D.A., **Gestão da produção**, Reichmann & Afonso Editores, São Paulo, 2002.

AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY. *Dictionary*. (1992). 7.ed. Falls Church, American Production and Inventory Control Society.

BAER, T. When CAD is no longer just engineering's data. **Managing Automation**, Thomas Publishing Company, New York, NY, June, p. 42-43, 1992.

BAXTER, Mike, **Projeto de produto**, São Paulo, Edgard Blücher, 1998, p. 93-94.

BITITCI, U. S.; CARRIE, A. S.; MCDEVITT, L. **Integrated performance measurement systems: a development guide**. International Journal of Operations & Production Management, MCB University Press, Bradford – Ohio - USA, v.12, n. 1, p. 16-25, 1992.

BONOMA, Thomas V., **Case Research in Marketing: Opportunities, Problems, and Process**. Journal of Marketing Research, Vol XXII, May 1985, p. 203.

BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P.; KNIGHT, W. **Product design for manufacture and assembly**. New York: Marcel Dekker, 1994.

BOOZ-ALLEN & HAMILTON. **New products management for the 1980's**. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers, 1994. Relatório de pesquisa da empresa Booz-Allen & Hamilton.

BRYMAN, A. **Research Method and Organization Studies**. London, Unwin Hyman, 1989.

CAMPOMAR, M. C. **Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração**. Revista de Administração, v.26, n.3, p.95-7, jul.-set./1991.

CHARNEY, C. **Time-to-market, reducing product lead time**. Dearborn, MI, USA: Society of Manufacturing Engineers, 1991.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the word auto industry.** Boston-Massachusetts: Harvard Business School Press, 1991.

COOPER, Robert G. **Winning at the new products.** 2. ed. Reading: Addison-Wesley, 1993.

CORRÊA, H. Luiz; GIANESI, Irineu G. N., **Administração estratégica de serviços.** São Paulo, Atlas, 1994, p. 151.

CRAWFORD, C. M. **The hidden cost of accelerated product development.** Journal of Product Innovation Management , Elsevier Science Ltd, Adelaide University, Adelaide, SA, v. 9, p. 188-199, 1992.

DEMIR, Ali, **Synthetic filament yarn: texturing technology,** Hassan Mohamed Behery, 1997.

DESCHAMPS, Jean-Philippe; NAYAK, P. Ranganath, **Produtos irresistíveis: como operacionalizar um fluxo perfeito de produtos do produtor ao consumidor,** São Paulo, Makron Books, 1997.

DRIVA, H., PAWAR, K.S., MENON, U., **Measuring product development performance in manufacturing organizations.** *International Journal of Production Economics*, 2000, v.63, p.147.

ECCLES, R.G. "The Performance Measurement Manifesto", Harvard Business Review, January-February, 1991

ECCLES, R. G.; NOHRIA, N.; BERKLEY, J. D. **Beyond the hype: rediscovering the essence of management.** Boston, MA: Harvard Business School Press, 1992.

ECCLES, R.G. e PYBURN, P.J. "Creating a Comprehensive System to Measure Performance", *Management Accounting (US)*, Outubro, 1992, 41-44.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese.** São Paulo: Perspectiva, 1985.

ESKIN, Nurdil. **Analysis of a high temperature heater in a false twist texturing process,** Energy Conversion and Management 2003, Article in Press.

EVBUOMWAN, N. F. O., SIVALOGANATHAN, S., JEBB, A., 1995b, **The development of a desing system for concurrent engineering.** *Concurrent Engineering*, vol.3, n. 4, pp. 257-270.

FIOD NETO, Miguel. **Desenvolvimento de sistema computacional para auxiliar a concepção de produtos industriais.** 1993. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FONSECA, Augusto V. M. da; ANDERY, Paulo R. P. **Considerações sobre Sistema de Medição Orientado ao Desenvolvimento de Produtos e Gerenciamento de Projetos,** In: 3º

Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis, SC – 25-27 Setembro de 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GOODE, W. J. & HATT, P. K., **Métodos em Pesquisa Social**, 3ªed., São Paulo: Cia Editora Nacional, 1969.

GRIFFIN, Abbie; PAGE, Albert L. **PDMA success measurement project: recommended measures for product development success and failure**. J. Prod. Innov. Manag, New York, n. 13, p. 478-496, 1996.

HOPPEN, N.; LAPOINTE, L.; MOREAU, E. **Um guia para a avaliação de artigos de pesquisa em sistemas de informação**. Revista eletrônica de administração, v.2, n.2, Nov., 1996.

JURAN, J. M. **Juran - Planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

JURAN, J.M.; GRZYNA, Frank M., **Controle da qualidade – ciclo dos produtos: do projeto à fabricação**, São Paulo, Makron Books, 1992 v.3, p. 4.

KAYDOS, W. **Measuring, Managing and Maximizing Performance**. Productivity Press, Cambridge, MA, 1991.

KAYDOS, W. **Operational Performance Measurement: Increasing Total Productivity**. 31 August, 1998 ISBN: 1574440993.

KAPLAN, R., **Balanced scorecard: a estratégia em ação**, São Paulo, 1994, pp. 120-122.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The balanced scorecard: measures that drive performance**. Harvard Business Review, Boston, MA, Harvard Business School Press, v. 70, n. 1, p. 71-79, Jan./Feb. 1992.

KERSSENS-VAN DROGELEN, I.C.; COOK, A. (1997) - **Measurements systems for R&D processes**. *R&D Management*, v. 27, n.4, p. 345-357.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

KUCZMARSKI, Thomas D. **Managing New Products: the power of innovation**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do Trabalho Científico**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1989.

LORINO, P. **Le contrôle de gestion stratégique: la gestion par les activités (nouvelle présentation)**. Paris: Dunod, 1996.



MARTINS, Roberto Antonio. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso**, 1999, Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MARTINS, R. A. (2002) - **The use of performance measurement information as a driver in designing a performance measurement system**. In: NEELY, Andy; WALTERS, Angela; AUSTIN, Rob. *Performance measurement and management: research and action*. Proceedings of The Third Performance Measurement and Management Conference 2002, Performance Measurement Association, Boston, MA (USA), July 17-19, 2002, p.371-378.

NEELY A.; GREGORY M. J.; PLATTS K. W. (1995) - **Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda**, *International Journal of Operations and Production Management*, v.15 n. 4, p.80-116.

NEELY, Andy (1998), **Measuring Business Excellence**. London: The Economist International Journal of Operations & Production Management. Vol. 20 No. 10, 2000, pp.1119-1145.

NEELY *et al.* (2000), **Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach**. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 No. 10, 2000, pp. 1119-1145.

NEELY, A.; ADAMS, C.; CROWE, P. (2001). **The Performance Prism**, In Practice. *Measuring Business Excellence*, v. 5, n.2, p.6-12.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Estratégia empresarial: uma abordagem empreendedora**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

PATTON, M. Q. **How to Use Quantitative Methods in Evaluation**, Beverly Hills, Sage Publications Inc., 1987.

PAWAR, K S.; DRIVA, H., **Performance measurement for product design and development in a manufacturing environment**, *International Journal of Production Economics*, Nottingham, UK 1999, p. 61-68.

PINE II, B. Joseph. **Personalizando produtos e serviços - customização maciça: a nova fronteira da competição dos negócios**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PORTER, Michael E. **Competição on competition – Estratégias competitivas essenciais**. Campus, Rio de Janeiro – RJ, 1999.

PRANCIC, E., MARTINS, Roberto A., **Uma revisão teórica sobre a medição de desempenho do processo de desenvolvimento de produto**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

PUGH, S. **Creating innovative products using total desing: the living legacy of Stuart Pugh**. Massachusetts: Addilson-Wesley, 1996.

REHFELDT, Gladis Knak. **Polissemia e campo semantico: estudo aplicado aos verbos de movimento**. Porto Alegre: URGS, 1980. 172p

REY, L. **Planejar e redigir trabalhos científicos**. 2. a ed São Paulo, Edgard Blücher Ltda, Cap. 3-6, 1993, p.31-80.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Parâmetros de Desempenho: A Vantagem Competitiva das Empresas**, 1996, 250p. Dissertação em Engenharia de Produção – Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Minas Gerais, MG.

ROZENFELD, H.; AMARAL D. C. (1999) - **Proposta de uma tipologia de processos de desenvolvimento de produto visando a construção de modelos de referência**. In: *Anais...* 1º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Belo Horizonte, MG, 26 de agosto de 1999, NTQI/UFMG.

RUMLER, G. A.; BRACHE, A. P. **Melhores desempenhos das empresas**. 2. ed. São Paulo: Makrons Books, 1994.

SALOMON, Delcio Vieira. **Como Fazer uma Monografia**. 2ª ed. SP: Martins Fontes, 1993.

SALVADOR, Ângelo Domingos. **Métodos e técnicas da pesquisa bibliográfica**. 11 ed. Porto Alegre: Sulina, 1982.

SANTANA, Ângela Maria Campos. **A produtividade em unidades de alimentação e nutrição: aplicabilidade de um sistema de medida e melhoria da produtividade integrando a ergonomia**, 2002, 255p. Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

SINK, D. Scoot; TUTTLE, Thomas C. **Planejamento e medição para a performance**. Tradução: Elenice Mazzili e Lúcia Faria Silva. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1993.

SILVA, C. E. Sanches, **Método para avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produtos**, 2001, 187p. Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

SOHLENIUS, G. **Concurrent engineering**. In: Concurrent engineering europe conference, 1997, Erlangen. Proceedings... Erlangen, Germany, 1997, p. 645-655.

SOZO, V.; FORCELLINI, F. A.; OGLIARI, A., **Avaliação de métodos de criatividade nas fases iniciais do processo de projeto de produtos**, MSc dissertação, UFSC, Florianópolis, SC, 2001, p. 1-8.

STEINBERG, M. D.; HUNTER, W. G. **Experimental design: review and comment**. *Technometrics*, v.26, n.2, May., 1984, p.71-94.

SYKES, Vanda, **Validity and Reliability in Qualitative Marketing Research: a Review of Literature**, Journal of the Market Research Society, Vol. 32, nº 3, July, 1990.

TULL, D. S. & HAWKINS, D. I., **Marketing Research, Meaning, Measurement and Method**. Macmillan Publishing Co., Inc., London, 1976, 323p..

WERKEMA, M. C. C.; AGUIAR, S. **Planejamento e análise de experimentos: como identificar as principais variáveis influentes em um processo**. ed. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, v.8., 1996.

WESTBROOK, Roy, **Action research: a new paradigm for research in production and operations management**, Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, nº 12, July, 1994.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality**. New York: Free Press, 1992.

YIN, Robert K., **Case Study Research - Design and Methods**, Sage Publications Inc., USA, 1989.

YOSHIMURA, Masataka; KONDO, Hideyuki. **Concurrent product design based on simultaneous processing of design and manufacturing information by utility analysis**. Japan Society of Mechanical Engineers, Japan Society of Mechanical Engineers, Shinjuku-ku, Tokyo, n. 4, Apr., p. 67-74, 1995.

ZAHRA, S. A.; ELLOR, D. **Accelerating new product development and successful market introduction**. SAM Advanced Management Journal, Texas A&M. University-Corpus Christi College of Business, Corpus Christi, TX , n. 1, p. 9-15, 1993.

ZARIFIAN, P., **As novas abordagens da produtividade In: SOARES, Rosa M.S.N. Gestão da empresa, automação e competitividade: novos padrões de organização e relações de trabalho**. Brasília: IPEA/IPLAN

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

ANTONY, J.; KATE, M. & FRANGOU, A, **A strategic methodology to the use of advanced statistical quality improvement techniques**. The TQM Magazine, v.10, n.3, 1998, p.169-176.

COLEMAN, D. E. e MONTGOMERY, D. C. **A Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment**. Technometrics. v.35, n.1, 1993, p.1-12.

DOLABELLA, M. Melo, **Modelo de informação para análise do capital de giro e dos fluxos financeiros dos produtos**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

ECHEVESTE, M. Elisa, RIBEIRO, J. L. Duarte, **Uma proposta de métricas para o acompanhamento do processo de desenvolvimento de produto**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

GALDÁMEZ, Edwin V. C. CARPINETTI, Luiz C. R. **Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos no processo de fabricação de produtos plásticos**. Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica - COBEM. Uberlândia, MG. Brasil. 26-30 Nov. 2001.

JUNIOR, C. M. Dias, POSSAMAI, O., **Aplicação de um modelo de detecção de valores intangíveis do consumidor de forma a priorizar esforços produtivos**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

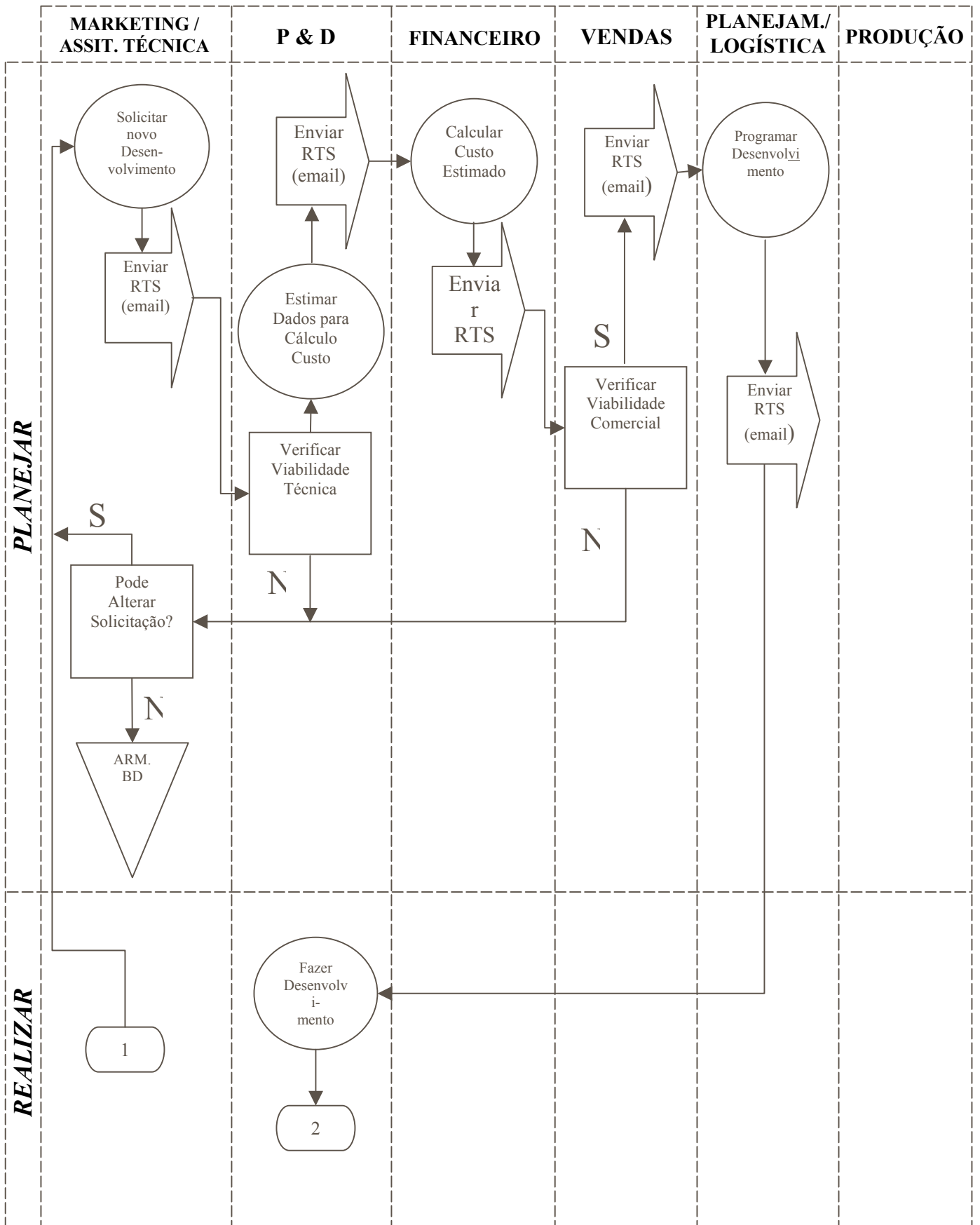
MONTGOMERY, D.C., **Design and Analysis of Experiments**, John Willey and Sons, New York, 5ª Edição, 1997, 684p.

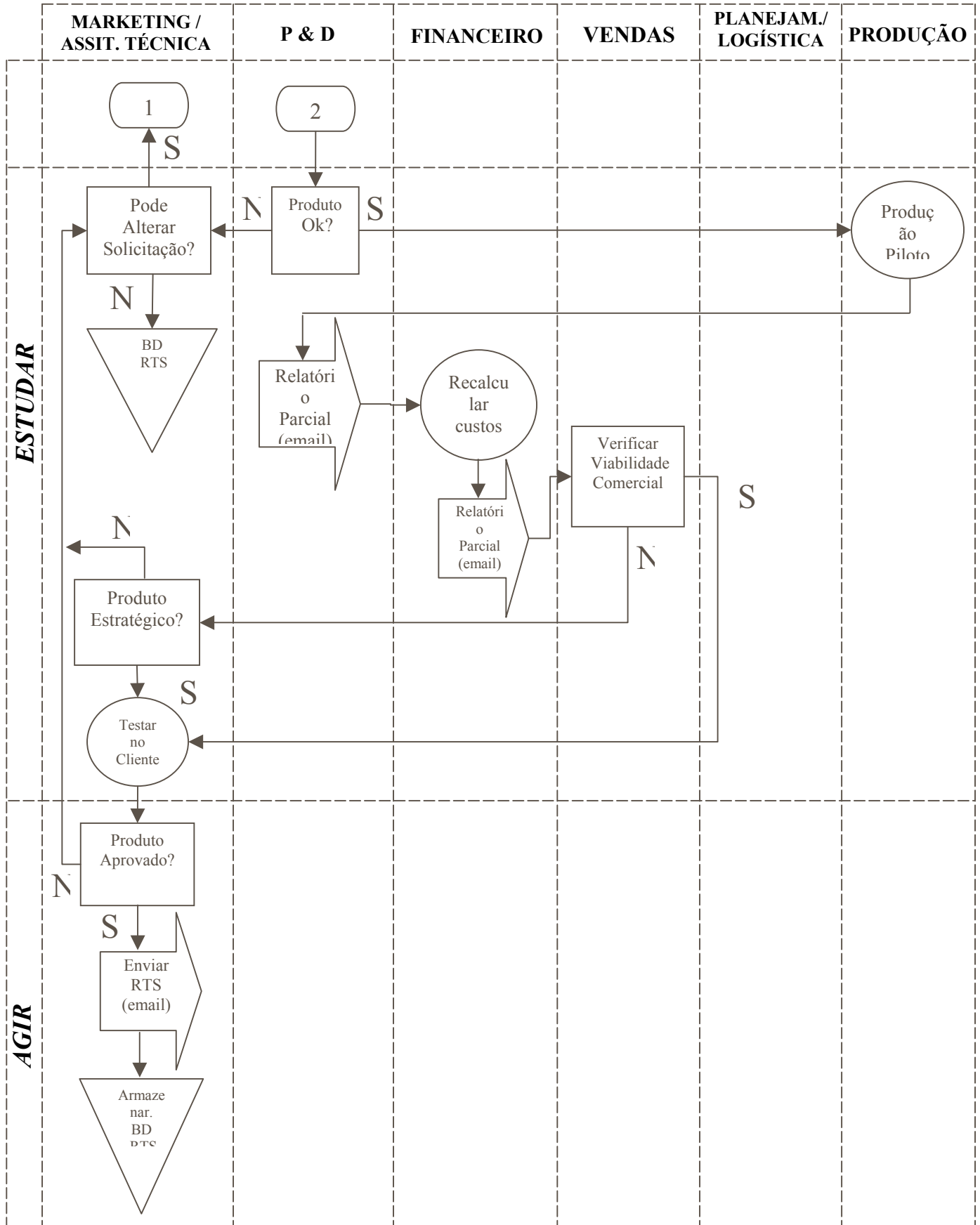
NETO, C. Alfredo, CAZARINI W. Edson, **A busca da qualidade no desenvolvimento de produtos de software**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

PEREZ, R. Luchini, OGLIARI, A., BACK, Nelson, **Sistema de medição de desempenho aplicado ao processo de projeto (SiMDAP)**. IV Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Gramado, RS, Brasil, 2003.

TAGUCHI, G. **Taguchi on robust technology development: bringing quality upstream by Genichi Taguchi**. New York, ASME press, 1993.

# ANEXO A – Mapeamento do processo de Desenvolvimento de Produto















## **ANEXO F – Resultados obtidos nesta dissertação**

SILVA, Carlos Eduardo Sanches; SILVA, Edmir Augusto da; SANTOS, Erivelton Antonio dos, **Indicador de produtividade no ambiente de pesquisa e desenvolvimento de empresas têxteis**, X Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru-SP, 10 a 12 de novembro de 2003.

# ANEXO G - Exemplo de cálculo do indicador de produtividade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Mês	Máquina	Descrição	Lote	Responsável	Tipo	Classe	Resp	Testes	Horas	T*h				T/H*h
2	jan/03	Stahle	800 f 178	9411	Wagner	PC	B		1	1	3				0,33333
3	jan/03	AFK T2	78 f 68 x 2	D102	Erivelton	PC	B		1	7	54	378			0,12963
4	jan/03	AFK T2	78 f 68 x 2	D103	Erivelton	PC	B		1	1	1	1			1
5	jan/03	M700	300 f 72	7700	Fábio Hazar	PC	B		1	1	1	1			1
6	jan/03	AFK II	110 f 34	9017	Anizio/Eriv.	PC	B		1	2	1	2			2
7	jan/03	AFK II	110 f 34	9016	Fábio Hazar	PC	B		1	3	8,33	24,99			0,36014
8	jan/03	Stahle	1451 f 264	X478	Wagner	PC	B		1	1	3	3			0,33333
9	jan/03	AFK II	110 f 34	9018	Fábio Hazar	PC	B		1	1	1	1			1
10	jan/03	AFK T2	220 f 48	5117	Fábio Hazar	PC	B		1	5	8,13	40,65			0,61501
11	jan/03	AFK I	76 f 36	P304	Fábio Hazar	PC	B		1	1	5	5			0,2
12	jan/03	Stahle	850 f 192	4415	Wagner	PC	B		1	1	2	2			0,5
13	jan/03	AFK L	110 f 34	9900	Eduardo	PC	B		1	5	7,33	36,65			0,68213
14	jan/03	M700	220 f 48x2	5700	Fábio Hazar	PC	B		1	5	6	30			0,83333
15	jan/03	AFK I	76 f 36	P305	Eduardo	PC	B		1	3	4,5	13,5			0,66667
16	jan/03	M700	300 f 72x2	9708	Fábio Hazar	PC	B		1	4	7,66	30,64			0,52219
17	jan/03	AFK L	76 f 36 Z	5902	Erivelton	PC	B		1	1	1	1			1
18	jan/03	AFK II	110 f 34	9021	Eduardo	PC	B		1	4	18	72			0,22222
19	jan/03	M700	300 f 72	9712	Eduardo	PC	B		1	3	6,33	18,99			0,47393
20	jan/03	AFK II	110 f 34	9019	Fábio Hazar	PC	B		1	1	1	1			1
21	jan/03	M700T3	167 f 144	I500	Erivelton	PC	B		1	2	3,25	6,5			0,61538
22	jan/03	M900	108 f 96	5A06	Erivelton	PC	B		1	3	5,42	16,26			0,55351
23	jan/03	AFK L	110 f 34	9902	Eduardo	PC	B		1	1	1	1			1
24									$\Sigma T$	$\Sigma h$	$=\Sigma T*\Sigma h$	$=\frac{\Sigma T*\Sigma h}{\Sigma(L24:L47)}$	$\mu$		$=M24*N24$
25	jan/03	Stahle	801 f 178	9410	Wagner	PC	D		1	1	3	3			0,33333
26	jan/03	M700X	220 f 48	5600	Fábio Hazar	PC	D		1	7	21,5	150,5			0,32558
27	jan/03	M700X	220 f 48	5600	Fábio Hazar	PC	D		1	1	1	1			1
28	jan/03	Stahle	2501 f 720	X480	Wagner	PC	D		1	2	3	6			0,66667
29	jan/03	Stahle	3001 f 648	X479	Wagner	PC	D		1	1	3	3			0,33333
30									$\Sigma T$	$\Sigma h$	$=\Sigma T*\Sigma h$	$=\frac{\Sigma T*\Sigma h}{\Sigma(L24:L47)}$	$\mu$		$=M30*N30$
31	jan/03	M700	165 f 48x2	9707	Fábio Hazar	PD	B		1	3	8,83	26,49			0,33975
32	jan/03	AFK T2	169 f 50	3100	Erivelton	PD	B		1	4	6,5	26			0,61538
33	jan/03	AFK T2	500 f 192	X102	Erivelton	PD	B		1	6	7,5	45			0,8
34	jan/03	M700	167 f 72x2	J700	Erivelton	PD	B		1	9	49	441			0,18367
35	jan/03	AFK T2	152 f 140	X100	Erivelton	PD	B		1	7	29	203			0,24138
36	jan/03	M700	167 f 72x4	J701	Erivelton	PD	B		1	4	4,5	18			0,88889
37	jan/03	M700	167 f 72	J702	Erivelton	PD	B		1	1	1	1			1
38	jan/03	M700	73 f 36	J703	Erivelton	PD	B		1	5	19,5	97,5			0,25641
39	jan/03	M700T3	167 f 144	N500	Erivelton	PD	B		1	5	12	60			0,41667
40	jan/03	M700	73 f 36	J704	Erivelton	PD	B		1	1	1	1			1
41	jan/03	M700T3	76 f 72	N501	Erivelton	PD	B		1	3	12	36			0,25
42									$\Sigma T$	$\Sigma h$	$=\Sigma T*\Sigma h$	$=\frac{\Sigma T*\Sigma h}{\Sigma(L24:L47)}$	$\mu$		$=M42*N42$
43	jan/03	RPR	167 f 48x2	4829	Erivelton	PD	D		1	3	4,33	12,99			0,69284
44	jan/03	RPR	250 f 68x2	3800	Erivelton	PD	D		1	1	4,17	4,17			0,23981
45	jan/03	RPR	168 f 50x2	3807	Erivelton	PD	D		1	2	2,83	5,66			0,70671
46	jan/03	RPR	110 f 34	9809	Erivelton	PD	D		1	1	7,33	7,33			0,13643
47									$\Sigma T$	$\Sigma h$	$=\Sigma T*\Sigma h$	$=\frac{\Sigma T*\Sigma h}{\Sigma(L24:L47)}$	$\mu$		$=M47*N47$
48														$=\Sigma(L24:L47)$	$=\Sigma(O24:O47)$

Onde,

A = Carga de desenvolvimento da classificação (%)

B = Índice de produtividade da classificação (T/H\*h)

C = Indicador de produtividade (T/H\*h)

h = Número de horas

H = Número de responsáveis pelo desenvolvimento (normalmente 1)

T = Número de testes

$\mu$  = Média do índice de produtividade da classificação (T/H\*h)

	A	B	C	D	E	F	G	H	H	I	J	K	L	M	N
1	Mês	Máquina	Descrição	Lote	Responsável	Tipo	Classe	Resp	Testes	Horas	T*h				T/H*h
2	jan/03	Stahle	800 f 178	9411	Wagner	PC	B	1	1	3	3				0,333
3	jan/03	AFK T2	78 f 68 x 2	D102	Erivelton	PC	B	1	7	54	378				0,130
4	jan/03	AFK T2	78 f 68 x 2	D103	Erivelton	PC	B	1	1	1	1				1,000
5	jan/03	M700	300 f 72	7700	Fábio Hazar	PC	B	1	1	1	1				1,000
6	jan/03	AFK II	110 f 34	9017	Anizio/Eriv.	PC	B	1	2	1	2				2,000
7	jan/03	AFK II	110 f 34	9016	Fábio Hazar	PC	B	1	3	8,33	24,99				0,360
8	jan/03	Stahle	1451 f 264	X478	Wagner	PC	B	1	1	3	3				0,333
9	jan/03	AFK II	110 f 34	9018	Fábio Hazar	PC	B	1	1	1	1				1,000
10	jan/03	AFK T2	220 f 48	5117	Fábio Hazar	PC	B	1	5	8,13	40,65				0,615
11	jan/03	AFK I	76 f 36	P304	Fábio Hazar	PC	B	1	1	5	5				0,200
12	jan/03	Stahle	850 f 192	4415	Wagner	PC	B	1	1	2	2				0,500
13	jan/03	AFK L	110 f 34	9900	Eduardo	PC	B	1	5	7,33	36,65				0,682
14	jan/03	M700	220 f 48x2	5700	Fábio Hazar	PC	B	1	5	6	30				0,833
15	jan/03	AFK I	76 f 36	P305	Eduardo	PC	B	1	3	4,5	13,5				0,667
16	jan/03	M700	300 f 72x2	9708	Fábio Hazar	PC	B	1	4	7,66	30,64				0,522
17	jan/03	AFK L	76 f 36 Z	5902	Erivelton	PC	B	1	1	1	1				1,000
18	jan/03	AFK II	110 f 34	9021	Eduardo	PC	B	1	4	18	72				0,222
19	jan/03	M700	300 f 72	9712	Eduardo	PC	B	1	3	6,33	18,99				0,474
20	jan/03	AFK II	110 f 34	9019	Fábio Hazar	PC	B	1	1	1	1				1,000
21	jan/03	M700T3	167 f 144	I500	Erivelton	PC	B	1	2	3,25	6,5				0,615
22	jan/03	M900	108 f 96	5A06	Erivelton	PC	B	1	3	5,42	16,26				0,554
23	jan/03	AFK L	110 f 34	9902	Eduardo	PC	B	1	1	1	1				1,000
24									56	148,95		8341	52,3%	0,684	0,36
25	jan/03	Stahle	801 f 178	9410	Wagner	PC	D	1	1	3	3				0,333
26	jan/03	M700X	220 f 48	5600	Fábio Hazar	PC	D	1	7	21,5	150,5				0,326
27	jan/03	M700X	220 f 48	5600	Fábio Hazar	PC	D	1	1	1	1				1,000
28	jan/03	Stahle	2501 f 720	X480	Wagner	PC	D	1	2	3	6				0,667
29	jan/03	Stahle	3001 f 648	X479	Wagner	PC	D	1	1	3	3				0,333
30									12	31,5		378	2,37%	0,532	0,01
31	jan/03	M700	165 f 48x2	9707	Fábio Hazar	PD	B	1	3	8,83	26,49				0,340
32	jan/03	AFK T2	169 f 50	3100	Erivelton	PD	B	1	4	6,5	26				0,615
33	jan/03	AFK T2	500 f 192	X102	Erivelton	PD	B	1	6	7,5	45				0,800
34	jan/03	M700	167 f 72x2	J700	Erivelton	PD	B	1	9	49	441				0,184
35	jan/03	AFK T2	152 f 140	X100	Erivelton	PD	B	1	7	29	203				0,241
36	jan/03	M700	167 f 72x4	J701	Erivelton	PD	B	1	4	4,5	18				0,889
37	jan/03	M700	167 f 72	J702	Erivelton	PD	B	1	1	1	1				1,000
38	jan/03	M700	73 f 36	J703	Erivelton	PD	B	1	5	19,5	97,5				0,256
39	jan/03	M700T3	167 f 144	N500	Erivelton	PD	B	1	5	12	60				0,417
40	jan/03	M700	73 f 36	J704	Erivelton	PD	B	1	1	1	1				1,000
41	jan/03	M700T3	76 f 72	N501	Erivelton	PD	B	1	3	12	36				0,250
42									48	150,83		7240	45,4%	0,545	0,25
43	jan/03	RPR	167 f 48x2	4829	Erivelton	PD	D	1	3	4,33	12,99				0,693
44	jan/03	RPR	250 f 68x2	3800	Erivelton	PD	D	1	1	4,17	4,17				0,240
45	jan/03	RPR	168 f 50x2	3807	Erivelton	PD	D	1	2	2,83	5,66				0,707
46	jan/03	RPR	110 f 34	9809	Erivelton	PD	D	1	1	7,33	7,33				0,136
47									7	18,66		131	0,82%	0,444	0,00
48												15.959			0,62