

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS  
CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA  
CURSO DE MESTRADO EXECUTIVO**

**ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS  
TECNOLÓGICAS E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O  
APRIMORAMENTO DE INDICADORES DE  
PERFORMANCE OPERACIONAL NA GRADIENTE  
ELETRÔNICA S.A. - UNIDADE MANAUS.**

Dissertação apresentada à Escola Brasileira de Administração Pública para  
obtenção do grau de Mestre

**LUCIANO DE SOUZA SILVA**

Rio de Janeiro 2002

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS**  
**ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA**  
**CURSO DE MESTRADO EXECUTIVO**

**TÍTULO**

**ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E SUAS  
IMPLICAÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DE INDICADORES DE  
PERFORMANCE OPERACIONAL NA GRADIENTE ELETRÔNICA S.A.  
UNIDADE DE MANAUS**

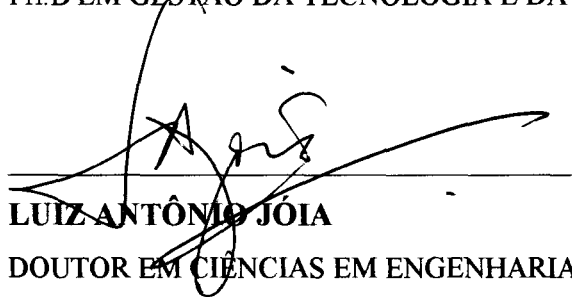
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR:**  
**LUCIANO DE SOUZA SILVA**

E

APROVADO EM 05/07/2002  
PELA COMISSÃO EXAMINADORA



**PAULO CESAR NEGREIROS DE FIGUEIREDO**  
PH.D EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO



**LUIZ ANTÔNIO JÓIA**  
DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO



**LÉO FERNANDO CASTELHANO BRUNO**  
PH.D EM COMPORTAMENTO ORGANIZACIONAL

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar aqui minha mais sincera gratidão às pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho. Em especial, gostaria de destacar o meu reconhecimento às seguintes pessoas:

Ao professor Paulo N. Figueiredo, por toda sua ajuda, dedicação, paciência e incentivo nos momentos difíceis, sem os quais este trabalho não seria finalizado.

Ao professor Léo F. C. Bruno, pela grande contribuição à minha carreira profissional, amizade e pelo incentivo para fazer este curso.

Ao professor Luiz Antônio Jóia, por ter dedicado seu tempo para poder fazer parte da comissão examinadora e, juntamente com os professores Léo Bruno e Paulo Figueiredo, terem proporcionado valiosa contribuição para versão final da minha dissertação de mestrado, durante a apresentação oral.

A minha esposa Alba, pelo amor, companheirismo, paciência, compreensão e apoio durante todo esse tempo.

A meus pais, Nazareth e Antonio, por terem colocado o estudo dos filhos acima de seus próprios interesses pessoais e, desta forma, me ajudaram a construir praticamente tudo que tenho.

Aos colegas da Gradiente, que participaram das entrevistas e me auxiliaram no levantamento de dados, cuja ajuda foi de inestimável valor.

*Para Alba, Antonio e Nazareth.*

## RESUMO

Esta dissertação enfoca as implicações práticas da trajetória de acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de indicadores de performance operacional. Esse relacionamento é examinado na Gradiente Eletrônica S/A durante período de 1970 a 2000.

Baseada em um estudo de caso individual, esta dissertação fundamenta-se em evidências empíricas, qualitativas e quantitativas, coletadas por meio de entrevistas, observação direta e documentos internos da empresa em estudo. O exame da acumulação de competências tecnológicas é feito através de uma estrutura descritiva existente na literatura, porém adaptada especificamente para a indústria de eletroeletrônicos de consumo. O exame do aprimoramento de performance é baseado num conjunto de indicadores operacionais, típicos da indústria de eletroeletrônicos. A aplicação de estruturas descritivas, para examinar as implicações da acumulação de competências tecnológicas sobre o aprimoramento de performance operacional, em empresas de eletro-eletrônicos, ainda é escassa, principalmente no nível intra firma e em economias de industrialização recente, como no Brasil. Em termos de evidência empírica, a dissertação mostra que a acumulação de competências tecnológicas evoluiu de maneira irregular, lenta, não linear e, alguns níveis, foram acumulados de forma incompleta. As evidências sugerem, ainda, que a acumulação de competências tecnológicas influenciou positivamente o aprimoramento de onze indicadores de desempenho. Contudo, os níveis desenvolvidos não foram suficientes para aprimorar, ou mesmo sustentar, outros dois indicadores de performance.

Alinhando-se a recentes estudos na literatura de empresas de economias emergentes (ex.: Figueiredo, 2001), as evidências desta dissertação sugerem que a maneira e a velocidade com que a empresa acumula suas competências tecnológicas, joga um papel chave no aprimoramento de seus indicadores de performance técnica. Por conseguinte, isto pode gerar benefícios para a performance financeira, como por exemplo, a margem operacional líquida. Não obstante, a experiência da Gradiente sugere que, outros fatores, internos e externos à empresa, podem obscurecer ou mesmo minar as contribuições da acumulação de competências tecnológicas.

## ABSTRACT

This dissertation is concerned on the implications of technological capability accumulation paths for the improvement in operational performance. This relationship is examined in one company, Gradiente Eletronica S/A, from 1970 to 2000.

Based on individual case-study, this dissertation draws on qualitative and quantitative empirical evidence, collected in interviews, direct observation, and internal documents in the firm studied. The description of the accumulation of technological capability is undertaken in the light of an analytical framework available in the literature, but, adapted specifically to the consumer electronics industry. The examination of operational performance improvement is based on various indicators, typical to the consumer electronics industry. The use of analytical frameworks, to investigate the implications of technological capability accumulation to the improvement of operational performance, in the consumer electronics industry, is scarce, particularly in the firm level and in developing economies contexts like Brazil. In terms of empirical evidence, the dissertation indicates the technological capability accumulation developed in an irregular manner, slowly, non linear and some levels were not fully accumulated. The evidences still suggest the technological capability accumulation had positive influence in the improvement of eleven performance indicators. However, the level developed were not sufficient to improve, or even maintain, the performance of two indicators.

In accordance to recent studies in the latecomer company literature (e.g. Figueiredo, 2001), the evidences of this dissertation suggests that, the manner and the velocity the company accumulate their technological competencies plays a key role in the improvement of their technical performance indicators. Thus, this fact may also generate gains to the financial performance, for instance, the rate between the operating profit and the net operating income. Although, the experience at Gradiente suggests that internal and external company factors may obscure, or even undermine, the contributions of the technical competencies accumulation.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	vi
LISTA DE QUADROS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
GLOSSÁRIO .....	xvi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	1
1.2 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO .....	2
1.3 MÉTODO DA DISSERTAÇÃO .....	3
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	3
CAPÍTULO 2 - ALGUNS ANTECEDENTES NA LITERATURA .....	5
2.1 LITERATURA DE EMPRESAS EM INDUSTRIALIZAÇÃO .....	5
CAPÍTULO 3 - ESTRUTURAS ANALÍTICAS .....	11
3.1 DEFINIÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS .....	11
3.1.1 ESTRUTURA PARA DESCRIÇÃO DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS .....	12
3.1.1.1 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PRODUTOS .....	14
3.1.1.2 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	16
3.2 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E IMPLICAÇÕES PARA A PERFORMANCE OPERACIONAL .....	17

## CAPÍTULO 4 - GRADIENTE ELETRÔNICA S/A: PRINCIPAIS

MARCOS HISTÓRICOS .....	20
-------------------------	----

4.1 A FORMAÇÃO DA GRADIENTE .....	20
-----------------------------------	----

4.2 DÉCADA DE 70 - A STAUB S/A ASSUME A GRADIENTE .....	22
---	----

4.3 DÉCADA DE 80 - GARRARD, POLYVOX E GRATEC .....	24
--	----

4.4 DÉCADA DE 90 - UM PERÍODO DE DIFICULDADES .....	26
---	----

## CAPÍTULO 5 - DESENHO E MÉTODO DA DISSERTAÇÃO .....

5.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO .....	31
-----------------------------------	----

5.2 MÉTODO DE ESTUDO E ESCOLHA DA EMPRESA .....	31
---	----

5.3 TIPOS DE INFORMAÇÃO .....	32
-------------------------------	----

5.4 FONTES DE INFORMAÇÃO E MÉTODOS DE COLETA .....	33
--	----

5.5 ADAPTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DESCRITIVA	
---	--

PARA MEDIÇÃO DE COMPETÊNCIA TECNOLÓGICA .....	35
---	----

5.6 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS .....	36
---	----

## CAPÍTULO 6 - ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS

TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A	
--	--

(1970 A 2000) .....	37
---------------------	----

6.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS .....	37
--	----

6.1.1 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 1 (BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1970 A 1974 .....	37
---	----

6.1.2 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 2 (RENOVADO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1975 A 1984 .....	38
---	----

6.1.3 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 3 (EXTRA - BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1985 A 1996 .....	41
---	----

6.1.4 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 4 (PRÉ - INTERMEDIÁRIO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1997 A 2000 .....	49
--	----



6.2. ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	52
6.2.1 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 1 (BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1974 A 1977 .....	52
6.2.2 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 2 (RENOVADO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1978 A 1986 .....	54
6.2.3 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 3 (EXTRA - BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1987 A 1992 .....	56
6.2.4 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 4 (PRÉ - INTERMEDIÁRIO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1993 A 1997 .....	63
6.2.5 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 5 (INTERMEDIÁRIO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1998 A 2000 .....	70
6.3 RESUMO DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A .....	79

## CAPÍTULO 7 - APRIMORAMENTO DE PERFORMANCE

OPERACIONAL NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A .....	81
7.1 APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE OPERACIONAL .....	81
7.2 EVOLUÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: GRUPO 1 .....	83
7.2.1 TAXA DE VARIAÇÃO DO CUSTO MÉDIO DE NOVOS PRODUTOS (%) .....	83
7.2.2 FCR - <i>FIELD CALL RATE</i> (%) .....	85
7.2.3 NÚMERO DE MODELOS DESENVOLVIDOS POR ANO (Número de modelos por ano) .....	88

7.2.4 HORAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	
(Número de horas) .....	91
7.2.5 TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (Meses) .....	93
7.2.6 TAXA INTERNA DE DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO (%) .....	95
7.2.7 NÚMERO DE MODIFICAÇÕES DE ENGENHARIA POR PRODUTO	
(Número de modificações por Produto) .....	96
7.3 EVOLUÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE DO	
PROCESSO: GRUPO 2 .....	98
7.3.1 <i>OUTGOING INSPECTION</i> - INSPEÇÃO FINAL (%) .....	98
7.3.2 TEMPO PADRÃO DE MONTAGEM (Minutos por aparelho) .....	100
7.3.3 ÍNDICE DE INSERÇÃO AUTOMÁTICA (%) .....	102
7.3.4 SOLDABILIDADE (ppm) .....	104
7.3.5 FOR - <i>FALL OFF RATE</i> (%) .....	105
7.3.6 TAKT (Produtos por dia) .....	107
 CAPÍTULO 8 - ANÁLISE E DISCUSSÕES .....	 110
8.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA	
GRADIENTE ELETRÔNICA S/A .....	110
8.2 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA	
A PERFORMANCE OPERACIONAL DA GRADIENTE .....	113
8.2.1 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM	
INDICADORES DE PERFORMANCE DE PRODUTOS (GRUPO 1) .....	113
8.2.2 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM	
INDICADORES DE PERFORMANCE DE PROCESSOS E	
ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO (GRUPO 2) .....	116
 CAPÍTULO 9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	 120
9.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO .....	120
9.1.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA	
GRADIENTE ELETRÔNICA S/A .....	121
9.1.2 IMPLICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS SOBRE O	
APRIMORAMENTO DA PERFORMANCE OPERACIONAL .....	122

9.2 ALGUMAS IMPLICAÇÕES PARA A PERFORMANCE	
ECONÔMICA .....	123
9.3 RECOMENDAÇÕES AOS DIRIGENTES DE EMPRESAS DO	
SETOR DE PRODUTOS ELETRÔNICOS DE CONSUMO .....	126
9.4 SUGESTÃO PARA NOVOS ESTUDOS .....	126
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	 128
 APÊNDICE 1 - COMPARAÇÃO DE TEMPO DOS PROCESSOS DE	
SOLDAGEM MANUAL E AUTOMÁTICO .....	131
 APÊNDICE 2 - COMPARAÇÃO DE TEMPO DOS PROCESSOS DE	
INSERÇÃO DE COMPONENTES .....	132
 APÊNDICE 3 - QUADRO DE FUNCIONÁRIOS DA ENGENHARIA DE	
PRODUTOS .....	133
 APÊNDICE 4 - NÚMERO DE MODELOS DESENVOLVIDOS .....	134
 APÊNDICE 5 - DADOS PARA CÁLCULO DO TAKT .....	135

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO 6

Quadro 6.1	O lay-out das PCIs (Placas de Circuito Impresso) .....	44
Quadro 6.2	O Processo de <i>Design</i> .....	46
Quadro 6.3	Aquisição da Primeira Máquina de Solda por Onda .....	58
Quadro 6.4	Instalação do Sistema <i>Unisys</i> .....	61
Quadro 6.5	A Instalação das Primeiras Máquinas de Inserção Automática .....	62
Quadro 6.6	Objetivos específicos do GCM .....	64
Quadro 6.7	Aquisição de Linhas Automáticas da NMA .....	69
Quadro 6.8	Redução do Tempo de Troca de Moldes e instalação de robôs .....	70
Quadro 6.9	A instalação do sistema de gestão integrada – Magnus .....	72
Quadro 6.10	Aquisição de Testes Automáticos da ITE .....	73
Quadro 6.11	Aquisição de Equipamento IPS para Ajuste de Bobinas Defletoras ....	74

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 3

Tabela 3.1	Competências tecnológicas em empresas em industrialização do segmento Eletrônico de Áudio e Vídeo: Estrutura Descritiva .....	13
------------	---	----

### CAPÍTULO 5

Tabela 5.1	Cargo ocupado pelas pessoas entrevistadas na Gradiente Eletrônica S/A .....	33
------------	---	----

### CAPÍTULO 6

Tabela 6.1	Comparação dos tempos de soldagem Manual e Automática .....	58
Tabela 6.2	Velocidade das Máquinas de Inserção Automática de Componentes ..	61
Tabela 6.3	Velocidade das Máquinas de Inserção Automática de Componentes SMD .....	63

### CAPÍTULO 7

Tabela 7.1	Indicadores de performance operacional examinados na dissertação ..	82
Tabela 7.2	Taxa de Variação do Custo Médio dos Novos Produtos - 1995 a 2000	84
Tabela 7.3	Tabela 7.3 – FCR - <i>Field Call Rate</i> - 1992 a 2000 .....	86
Tabela 7.4	Número de Modelos Desenvolvidos por Ano - 1972 a 1981 .....	88
Tabela 7.5	Número de Modelos Desenvolvidos por Ano - 1982 a 1988 .....	89
Tabela 7.6	Número de Modelos Desenvolvidos por Ano - 1989 a 2000 .....	89
Tabela 7.7	Número de Horas para Desenvolvimento de Produtos - 1972 a 1987 ..	91
Tabela 7.8	Número de Horas para Desenvolvimento de Produtos - 1988 a 2000 ..	92
Tabela 7.9	Tempo Médio de Desenvolvimento de Produtos .....	94
Tabela 7.10	Taxa Interna de Desenvolvimento Próprio - 1987 a 2000 .....	95
Tabela 7.11	Média de Modificações de Engenharia por Produto - 1994 a 2000 .....	97
Tabela 7.12	Percentual de Rejeitos na Inspeção Final - 1992 a 2000 .....	99
Tabela 7.13	TP (Tempo Padrão) de montagem de produtos - 1991 a 2000 .....	101
Tabela 7.14	Índice de Inserção Automática - 1970 a 2000 .....	103
Tabela 7.15	Índice de Soldabilidade - 1990 a 2000 .....	104

Tabela 7.16	FOR ( <i>Fall Off Rate</i> ) - Índice de Defeitos no Processo - 1992 a 2000 ..	106
Tabela 7.17	Takt (Produção Média Diária) - 1992 a 2000 .....	108

## CAPÍTULO 8

Tabela 8.1	Velocidade de acumulação de competências tecnológicas Gradiente Eletrônica S/A (1970 - 2000) .....	110
------------	---	-----

## CAPÍTULO 9

Tabela 9.1	Margem Operacional - 1988 a 2000 .....	124
Tabela 9.2	Percentual das despesas com vendas (DV) e despesas financeiras (DF) em relação às despesas operacionais .....	125

## APÊNDICES

Tabela A.1.1	Simulação do Tempo de Soldagem no Processo Ponto a Ponto .....	131
Tabela A.1.2	Simulação do Tempo de Soldagem no Processo Automático .....	131
Tabela A.2.1	Simulação de Tempo de Inserção Manual e Automática .....	132
Tabela A.2.2	Simulação de Tempo de Inserção Manual, Automática e SMD .....	132
Tabela A.3	Quantidade de Pessoas na Engenharia de Produtos – 1972 a 2000 .....	133
Tabela A.4	Número de Modelos Desenvolvidos por Ano (1993 a 2000) .....	134
Tabela A.5	Produção anual da Gradiente Eletrônica - 1992 a 2000 .....	135

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1	Estrutura analítica da dissertação .....	19
------------	--	----

### CAPÍTULO 6

Figura 6.1	Organograma da IGB Control - Década de 70 .....	39
Figura 6.2	Organograma da GRATEC .....	42
Figura 6.3	Organograma da Gradiente entre 1995 e 1997 .....	48
Figura 6.4	Organograma da Gradiente em Manaus na década de 70 .....	53
Figura 6.5	Organograma Básico da Gradiente Manaus na década de 80 .....	56
Figura 6.6	Exemplo de carta de CEP das Máquinas de Solda .....	59
Figura 6.7	Hierarquia do Projeto GCM (Gradiente Categoria Mundial) .....	65
Figura 6.8	Organograma da Gradiente (fábrica) dividida por Unidades de Produção Independente .....	67
Figura 6.9	Organograma básico das unidades áudio e vídeo em Manaus .....	75

### CAPÍTULO 7

Figura 7.1	Gráfico da Taxa de Variação do Custo Médio de Novos Produtos 1995 a 2000 .....	84
Figura 7.2	Gráfico do FCR ( <i>Field Call Rate</i> ) – 1992 a 2000 .....	87
Figura 7.3	Gráfico do Número de Modelos Desenvolvidos por Ano .....	90
Figura 7.4	Gráfico de Horas para Desenvolvimento de Produtos .....	93
Figura 7.5	Gráfico do Tempo de Desenvolvimento de Produtos .....	94
Figura 7.6	Gráfico da Taxa Interna de Desenvolvimento Próprio 1987 a 2000 .....	96
Figura 7.7	Gráfico do Número de Modificações de Engenharia por Produtos 1994 a 2000 .....	97
Figura 7.8	Gráfico do <i>Outgoing Inspection</i> - 1992 a 2000 .....	99
Figura 7.9	Gráfico do Tempo Padrão de Montagem de Produtos 1991 a 2000 .....	101

## GLOSSÁRIO

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas - Fundada em 1940, a ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização – ÚNICO – através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24/08/1992.
AM/FM	Amplitude Modulada / Frequência Modulada – Modulação é o processo pelo qual se alteram as características de uma onda (de rádio ou elétrica), de forma que as alterações representem informações. A modulação pode alterar a amplitude da onda (modulação em amplitude, ou AM), ou sua frequência (modulação em frequência, ou FM).
BGA	<i>Ball Grid Array</i> - Tipo de encapsulamento de circuito integrado, cujos terminais de conexão elétrica formam um arranjo em forma de matriz, na parte inferior do componente. Pertence ao conjunto de componentes próprios para montagem em superfície (veja SMD).
BVQI	<i>Bureau Veritas Quality International</i> - O BVQI é uma subsidiária inglesa do Grupo Bureau Veritas – empresa com sede na França, fundada em 1828, que está presente em 130 países. As principais atividades do Grupo Bureau Veritas incluem a classificação de navios, inspeção de aeronaves, veículos, equipamentos industriais, obras de engenharia civil, entre outras.
CAD	<i>Computer Aided Design</i> - Projeto auxiliado por computador, são sistemas que permitem o “uso de simulações de produtos em computador, onde seu desempenho pode ser testado com um alto grau de exatidão, sem testes físicos.” (Slack et al., 1999, p. 134)



CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> - Engenharia auxiliada por computador pode ser definida como sistemas usados diversas áreas da engenharia, que permitem a modelagem, simulação, visualização, otimização, documentação e gerenciamento de informações. Por exemplo, o uso de sistemas CAE permitem a simulação de sistemas complicados tais como sólidos, fluidos, análise térmica, dentre outros.
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> - Manufatura auxiliada por computador pode ser definida, basicamente, como uma forma de automação onde, computadores transmitem instruções de trabalho diretamente para máquinas automáticas de produção, tais como máquinas de comando numérico. Tais sistemas permitem a reprogramação via computador e a rápida implementação de mudanças de projeto.
CCQ	Circulo de Controle de Qualidade - Compreende um pequeno grupo de pessoas, formado voluntariamente, que se reúne regularmente para executar atividades de "Melhoria da Qualidade" por toda empresa.
CD	<i>Compact Disk</i> - É um disco de material plástico (policarbonato) com 1.2mm de espessura, 12cm de diâmetro e 16g de peso, com uma superfície refletora, na qual o LASER ( <i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i> ) é refletido, onde são gravados sons em geral. Por exemplo: músicas.
CDG	Completamente Desenvolvido pela Gradiente - Nome dado, na Gradiente, aos produtos desenvolvidos com tecnologia própria da empresa.
CDP	Comitê Deliberativo de Produtos - Nome dado ao comitê, na Gradiente, que aprova o desenvolvimento de qualquer novo produto na empresa, bem como as características básicas deste produto tais como funções e <i>design</i> (aparência do produto, desenho cosmético).

CEP	Controle Estatístico do Processo – Método que analisa os desvios ocorridos em um determinado processo de fabricação através de técnicas estatísticas, como as distribuições de frequência, amostragem, análise de regressão, etc.
CI	Circuito Integrado - Conjunto de componentes eletrônicos, com função específica, montados e encapsulados em um único invólucro, geralmente plástico.
CKD	<i>Completed Knocked Down</i> - Completamente desmontado, produtos adquiridos totalmente desagregados ao nível de componentes, ou seja, sem subconjuntos previamente montados. Não são considerados subconjuntos que, sozinhos, formem um componente.
CQ	Controle de Qualidade - Conjunto de técnicas que permitem assegurar que produtos, ou serviços, atendam à um conjunto mínimo de requisitos para os quais foram especificados.
DFMA	<i>Design for Manufacture and Assembly</i> - DFMA é uma filosofia que se utiliza de diversos conceitos, técnicas, ferramentas e métodos para aperfeiçoar a fabricação de componentes ou simplificar a montagem de produtos, utilizando para tal desde a análise de valores de tolerâncias, a complexidade do produto, número mínimo de componentes necessários, <i>layout</i> do produto dentre outros.
DHS	<i>Digital Home Sat</i> - Nome dado ao sistema decodificador de sinais digitais, que são transmitidos via satélite para antenas parabólicas de uso residencial ou comercial.
DNS	Departamento Nacional de Serviços - Nome do departamento, na Gradiente, responsável pela assistência técnica dos produtos, vendidos ao consumidor final, com a marca da empresa.

DSP	<i>Digital Signal Processor</i> - Tipo de circuito integrado desenhado para executar funções específicas, tais como processar sinais elétricos. Por exemplo: ajuste de volume e tonalidade em aparelhos de som.
DVD	<i>Digital Video Disc</i> - Compact Disk - É um disco de material plástico (polycarbonato) com 1.2mm de espessura, 12cm de diâmetro e 16g de peso, com uma superfície refletora, na qual o LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) é refletido, onde são gravados sons e imagens. Por exemplo: filmes.
ECLA	<i>Economic Commission for Latin America</i> - A Comissão Econômica para a América Latina, com sede em Santiago, Chile, é uma das cinco comissões regionais das Nações Unidas (ver UN). Foi fundada em 25 de fevereiro de 1948 com o propósito de contribuir para o desenvolvimento econômico da América Latina, reforçando as relações econômicas entre os países da região bem como outras nações ao redor do mundo.
EMBRATEL	Empresa Brasileira de Telecomunicações
Engenharia Simultânea	Ou engenharia concorrente, é um sistema que “procura otimizar o projeto do produto ou processo de manufatura para conseguir reduzir tempos de desenvolvimento e melhorar a qualidade e os custos através da integração das atividades de projeto e manufatura e da maximização do paralelismo nas práticas de trabalho.” (Broughton apud Slack et al., 1999, p.138)
FCR	<i>Field Call Rate</i> - Taxa de retorno do campo é a razão entre o número de chamadas de campo, no período de garantia de um ano, e a população média de produtos em garantia neste mesmo período.
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> - É um sistema que foi desenvolvido pelas forças armadas dos Estados Unidos, usado como uma técnica de avaliação de confiabilidade para determinar, preventivamente, o efeito de falhas em equipamentos e sistemas.

FOR	<i>Fall Off Rate</i> - Taxa de defeitos no processo produtivo é a razão entre o número de desvios de produtos semi-acabados, ou subconjuntos, para estações de reparo na linha de produção em relação ao total de produtos produzidos.
GCM	Gradiente Categoria Mundial - Nome do programa, criado em 1992 pela Gradiente, cujo objetivo era criar a filosofia do Kaizen na empresa, um processo de melhoria contínua aliado a uma mudança nas relações entre a Gradiente e seus funcionários.
GGF	Gastos Gerais de Fabricação - Custo de fabricação do produto, ou seja, não são considerados os custos de aquisição da matéria prima, distribuição e comercialização do produto.
GJO	<i>Gradiente Japan Office</i> - Escritório de compras da Gradiente em Akihabara, Tokyo - Japão. Funcionou até o final da década de 90.
GRATEC	Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente - Nome dado ao centro de tecnologia, criado pela Gradiente em 1982, que concentrou toda a engenharia de desenvolvimento da empresa, incluindo os técnicos e engenheiros que foram transferidos da Polyvox. Funcionou até 1987.
IDB	<i>Inter-American Development Bank</i> - Banco Inter-Americano de Desenvolvimento é uma fonte de financiamento para projetos de desenvolvimento econômico, social e institucional na América Latina e no Caribe. O Banco provê empréstimos e assistência técnica utilizando capital fornecido por seus países membros, bem como recursos obtidos nos mercados mundiais de capital mediante emissão de obrigações.
IGB	Indústrias Gradiente Brasileiras - Razão social da Gradiente do início da década de 1970 até a segunda metade dos anos 80.

- IPS *Image Processing Systems* - A IPS é uma empresa de origem canadense, especializada em sistemas de visão artificial, ou seja, sistemas de inspeção e medição através da digitalização de imagens, provenientes de câmeras, e processadas por computadores.
- ISO *International Organization for Standardization* - A Organização Internacional para Padronizações é uma organização não governamental, fundada em 1947, cuja missão é promover o desenvolvimento de padrões e atividades relacionadas com objetivo de facilitar o comércio internacional de produtos e serviços, bem como promover a cooperação intelectual, científica, tecnológica e econômica. econômica.
- ITE *Integrated Test Equipment* - Empresa de origem belga, especializada em equipamentos para o teste eletrônico de placas de circuito impressas montadas, com funções diversas. Por exemplo: chassis de televisores.
- JIT *Just In Time* - O JIT “é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.” (Voss apud Slack et al., 1999, p. 355)
- JVC *Victor Company of Japan* - Empresa de origem japonesa, que desenvolve e produz produtos eletrônicos de consumo, tais como, televisores, vídeo cassetes, aparelhos de som, etc.
- MOD Mão de Obra Direta - Sigla usada para designar o conjunto de trabalhadores que atuam diretamente nas linhas de montagem, ou em funções essenciais para o funcionamento da mesma. Por exemplo: montadores, testadores de produtos, embaladores, etc.

MRP	<i>Material Requirements System</i> - São sistemas que “auxiliam as empresas a planejar e controlar suas necessidades de recursos com o apoio de sistemas de informação computadorizados. MRP tanto pode significar o planejamento das necessidades de materiais como o planejamento dos recursos de manufatura.” (Slack et al., 1999, p. 326)
NGI	Nokia e Gradiente Industrial - Empresa criada pela Gradiente, em sociedade com a Nokia (empresa de origem finlandesa), para fabricar telefones celulares no Brasil. A sociedade perdurou até outubro de 2000.
NMA	<i>Nederlandse Machinemfabrieck Alkmar</i> - Empresa de origem holandesa, fabricante de equipamentos (linhas automáticas) para produção seriada.
PCB	<i>Printed Circuit Board</i> - ver PCI.
PCI	Placa de Circuito Impresso - Placa de material isolante, onde trilhas de cobre que fazem a conexão elétrica entre componentes, que são montados nestas placas, formando circuitos eletrônicos de funções específicas.
PCP	Planejamento e Controle da Produção - Atividade que visa fazer com que uma operação produtiva, dentro dos limites para a qual foi projetada, opere continuamente, na quantidade adequada, no momento adequado e no nível de qualidade adequado.
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i> - O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efetuadas numa organização de qualidade. Não inclui apenas os passos do planejamento e implementação de uma mudança, mas também a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo por forma a ajustar, corrigir ou efetuar uma melhoria adicional com base no passo de verificação.

PIP	<i>Picture In Picture</i> - Nome dado à função de alguns televisores que permite a visualização dois canais, de forma simultânea, na tela do televisor. Geralmente o segundo canal é mostrado em dimensões reduzidas, com relação ao tamanho total da tela.
PJVM	<i>Philips and JVC Malaysia</i> - Empresa criada pela Philips (empresa de origem holandesa), em sociedade com a JVC (empresa de origem japonesa), ambas fabricantes de produtos eletrônicos de consumo, para fabricar vídeo cassetes e produtos similares, na Malásia.
PPB	Processo Produtivo Básico - Conjunto mínimo de etapas que caracterizem a industrialização de produtos, incentivados pela redução de impostos, fabricados na Zona Franca de Manaus.
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> - Desdobramento da função qualidade “é uma técnica que foi desenvolvida no Japão, no estaleiro da Mitsubishi em Kobe, é usada amplamente pela Toyota, fabricante de veículos, e por seus fornecedores. Também é conhecido como Casa de Qualidade (devido a sua aparência) e Voz do Cliente (devido a seu objetivo. A técnica tenta captar o que o cliente pensa e como isso pode ser conseguido. (Slack et al., 1999, p. 131)
RF	Rádio Frequência, onda eletromagnética.
RH	Recursos Humanos, pessoas, indivíduos.
SKD	<i>Semi Knocked Down</i> - Parcialmente desmontado, produtos adquiridos desagregados ao nível de subconjuntos. Na indústria eletrônica significa, em grande parte das vezes, que a placa de circuito impresso dos aparelho, geralmente é fornecida montada e previamente testada.

SMD	<i>Surface Mounted Device</i> - Componentes de montagem em superfície, são componentes eletrônicos, em geral menores que seus correspondentes convencionais, cujos terminais de conexão são soldados no mesmo lado da placa de circuito impresso em que estes componentes são montados.
SMP	Solicitação de Modificação de Produtos - Nome do documento interno da Gradiente que autoriza (e formaliza) o processo de modificação de produtos da empresa, independente de quais sejam os motivos da modificação.
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus - É uma autarquia vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC, responsável pela administração dos incentivos fiscais e pela atração de investimentos para a Zona Franca de Manaus, Amazônia Ocidental e Áreas de Livre Comércio de Macapá e Santana, no Amapá.
TPD	<i>Thirds Part Developed</i> - Nome dado pela Gradiente para produtos desenvolvidos com tecnologia adquirida em fornecedores.
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> - Manutenção Produtiva Total é, basicamente, um programa de manutenção para fábricas e equipamentos cujo objetivo está centrado no aumento considerável de produção e, ao mesmo tempo, o aumento da auto estima e satisfação pessoal no trabalho.
TQC/M	<i>Total Quality Control / Management</i> - Gerenciamento / Controle da Qualidade Total “é um sistema eficaz para integrar esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade dos vários grupos de uma organização, permitindo levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos da operação e que atendam plenamente à satisfação do consumidor.” (Feigenbaum apud Slack et al., 1999, p.503)
TV	Televisor - Aparelho receptor de imagens televisionadas (imagens fixas ou animadas, juntamente com o som).



- UD            Utilidades Domésticas - Nome da feira de exposições, realizada anualmente no pavilhão do Anhembi, em São Paulo - SP, onde são apresentados, ao público que visita a feira, produtos e serviços de uso, geralmente, residencial.
- UN            *United Nations* - Organização fundada em 24 de outubro de 1945, com a publicação cujos propósitos são: manter a paz e a segurança internacional, desenvolver relações amigáveis entre as nações, cooperar na solução de problemas econômicos, sociais, culturais e humanitários, promovendo o respeito pelos direitos humanos e liberdades fundamentais.
- UPI           Unidade de Produção Independente - Nome dado à estrutura organizacional da Gradiente, área industrial, onde cada unidade independente era composta pelos setores de produção, engenharia industrial, controle de qualidade e planejamento e controle da produção.
- VCR           Vídeo Cassete - Equipamento utilizado para a reprodução de gravações registradas em fita gravada pelo processo de vídeo-teipe.
- ZFM           Zona Franca de Manaus - A ZFM é uma área de livre comércio de importação e exportação e de incentivos fiscais especiais, estabelecida com a finalidade de criar, no interior da Amazônia, um centro industrial, comercial e agropecuário dotado de condições econômicas que permitam se desenvolvimento.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

### **1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA**

Esta dissertação enfoca as implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de indicadores de performance operacional. Este relacionamento é examinado na empresa Gradiente Eletrônica S/A – Unidade de Manaus, durante o período de 1970 a 2000, através de um estudo de caso individual.

Competência tecnológica é definida, neste trabalho, como os recursos necessários para gerar e gerenciar aprimoramentos em processos e organização da produção, produtos, equipamentos e engenharia de projetos de investimentos (Bell & Pavitt, 1993; Figueiredo, 2001a). Esses recursos são acumulados e incorporados em indivíduos (habilidades, conhecimento tácito) e sistemas organizacionais (Bell & Pavitt, 1993).

Performance operacional, por sua vez, significa aqui o desempenho da empresa em atividades relativas a desenvolvimento de produtos e processos e organização da produção. Este desempenho é examinado com base em um conjunto de indicadores típicos da indústria de eletrônica de consumo.

Essas questões têm sido examinadas na literatura desde a década de 50, quando foram realizados os primeiros estudos sobre as implicações de inovação e desenvolvimento de competências tecnológicas sobre a performance, técnica e econômica da empresa (por exemplo: Penrose, 1959; Rumelt, 1974; Wernerfelt, 1984; e outros). Porém, tais estudos foram realizados em empresas de países industrializados.

Segundo Figueiredo (2001a), empresas em industrialização são empresas que atuam em economias de industrialização recente. Estas empresas começam a operar sob a condição

de não serem competitivas no mercado mundial. Empresas em industrialização começam a operar sob a condição de não serem competitivas no mercado mundial e, para aproximarem-se da fronteira tecnológica, elas têm que passar por um processo de aprendizagem, a fim de constituir e acumular suas próprias competências tecnológicas. Tremblay (1998) comenta que grande parte da literatura tem focado a competência tecnológica como um elemento importante para a melhoria de performance técnico - econômica da empresa. Apesar disso, poucos autores têm, sistematicamente, analisado a influencia da competência tecnológica sobre o aprimoramento da performance operacional em empresas que operam em economias emergentes, com algumas exceções (por exemplo: Tremblay, 1998; Figueiredo, 2001a).

Esta dissertação enfoca as implicações da acumulação de competência tecnológica para o aprimoramento dos indicadores de performance operacional na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus (1970 a 2000). No Brasil, as fábricas de empresas deste setor estão, preponderantemente, instaladas na Zona Franca de Manaus (ZFM).

## **1.2 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação foi estruturada para responder duas questões:

- (1) Como evoluiu a acumulação de competências tecnológicas relativas às atividades de desenvolvimento de produtos e processos e organização da produção, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período de 1970 a 2000?
- (2) Qual foi o papel da acumulação de competências tecnológicas no aprimoramento de indicadores de performance operacional, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período acima?

### 1.3 MÉTODO DA DISSERTAÇÃO

O método escolhido para responder às questões acima foi o estudo de caso individual que, segundo Yin (1994), é adequado a responder perguntas do tipo como e por que, tais quais as questões da dissertação. Além disso, “o estudo de caso é preferido para examinar eventos contemporâneos, mas quando os comportamentos relevantes não podem ser manipulados” (Yin, 1994, p. 8).

Para descrever a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, esta dissertação usa a estrutura descritiva proposta por Figueiredo (2001a), adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1993). Essa estrutura foi modificada para a indústria eletrônica de áudio e vídeo.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em nove capítulos. A partir deste capítulo introdutório, o Capítulo 2 apresenta alguns antecedentes na literatura.

O Capítulo 3 apresenta a estrutura analítica para examinar as implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento da performance operacional.

O Capítulo 4 apresenta os principais marcos históricos da Gradiente Eletrônica S/A, visando proporcionar uma visão geral do contexto onde o estudo foi realizado.

O Capítulo 5 é dedicado à metodologia, ou seja, aos aspectos metodológicos da dissertação.

O Capítulo 6 descreve as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas da Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, de 1970 a 2000.

O Capítulo 7 descreve os indicadores de performance operacional, mais especificamente indicadores referentes ao desenvolvimento de produtos e processos na empresa em estudo, ao longo do tempo.

No Capítulo 8 é feito o exame das implicações da acumulação de competências tecnológicas para os indicadores de performance de desenvolvimento de produtos e processos na empresa em estudo.

O Capítulo 9 conclui e encerra a dissertação.

## **CAPÍTULO 2**

### **ALGUNS ANTECEDENTES NA LITERATURA**

Este capítulo revisa alguns estudos empíricos relacionados à acumulação de competências tecnológicas no nível da empresa. Segundo Pavitt (1999b), nos últimos vinte anos, vários trabalhos têm examinado a mudança técnica contínua e o objetivo das empresas de gerar aprendizagem, aprimoramentos e inovação através de ações deliberadas. Desde então, muitos estudos empíricos têm tentado explicar quando e porquê empresas já estabelecidas têm sucesso no processo de inovação e quando e porquê essas mesmas empresas falham. Pavitt (1999) afirma, ainda, que o conhecimento tecnológico tem duas propriedades relacionadas entre si: é principalmente específico na aplicação e, também, é cumulativo no desenvolvimento. Também comenta que, apesar dos avanços alcançados neste campo de estudo, muito ainda resta por ser feito. Uma breve revisão destes estudos, que examinaram empresas em economias de industrialização recente, ou em desenvolvimento, é apresentada na Seção 2.1.

#### **2.1 LITERATURA DE EMPRESAS EM INDUSTRIALIZAÇÃO**

Desde os anos 50, estudos têm examinado as implicações da inovação e do desenvolvimento sobre a performance das empresas. Muitos deles entendem que a maneira de acumulação de competências é responsável pelas diferenças em empresas do mesmo segmento, em termos de capacidade inovadora e aprimoramento da performance (Figueiredo, 2001a). Esta abordagem, comumente chamada de “perspectiva baseada em recursos”, enfatiza as competências específicas da empresa como fundamentais para determinar a performance da mesma (por exemplo: Rumelt, 1974; Penrose, 1959; Wernerfelt, 1984). Nesta linha, Penrose (1959) realizou estudo pioneiro no sentido de introduzir explicações sobre diferenças entre empresas do mesmo setor industrial, em termo de performance técnico-econômica.

Hollander (1965) examinou uma empresa de fibras têxteis - a Du Pont - nos Estados Unidos, que estava se iniciando em um segmento com base em tecnologia importada, em situação similar à enfrentada por empresas instaladas em países de industrialização recente. Seu estudo apontou a importância de se explorar mudanças na organização industrial das empresas, como forma de compreender as diferenças de aprimoramentos de indicadores operacionais entre fábricas.

Teece (1990) cita que Rumelt foi, provavelmente, o primeiro autor a aplicar conscientemente a perspectiva de recursos no campo da estratégia (Teece et al., 1990), cujo estudo examinou a relação entre o tipo de estratégia, a estrutura abordada e a performance da empresa. Rumelt (1974) aponta, também, que as diferenças entre empresas do mesmo setor estariam associadas a diferentes competências desenvolvidas internamente por estas empresas, pois seus recursos não podem ser completamente imitados.

A partir do início dos anos 1970, estudos sobre tecnologia, em empresas de países em industrialização, adotaram uma perspectiva dinâmica que propôs uma nova abordagem para a pesquisa sobre tecnologia em empresas de países em desenvolvimento. Esta nova abordagem enfocava as mudanças na tecnologia ao longo do tempo e o modo como as empresas conseguiam promover essas mudanças (Stewart e James apud Figueiredo, 2001a). Essa perspectiva dinâmica influenciou o surgimento de novos estudos sobre a geração de competência tecnológica nas empresas, mais especificamente empresas em economias de industrialização recente.

Na América Latina, Dutrénit (2000) e Figueiredo (2001a) citam dois grandes projetos como base da evolução dos estudos de capacitação tecnológica na literatura de empresas em industrialização. O primeiro, dirigido por Jorge Katz, pertencia ao programa de pesquisa em ciência e tecnologia do IDB (*Inter-American Development Bank*) / ECLA (*UN Economic Commission for Latin America*). Este programa incluiu um estudo comparativo, no nível da firma, de usinas metalúrgicas em seis países da América Latina. O outro, foi o projeto de pesquisa em Aquisição de Competência Tecnológica, financiado pelo Banco Mundial e dirigido por Carl Dahlman e Larry Westphal. Este projeto contou com uma série de estudos, no nível da firma, em países como Índia, Coreia do Sul, Brasil e México. O foco destes estudos estava em demonstrar que as empresas adquiriram e acumularam competências tecnológicas, sendo capazes de assimilar tecnologia transferida

de países desenvolvidos, promover melhoramentos a esta tecnologia e, eventualmente, exportar tecnologia, como no caso da Usiminas (Dahlman e Fonseca apud Dutrénit, 2000).

A partir dos anos 80, empresas manufactureiras que atuavam em países de industrialização recente, especialmente na América Latina, enfrentaram pressões em função da abertura de seus mercados (antes protegidos) para a competição externa, o que culminou em uma grande reestruturação industrial. Surgem, a partir daí, estudos baseados nestes novos conceitos, sob a perspectiva da organização da produção (Figueiredo, 2001a). Estes estudos examinaram conceitos como JIT (*Just In Time*) e TQC/M (*Total Quality Control and Management*). Outros estudos exploraram a adoção dos princípios JIT e TQC/M juntamente com técnicas de MRP (*Materials Requirements Planning*) e o emprego de tecnologias de CAD (*Computer Aided Design*) e CAM (*Computer Aided Manufacturing*). No nível gerencial estes estudos exploravam sistemas descentralizados de comando, redução de níveis hierárquicos e ampliação da responsabilidade, bem como mudanças relativas ao sistema de remuneração, sistemas de avaliação, motivação e controle dos operadores. No nível organizacional, examinavam técnicas de reprogramação rápida de equipamentos, análise e rastreamento de falhas, processos estatísticos de controle, manufatura celular, CCQ (Círculos de Controle da Qualidade), etc. Contudo, tais estudos deixaram de abordar o processo de implementação destes princípios e técnicas ao longo do tempo e situaram-se em um ponto (Figueiredo, 2001a).

A literatura de empresas em industrialização passou, a partir do início dos anos 90, a examinar, mais atentamente, as dimensões organizacionais e gerenciais das competências tecnológicas, bem como os mecanismos de aprendizagem e as implicações para a performance (Figueiredo, 2001a). No Brasil, Piccinini investigou a associação entre competência tecnológica e performance energética em duas empresas de aço. Seu estudo concluiu que teve melhor performance energética a empresa que acumulou competência tecnológica fazendo uso de fluxos interativos de conhecimento (Piccinini apud Figueiredo, 2001a). Em um estudo realizado na Jamaica em uma indústria de manufatura de eletrodos de solda, Girvan (2002) observa que, após ter dominado o processo de produção que originalmente adquiriu de seus fornecedores estrangeiros, a empresa aumentou sua performance em termos de lucratividade e competitividade, através de uma estratégia consciente de assimilação do conhecimento do processo produtivo, da adaptação dos equipamentos de produção e da reformulação das especificações dos eletrodos. Figueiredo



(2001a), contudo, lembra que estes estudos não reconstruíram a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, bem como não exploraram os processos de conversão do conhecimento.

Em Tremblay (1998a) foi desenvolvida uma análise comparativa das dimensões organizacionais em fábricas de papel e celulose, no Canadá e na Índia. Este estudo, apesar de não ter reconstruído a trajetória de acumulação de competência tecnológica daquelas empresas, contribuiu para superar definitivamente as perspectivas que definiam competência tecnológica nas empresas de modo restrito, incorporada em indivíduos apenas, negligenciando a competência tecnológica acumulada nos sistemas organizacionais (Figueiredo, 2001a).

Outros estudos, nos anos 1990, também consideraram a perspectiva abrangente da acumulação de competências tecnológicas (Kim, 1995, 1997; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2001a). Kim (1995, 1997), por exemplo, examinou as trajetórias de acumulação de competências tecnológicas e os processo de conversão da aprendizagem individual em aprendizagem organizacional, relatando experiências bem sucedidas na indústria automobilística (Hyundai Motor) e eletrônica (Samsung Electronics). Kim (2000) argumenta, ainda, que um sistema nacional de inovação, na Coreia do Sul, funcionou de forma eficiente para promover a acumulação de competências tecnológicas nas empresas, aparentemente atribuindo maior relevância às condições externas de aprendizagem em detrimento aos processos intrafirma, antes estudados em Kim (1995, 1997).

Estudando uma indústria de vidro no México, Dutrénit (2000) reconstruiu a trajetória de acumulação de competências tecnológicas e analisou de forma profunda e detalhada os processos de aprendizagem intrafirma. Apesar das limitações do estudo de caso individual para uma generalização mais abrangente, apontadas pela autora, Dutrénit (2000) reconhece que os processos de aprendizagem intrafirma tiveram papel crucial na acumulação de competências tecnológicas.

Diferentemente de Kim (1995, 1997) e Dutrénit (2000), cujos trabalhos foram baseados em estudos de caso individual, Figueiredo (2001a) desenvolveu um estudo de caso comparativo em duas empresas de aço no Brasil. Seu trabalho examinou como e porquê empresas em industrialização se diferenciavam na maneira e na velocidade com que

acumularam competências ao longo do tempo. Ao reconstruir a trajetória de acumulação de competências destas empresas e analisar sua relação com as características chave dos processos subjacentes de aprendizagem, Figueiredo (2001a) encontrou uma forte associação entre estas variáveis. Sugere, também, que a taxa de acumulação de competências tecnológicas pode ser acelerada, se houver, por parte da empresa, esforços efetivos e deliberados para os processos de aquisição e conversão de conhecimento, e que tais esforços comumente geram benefícios financeiros para a empresa. Apesar das diferenças entre os estudos, as evidências encontradas em Figueiredo (2001a) parecem estar mais alinhadas com os argumentos de Dutrénit (2000) de que os processos de aprendizagem intrafirma são os grandes responsáveis pela trajetória de acumulação de competências tecnológicas, o que contradiz o argumento de Kim (2000) quanto à necessidade de um sistema nacional de inovação.

Em um estudo mais recente, Ariffin e Figueiredo (2002) examinaram as trajetórias de acumulação de competências em 29 empresas, tendo como foco o desenvolvimento de competências e inovação na indústria eletrônica instalada em Manaus-AM. O trabalho examinou os tipos e níveis de competência acumulada pelas empresas ao longo do tempo, as implicações da competência para atividades inovadoras e os mecanismos de aprendizagem (intrafirma e entre firmas) que contribuíram para a acumulação destas competências. Além de encontrar uma grande diversificação de tipos e níveis de competências tecnológicas entre as empresas estudadas, Ariffin e Figueiredo (2002) argumentam que os mecanismos de aprendizagem tiveram papel importante na acumulação e manutenção dos diversos tipos e níveis de competências tecnológicas das empresas. Outra constatação foi que a iniciativa da liderança influenciou de forma significativa os “processos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências tecnológicas inovadoras”, sendo responsável, em alguns casos, pela introdução de “audaciosos processos de aprendizagem de sucesso” (Ariffin e Figueiredo, 2002, p. 53).

À exceção de Figueiredo (2001a), ainda existem poucos estudos sobre o relacionamento entre acumulação de competência tecnológica e performance, no nível da firma, publicados no contexto de economias emergentes. Adicionalmente, existe no Brasil escassez de estudos que tratam do relacionamento entre estas variáveis em empresas do setor de produtos eletrônicos de consumo. Por isso, esta dissertação faz uso de estrutura analítica existente na literatura recente para examinar o relacionamento entre acumulação

de competências tecnológicas e implicações para a performance operacional, podendo, assim, contribuir para confirmar a aplicabilidade dessas estruturas para a indústria de eletrônicos de consumo.

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTRUTURAS ANALÍTICAS**

Este capítulo apresenta a estrutura analítica à luz da qual serão examinadas as evidências relativas a trajetória de acumulação de competências tecnológicas na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus e suas implicações para o aprimoramento da performance operacional. A Seção 3.1 trata do conceito competência tecnológica. A Seção 3.2 aborda a associação entre a acumulação de competências tecnológicas e o aprimoramento da performance operacional.

#### **3.1 DEFINIÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS**

Conforme dito anteriormente, nesta dissertação, competência tecnológica é definida como os recursos necessários para gerar e gerenciar aprimoramentos em processos e organização da produção, produtos, equipamentos e engenharia de projetos de investimentos (Bell e Pavitt, 1993), recursos estes que a empresa possui e que também são chamados de bens cognitivos ou ativos cognitivos. Estes recursos estão acumulados e incorporados em indivíduos na forma de experiência, habilidades, conhecimento tácito de técnicos, engenheiros, gerentes e pessoal de nível operacional. Também estão envolvidos e impregnados nos sistemas organizacionais como um todo, nos procedimentos operacionais da empresa, nos manuais de instrução, nos manuais corporativos, na forma de fazer as coisas da empresa, nos planos, na organização estrutural da empresa, nas formas como ela interage formalmente e informalmente, ou seja, em tudo que constitui o aparato gerencial organizacional (Bell e Pavitt, 1993; Figueiredo, 2001a). Este conceito ampliado de capacitação tecnológica encontrou, mais tarde, aplicações em Ariffin e Bell (1999) na indústria eletrônica na Malásia, e em Figueiredo (2001a) no seu estudo sobre a indústria do aço no Brasil.

### **3.1.1 ESTRUTURA PARA DESCRIÇÃO DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS**

Esta seção apresenta a estrutura descritiva (Tabela 3.1) à luz da qual acumulação de competência tecnológica é examinada. Esta tabela é usada nesta dissertação para medir a competência tecnológica da Gradiente Eletrônica S/A. A competência tecnológica é medida através das atividades que a empresa é capaz de fazer, de maneira independente, em diferentes pontos no tempo. As atividades, nas células da matriz, são condição necessária e suficiente para expressar o nível de competência tecnológica da empresa em certo ponto no tempo, e devem ser substantiadas por evidências empíricas. No entanto, quando evidências empíricas sugerem, que a empresa é capaz de fazer apenas uma parte das atividades relativas ao nível de competência, tem-se uma acumulação tecnológica incompleta.<sup>1</sup>

A Tabela 3.1 está dividida em sete níveis de competência, a saber: (1) básico, (2) renovado, (3) extra - básico, (4) pré - intermediário, (5) intermediário, (6) intermediário superior e (7) avançado, estando estes níveis separados em dois grupos de atividades. No primeiro grupo, estão as atividades de rotina, níveis 1 e 2 para a função tecnológica produtos e, níveis 1 a 3, para a função processos e organização da produção. No segundo grupo, estão as atividades inovadoras, níveis 3 a 7 para produtos e, níveis 4 a 7, para processos e organização da produção. Ariffin (2001) e Figueiredo (2001a) entendem por atividades de rotina aquelas usam a tecnologia existente e, por atividades inovadoras, as atividades relacionadas à geração e gestão da mudança tecnológica em processos e organização da produção, produtos, equipamentos e engenharia de projetos e investimentos.

Nas Seções 3.1.1.1 e 3.1.1.2 são detalhadas estas atividades, relacionadas com o segmento de eletrônicos de consumo áudio e vídeo, necessárias para descrever competências tecnológicas em produtos e processos e organização da produção, respectivamente.

---

<sup>1</sup> Esta dissertação reconhece que há outras maneiras de medir o nível de capacitação tecnológica de uma empresa, por exemplo, o volume de gastos em pesquisa e desenvolvimento (P & D), o número de patentes ou o nível de qualificação formal de indivíduos. Porém, esses indicadores possuem pelo menos duas grandes limitações. De um lado não captam o contexto organizacional onde a competência tecnológica é desenvolvida. De outro, tais indicadores convencionais negligenciam as características de empresas que operam em economias emergentes (ver Figueiredo, 2001a).

**Tabela 3.1 - Competências tecnológicas em empresas em industrialização do segmento Eletrônico de Áudio e Vídeo: estrutura descritiva**

Níveis de Competência Tecnológica	Produtos	Processo e Organização da Produção
<b>ROTINA</b>		
(1) Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replicação de produtos seguindo especificações existentes</li> <li>Teste de funcionamento do produto / Medições elétricas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordenação de rotina na planta e PCP</li> <li>Montagem de produtos SKD (PCB montada, soldada e testada no fornecedor)</li> <li>Teste de funcionamento do produto</li> </ul>
(2) Renovado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replicação eficiente de produtos com substituição de componentes.</li> <li>Pequenas adaptações de projeto atendendo produção ou marketing</li> <li>ISO 9002, CQ de rotina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabilidade do processo produtivo e balanceamento de linhas</li> <li>Montagem de produtos CKD (partes desagregadas ao nível de componentes)</li> <li>Burn-in e teste estatístico de produtos (simulação de situações adversas)</li> </ul>
<b>INOVADORAS</b>		
(3) Extra Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptação de especificações existentes a partir de especificações dadas.</li> <li>Projeto elétrico, mecânico e cosmético (aparência) de produtos</li> <li>Uso de CAD 2D</li> <li>Desenvolvimento de software para micro controlador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engenharia Industrial (ou, de Processo) para implantação de processos, Lay-Outs e eliminação de gargalos</li> <li>MRP</li> <li>Soldagem por onda e CEP</li> <li>Inserção automática de componentes convencionais e SMD</li> <li>In Circuit Test de PCBs</li> <li>Certificação ISO 9002</li> </ul>
(4) Pré Intermediário	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criação de especificações próprias.</li> <li>Uso de CAD 3D</li> <li>Engenharia reversa de produtos</li> <li>Desenvolvimento de software p/ DSP usando subrotinas prontas</li> <li>Certificação ISO 9001, teste de confiabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reorganização de departamentos e processos organizacionais</li> <li>Aprimoramentos de lay-out, fluxo de materiais e processos, alongamento sistemático da produtividade, automação de linhas e otimização de programas de inserção de componentes</li> <li>Ferramentas da qualidade: PDCA, 5W, Pareto, Histograma, Causa e Efeito.</li> </ul>
(5) Intermediário	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criação e aprimoramento contínuo de especificações próprias, Engenharia Simultânea</li> <li>Desenho de produtos visando a montagem (DFMA), CAE, FMEA</li> <li>Desenvolvimento de subrotinas para DSP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reengenharia organizacional</li> <li>Integração de sistemas organizacionais com sistemas corporativos</li> <li>Automação de testes</li> <li>Inserção de componentes SMD / BGA</li> <li>Kaizen: CCQs, Controle de Qualidade Total, ISO 14001, FMEA</li> </ul>
(6) Intermediário Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>QFD, ISO 14001</li> <li>Desenvolvimento de produtos complexos e alto valor agregado</li> <li>Projeto visando a testabilidade e produtos "sem" ajustes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inovação organizacional radical</li> <li>QFD, integração de Vendas e Produção</li> <li>Produção flexível: número de modelos e quantidade produzida</li> </ul>
(7) Avançado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicações inéditas (Hardware e Software) baseadas em engenharia e P&amp;D</li> <li>Desenvolvimento de novos produtos em classe mundial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de novos processos baseados em engenharia e P&amp;D</li> </ul>

Fonte: Adaptada de Lall (1992), Bell & Pavitt (1995), Ariffin (2001) e Figueiredo (2001a)

Notas: PCP – Planejamento e Controle da Produção; (C)CQ – (Circulo de) Controle de Qualidade  
 CKD – Completed knocked Down; SKD – Semi Knocked Down; PCB – Printed Circuit Board  
 DSP – Digital Signal Processor; SMD – Surface Mount Device; BGA – Ball Grid Array  
 CEP – Controle Estatístico do Processo; QFD – Quality Function Deployment  
 FMEA – Failure Mode and Effect Analysis; DFMA – Design for Manufacture and Assembly  
 CAD – Computer Aided Design; 2D – Bi Dimensional; 3D – Tri Dimensional.  
 CAE – Computer Aided Engineering

### 3.1.1.1 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PRODUTOS

Esta função tecnológica está relacionada à capacidade da Gradiente em desenvolver novos produtos eletrônicos de consumo, através do seu departamento de Engenharia de Produtos. Este processo de desenvolvimento inicia com a aprovação formal da direção da empresa para início do projeto e termina com a liberação do produto para produção em massa. Fazem parte desta função as seguintes competências:

- **Nível (1)** - Capacidade para reproduzir produtos desenvolvidos por terceiros, usando, para tanto, informações recebidas do fornecedor de tecnologia relativas ao projeto, tais como especificações de teste e ajuste de um aparelho de áudio ou vídeo. São necessários apenas conhecimentos para interpretar informações técnicas que posteriormente serão reproduzidas para a fábrica. Os testes de qualidade fazem medições elétricas do que foi especificado pelo fornecedor e, geralmente, se concentram em testes funcionais, ou seja, simulação de uso do produto pelo cliente.
- **Nível (2)** - Neste nível, a empresa é capaz de replicar produtos de forma eficiente, ou seja, à base de padrões internacionais. Fazer, também, a nacionalização de componentes ou, o uso de componentes opcionais (equivalentes), sem contudo mudar as características básicas de funcionamento dos produtos. Também é neste nível que a empresa é capaz de criar normas e padrões para a replicação de produtos de produtos, tal como na norma ISO 9002. A empresa tem capacidade, ainda, para executar alterações para atender produção ou marketing como, por exemplo, mudanças estéticas (cores e logotipos), comprimento de fios para facilitar a montagem, etc.
- **Nível (3)** - A partir deste nível a empresa demonstra capacidade para alterar especificações de produtos com tecnologia adquirida de terceiros, por exemplo, nível de distorção sinal ruído, potência de saída de amplificadores ou funções mais específicas tais como PIP (Picture In Picture de TVs). A empresa é, também, capaz de projetar circuitos eletrônicos, peças mecânicas diversas (inclusive usando programas de CAD bi dimensional) ou mesmo redesenhar a aparência externa dos produtos a partir de especificações dadas. Além disso, a empresa é também capaz de escrever rotinas para micro controladores, que são os responsáveis por controlar funções primárias dos produtos: liga / desliga, aumenta / diminui volume, mudança de canal, etc.

- **Nível (4)** - Além de adaptar especificações existentes, neste nível a empresa é capaz de criar, suas próprias especificações. A empresa é também capaz de praticar engenharia reversa, ou seja, análise e interpretação de funcionamento de produtos de outras marcas que, além de conhecimentos técnicos específicos necessita de raciocínio analítico de técnicos e engenheiros. Tem também capacidade de desenvolver *software* para processadores tipo DSP (*Digital Signal Processor* ou Processador Digital de Sinais), para executar tarefas tais como equalização digital, sintonia automática, etc., fazendo uso de subrotinas já fornecidas por desenvolvedores de aplicações. É também neste nível que a empresa é capaz de obter a certificação pela norma ISO 9001, além de implantar laboratório para teste de confiabilidade de produtos e estações de CAD tri dimensional para projeto mecânico.
- **Nível (5)** - Neste nível a empresa consegue criar e aperfeiçoar continuamente suas próprias especificações, fazendo uso de ferramentas CAE (*Computer Aided Engineering*) e técnicas de predição de problemas de desenvolvimento, tal como o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Faz também uso extensivo de técnicas de projeto visando a fabricação e a montagem, por exemplo DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*), e desenvolve subrotinas para processadores DSP (*Digital Signal Processor*), por exemplo para identificação de comandos ativados pela voz.
- **Nível (6)** - Aqui a empresa é capaz de utilizar técnicas de desenvolvimento tal como o QFD (*Quality Function Deployment* - Desdobramento da Função Qualidade), ou seja, técnicas de desenvolvimento que priorizam os desejos e necessidades do consumidor, quer sejam eles explícitos ou não, traduzam estas necessidades em características e especificações técnicas e, por fim, produzam e distribuam produtos focando a satisfação do cliente. Tal técnica exige grande interação entre vários (quando não todos) departamentos durante o processo de desenvolvimento de produtos. A empresa é capaz, também, de desenvolver produtos com alto valor agregado, por exemplo produtos que ainda não são considerados como *commodities*, bem como produtos que, praticamente, não precisam ser testados ou ajustados durante o processo de produção.
- **Nível (7)** - Finalmente, no último nível, a empresa é capaz de desenvolver aplicações totalmente inéditas, com tecnologia baseada em engenharia e P&D, e transforma-las em produtos de classe mundial.



### 3.1.1.2 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Esta função tecnológica está relacionada à capacidade da Gradiente em desenvolver e aprimorar processos de fabricação de produtos eletrônicos de consumo, bem como novas formas de se organizar e controlar a produção, buscando melhor desempenho da(s) unidade(s) industrial(ais) da Gradiente. Fazem parte desta função as seguintes competências:

- **Nível (1)** - Neste nível a empresa realiza apenas tarefas simples, relacionadas ao dia a dia da fábrica, tais como disciplina, controle da mão de obra e PCP (Planejamento e Controle da Produção). As competências se limitam à montagem de produtos SKD (*Semi Knocked Down*) ou, apenas, montagem final do produto, como acontece quando as PCIs (Placas de Circuito Impresso) são fornecidas já montadas e testadas. Além disso, não desenvolve processos de montagem, pois, usa os processos desenvolvidos pelo detentor da tecnologia. Executa também testes básicos de funcionamento do produto para fins de Controle de Qualidade.
- **Nível (2)** – Neste nível, a empresa é capaz de nivelar o seu fluxo do processo produtivo através de um melhor balanceamento de tempo entre postos de montagem. As competências envolvem, também, a capacidade de montagem de produtos CKD (*Completed Knocked Down*), ou produtos totalmente desagregados ao nível de componentes. A empresa é capaz, também, de fazer o *burn-in* de produtos e testes estatísticos de controle de qualidade, simulando condições adversas para evitar que problemas não detectáveis apenas no teste de funcionamento passem para o campo.
- **Nível (3)** - Neste nível a empresa tem manufatura à base de padrões internacionais. Ela mantém um departamento de Engenharia Industrial (ou de Processos) para implantar processos, fluxos de material e produção (*lay-out*), bem como estudar e eliminar gargalos de produção. A empresa faz também uso de sistemas computacionais (MRP - *Material Requirements System*) para controle de médio e longo prazo de estoque e ordens de compra de material produtivo. É neste nível, também, que a empresa adquire capacidade para usar processos de soldagem por onda e para controlá-lo via cartas de CEP (Controle Estatístico do Processo). Faz também teste *In-Circuit* de PCIs (Placas de Circuito Impresso), inserção automática de componentes convencionais e SMD (*Surface Mounted Device*). Mantém, ainda, sistema da qualidade compatível com as normas ISO 9002.

- **Nível (4)** - Neste nível, a empresa é capaz de reorganizar departamentos e processos internos para se adequar a novas demandas (ex.: aumento de produção), desenvolver e aprimorar processos para alongar a capacidade produtiva. É capaz, também, de otimizar programa das máquinas de inserção de componentes (convencionais e SMD) e, faz uso de Ferramentas da Qualidade para análise e solução de problemas (ex.: PDCA, 5W, Pareto, Histograma, Causa e Efeito).
- **Nível (5)** - A empresa é capaz de mudar sua organização para novos modelos de gerenciamento, tal como implantação de unidades de negócios, usar sistemas computacionais para integrar sistemas organizacionais com sistemas corporativos, desenvolver sistemas de teste e ajustes automáticos e manter programas de melhoria contínua (Kaizen, CCQs, Controle de Qualidade Total, ISO 14001, FMEA).
- **Nível (6)** - Além da capacidade de mudar a organização, própria do nível (5), aqui a empresa é capaz de criar novas e inéditas formas de instituir e gerenciar a unidade industrial. Participa ativamente de programas como QFD (vide competências de produto), bem como faz a integração dos departamentos de vendas e produção, que deve ser flexível o suficiente para atender às flutuações de demanda.
- **Nível (7)** - Finalmente, no último nível, a empresa é capaz de desenvolver novos processos baseados em engenharia e P&D

### **3.2 COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E IMPLICAÇÕES PARA A PERFORMANCE OPERACIONAL**

Implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento da performance operacional das empresas têm sido examinadas em vários estudos nos últimos anos. Em caráter conceitual, Dosi (1988) aprofundou o entendimento sobre o relacionamento entre essas duas variáveis, afirmando que as empresas podem ser consideradas *melhores* ou *piores*, em termos de performance, em função de sua distância da fronteira tecnológica. Dosi (1988) afirma, ainda, que o processo de evolução tecnológica é cumulativo em cada empresa e que a capacidade de aprimorar sua performance é influenciada pelo modo como a empresa acumula suas próprias competências.

A acumulação de competências tecnológicas é considerada fator crítico para a performance competitiva de empresas, principalmente para as que atuam em economias em industrialização (Figueiredo, 2001a; Tremblay, 1998a). Tremblay (1998a) afirma ainda que grande parte da literatura tem enfatizado a importância do relacionamento entre estas variáveis mas, apesar disso, poucos autores têm sistematicamente analisado a influência da competência tecnológica no aprimoramento da performance operacional (Tremblay, 1998a; Figueiredo, 2001a), até porque torna-se difícil conseguir dados de produtividade ao longo do tempo. Estudando empresas de papel e celulose na Índia e no Canadá, Tremblay (1998a) encontrou uma forte relação entre a competência tecnológica incorporada nos sistemas organizacionais e o aumento da produtividade. O mérito deste estudo está na constatação de que competência tecnológica, quando definida de maneira estreita (incorporada em indivíduos), não apresentou correlação positiva em relação ao crescimento da produtividade nas empresas examinadas. Ao contrário, o estudo encontrou uma associação considerável entre crescimento da produtividade e acumulação de competências tecnológicas quando incorporadas em sistemas organizacionais. Em duas empresas do aço, examinadas por Figueiredo (2001b), o aprimoramento da performance foi associado ao modo como as empresas acumularam e sustentaram competências tecnológicas ao longo do tempo.

Outros estudos sugerem que diferentes intensidades de esforços inovadores domésticos estão associados a diferentes padrões de performance. Por exemplo, a ausência de acumulação de competências tecnológicas inovadoras, identificadas por Mlawia apud Figueiredo (2001a), em seu estudo em fábricas da indústria têxtil na Tanzânia, foi associada à tendência de queda em indicadores de performance. Esforços domésticos não contínuos em uma fábrica de fibras têxteis na Argentina (Bell et al. apud Figueiredo, 2001a) foram associados a um aumento intermediário de performance (Katz et al. apud Figueiredo, 2001a)

No que diz respeito a novos produtos, Tidd (2000) afirma que empresas de sucesso constante no desenvolvimento destes são geralmente premiadas por maiores margens de lucro, aumento de *market share* e um melhor desempenho financeiro. Entretanto, Tidd (2000) também chama a atenção para o fato de que, muitas vezes, programas de desenvolvimento de novos produtos são importunados por altas taxas de falha e resultados desapontadores, pois, além dos riscos técnicos, enfrenta-se também riscos comerciais.

À luz desses conceitos, esta dissertação examina as implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de indicadores de performance operacional, assumindo que este modelo pode ser aplicado à indústria de produtos eletrônicos de consumo. Este relacionamento constitui, conforme mostrado na Figura 3.1, a estrutura analítica básica deste estudo.

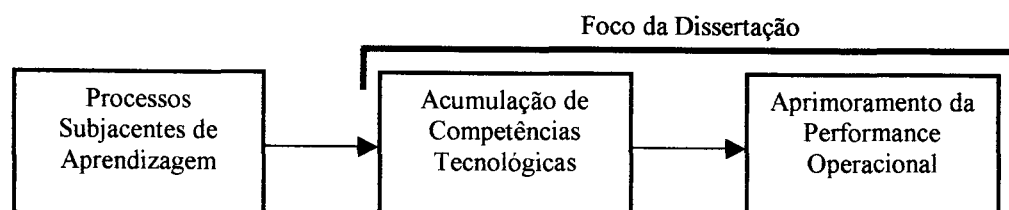


Figura 3.1 - Estrutura analítica da dissertação

Fonte: Adaptada de Figueiredo (2001b, p. 78)

As implicações dos processos subjacentes de aprendizagem para a acumulação de competências tecnológicas estão fora do escopo desta dissertação. Esta dissertação reconhece que, além da acumulação de competências tecnológicas, outros fatores externos ao ambiente da firma influenciam o aprimoramento da performance operacional (Figueiredo, 2001a), por exemplo, políticas governamentais macroeconômicas, industriais e tecnológicas, interação com universidades, institutos de pesquisa, organizações não governamentais, condições de mercado, infra estrutura, entidades de representação de segmentos da sociedade, etc. A performance operacional também pode, ainda, ser influenciada pelos elementos de um sistema de inovação nacional, regional e setorial, por meio da interação entre seus diversos agentes (Cassiolato et al., 2002). Além desses fatores, o aumento de conscientização da população aliado a uma regulamentação ambiental mais restrita, tem direcionado esforços para o aumento de capacitação e desenvolvimento de inovações (Bartzokas e Yarime, 1997). A performance operacional também pode ser influenciada por fatores internos, tais como os valores da empresa, sua cultura, valores e recursos, a liderança (Leonard-Barton, 1998), a estratégia corporativa e fatores organizacionais e gerenciais (Tremblay, 1998a). Tais fatores, contudo, não fazem parte do escopo desta dissertação.

## **CAPÍTULO 4**

### **GRADIENTE ELETRÔNICA S/A: PRINCIPAIS MARCOS HISTÓRICOS**

O objetivo deste capítulo é fornecer uma visão geral da Gradiente Eletrônica S/A, uma empresa de capital 100% nacional que atua no setor de produtos eletrônicos de consumo e que é o objeto de estudo desta dissertação. Para tal, serão relatados os fatos que são considerados como marcos de sua história, desde sua fundação na década de 60 até o final do ano 2000.

Este capítulo está dividido em quatro seções. A Seção 4.1 relata a formação e os primeiros anos da empresa, na década de 60. A Seção 4.2 descreve as mudanças que ocorreram na Gradiente na década de 70, após a Staub S/A ter assumido seu controle acionário. A aquisição das empresas Polyvox e Garrard e criação da GRATEC (Centro de Desenvolvimento de Produtos) na década de 80 são tratadas na Seção 4.3. A Seção 4.4 relata a aquisição da Telefunken no Brasil e as dificuldades enfrentadas pela empresa na década de 90. Durante sua existência, a Gradiente mudou sua razão social algumas vezes mas esta dissertação adota o nome Gradiente Eletrônica S/A (ou simplesmente Gradiente), por ser esta a atual razão social da empresa (dezembro de 2000).

#### **4.1 A FORMAÇÃO DA GRADIENTE**

Esta seção relata os fatos históricos relevantes da formação da Gradiente, desde sua fundação em 5 de outubro de 1964 por quatro estudantes de engenharia, na cidade de São Paulo, até o final dos anos 1960.

A Gradiente iniciou suas operações como uma empresa de “fundo de quintal”. Já no ano seguinte, quando a maioria dos produtos eletrônicos ainda usavam válvulas, a empresa lançou o primeiro amplificador estéreo transistorizado do Brasil. Este produto foi

desenvolvido pelos sócios da Gradiente. Outra novidade é que eles projetaram o amplificador com transistores de silício, quando (década de 1960), a maioria destes componentes ainda era de germânio.

Os primeiros produtos da Gradiente foram vendidos em canais de distribuição especializados pois, na década de 1960, haviam poucas lojas especializadas em áudio. Mais adiante, como não possuíam muita verba de propaganda, começaram a utilizar as feiras de Utilidades Domésticas (UD), promovidas no Pavilhão do Ibirapuera, para promover seus produtos para lojas e um público mais restrito.

Na década de 1960, de acordo com o presidente da Gradiente, os ministros Roberto Campos e Octávio Gouveia Bulhões abriram as importações para bens de consumo. Durante aproximadamente uma década, até a crise do petróleo, Sansuy, Akay, Teac e Kenwood eram as grandes marcas de som no Brasil. Entretanto, a empresa tinha produtos considerados competitivos para a época e, desde o início, se preocupou com a aparência (desenho estético) dos mesmos. Os produtos projetados e produzidos pela Gradiente tinham um desenho cosmético (aparência) atraente e representavam um avanço tecnológico em relação ao que existia no mercado. A Gradiente enfrentou problemas com a importação de componentes, foi quando a empresa Staub S.A. ajudou-a com sua experiência nesta área. Os componentes eram vendidos para a Gradiente a preço de custo.<sup>1</sup>

A empresa iniciou suas atividades com um produto - o amplificador - e, posteriormente, vieram as caixas acústica e aparelhos Toca Discos. Os Toca Discos, contudo, eram importados da Garrard (empresa inglesa), que era representada no Brasil pela Staub S/A. A Gradiente ficou a partir daquele momento com a distribuição dos modelos destinados ao mercado de áudio. Outro fato daquela época (década de 1960) foi a introdução do conceito de som modular (como era conhecido), que foi introduzido no país através das grandes importadoras.

Nesse clima hostil, de acordo com seu presidente, a Gradiente cresceu e prosperou, chegando em 1970 a uma empresa com setenta funcionários que tinha, porém, grandes problemas organizacionais no que diz respeito a produção, contabilidade, etc. Para o

---

<sup>1</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986), p. 41 - 45.

presidente da Gradiente, a empresa internamente era “descontrolada” e a fábrica “complicada”.<sup>2</sup>

## 4.2 DÉCADA DE 70 - A STAUB S/A ASSUME A GRADIENTE

Esta seção apresenta os fatos relevantes da história da empresa nos anos 1970, quando, no início da citada década, a Staub S/A assumiu o controle acionário da Gradiente. Por volta de 1974, ainda, a Gradiente adquiriu a empresa Control S/A e iniciou suas operações na ZFM (Zona Franca de Manaus), no estado do Amazonas.

A Staub S.A. era uma empresa que trabalhava no ramo de importação, exportação, comércio e indústria. Ela fabricava componentes eletro-eletrônicos como, por exemplo sintonizador de canais para TVs. Ao final dos anos 1960, segundo o atual presidente da Gradiente, a Staub S/A tinha excesso de caixa e uma relação de amizade com os diretores da Gradiente. A Staub S.A. contratou, então, uma empresa de consultoria que se dedicava a incorporação de empresas, com intuito de negociar uma fusão. A Staub S/A tinha cerca de 600 funcionários e um patrimônio líquido aproximadamente quatro vezes maior que o da Gradiente.

Em 1970, após uma auditoria externa, o negócio foi fechado com base no patrimônio líquido das empresas. O controle da Gradiente passou para a Staub S/A, passando a chamar-se IGB – Indústrias Gradiente Brasileiras. Seu presidente lembra que houve a partir deste momento um crescimento explosivo da nova empresa. Vale ainda ressaltar que as grandes empresas de áudio à época eram a Philips e a Telefunken. A Zona Franca de Manaus já existia e algumas empresas se instalaram na cidade.

Com a nova empresa já constituída, iniciou-se na IGB um ciclo de inovações. Primeiramente, buscou-se nas lojas produtos japoneses importados para que pudessem abri-lo para comparações. Concluíram, inicialmente, que não seria possível concorrer com aqueles produtos, o que foi desmentido mais tarde pelo resultado de um longo trabalho de assimilação de tecnologia, pois os produtos importados eram *ferramentados* (possuíam

---

<sup>2</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986).

peças plásticas injetadas ou metálicas estampadas) e exigiam investimentos diferenciados.<sup>3</sup>

Para concorrer nesse mercado, a Gradiente decidiu lançar, a cada ano, novos produtos de forma a complementar sua linha de áudio e, em 1972, abriu a empresa na Amazônia, na Zona Franca de Manaus. Seu presidente lembra que não havia, nesta época, mão de obra especializada na região, mas ela contava com incentivos fiscais. Segundo a SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus):

“A Zona Franca de Manaus foi idealizada pelo Deputado Federal Francisco Pereira da Silva e criada pela Lei N.º 3.173 de 06 de junho de 1957, como Porto Livre. Dez anos depois, o Governo Federal, através do decreto-lei N.º 288, de 28 de fevereiro de 1967 ampliou e regulamentou essa legislação, estabelecendo incentivos fiscais por 30 anos para implantação de um pólo industrial, comercial e agropecuário. Instituído, assim, o atual modelo de desenvolvimento, englobando uma área física de 10 mil km<sup>2</sup>, tendo como centro a cidade de Manaus. Visando integrar a Amazônia à economia do país, bem como promover sua ocupação e elevar o nível de segurança para manutenção de sua integridade, o Governo Federal, através do decreto-lei n.º 291 de 28 de fevereiro de 1967, define a Amazônia Ocidental tal como ela é conhecida, abrangendo os Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima. O modelo de desenvolvimento da ZFM está assentado em Incentivos Fiscais e Extra-Fiscais, que propiciaram condições para alavancar um processo de crescimento e desenvolvimento da área incentivada. Em 15 de agosto de 1968, o decreto-lei N.º 356/68 estendeu estes benefícios a toda a Amazônia Ocidental, ou seja, Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima.”<sup>4</sup>

Em 1974, a Gradiente comprou a Control S/A - Indústria e Comércio de Aparelhos Eletrônicos, e criou a divisão IGB Control, responsável pelo desenvolvimento de produtos profissionais (por exemplo: produtos para sonorização do Metrô e tele-comunicações), bem como pelo projeto dos amplificadores, *receivers* e os equalizadores da Gradiente.

Apesar da criação da divisão IGB Control, nem todos os produtos desenvolvidos na década de 1970 possuíam tecnologia da Gradiente. Cada vez mais, a empresa passou a comprar tecnologia desenvolvida por terceiros. Esta divisão foi extinta quando a Gradiente comprou a empresa Polyvox (de origem brasileira), em 1979.

Ao final dos anos 70, a Gradiente já havia desativado sua fábrica em São Paulo. As empresas japonesas participavam agressivamente do mercado com importações, e aos poucos, se instalaram na Zona Franca de Manaus, onde começaram pelo segmento de

<sup>3</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986), p. 37 - 41 e 46 - 48.

<sup>4</sup> Disponível em < <http://www.suframa.gov.br/historico.htm> >, acesso em 10 de outubro de 2001



vídeo. De acordo com o presidente da Gradiente, apesar do *lobby* em contrário, as empresas internacionais receberam os mesmos incentivos que as empresas nacionais.<sup>5</sup>

No que diz respeito a aparelhos de áudio (“som modular”), a Gradiente tinha um *market share* de aproximadamente 75% e a Polyvox, sua concorrente, aproximadamente 25%. A Gradiente vendia, separadamente, um *receiver*, um Toca Discos, caixas acústicas e um gravador cassete. Foi quando a empresa percebeu que, para o consumidor comum, isto era uma transferência de problema, pois ou ele não tinha onde colocar todos os aparelhos ou não sabia exatamente como ligá-los.

A Gradiente resolveu, assim, desenvolver o que seu presidente caracterizou como *enlatado* e que mais adiante chamou de *system*. O *system* era um conjunto de som que era vendido junto com uma pequena estante, denominada *rack*. Tinha, também, um manual simplificado, que mais se parecia com uma cartela, como as encontradas em aviões, que indicavam os procedimentos de emergência. Com este produto a Gradiente dobrou seu tamanho em dois meses. Foi tamanho o seu sucesso que, entre maio e novembro daquele ano, a empresa ficou extremamente capitalizada, a ponto de ter problema de excesso de caixa. Assim, a Gradiente negociou e comprou duas empresas praticamente ao mesmo tempo: a inglesa Garrard e a brasileira Polyvox.<sup>6</sup>

### 4.3 DÉCADA DE 80 - GARRARD, POLYVOX E GRATEC

Nesta seção são relatados os fatos referentes aos anos 1980. Neste início de década, a Gradiente adquiriu outras duas empresas (Polyvox e Garrard) e criou o seu centro de tecnologia (GRATEC) em Osasco-SP, cujo objetivo era desenvolver produtos para a Gradiente. Este centro de tecnologia, como será visto mais adiante, foi extinto em 1988.

Como já foi dito, a Gradiente iniciou a década de 80 incorporando a Garrard e a Polyvox, adquiridas no final de 1979. Entre 1981 e 1982 já no ramo de telecomunicações, ela se tornou o maior fabricante do telefone padrão brasileiro, beneficiando-se de uma política governamental que buscava viabilizar uma empresa brasileira que desenvolvesse e

<sup>5</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986) p. 46 - 51.

fabricasse esses telefones. Estes telefones tinham tecnologia da Polyvox. Ao mesmo tempo, segundo seu presidente, a empresa achava importante manter a tecnologia de Toca Discos que a Garrard detinha e, assim, manteve até 1986 um grupo de pessoas na Inglaterra, no antigo laboratório da Garrard, desenvolvendo produtos para a empresa. Este laboratório era subordinado ao centro de tecnologia da Gradiente em Osasco, conhecido como GRATEC. A GRATEC tinha, ainda, o apoio de um escritório de compras da Gradiente no bairro de Akihabara, Tokyo - Japão, voltado para a eletrônica, onde era mantido um grupo de seis engenheiros, considerado a *janela tecnológica* da Gradiente. Sua tarefa era buscar novos fornecedores e observar o que acontecia.

Este centro de tecnologia iniciou suas operações em 1982 e concentrou toda a engenharia de desenvolvimento da empresa, incluindo os técnicos e engenheiros que foram transferidos da Polyvox. Neste mesmo ano, a Gradiente iniciou o uso da tecnologia digital para sintonizadores de rádio, bem como desenvolveu os primeiros painéis plásticos que imitavam alumínio anodizado.

De sua criação em 1982 até 1987, a GRATEC chegou a ter vários grupos de desenvolvimento, a saber: *design* (aparência), *software*, telefonia, micro computadores (MSX), *video games* (Atari), áudio (*systems*), áudio (modulares *high end*), acústica (alto falantes e caixas acústicas), vídeo e uma equipe de desenvolvimento mecânico para atender todos os produtos. Ao longo desse período (1982-1987), apesar de alguns produtos usarem tecnologia de terceiros, vários projetos foram gerados na GRATEC. Além da linha de áudio, que a todo ano lançava novos produtos, o centro de pesquisa procurou desenvolver produtos inovadores. Por exemplo, intensificou-se o uso de CIs (circuitos integrados), o que diminuiu o número de componentes e o tamanho das PCIs (Placas de Circuito Impresso). Tal mudança no projeto do produto permitiu aumentar o número de funções integradas nos produtos.<sup>7</sup>

Em 1983 foram nacionalizados e produzidos no Brasil, pela Gradiente, o *video game* Atari e um *Cassete Deck*, de tecnologia JVC. No ano seguinte, ela fabricou o primeiro CD *player* no Brasil. A seguir, em novembro de 1985, a empresa lançou no mercado o MSX, um computador pessoal de 8 *bits*. Em 20 dias foram vendidas 20.000 unidades mas a

---

<sup>6</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986), p.50.

empresa só conseguiu entregar 10.000, pois a produção era limitada.<sup>8</sup>

Segundo o presidente da Gradiente, este foi o momento onde assistiu-se à desnacionalização da eletrônica de consumo, com incentivos sendo concedidos a empresas estrangeiras ou para implantação de TV a cores, desordenadamente. Havia três dezenas de indústrias (amadoras) fabricando TVs e apenas duas sobreviveram, mesmo assim através da associação com empresas japonesas.

Em 1988, a GRATEC foi extinta e seu pessoal transferido de Osasco para a sede da empresa em São Paulo. Houve diminuição do corpo técnico e as engenharias foram reorganizadas. A empresa continuou desenvolvendo e nacionalizando tecnologia de produtos e o escritório no Japão continuava atuando.

Em 1989, novamente capitalizada, a Gradiente comprou a Telefunken (empresa de origem alemã), mesmo ano em que lançou o primeiro CD *Changer Player* no Brasil.

#### 4.4 DÉCADA DE 90 - UM PERÍODO DE DIFICULDADES

Esta seção relata os fatos relevantes dos anos 1990. São relatadas, também, as dificuldades enfrentadas pela empresa, as parcerias com outros fabricantes mundiais, a obtenção da ISO 9001, a divisão em unidades de negócio e a criação do Genius Instituto de Pesquisa, ao final da década.

Antes de sua aquisição pela Gradiente, a Telefunken era proprietária de duas fábricas da Steevenson em São Paulo, as quais produziam componentes eletro-eletrônicos, tais como seletor de canais, *Yoke* (bobina defletora dos tubos de imagem - cinescópio), *Fly back* (transformador de saída horizontal para cinescópio), PCIs (Placas de Circuito Impresso) e indutores em geral. Além delas, a Telefunken também possuía uma fábrica em Manaus.

Neste início da década de 90, após incorporar a Telefunken, a Gradiente começou a

---

<sup>7</sup> Entrevista com o Superintendente de engenharia e dois Engenheiros de Produto

<sup>8</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986), p. 63.

produzir a primeira linha de televisores com tela grande no Brasil. As TVs desenvolvidas eram adaptações dos projetos que vinham da Alemanha, adaptações estas de responsabilidade da equipe de engenharia transferida da Telefunken. Já os VCRs (aparelhos de Vídeo Cassete) eram de responsabilidade do grupo originalmente formado pela Gradiente.<sup>9</sup>

Segundo a direção da Gradiente, o início da década de 1990 também foi marcado por dificuldades inerentes à economia brasileira, em função de seguidos planos econômicos que afetaram a empresa. Estes fatos levaram a direção da Gradiente, em meados de 1991, a concluir que uma revisão completa da estratégia e da estrutura de gerenciamento eram necessárias<sup>10</sup>. Consultores especializados em projetos de modernização organizacional, da empresa Andersen Consulting S/C Ltda., foram contratados para este empreendimento.

Entre 1990 e 1993, a Gradiente passou por uma significativa redução no seu quadro de funcionários, saindo de níveis próximos a 9000 para algo em torno de 2400 pessoas. Esta redução atingiu todas as áreas, inclusive o departamento de engenharia de desenvolvimento de produtos. Nesta época, aumentaram os produtos com tecnologia de terceiros para produtos de áudio. Surgiram também os primeiros kits de áudio, que eram conjuntos de componentes vendidos por terceiros em conjunto com a tecnologia do produto e, eventualmente, do processo. No segmento de vídeo, particularmente TVs (Televisores) e VCRs (*Video Cassette Recorder*), a Gradiente parou com o processo de adaptações e passou a comprar toda a tecnologia necessária para desenvolver seus produtos.<sup>11</sup>

Em 1993, a Gradiente iniciou a montagem de telefones celulares no Brasil, com tecnologia da Nokia (empresa de origem finlandesa), tanto para produtos quanto para processos. Começou, também, a montagem de *video games* com tecnologia da Nintendo (empresa de origem japonesa) e, apesar de ter se tornado a única empresa autorizada a fabricar o console fora do Japão, como no caso dos celulares, a empresa trabalhou apenas na replicação de produtos com pequenas adaptações para atender marketing e vendas.

---

<sup>9</sup> Entrevista com um dos Chefes de Engenharia de Produto - Manaus

<sup>10</sup> Relatórios Gradiente de Demonstrações Financeiras de 1990 a 1994

<sup>11</sup> Relatórios Gradiente de Demonstrações Financeiras de 1990 a 1994 e entrevista com o Gerente de Planejamento Operacional

Em 1995, após ter completado o ciclo de auditorias necessárias, a ABS (*American Bureau of Shipping*) concluiu que a Gradiente estava apta a ser certificada pela norma ISO 9001. Era imperativo que a empresa conseguisse este certificado para não perder o incentivo federal que reduz em 88% o Imposto de Importação dos insumos importados. Segundo a SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus), este redutor é :

“aplicado a matérias- primas, produtos intermediários, materiais secundários e de embalagem de procedência estrangeira empregados na fabricação de produtos industrializados na ZFM, quando dela saírem para qualquer ponto do Território Nacional, desde que o fabricante tenha projeto aprovado pelo Conselho de Administração da Suframa e atenda o Processo Produtivo Básico - PPB (conjunto mínimo de etapas que caracterizem industrialização).”<sup>12</sup>

Por sua vez, o decreto número 783 de 25 de março de 1993 que instituiu o PPB (Processo Produtivo Básico), afirma em seu artigo 2º que:

“As empresas fabricantes de produtos industrializados na Zona Franca de Manaus deverão implantar, no prazo de 24 meses, contado da publicação deste Decreto, sistema da qualidade baseado nas normas da série 9000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.”<sup>13</sup>

Ainda em 1995 a Gradiente lançou o primeiro áudio portátil com CD (*Compact Disc*) desenvolvido no Brasil. No ano seguinte, a empresa lançou o *Digital Home Sat* - um conjunto composto de um Receptor e Decodificador e uma mini Antena Parabólica, cujo diâmetro do refletor não ultrapassava 90 cm. Novamente um produto totalmente desenvolvido por terceiros.

Em 1997, no entender da empresa, havia no mercado uma demanda crescente por televisores de tela grande (tela com diagonal igual ou superior a 27 polegadas) e, em menor proporção, um crescimento dos outros produtos da linha de vídeo, tais como TVs de 14 e 20 polegadas, VCRs e filmadoras. Em meados de 1997, a Gradiente concretizou um processo já planejado pela direção da empresa, que foi a divisão das operações de Áudio, Vídeo e Telecom (basicamente telefones celulares) em Unidades de Negócios

<sup>12</sup> Disponível em < <http://www.suframa.gov.br/incfeder.htm> >, acesso em 10 de outubro de 2001

<sup>13</sup> Disponível em < [http://www.suframa.gov.br/legislacao/ppb\\_dec\\_783.doc](http://www.suframa.gov.br/legislacao/ppb_dec_783.doc) >, acesso em 10 de outubro de 2001

autônomas. A reestruturação, segundo o presidente da Gradiente, permitiu o desenvolvimento de estratégias específicas para cada segmento de atuação e também o ajuste do portfólio da empresa, face às oscilações do mercado consumidor.

Nesta divisão, em Manaus, a Unidade de Áudio ficou com as instalações originais da Gradiente. Já a Unidade de Vídeo construiu uma fábrica totalmente nova onde, antes, funcionava a fábrica da Telefunken. Os outros departamentos (marketing, vendas, contabilidade, engenharia de produto, etc.), que ficavam em São Paulo e até então atuavam de forma corporativa, também foram separados. Neste processo, o escritório de compras da Gradiente em Tokyo, que vinha há dois anos funcionando com apenas uma pessoa, foi fechado.

Ao mesmo tempo, a Gradiente, juntamente com a Nokia Mobile Phones, criaram a NGI (Nokia e Gradiente Industrial) Ltda., resultado de uma *joint venture* entre as duas empresas. Nesta associação a Nokia deteve o controle acionário e toda a produção de telefones celulares assim como outras áreas relacionadas foram transferidas para a nova empresa. A exceção foi a área comercial, que continuou sendo exclusivamente da Gradiente. Ainda naquele ano, a Gradiente lançou o primeiro telefone celular digital fabricado pela NGI e lançou, também, os primeiros aparelhos de DVD (*Digital Video Disc*) fabricados no Brasil.

Entre 1998 e 2000, a empresa novamente enfrentou dificuldades. Segundo sua direção, em 1998, o setor eletro-eletrônico teve uma queda significativa nos seus índices de desempenho sob efeito da crise asiática e a moratória da Rússia, que trouxeram ao Brasil restrições de financiamentos. Neste mesmo período, a Gradiente, enfrentou sérios problemas de atraso no lançamento de novos produtos, causados por motivos diversos.

Em 1999, já a partir do primeiro trimestre, a Gradiente teve problemas com a desvalorização do Real frente ao Dólar Americano pois, seus produtos dependiam, em grande parte, de insumos importados pagos em moeda estrangeira, enquanto suas receitas continuavam em reais. Além do mais, não era possível repassar os aumentos de custo para o preço final do produto. O problema agravou-se no ano 2000 pois, além dos prejuízos dos anos anteriores, dívidas existentes, etc., os prazos de pagamento para fornecedores estrangeiros que, até então, eram de até 360 dias, passaram a ser efetuados a vista ou

antecipadamente, gerando problemas consideráveis de fluxo de caixa. A situação financeira da Gradiente só foi saneada quando, em outubro de 2000, a empresa negociou sua participação acionária na NG Industrial com a Nokia, pelo valor de US\$ 415 milhões, valor este que foi usado para capitalizar a empresa<sup>14</sup>.

Apesar das dificuldades deste período, em novembro de 1999, a Gradiente fundou, em Manaus, o Genius Instituto de Tecnologia, uma instituição de Pesquisa e Desenvolvimento, com a missão de desenvolver tecnologia voltada para a eletrônica de consumo, computação e telecomunicações. Durante o ano de 2000, o instituto teve como atividade principal a sua própria estruturação, para que, a partir de 2001, pudesse iniciar as atividades de P&D propriamente ditas. O instituto Genius teve como fonte de financiamento a aplicação de recursos provenientes da fabricação e comercialização de telefones celulares, conforme manda o artigo 11 da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, que foi regulamentada pelo decreto nº 792 de 2 de abril de 1993. Esta lei, também conhecida como Lei de Informática, diz que:

“Art. 11. Para fazer jus aos benefícios previstos nesta Lei, as empresas que tenham como finalidade a produção de bens e serviços de informática deverão aplicar, anualmente, no mínimo 5% (cinco por cento) do seu faturamento bruto no mercado interno decorrente da comercialização de bens e serviços de informática (deduzidos os tributos correspondentes a tais comercializações), em atividades de pesquisas e desenvolvimento a serem realizadas no País, conforme projeto elaborado pelas próprias empresas”<sup>15</sup>

Ainda em 1999, em dezembro, a Unidade de Vídeo em Manaus obteve a certificação ambiental ISO 14001, tornando-se assim, a 8ª empresa (1ª nacional de capital privado) a conseguir tal certificado no estado do Amazonas. Ao final do ano 2000, decidiu-se novamente por uma reestruturação, preparando para iniciar o ano seguinte com a fusão das Unidades de Áudio e Vídeo em uma única Unidade de Negócios.

---

<sup>14</sup> Relatórios Gradiente de Demonstrações Financeiras de 1998 a 2000 e observação direta do autor.

<sup>15</sup> Disponível em < <http://www.suframa.gov.br/leisfeder.htm> >, acesso em agosto de 2001

## **CAPÍTULO 5**

### **DESENHO E MÉTODO DA DISSERTAÇÃO**

O objetivo deste capítulo é descrever os elementos do desenho e método, os tipos de informação e o procedimento de análise utilizados por esta dissertação. A Seção 5.1 apresenta, novamente, as questões da dissertação. A Seção 5.2 trata do método de estudo. Na Seção 5.3 o procedimento de adaptação da estrutura utilizada para descrever competências tecnológicas é apresentado. A Seção 5.4 mostra os tipos de dados deste trabalho. A Seção 5.5 apresenta o método de coleta de dados e, finalmente, o procedimento de análise e validação dos dados é tratado na Seção 5.6.

#### **5.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação foi estruturada para responder duas questões:

- (1) Como evoluiu a acumulação de competências tecnológicas relativas às atividades de desenvolvimento de produtos e processos e organização da produção, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período de 1970 a 2000?
- (2) Qual foi o papel da acumulação de competências tecnológicas no aprimoramento de indicadores de performance operacional, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período acima?

#### **5.2 MÉTODO DE ESTUDO E ESCOLHA DA EMPRESA**

O método escolhido nesta dissertação para responder as questões sobre o relacionamento entre de acumulação de competências tecnológicas e as implicações para a performance operacional, especialmente desenvolvimento de produtos e processos, é o estudo de caso



individual. Este método foi adotado pelo fato de que, segundo Yin (1994), é adequado a responder perguntas do tipo como e por que, tais quais as questões da dissertação. Além disso, “O estudo de caso é preferido para examinar eventos contemporâneos, mas quando os comportamentos relevantes não podem ser manipulados.” (Yin, 1994, p.8).

A empresa escolhida para este estudo de caso foi a Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, no período 1970-2000. Os fatores que motivaram a escolha desta empresa foram:

(a) a Gradiente opera há mais de três décadas no setor de produtos eletrônicos de consumo, um setor onde competem, em sua maioria, grandes empresas multinacionais. A tecnologia empregada neste setor tem evolução dinâmica e, muitas das empresas multinacionais importam tecnologia delas mesmas, geralmente proveniente de um centro mundial de desenvolvimento. A Gradiente, por outro lado, tem capital 100% nacional e tanto importa tecnologia de fornecedores internacionais como também tem seu próprio desenvolvimento. Além disso, ao longo de sua história, a Gradiente adquiriu empresas (ex. Garrard, Polyvox), formou parcerias (JVC, Nintendo) e se associou com outras empresas (Nokia), o que torna sua trajetória interessante.

(b) o acesso às fontes de informações necessárias para a execução da dissertação.

### **5.3 TIPOS DE INFORMAÇÃO**

Com o propósito de responder às questões da dissertação foram necessárias informações qualitativas de longo prazo e adequado nível de detalhamento das atividades, tanto de rotina quanto inovadoras, relacionadas à acumulação de competências tecnológicas em produtos e processos e organização da produção, executadas pela Gradiente. Estas atividades foram descritas à luz da estrutura descritiva (Tabela 3.1) para medição de competência tecnológica. Para os indicadores de performance operacional foram necessárias informações quantitativas, dados numéricos relacionados aos índices de desempenho no desenvolvimento de novos produtos e processos. Estes indicadores foram escolhidos conforme procedimento descrito no Capítulo 7.

## 5.4 FONTES DE INFORMAÇÃO E MÉTODOS DE COLETA

Para descrever a trajetória de acumulação de competências tecnológicas, esta dissertação contou com informações qualitativas obtidas em entrevistas com pessoas que trabalham na Gradiente, tais como diretores, gerentes, engenheiros e técnicos das áreas de engenharia de produto e engenharia industrial. Os cargos destas pessoas são apresentados na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Cargo ocupado pelas pessoas entrevistadas na Gradiente Eletrônica S/A**

	Cargo	Ano que iniciou na Gradiente	Experiência com outra empresa do setor
1	Chefe de Desenvolvimento Vídeo	1974	Sim
2	Chefe de Desenvolvimento Áudio	1985	Não
3	Chefe de Engenharia Vídeo	1987	Sim
4	Chefe de Materiais	1984	Sim
5	Consultor de Novos Produtos	1970	Sim
6	Coordenador de Engenharia	1980	Sim
7	Coordenadora de Planejamento	1987	Sim
8	Diretor Superintendente de Engenharia	1980	Sim
9	Diretor Superintendente Industrial	1997	Sim
10	Engenheiro de Processos	1978	Sim
11	Engenheiro de Projetos	1985	Não
12	Gerente de Desenvolvimento Industrial	1995	Sim
13	Gerente de Desenvolvimento Security	1999	Não
14	Gerente de Desenvolvimento Vídeo	1980	Sim
15	Gerente de Planejamento Operacional	1990	Sim
16	Gerente de Produção (aposentado)	1971	Sim
17	Gerente Industrial (Games)	1975	Não
18	Projetista Mecânico	1980	Sim
19	Técnico de Processos	1981	Sim
20	Técnico de Produtos	1980	Sim

Fonte: Elaboração própria do autor

Estas pessoas foram escolhidas pelas seguintes razões: (a) formam a elite técnica da empresa no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos e processos e, em sua maioria, também tiveram experiência com outras empresas de produtos eletrônicos; (b) em sua maioria, estas pessoas têm cargo de direção, gerência ou coordenação e, por esta razão, participaram de várias decisões tomadas pela empresa ao longo do tempo; (c) estas pessoas participaram de projetos ligados com as atividades relacionadas à acumulação de competências tecnológicas em produtos e processos e organização da produção, por exemplo, implantação da fábrica em Manaus, implantação da GRATEC (Centro de

Desenvolvimento de Produtos da Gradiente), implantação de sistemas CAD, implantação do sistema MRP, certificação pelas normas ISO 9001, ISO 14001, etc. A dissertação contou ainda com documentos internos da empresa tais como relatórios, atas de reunião, documentos e anotações do autor.

A coleta de informações referentes à acumulação de competências tecnológicas contou, principalmente, com entrevistas, mas também foi feito uso de análise documental e observação direta. As entrevistas foram feitas em três etapas distintas. Na primeira etapa, que ocorreu no mês de maio de 2001, foram feitas seis entrevistas, todas informais, que tiveram por objetivo levantar a cronologia dos fatos e projetos importantes da Gradiente no período entre 1970 e 2000. Fizeram parte destas entrevistas: o diretor superintendente industrial, o diretor superintendente de engenharia, o gerente de desenvolvimento *security*, o gerente de desenvolvimento vídeo, o chefe de desenvolvimento vídeo e um engenheiro de processos. Na segunda etapa, executada entre junho e agosto de 2001, foram feitas dezessete entrevistas com objetivo de determinar como a Gradiente havia se engajado nas atividades que levaram a empresa a acumular competências tecnológicas. Nesta etapa todas as entrevistas foram gravadas e foram feitas em São Paulo e em Manaus. Os únicos profissionais que não participaram desta etapa foram: o diretor superintendente industrial, o diretor superintendente de engenharia e o chefe de desenvolvimento vídeo. As perguntas feitas nestas entrevistas buscavam identificar como a Gradiente se engajou nas atividades descritas na Tabela 3.1. A terceira e última etapa ocorreu durante a redação do texto, eram perguntas específicas, feitas na maioria das vezes por telefone, para sanar dúvidas pontuais. O texto final, foi comentado por três pessoas que participaram das entrevistas: o chefe de engenharia vídeo, o gerente industrial e um engenheiro de processos. Outro método utilizado foi a observação direta dos fatos, uma vez que o autor foi funcionário da Gradiente Eletrônica S/A (de outubro de 1995 a janeiro de 2002) e participou de vários projetos de modernização, produtividade, estudos de viabilidade econômica, redução de defeitos, dentre outros, bem como análise de documentos da empresa.

Os dados dos indicadores de performance tiveram como fontes de informação relatórios diversos e o banco de dados do sistema de gestão integrada da empresa (*Magnus*). Em sua maioria, estes documentos estavam disponíveis nos arquivos dos departamentos de Engenharia Industrial, Engenharia de Produtos, Garantia da Qualidade e DNS (Departamento Nacional de Serviços), dentre outros. A dissertação contou também com

peessoas ligadas a esses departamentos. A coleta de informações para os indicadores de performance se baseou principalmente em pesquisa e análise de documentos. Foram necessárias, ainda, entrevistas para complementar as informações.

## **5.5 ADAPTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA ESTRUTURA DESCRITIVA PARA MEDIÇÃO DE COMPETÊNCIA TECNOLÓGICA**

A estrutura utilizada neste trabalho para mensuração de competência tecnológica na indústria eletrônica de áudio e vídeo de consumo foi adaptada a partir da estrutura de Figueiredo (2001) e Ariffin (2001), respectivamente para a indústria do aço e para a indústria eletrônica. Estas, por sua vez, haviam sido adaptadas das estruturas originalmente propostas por Lall (1992) e Bell & Pavitt (1993).

Ao iniciar o processo de adaptação e validação, em abril de 2001, uma estrutura descritiva preliminar foi apresentada e discutida com cinco profissionais da Gradiente Eletrônica S/A (vide Tabela 5.1 na Seção 5.4): o gerente de desenvolvimento industrial, o gerente de desenvolvimento vídeo, o chefe de engenharia vídeo, um engenheiro de projetos e um engenheiro de processos. Estes profissionais fizeram críticas e sugestões a ponto de gerar uma segunda versão da estrutura descritiva preliminar. Em maio de 2001, esta segunda versão foi apresentada e discutida com três profissionais que fizeram a validação da estrutura usada para a medição de competências tecnológicas (Tabela 3.1). Foram eles, o diretor superintendente industrial, o diretor superintendente de engenharia e o gerente de desenvolvimento *security*<sup>1</sup>. Estes profissionais foram escolhidos, em sua maioria, por terem experiência em outras empresas de produtos eletrônicos, permitindo, desta forma, a validação da estrutura para a indústria eletrônica, e não apenas a Gradiente.

---

<sup>1</sup> A divisão *Security*, da Gradiente, é responsável pelos produtos para segurança residencial, comercial ou industrial. Por exemplo: sistemas de alarme.

## **5.6 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS**

A análise dos dados contou inicialmente com a organização dos dados, em tabelas analíticas, referentes à acumulação de competências tecnológicas. A partir das tabelas analíticas foram elaborados textos curtos que, posteriormente, transformaram-se em seções dos capítulos empíricos da dissertação. Estes textos foram organizados à luz da estrutura analítica da Tabela 3.1 e descritos no Capítulo 6, na forma atividades que a Gradiente aprendeu a executar ao longo do tempo.

Os gráficos e tabelas relativos aos indicadores de performance operacional, descritos no Capítulo 7, foram confrontados diretamente com os textos relativos a estas atividades, buscando a todo instante evidências que correspondessem às questões da dissertação. Os indicadores de performance operacional, por se tratarem de dados numéricos, foram expressos e analisados a partir de tabelas de dados (conforme descritas no Capítulo 7) e gráficos para facilitar a visualização da evolução do indicador ao longo do tempo.

## **CAPÍTULO 6**

### **ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A (1970 A 2000)**

Este capítulo descreve, à luz da estrutura para medição de competências tecnológicas (Tabela 3.1), a trajetória de acumulação de competências da Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, no período de 1970 a 2000. Conforme será descrito, a empresa acumulou de forma incompleta, por volta de 1997, o Nível 4 (pré – intermediário) na função tecnológica produtos. Em 1998, aproximadamente, a Gradiente acumulou o Nível 5 (intermediário) em processos e organização da produção, também de forma incompleta. Para descrever a acumulação de competências tecnológicas o capítulo está dividido em três seções, a primeira (Seção 6.1) trata da acumulação de competências para a função produtos, a segunda (Seção 6.2) descreve a acumulação de competências para a função processos e organização da produção e a terceira (Seção 6.3) faz um resumo das trajetórias de acumulação de competências tecnológicas.

#### **6.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM PRODUTOS**

##### **6.1.1 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 1 (BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1970 A 1974**

Esta seção apresenta as evidências empíricas que sugerem que a Gradiente desenvolveu Nível 1 (básico) de competência tecnológica, para o desenvolvimento de produtos. Este período tem como marco inicial o ano de 1970, quando a Staub S/A assumiu o controle acionário da Gradiente e, a partir deste ponto, começou a implantar novas práticas administrativas advindas de experiência no ramo de comércio e indústria.

Em 1970, as evidências sugerem que a Gradiente havia desenvolvido competências básicas

para desenvolver produtos, competências estas que foram adquiridas, anteriormente, a partir da sua fundação, em 1964. A empresa já concebia seus próprios produtos que eram desenvolvidos com base na tecnologia disponível na época. Os testes eram simples e verificavam basicamente o funcionamento dos aparelhos. Segundo o presidente da Gradiente, os produtos da Gradiente possuíam uma aparência “agradável” e eram expostos nas feiras de Utilidades Domésticas realizadas no pavilhão de exposições do Anhembi em São Paulo. Eram vendidos principalmente para o mercado local<sup>1</sup>. As atividades de desenvolvimento de produtos se limitavam a replicar as especificações existentes. Os avanços tecnológicos pareciam se limitar aos componentes eletrônicos que, evoluíram da válvula para os transistores de germânio, depois transistores de silício, circuitos integrados, etc. Estas atividades evidenciam que a empresa era capaz de replicar produtos seguindo especificações existentes, o que, à luz da Tabela 3.1, sugere que a Gradiente tinha acumulado Nível 1 (básico) de competência.

Ainda durante este período (1970-1974), a Gradiente decidiu lançar, a cada ano, mais e mais produtos, buscando complementar sua linha de produtos de áudio. Uma das estratégias utilizadas na época foi comprar produtos de empresas concorrentes (principalmente importados) para depois copia-los. Contudo, ficou constatado que estes produtos eram por demais complexos e que não era possível para a Gradiente reproduzi-los de imediato<sup>2</sup>, ou seja, a empresa ainda não era capaz de fazer a replicação aprimorada de produtos que, baseado na Tabela 3.1, mais uma vez, sugere que o nível acumulado neste período foi o Nível 1 (básico).

#### **6.1.2 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 2 (RENOVADO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1975 A 1984**

Nesta seção são apresentadas as evidências que sugerem que a Gradiente acumulou Nível 2 (renovado) de competências tecnológicas, por volta de 1975, de forma incompleta, após a empresa ter adquirido, em 1974, a Control S/A, uma empresa de projetos que, mais tarde, foi transformada na divisão de desenvolvimento de produtos da IGB (Indústrias Gradiente Brasileira), denominada IGB Control.

---

<sup>1</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986).

<sup>2</sup> Para maiores detalhes ver Aquino (1986).

A Figura 6.1, a seguir, mostra como ficou o cronograma da IGB Control, cuja criação contribuiu para que a empresa entrasse, também, para o ramo de telecomunicações e produtos de áudio e vídeo profissionais (produtos especiais).

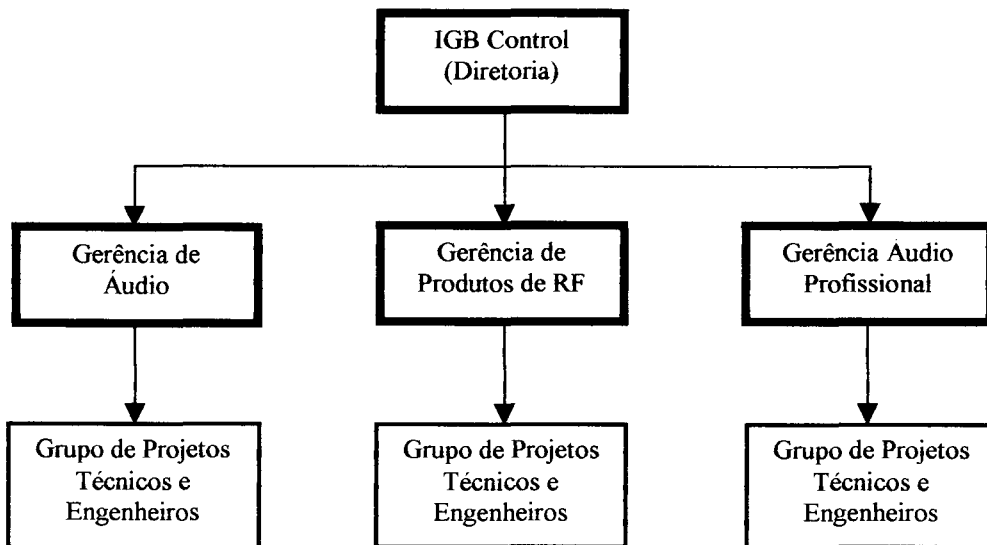


Figura 6.1 - Organograma da IGB Control - Década de 70<sup>3</sup>

A criação desta divisão, a IGB Control, sugere a intenção da empresa em concentrar mais esforços no desenvolvimento de produtos, criando para tanto uma estrutura específica que ficou a partir de então responsável pelo desenvolvimento de produtos. Esta divisão era formada basicamente por três laboratórios (vide Figura 6.1). O primeiro para desenvolvimento de produtos de consumo de áudio, o segundo para produtos de telecomunicações (ou RF - Rádio Frequência) e o terceiro para produtos de áudio e vídeo profissionais. Cada laboratório tinha seu próprio gerente e suas equipes de desenvolvimento, semelhantes à equipe de produtos de áudio de consumo.

A equipes de áudio e vídeo profissional e produtos de RF foram, no entender da empresa, responsáveis por grandes projetos entre 1974 e 1982, tais como: sonorização do metrô de São Paulo, sonorização do auditório do Anhembi em São Paulo, sonorização do estádio Maracanã, instalação de rádios usados em equipamentos de tradução simultânea, circuito eletrônico de controle do freio dos carros do metrô de São Paulo, circuito fechado de TV

<sup>3</sup> Entrevista com o Gerente Industrial, divisão *Video Games* e com o Chefe de Desenvolvimento Vídeo.



da loja Jumbo Eletro e um sistema de comunicação para EMBRATEL (Empresa Brasileira de Telecomunicações). Estes produtos, desenvolvidos pela IGB Control, eram formados basicamente por módulos. A maioria destes módulos era importada ou seu projeto copiado de produtos importados. Algumas vezes os módulos eram modificados por uma das equipes para modificar uma ou outra característica. Já o projeto de integração, ou seja, o projeto de interligação entre módulos, era feito por estas equipes para cada aplicação conforme a necessidade. A IGB Control tinha equipes para montagem e instalação dos produtos especiais<sup>4</sup>. Estas atividades estão basicamente ligadas à capacidade da empresa de fazer a replicação aprimorada de produtos pois, ao modificar as especificações, a Gradiente geralmente estava substituindo um componente ou executando alguma alteração para atender o cliente. Tais atividades, executadas pelas equipes da IGB Control, sugerem à luz da Tabela 3.1 que a Gradiente havia acumulado, ainda que incompleto, o Nível 2 (renovado) de competência.

A equipe que desenvolvia os produtos de áudio de consumo, amplificadores em geral, trabalhava de forma semelhante. A diferença é que seus produtos não eram formados por módulos. O gerente desta equipe viajava algumas vezes por ano ao exterior para visitar fornecedores e adquirir a tecnologia dos produtos que seriam desenvolvidos. Sua equipe geralmente trabalhava na adaptação dos projetos para as condições do mercado brasileiro, tais como temperatura ambiente, tipo de *plug* para tomadas de energia elétrica, dentre outros detalhes técnicos<sup>5</sup>. Tal forma de atuação evidencia que a equipe de produtos de áudio de consumo, a partir de 1975, também trabalhava na replicação eficiente de produtos que, de acordo com a Tabela 3.1, sugere novamente que a Gradiente havia acumulado, de forma incompleta, o Nível 2 (renovado) de competência tecnológica.

O Nível 2 (renovado) só foi acumulado, por completo, aproximadamente em 1996, quando a Gradiente padronizou todo o processo de implantação (e desenvolvimento) de novos produtos, de acordo com a norma ISO 9001, cujo certificado de conformidade foi obtido pela empresa no final de 1995. O processo de obtenção do certificado ISO 9001 está descrito na Seção 6.1.4.

---

<sup>4</sup> Entrevista com o Gerente Industrial, divisão *Video Games*

<sup>5</sup> Entrevista com o Consultor de Novos Produtos e com o Gerente Industrial, divisão *Video Games*

### 6.1.3 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 3 (EXTRA – BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1985 A 1996

Por volta de 1985, a Gradiente tinha acumulado Nível 3 (extra – básico) de competência tecnológica. Este nível foi acumulado após a reestruturação da empresa, que iniciou com a aquisição da Polyvox e da Garrard e culminou na criação do centro de tecnologia da Gradiente (GRATEC). Este centro de tecnologia foi criado pela alta direção da empresa com o objetivo de se tornar um centro de excelência para o desenvolvimento de produtos. Como veremos, a GRATEC concentrou as atividades relacionadas com o desenvolvimento de novos produtos. Estas atividades estavam ligadas ao projeto (elétrico e mecânico), modificação de especificações, uso de ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) e programação de micro controladores. Os detalhes sobre a formação da GRATEC e sua estrutura estão descritos a seguir. Vale ressaltar que, desde sua criação, conforme evidenciado na Seção 6.1.1, a Gradiente se engajou em algumas atividades inovadoras, tais como, projeto elétrico e mecânico. Estas evidências sugerem, assim, que o Nível 3 (extra básico), estava em formação desde o início dos anos 1970.

Entre 1981 e 1982, o prédio onde antes funcionava a sede da Polyvox na cidade de Osasco-SP foi transformado em centro de desenvolvimento de produtos da Gradiente (GRATEC). O antigo dono da Polyvox assumiu o comando desta nova divisão como Vice-Presidente de Tecnologia. As equipes de desenvolvimento da Gradiente e da Polyvox foram transferidas para a GRATEC. Foram formadas inicialmente quatro equipes: Projeto Mecânico, Projeto Eletrônico, Administração de Projetos e Preparação de Fábrica, cada qual com suas características específicas. As equipes eram subdivididas em grupos menores que atuavam conforme a necessidade. A Equipe de Administração, além de fazer o planejamento dos projetos, também atuava como *Procurement*. A equipe de Preparação de Fábrica era responsável por simular as condições de produção em massa dos produtos, quando estes ainda estavam em fase de desenvolvimento e, para isto, possuíam uma linha de montagem genérica. Mais tarde, esta equipe ficou responsável pelo desenvolvimento de *software* e pelo projeto MSX, que era um microcomputador para uso pessoal baseado em similares internacionais. Subordinada à GRATEC no Brasil havia, também, uma equipe de desenvolvimento, oriunda da Garrard (empresa de origem inglesa que a Gradiente adquiriu em 1979), composta de 6 pessoas e localizada na Inglaterra, em um laboratório de

propriedade da Gradiente. Essa equipe era responsável pelo projeto dos toca discos, sua especialidade. Apenas os produtos com série limitada de fabricação ou subconjuntos específicos (mecanismo CD) ainda eram desenvolvidos com tecnologia de terceiros. A GRATEC foi estruturada como mostra o organograma da Figura 6.2. Essa estrutura tinha por objetivo concentrar conhecimento por área de especialidade, visando o desenvolvimento de produtos mais complexos.

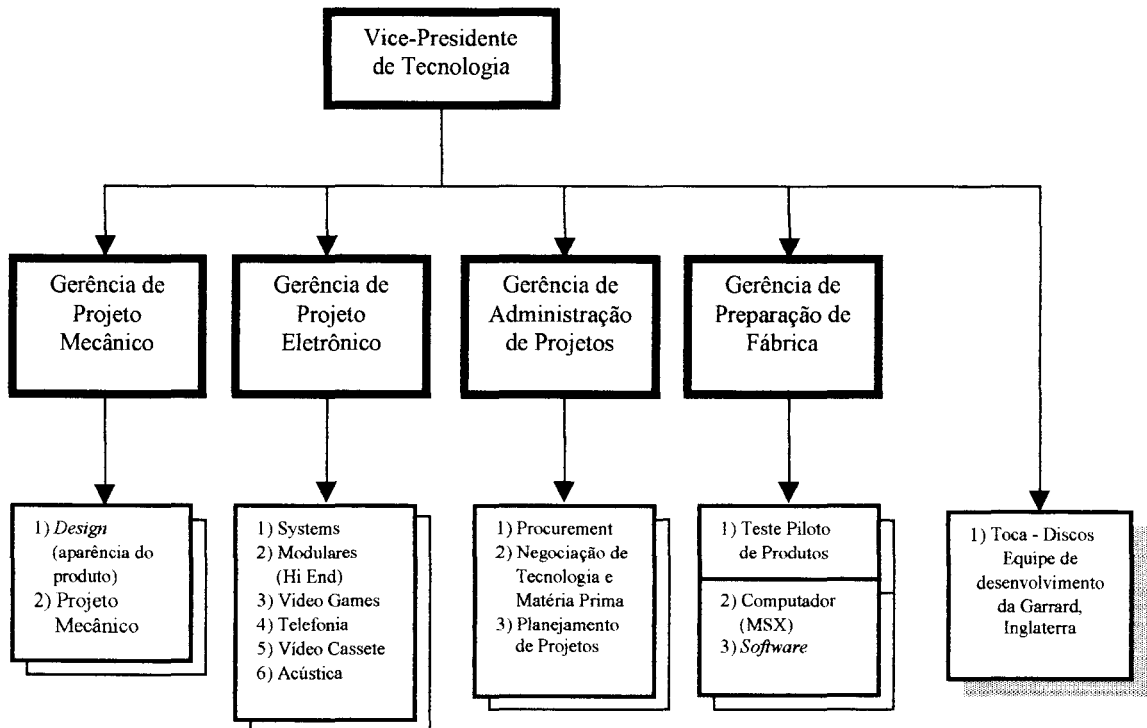


Figura 6.2. - Organograma da GRATEC <sup>6</sup>

Até então, a Gradiente executava tarefas que basicamente configuravam replicação aprimorada de produtos. Com a GRATEC, a empresa passou a desempenhar mais atividades de projeto e adaptação de especificações, dependendo com isso, cada vez menos, de projetos desenvolvidos por terceiros. Em função da sua estrutura, os novos produtos eram desenvolvidos de forma matricial. Uma ou mais pessoas, de cada um dos grupos, eram designadas para a equipe que compunha o desenvolvimento do produto, cujo arranjo permitiu o engajamento da empresa em atividades mais complexas. Esta forma de trabalhar funcionou enquanto a GRATEC existiu e a percepção das pessoas é de que este processo foi positivo

<sup>6</sup> Entrevista com Chefe de Engenharia de Produtos Vídeo e com o Coordenador de Engenharia de Produtos

O primeiro de uma série de projetos eletrônicos realizados no centro de desenvolvimento foi um sintonizador (*Tuner*) digital para receptores de rádio (AM/FM) e logo em seguida um circuito com micro controlador para decodificar sinais de um controle remoto e comandar as funções dos aparelhos a distância. Estes projetos basearam-se inicialmente em informações de revistas técnicas especializadas em eletrônica digital, com a finalidade de encontrar opções de componentes para este tipo de aplicação. A partir daí foram contatados os fornecedores que enviavam informações mais precisas, eventualmente o manual técnico com informações detalhadas sobre os componentes, o que permitiu à Gradiante adequar as especificações dos circuitos com os produtos. O uso de micro controladores gerou a necessidade de desenvolvimento de *software*, mais especificamente rotinas (pequenos programas) que pudessem fazer-los executar funções pré-programadas. Para suprir esta necessidade, foram contratadas inicialmente três pessoas que ficaram ligadas ao gerente de preparação de fábrica que, mais a frente, foi o responsável pela condução do projeto MSX. Os primeiros protótipos desses circuitos com micro controladores geravam interferências eletromagnéticas que causavam problemas no funcionamento de outros circuitos nos aparelhos. Em alguns casos, por se tratar de aparelhos de áudio, esta interferência significava um chiado misturado ao som que se estava ouvindo. Com o passar do tempo, o pessoal da GRATEC alterou as especificações dos os circuitos eletrônicos para eliminar esta interferência. Esta alteração partiu de um processo de tentativa e erro, que ao final encontrou uma solução aceitável para tais problemas.<sup>7</sup>

Estas atividades relativas ao projeto de circuitos eletrônicos, alteração de especificações e desenvolvimento de software para micro controladores sugerem que, à luz da Tabela 3.1, a Gradiante por intermédio da GRATEC, acumulou competência de Nível 3 (extra – básico) no desenvolvimento de produtos. Um dos resultados destas atividades foi o aumento significativo de CIs (circuitos integrados) analógicos e digitais nos produtos. Estes CIs, além de diminuir o tamanho físico das placas e diminuía, também, o número de componentes discretos<sup>8</sup> necessários para se montar os produtos. Os efeitos desta redução

---

<sup>7</sup> Entrevista com o Chefe de Desenvolvimento de Áudio.

<sup>8</sup> Por componente discreto entende-se um único componente eletrônico dentro de um invólucro. Já circuitos integrados consistem de vários componentes agrupados dentro do mesmo invólucro, com funções específicas.

foram: redução das horas necessárias para o projeto e redução do custo dos aparelhos.<sup>9</sup>

A princípio, para cada novo circuito eletrônico desenvolvido, uma PCI (Placa de Circuito Impresso) era criada, cada uma com seu próprio *lay-out*. Até a implementação dos sistemas CAD, os *lay-outs* eram feitos à mão, conforme descrito no Quadro 6.1.

#### **Quadro 6.1 – O *lay-out* das PCIs (Placas de Circuito Impresso)**<sup>10</sup>

O *lay-out* das PCIs (Placas de Circuito Impresso), ou seja, o desenho das trilhas (interligações elétricas entre componentes na PCI), era feito a mão pelos projetistas eletrônicos em folhas de papel quadriculado. Estes desenhos eram passados para as pessoas que faziam a arte final do *lay-out*, em papel vegetal utilizando nanquim, em escala 2 para 1. A arte final, posteriormente, era enviada para confecção do fotolito, espécie de filme em negativo do desenho original.

Neste processo, sempre que modificações se faziam necessárias, quer seja por mudança no tamanho dos componentes ou modificação no circuito elétrico, era preciso inicialmente raspar o desenho em vegetal com lâminas metálicas (tipo Gillete, usadas em aparelhos de barbear) para depois corrigir o mesmo. Não raras vezes, essas modificações eram de tal proporção que era necessário fazer outro desenho, que consumia um tempo considerado muito grande pelos desenhistas.

Para agilizar, ainda mais, o desenvolvimento de produtos na GRATEC, a direção da empresa decidiu por investir na aquisição de sistemas de CAD (*Computer Aided Design*). Os primeiros sistemas começaram a ser implantados entre 1983 e 1984, apesar de seu uso ter sido intensificado a partir de 1988. Estes primeiros sistemas, foram designados para as equipes que faziam projeto eletrônico, mais especificamente, para os projetistas que confeccionavam os *lay-outs* das PCIs (Placas de Circuito Impresso) e tinham como objetivo reduzir o número de horas empenhadas nesta fase do desenvolvimento. Apesar das limitações dos equipamentos (estações de CAD) em comparação com os recursos disponíveis nos anos 1990, foi percebido uma evolução na velocidade com que os *lay-outs* eram projetados, principalmente nas correções freqüentes durante a fase de elaboração. Além disso, a evolução dos recursos nesta área, tanto em equipamentos (*hardware*) quanto em programas específicos (*softwares*), tornou o trabalho gradualmente mais rápido. Trouxe ainda recursos adicionais tais como: geração de arquivos para sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*) instalados nos fornecedores de PCI, geração de arquivo de coordenadas físicas dos componentes na PCI (Placa de Circuito Impresso), necessárias

<sup>9</sup> Entrevista com o Chefe de Desenvolvimento de Áudio.

<sup>10</sup> Entrevista com o Coordenador de Engenharia de Produto

para a parametrização das máquinas de inserção automáticas de componentes e a elaboração automática da listas de componentes, úteis para verificação de erros de projeto.

Os arquivos para sistemas CAM permitiram que os fornecedores de PCIs preparassem amostras em horas, usando equipamentos de comando numérico. Isto agilizou todo o processo de prototipagem e homologação de novos circuitos eletrônicos bem como envio de peças para os testes piloto de produtos na fábrica<sup>11</sup>. Os arquivos de coordenadas de componentes, por sua vez, eram usados para a parametrização das máquinas de inserção automática de componentes, o que, mais uma vez, evitava trabalho manual e, conseqüentemente, erros durante a preparação da fábrica para os testes piloto dos produtos. Esta combinação de fatores, além de agilizar o processo de homologação final do produto, serviu de *feed back* para o projeto de PCIs, que passou a considerar limitações físicas das máquinas de inserção de componentes para aumentar sua produtividade de montagem durante a fase de produção em massa. Isto era algo novo pois geralmente se projetavam os *lay-outs* pensando no menor caminho do circuito eletrônico. É importante salientar que estes ganhos não haviam sido previstos pela a direção da empresa quando aprovou os primeiros investimentos em sistemas CAD. As habilidades para o projeto do lay-out dos PCIs foram crescendo lentamente e com o tempo foi codificada no que se chamou livro de regras de projeto. Estas regras estão evoluindo até os dias atuais, uma vez que, novos componentes e técnicas de inserção, tais como componentes SMD (*Surface Mounted Device*) e circuitos integrados (CIs), também estão evoluindo.

Durante o período (1982-1987) de existência da GRATEC, outras atividades de projeto que se desenvolveram foram: o *design* (no caso, desenho cosmético do produto) e o detalhamento mecânico dos produtos. Tais atividades tinham seu início aprovado nas reuniões do comitê deliberativo de produtos (CDP) da empresa, cujo processo é descrito no Quadro 6.2. O projeto mecânico dos produtos era necessário para dar continuidade ao processo de *design* e produzir aparelhos com aparência exclusiva da marca Gradiente. Tais projetos, até então, eram feitos a mão nas pranchetas de desenho e dependiam basicamente da habilidade e experiência das pessoas e do número de projetistas mecânicos alocados nesta atividade. Na segunda metade dos anos 1980, os produtos passaram a ter, cada vez

---

<sup>11</sup> Os testes piloto na fábrica são considerados pela Gradiente como parte do processo de desenvolvimento de produtos.

mais, formas complexas para o detalhamento mecânico dos produtos, geralmente curvilíneas. Intensifica-se, também, o número de aparelhos que usavam peças plásticas injetadas, que fez com que, gradativamente, o número de horas de desenvolvimento fosse aumentando.

#### Quadro 6.2 – O Processo de *Design* <sup>12, 13</sup>

Para acompanhar a *moda* em termos de *design* de produtos, pessoas relacionadas a marketing, vendas e até mesmo o presidente da empresa, viajavam constantemente para visitar feiras internacionais de produtos eletrônicos. O objetivo era observar a tendência de como o segmento de produtos eletrônicos de consumo estava se comportando no mundo. Eram observados detalhes como: formas (retas ou mais curvilíneas), cor dos produtos (prata, cinza, preto, etc.), funções específicas (Dolby, saída ótica para áudio, potência de áudio, *Picture In Picture* [PIP], etc.) e outros detalhes tais como tamanho e peso dos produtos.

Após esta fase, nas reuniões semanais do comitê deliberativo de produtos (CDP) dirigidas pelo presidente da empresa, decidia-se qual seria o *line-up* de produtos (número de modelos, características, faixa de mercado, etc.) para o próximo ano. A partir deste ponto, para cada novo modelo eram elaboradas duas ou três artes finais pela equipe de *Design*, que eram submetidas ao CDP para avaliação. As artes selecionadas eram enviadas para a oficina de moldes (pertencente à equipe de *Design*) que preparava um *mock-up* (modelo em escala 1:1) do futuro aparelho, geralmente usinado em PVC. Os *mock-ups* eram, também, submetidos ao CDP, era comum o trabalho de semanas ser reprovado em minutos. Entretanto, quando um modelo era aprovado, imediatamente dava-se início ao projeto mecânico detalhado do produto.

Em 1988, a direção da Gradiente decidiu investir na aquisição de sistemas CAD (*Computer Aided Design*) para as equipes de projeto mecânico e intensificar uso desta ferramenta para o processo de *design*. Inicialmente, duas pessoas foram enviadas para os Estados Unidos onde foram treinadas na utilização dos sistemas (estações equipadas com o *software* AutoCAD). Ao retornar, estas pessoas foram responsáveis pelo processo de disseminação deste conhecimento e, gradualmente, atingiu toda a equipe. A direção da empresa, também, decidiu por contratar cursos para seus projetistas, em São Paulo, com a finalidade específica de agilizar este processo e a percepção é de que esta atitude gerou resultados positivos. É importante salientar que este processo enfrentou, principalmente no início, resistência dos profissionais mais antigos, resistência esta que foi quebrada ao longo do tempo. Em contrapartida, entre os profissionais mais jovens, havia interesse pessoal em aprender a utilizar sistemas de CAD, uma vez que, havia a percepção de que este

<sup>12</sup> Entrevista com o Diretor Superintendente de Engenharia

<sup>13</sup> A palavra *Design* na Gradiente é usada com o sentido de aparência do produto (desenho cosmético)

conhecimento valorizava o projetista no mercado de trabalho<sup>14</sup>. Estas atividades relacionadas ao *design*, projeto mecânico de produtos e utilização dos sistemas CAD, juntamente com as atividades de projeto eletrônico de circuitos e *lay-out* de PCIs sugerem, à luz da Tabela 3.1, aproximadamente em 1983 a Gradiente acumulou Nível 3 (extra – básico) no desenvolvimento de produtos.

Após a extinção da GRATEC, as equipes de desenvolvimento de produtos foram deslocadas para a sede da Gradiente e a estrutura organizacional sofreu novamente uma modificação. Esta estrutura evoluiu e, em 1995, atingiu o estágio mostrado na Figura 6.3. As equipes de *design* e projeto acústico se tornaram independentes, atendendo de forma matricial toda a empresa. As engenharias de desenvolvimento final de produto foram divididas por segmento, semelhante à organização da IGB Control, nos anos 1970. A decisão direção da Gradiente por este arranjo foi influenciada por uma consultoria contratada pela empresa (Arthur Andersen), seus objetivos eram: manter as equipes de engenharia e a operação em Manaus com o mesmo diretor (o que deveria provocar uma maior interação entre estes departamentos) e ampliar a função *Procurement*, que foi elevada ao *status* de diretoria e se tornou responsável pelo escritório da empresa em Tokio, no Japão (vide Capítulo 4).

---

<sup>14</sup> Entrevista com um Projetista Mecânico Sênior



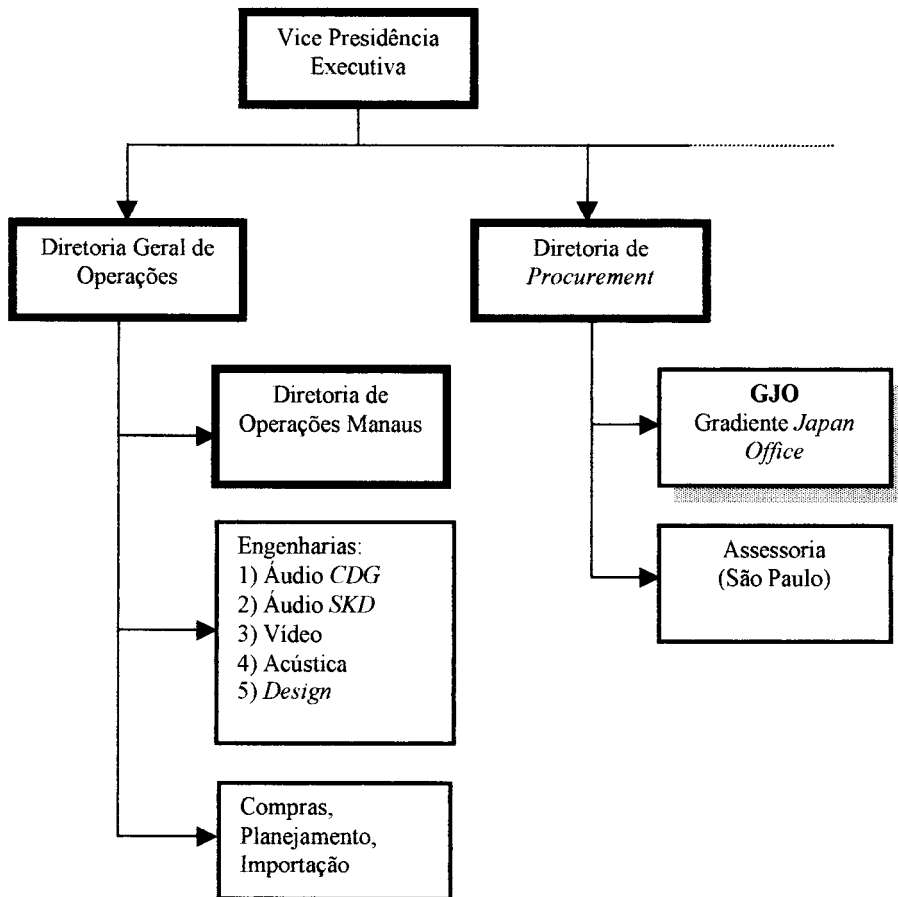


Figura 6.3 – Organograma Gradiente entre 1995 e 1997 <sup>15</sup>

Chaves: CDG - Completamente Desenvolvido pela Gradiente / SKD - *Semi Knocked Down*  
Design - Desenho Cosmético (aparência) de Produtos

O resultado prático desta mudança foi um aumento de contratos negociados com fornecedores de tecnologia, função exercida pela diretoria de *Procurement*. As atividades relacionadas à adaptação de especificações, projeto elétrico, mecânico e *design* continuaram sendo executadas pelas equipes de engenharia. Os avanços tecnológicos, neste período (1983-1996), foram associados aos fornecedores no desenvolvimento de novos componentes (empregados nos produtos) bem como sistemas CAD/CAM<sup>16</sup>. Assim, não foi evidenciado que a Gradiente tenha se engajado em atividades mais complexas ao utilizar estas tecnologias o que, à luz da Tabela 3.1, sugere que ela se manteve no Nível 3 (extra – básico).

<sup>15</sup> Observação direta do autor

<sup>16</sup> Entrevista com o Gerente de Desenvolvimento Industrial

#### **6.1.4 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 4 (PRÉ – INTERMEDIÁRIO) DE COMPETÊNCIA PARA PRODUTOS: 1997 A 2000**

Nesta seção são apresentadas as evidências que sugerem que a Gradiente acumulou Nível 4 (pré – intermediário) de competência tecnológica em desenvolvimento de produtos. Este nível foi acumulado, de forma incompleta, por volta de 1997 e permaneceu até o ano 2000. Este nível foi considerado incompleto pois, apesar da empresa ter acumulado competências para executar as atividades relativas ao Nível 4, as mesmas não estavam totalmente difundidas entre as diversas áreas da engenharia de desenvolvimento de produtos. As atividades que levaram a empresa a este nível de competência, iniciaram com a implantação do sistema da qualidade, baseado na norma ISO 9001, cuja implantação é descrita a seguir.

A certificação, conforme a norma ISO 9001, foi coordenada pelo departamento de Qualidade Corporativa, sediado em São Paulo. O gerente deste departamento havia sido contratado algum tempo antes com a tarefa de conduzir este processo. Com a ajuda de consultorias (Arthur Andersen), iniciou-se a fase de treinamento das pessoas que se tornaram os auditores internos da empresa. Esses auditores, também, atuaram como multiplicadores, ou seja, os instrutores internos responsáveis por transmitir o conhecimento adquirido. Eles foram os responsáveis por criar a maioria dos procedimentos para o sistema de qualidade. Ao passo que os procedimentos ficavam prontos, eram implementados e seus criadores responsáveis por sua disseminação na empresa. Houve inicialmente resistência, por parte da maioria das pessoas, que fez com que o processo durasse entre 2 e 3 anos. No final de 1995, a ABS (*American Bureau of Shipping*) iniciou o ciclo de auditorias externas, necessárias para o processo de certificação. Este processo iniciou pela sede da empresa em São Paulo e terminou em na fábrica, em Manaus<sup>17</sup>. Depois de completado o ciclo de auditorias, a ABS concluiu que a Gradiente estava apta a receber a certificação ISO 9001.

Conforme descrito no Capítulo 4, o decreto número 783 de 25 de março de 1993 tornou obrigatória a implantação de um sistema da qualidade baseado na norma da série ISO 9000, como condição para que as empresas instaladas na ZFM (Zona Franca de Manaus)

pudessem continuar usufruindo de incentivos fiscais. A publicação deste decreto sugere que a Gradiente (assim como outras empresas) concentrou esforços para obter o certificado ISO 9001.

Os procedimentos inicialmente implantados, apesar de rígidos quanto ao conteúdo, disciplinaram todo um conjunto de atividades que até então eram executadas conforme a vontade e os desejos de cada gerente de área. Também foram criados procedimentos que formalizaram e padronizaram diversos níveis de comunicação e codificação de conhecimentos. Tais procedimentos foram traduzidos em cronogramas, fichas de produto, documentos de homologação de componentes, pontos de checagem e controle dos projetos, padronização de testes para homologação de produtos (ex.: teste de confiabilidade) e fichas de instrução de trabalho para operadores. Com o passar do tempo, os procedimentos foram sendo aperfeiçoados para agilizar e simplificar os processos, mas buscando sempre preservar preservando a “disciplina” dos procedimentos.

Em 1996, a direção da Gradiente aprovou um investimento da ordem de US\$250.000 para equipar o laboratório de testes de confiabilidade. O propósito desta decisão era melhorar o desempenho geral dos produtos no campo e, conseqüentemente, diminuir o FCR (*Field Call Rate* - Taxa de Retorno do Campo). Com este investimento, o laboratório de confiabilidade se tornou apto a simular condições adversas de uso dos aparelhos e verificar falhas dos projetos. Estas falhas eram detectadas, em sua maioria, antes do início da produção em massa. Estes testes eram conduzidos anteriormente por instituições que prestavam serviço para as empresas instaladas na ZFM (Zona Franca de Manaus) e por esta razão nem sempre estavam disponíveis quando a Gradiente solicitava. O laboratório de confiabilidade foi instalado na fábrica da Gradiente em Manaus e equipado com câmaras climáticas, mesa vibratória (três eixos) programável, aparelhos de medição em geral, simulador de descargas eletrostáticas e um dispositivo para testes de queda. A equipe, que posteriormente assumiu o laboratório, foi treinada localmente para aprender a operar os equipamentos e instrumentos. Em alguns meses já estavam aptos a realizar as atividades de teste de confiabilidade e interpretar os dados provenientes das medições e ensaios. Entre 1996 e 1997, as atividades executadas pela equipe deste laboratório passaram a ser obrigatórias para a homologação de novos produtos. Estas atividades

---

<sup>17</sup> Entrevista com o Chefe de Desenvolvimento de Áudio e com um Engenheiro de Processos

contribuíram de forma significativa para o aperfeiçoamento dos projetos pois eram freqüentes os produtos que apresentavam problemas e requeriam ações corretivas para sanar falhas (mecânicas e elétricas) de desenvolvimento.

Por volta de 1997, além das atividades relacionadas aos procedimentos do sistema da qualidade (ISO 9001) e testes de confiabilidade, outras evidências sugerem que, à luz da Tabela 3.1, a Gradiente acumulou Nível 4 (pré – intermediário) de competências tecnológicas em desenvolvimento de produtos. Foram elas: o uso de CAD (*Computer Aided Design*) 3-D (tri-dimensional) e a criação própria de especificações, necessárias para introduzir os processadores DSP (*Digital Signal Processor*) nos projetos da Gradiente.

Os sistemas CAD 3D foram adquiridos por decisão da diretoria da Gradiente, com objetivo de melhorar o desempenho dos projetistas durante as fases de *design* e projeto mecânico dos produtos. O sistema escolhido foi o *ProEngineer* e custou aproximadamente US\$20.000 por estação (*hardware e software*). Isto levou a empresa a investir de forma gradativa e, a cada nova estação instalada, duas ou três pessoas eram treinadas para aprender a operar o sistema. Os ganhos, conforme previstos inicialmente, apareceram em pouco tempo: os desenhos elaborados pela equipe de *design* (arte final) eram “importados” pelos projetistas mecânicos, cujo trabalho de detalhamento passou a ser continuidade do projeto cosmético do produto. Além disso, as funções que trabalhavam com objetos sólidos (recurso do *ProEngineer*), eram usadas para simular no computador toda a montagem mecânica do produto. Os arquivos gerados em *ProEngineer* eram depois enviados a fornecedores que confeccionavam protótipos (escala 1:1), utilizando máquinas de comando numérico.<sup>18</sup>

A partir do momento que os projetistas eletrônicos começaram a utilizar processadores DSP (*Digital Signal Processor*), as atividades de criação de especificações próprias começaram a se desenvolverem de forma mais significativa. Estes processadores já eram usados por outras empresas quando as primeiras amostras foram enviadas, por fornecedores, para testes na Gradiente. Segundo um dos engenheiros que participou deste momento,

“Todo mundo queria aprender como os DSPs funcionavam. Aquilo usava uma tecnologia nova e a gente não queria ficar de fora [se referindo a profissionais de outras empresas]. Cada um que conseguia um artigo trazia para a empresa e quando o primeiro circuito ficou pronto, na bancada, todo mundo queria ver. Foi mais por iniciativa nossa que a empresa começou a usar processadores DSP e hoje ela leva vantagem com isso. O produto fica mais barato.”<sup>19</sup>

Deste ponto em diante, mais e mais produtos foram desenvolvidos com circuitos que usavam processadores DSP. À medida que os projetistas aprendiam como tais processadores funcionavam, novas aplicações, baseadas em especificações próprias, iam surgindo. Com base na Tabela 3.1, estas atividades desempenhadas pelo pessoal de desenvolvimento de produtos, juntamente com as outras atividades descritas anteriormente, sugerem que a Gradiente havia acumulado Nível 4 (pré – intermediário) de competência tecnológica. Esta capacitação, adquirida pela empresa, permitiu que em 2000 se iniciasse o projeto de um modelo de DVD (*Digital Video Disk*) com 50% de tecnologia própria

## **6.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO**

Esta seção descreve a acumulação de competências da Gradiente para a função tecnológica processos e organização da produção, no período entre 1973 e 2000. As evidências sugerem que ao final deste período a empresa acumulou Nível 5 (intermediário) de competência tecnológica em processos e organização da produção.

### **6.2.1 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 1 (BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1974 A 1977**

Esta seção apresenta as evidências que sugerem que por volta de 1974, a Gradiente acumulou Nível 1 (básico) de competência tecnológica. Em 1973, teve início o processo de transferência da fábrica de São Paulo para Manaus, o que gerou, a partir de então, um ciclo de *start-up*. Neste início de operação a empresa carecia até mesmo de competências

---

<sup>18</sup> Entrevista com o Diretor Superintendente de Engenharia e com um Projetista Mecânico

<sup>19</sup> Entrevista com um Engenheiro de Projetos

tecnológicas básicas para operar. Este *start-up* foi conduzido por um gerente recém contratado de uma empresa concorrente, cujas responsabilidades se restringiam basicamente às atividades de coordenação de rotina da planta. Para isso, contava com uma estrutura simples, como mostra o organograma da Figura 6.4.

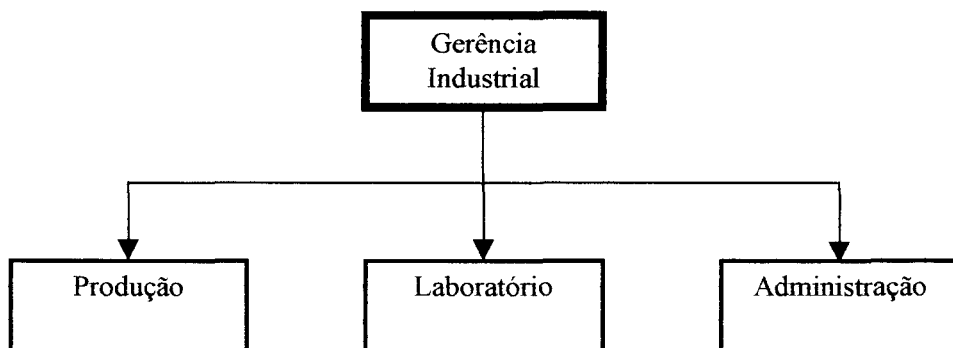


Figura 6.4 – Organograma da Gradiente em Manaus na década de 70<sup>20</sup>

A produção era responsável pelas atividades relacionadas à montagem de produtos e controle da mão de obra. Quando necessário, eram os próprios encarregados de produção que viajavam para São Paulo, na sede da Gradiente, para buscar informações dos novos produtos. Lá recebiam toda a documentação necessária para fazer a distribuição de trabalhos na linha de montagem. Uma das dificuldades encontradas em Manaus na década de 1970 foi a baixa qualificação da mão de obra. Os operários muitas vezes não tinham sequer o primeiro grau concluído.

Os encarregados de produção foram transferidos de São Paulo para ajudar nesta fase de *start-up*. Eles já conheciam os produtos que poderiam ser montados em Manaus mas, mesmo assim, a direção da empresa preferiu iniciar a produção com *kits* SKD (*Semi Knocked Down* - kits preparados em São Paulo e depois enviados para Manaus semi montados). Os testes de produtos eram feitos na própria linha de montagem pela equipe de produção, onde se verificava basicamente o funcionamento do aparelho. Segundo um dos Gerentes de Produção, que iniciou na Gradiente em 1971, “os testes eram exaustivos, contudo pouco se tinha de documentação formal além das anotações dos encarregados”.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Entrevista com um Gerente de Produção (aposentado)

<sup>21</sup> Entrevista com um Gerente de Produção (aposentado)

A equipe de Laboratório era responsável por manter as especificações elétricas e mecânicas dos produtos, tinha apenas que conhecer a tecnologia fornecida pela matriz da empresa em São Paulo e dar suporte à fábrica. A coordenação da planta era, assim, voltada para o dia a dia e plano de produção evoluía em função do material disponibilizado pelas equipes de planejamento e compras que trabalhavam em São Paulo. A equipe de administração local cuidava basicamente das questões relativas a pessoal (admissão, demissão, pagamentos, refeitório, etc.) e problemas de ordem contábil e financeira, sem muita autonomia. À luz da Tabela 3.1, estas evidências sugerem que nesta fase (1974 / 77) a Gradiente desenvolveu Nível 1(básico) de competência tecnológica.

### **6.2.2 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 2 (RENOVADO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1978 A 1986**

Esta seção apresenta as evidências de que, aproximadamente em 1978, a Gradiente acumulou Nível 2 (renovado) de competência tecnológica. Naquele ano houve um aumento significativo no volume de vendas da empresa. Para acompanhar este aumento, o pessoal de fábrica da Gradiente precisou mudar rapidamente o balanceamento das linhas de produção e adequá-las à nova situação. Segundo um Gerente de Produção,

“O sr .... [presidente da Gradiente], no começo de setembro [1978] reuniu todo mundo dentro da fábrica e disse que se a gente não produzisse tantas unidades até 10 de dezembro, a empresa ia ter problemas seríssimos de economia....no dia 15 de novembro, um mês antes, nós já tínhamos feito tudo que o sr .... [presidente da Gradiente] tinha pedido. Daí até o dia 21 de dezembro a gente produziu como se fosse produção de janeiro.”<sup>22</sup>

Este aumento no volume de vendas acima citado gerou a necessidade de um número maior de técnicos de conserto de produtos para as linhas de montagem. Os encarregados de produção, portanto, solicitaram para a Gradiente a transferência de cinco técnicos eletrônicos da Gradiente São Paulo para Manaus com intuito de adequar o balanceamento das linhas de montagem e manter a estabilidade do processo produtivo. Para treinarem novos técnicos, foi feito um trabalho conjunto com o SENAI e a Escola Técnica Federal do Amazonas, cujo resultado percebido ao longo do tempo foi a redução do número de defeitos oriundos da montagem dos produtos.

---

<sup>22</sup> Entrevista com um Gerente de Produção (aposentado)

O treinamento de montagem dos aparelhos ainda era feito pelos encarregados de produção, que aumentou em nível de dificuldade pois por volta os produtos eram CKD (*Completed Knocked Down*), ou seja, produtos completamente desagregados ao nível de componentes. O processo considerado como mais difícil era o de soldagem ponto a ponto (manual). As pessoas que trabalhavam nesse processo tinham que aprender o que era solda fria, falta de solda, excesso de solda, ou seja, os problemas causados por uma solda mal feita e suas implicações no processo produtivo e posteriormente no campo. Neste treinamento, os encarregados de produção buscavam entre os operários aqueles que eram melhor qualificados para fazer a revisão de solda das PCIs (Placas de Circuito Impresso) e, de montadores eram promovidos a revisores. O treinamento de revisores era intensivo, os encarregados introduziam erros propositadamente nas placas para que os revisores pudessem encontra-los. Este treinamento durava no mínimo uma semana.

O controle de Qualidade, apesar dos poucos recursos em termos de instrumentos de medição, era considerado rigoroso. Os produtos antes de serem testados começaram a passar pelo *burn-in*, que era uma espécie de prateleira onde os produtos ficavam ligados por um período de tempo para se detectar queima prematura de componentes eletrônicos devido a defeitos de fabricação. O controle de qualidade final começou a ser feito por lote de produtos. Além de verificar o funcionamento dos aparelhos, os testes simulavam algumas condições adversas para verificar possíveis causas de falhas no campo. Estes testes eram especificados pela equipe do Laboratório e eram por amostragem, apenas um percentual de produtos do lote eram inspecionados desta forma. Os encarregados de produção não tinha mais autonomia para mudar estes testes e, caso algum problema fosse encontrado, todo o lote era testado novamente na linha de produção.

À luz das evidências descritas acima, tais como estabilidade e re-balanceamento de linhas de produção, a montagem dos primeiros produtos CKD, a introdução do *burn-in* e dos testes estatísticos na inspeção final, sugerem que a Gradiente havia acumulado Nível 2 (renovado) de competências tecnológicas.



### 6.2.3 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 3 (EXTRA - BÁSICO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1987 A 1992

Esta seção apresenta as evidências que sugerem que a Gradiente, por volta de 1987, a Gradiente acumulou Nível 3 (extra – básico) de competência tecnológica, de forma incompleta. Este nível foi completado aproximadamente em 1997, após obtenção do certificado ISO 9001<sup>23</sup> e a instalação das máquinas para colocação de componente tipo SMD (*Surface Mounted Device*).

No início da década de 80, após a aquisição das empresas Garrard (de origem Inglesa) e Polyvox, a Gradiente experimentou uma diversificação maior da sua linha de produtos e, também, um aumento de produção em geral. Estes fatores levaram a empresa a modificar sua estrutura organizacional, que foi influenciada por empresas internacionais fornecedoras da Gradiente (ex.: JVC) e pelo pessoal da Garrard. Cada gerente de produção ficou responsável por uma linha de produtos e para isto contava com uma estrutura de apoio, como mostrado na Figura 6.5.

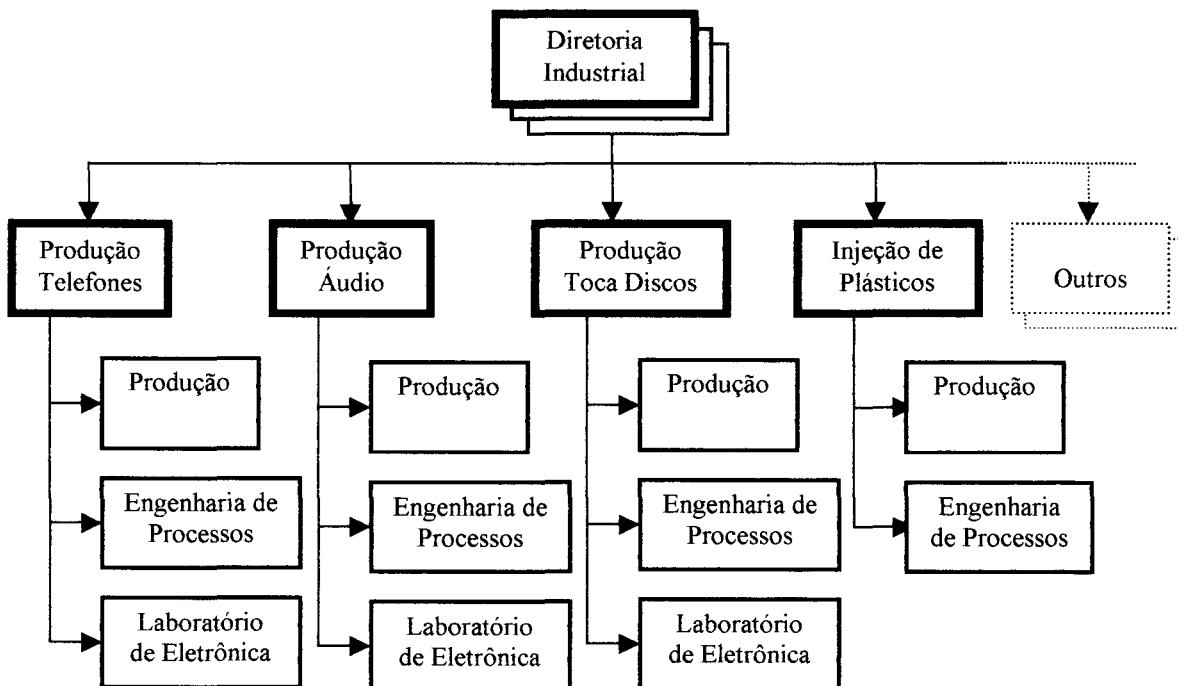


Figura 6.5 – Organograma Básico da Gradiente Manaus na década de 80<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Para maiores detalhes, ver Seção 6.1.4

<sup>24</sup> Entrevista com o Gerente Industrial, divisão Games.

Como pode ser observado na Figura 6.5, em 1987 já existia o departamento de Engenharia de Processos. A atribuição que antes era do encarregado de Produção, de fazer a divisão do processo de montagem, balancear linhas e treinar operários passou para este novo departamento. À Engenharia de Processo foi dada, também, a incumbência de implantar na Gradiente aprimoramentos nas técnicas de tempos e métodos, ergonomia e novas concepções dos *lay-outs* de fábrica e fluxos de produção para eliminação de gargalos. Estas técnicas foram influenciadas pela indústria japonesa que na época estava em ascensão<sup>25</sup>. Algumas atribuições que antes eram do Laboratório, tais como especificações mecânicas para montagem, foram transferidas para a engenharia de processos. O Laboratório ficou dedicado à manter as especificações elétricas dos produtos, elaboração de testes cada vez mais aprimorados e apoio à produção na análise e solução de problemas eletrônicos. Os encarregados de linha, como não precisavam mais treinar operadores, passaram a ser cobrados de maior disciplina das equipes, mais organização das áreas e maior controle da matéria prima no processo produtivo. Outra novidade deste período (1987-1992) foi a introdução das máquinas de solda automáticas (processo de soldagem por onda), conforme afirmação de um gerente industrial,

“Outra introdução importante foi a máquina de solda, da solda a ponto para máquina de solda....a olho nu você vê uma melhoria de solda fantástica. Você tinha retornos antigamente de aparelhos do campo porque a solda a ponto causava solda fria e por isso se tinha um ganho espetacular”<sup>26</sup>

Além das melhorias de qualidade, o aumento de produtividade foi considerável. A Tabela 6.1 a seguir faz uma comparação simulada do tempo necessário para se soldar manualmente algumas PCIs, com os componentes mais usados, que eram resistores, capacitores e transistores:

---

<sup>25</sup> Entrevista com um Gerente de Produção (aposentado) e com o Gerente Industrial da Gradiente Manaus, divisão *Video Games*.

<sup>26</sup> Entrevista com o Gerente Industrial da Gradiente Manaus, divisão *Video Games*.

**Tabela 6.1 - Comparação dos tempos de soldagem Manual e Automática**

<b>Produto</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tempo de Solda Manual (Min.)</b>	<b>Tempo de solda Automática (min.)</b>
Aparelho de Audio	AS 80/2	43,5	0,38
Aparelho de Audio	E-800 AV	33,5	0,26
DVD	D 10/2	253,1	0,39
TV 20"	GT-2033C	61,5	0,29
Receptor Sinal Satélite	GSD-1500	86,2	0,13
Vídeo Cassete	V-7	109,2	0,21
<b>Média</b>		<b>97,8</b>	<b>0,27</b>

*Fonte:* Elaboração própria do autor com base no dados das Tabelas A.1.1. e A.1.2. no Apêndice 1

Os dados da Tabela 6.1 mostram quão improdutivo o processo de soldagem manual se tornou. Estima-se que para cada ponto são necessários três segundos para se efetuar a solda, já incluídos neste tempo as perdas por fadiga, inspeção visual da solda, re-trabalhos, etc., enquanto que a máquina opera a uma velocidade (esteira de transporte das PCIs – Placas de Circuito Impresso) de dois metros por minuto. A primeira máquina que a Gradiente adquiriu, apesar de representar um avanço para a época (início dos anos 1980) precisava de 14 pessoas para funcionar. Tempos depois a empresa comprou sua primeira máquina totalmente automática, cujo processo de aquisição desta máquina está descrito no Quadro 6.3.

### **Quadro 6.3 - Aquisição da Primeira Máquina de Solda por Onda <sup>27</sup>**

No início da década de 80, em uma viagem ao exterior, um dos diretores da Gradiente (que trabalhava em São Paulo) conheceu o processo de soldagem por onda (processo que até hoje é utilizado) e convenceu a empresa a investir na aquisição de uma máquina com esse propósito. Os ganhos de produtividade esperados eram grandes e a qualidade do processo poderia ser melhor controlada.

O pessoal da fábrica não foi envolvido no processo de compra desta máquina mas sua montagem e instalação foi feita sem ajuda externa, pela equipe de manutenção, fazendo uso do manual de instruções do equipamento e da experiência destas pessoas. Seis meses após esta instalação, o mesmo diretor que comprou a máquina de solda visitou a fábrica e verificou que a esteira de transporte de PCIs da máquina estava totalmente alinhada na horizontal, o que pareceu lógico para as pessoas que a instalaram. Contudo, para melhorar a eficiência do processo, ela deveria estar inclinada. Somente então este erro foi corrigido.

O fluxo usado para limpeza da placa antes da soldagem era feito a base de breu diluído em um álcool e sua preparação foi ensinada para os encarregados de produção por um dos diretores da empresa. Segundo um gerente industrial, logo vieram as melhorias na

formulação dos fluxos de limpeza:

“A introdução do fluxo *No Clean* em 1987 e a melhoria da química do fluxo *resinólico*, geraram resultados fantásticos na produção porquê até então o fluxo era breu diluído em álcool e aquilo ficava grosso. Então quando você ia para o *Jig de Teste* aquilo criava isolamento, não testava direito”<sup>28</sup>

Com o processo de soldagem automática vieram as primeiras cartas de CEP (Controle Estatístico do Processo). Estas cartas foram usadas para controlar os parâmetros do processo de forma a evitar que os problemas do processo de soldagem manual se repetissem no processo automático. São controladas até hoje as seguintes variáveis: a) Densidade do Fluxo (g/cc), b) Tempo de imersão da PCI (s), Temperatura da Solda (°C) e Temperatura do Aquecedor (°C). Esta atividade é executada pelo operador responsável por operar a máquina de solda e, um exemplo de carta de CEP é mostrado Figura 6.6.

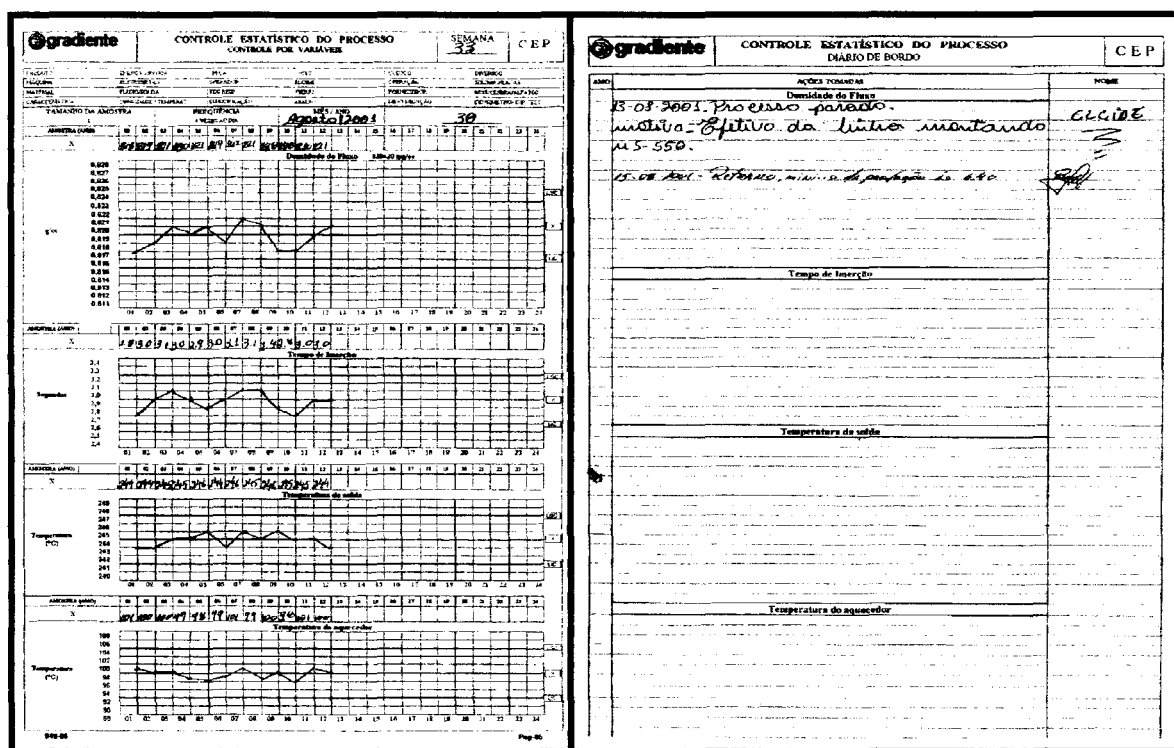


Figura 6.6 – Exemplo de carta de CEP das Máquinas de Solda<sup>29</sup>

Os controles relativos ao processo de soldagem se mostraram tão importantes ao longo do

<sup>27</sup> Entrevista com o Gerente de Produção que instalou a primeira máquina em Manaus

<sup>28</sup> Entrevista com o Gerente Industrial da Gradiente Manaus, divisão *Video Games*.

<sup>29</sup> Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente em Manaus

tempo que as medições são em sua grande maioria efetuadas a cada hora e na engenharia de processos há pessoas designadas para monitorar o processo de soldagem e propor melhorias.

As atividades relativas à criação da engenharia de processos, soldagem por onda e elaboração de cartas de CEP (Controle Estatístico do Processo), contribuíram para que a Gradiente acumulasse, à luz da Tabela 3.1, o Nível 3 (extra – básico) de competência tecnológica. Outras atividades que, também, contribuíram para a empresa acumular o Nível (3) foi a implantação do sistema MRP (*Material Requirements Planning*). A gestão de materiais era considerada deficitária pois era feita manualmente e, segundo um gerente industrial, era uma das principais causas de paradas de linha por falta de material.

“Antes do MRP você tinha paradas *homéricas* de linha produção por surpresas. Faltava parafuso, faltava conector....depois mudou *da água para o vinho*, o sistema de alimentação de linha, enfim revolucionou....O sistema de informação te organiza no sentido de evitar repetição. Melhorou por causa do planejamento”<sup>30</sup>

As listas de material dos produtos eram elaboradas à mão, em papel vegetal. As cópias distribuídas para os departamentos envolvido e as atualizações de emergência enviadas por *Telex*. Em meados da década de 80 Gradiente decidiu investir no seu primeiro sistema informatizado de controle de materiais, chamado *Unisys*. Foi o primeiro sistema de MRP (*Material Requirements Plan*) que a área de planejamento de materiais teve acesso. Este sistema necessitava de uma estrutura de rede de microcomputadores que até então não existia na fábrica. E sua instalação ocorreu como descrito no Quadro 6.4.

---

<sup>30</sup> Entrevista com o Gerente Industrial da Gradiente, divisão *Video Games*.

**Quadro 6.4 - Instalação do Sistema *Unisys***<sup>31</sup>

Com intuito de criar esta estrutura de rede para possibilitar a instalação do sistema *Unisys*, a Gradiente montou uma equipe mista (com pessoal de São Paulo e de Manaus) que especificou os equipamentos necessários, coordenou sua instalação, fez o *start-up* do sistema e finalmente treinou os usuários futuros do sistema. Mesmo após o *start-up*, o sistema de controle manual, *cardex*, continuou sendo usado pois de acordo com pessoas que trabalhavam na área de materiais, não havia confiança de que o *Unisys* poderia controlar os estoque de matéria prima a contento. A justificativa usada era de que desta forma era possível ter uma dupla verificação dos controles e a chance de se ter problemas seria remota.

Por volta de 1986, todo o trabalho de planejamento e controle de material da fábrica da Gradiente era feito em São Paulo, desde os planos de produção até a execução dos programas de MRP (*Material Requirements Plan*). O resultado desse processamento era enviado para Manaus em fitas de *back up*, uma vez que, à época a Gradiente não tinha *link* de satélite de Manaus com seu escritório central. O planejamento gerava apenas a necessidade bruta de material e depois pessoas deste departamento para Manaus para verificar a necessidade líquida dos materiais. Todo o processo era feito em lotes. Apesar das novas facilidades, o *Unisys* não tinha controle sobre o material que era transferido do almoxarifado para a área de produção. Esta falta de controle resultava em uma diminuição da acuracidade dos depósitos como um todo, refletida principalmente nas diferenças entre os saldos físicos e contábeis de matéria prima.

Em 1986 foram instaladas as primeiras máquinas de inserção automática de componentes eletrônicos, e com elas a Gradiente passou a exercer novas atividades. A Tabela 6.2 mostra a velocidade destas máquinas (uma pessoa insere em média um componente a cada três segundos). Sua instalação gerou reduções da ordem de 70% no tempo de inserção de componentes, em relação ao processo manual, conforme simulação feita na Tabela A.2.1, no Apêndice 2.

**Tabela 6.2 - Velocidade das Máquinas de Inserção Automática de Componentes**

Tipo	Modelo	Velocidade (Componente / Segundo)
Jumper	6293A	3,03
Axial	6241C	2,63
Radial	6360C	2,22
Média		2,63

Fonte: Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente

O *start-up* das máquinas de Inserção Automática foi precedido por toda uma preparação física do local onde as máquinas seriam instaladas. Esta foi uma exigência do fornecedor dos equipamentos, descrita em maiores detalhes no Quadro 6.5.

<sup>31</sup> Entrevista com o Chefe de Recebimento e Armazenagem de Materiais

### Quadro 6.5 - A Instalação das Primeiras Máquinas de Inserção Automática<sup>32</sup>

Antes da instalação das novas máquinas, dois engenheiros foram enviados para um treinamento de 45 dias em Binghamton, NY, Estados Unidos, na sede da empresa fabricante dos equipamentos. Este treinamento abordou a operação e manutenção dos equipamentos, instalações necessárias e aspectos relacionados ao processo de montagem. Ao retornar desta viagem, iniciaram a preparação da área onde foram instaladas as máquinas. Aspectos como *lay-out*, fluxo de materiais, temperatura e umidade ambiente, fornecimento de ar comprimido e energia elétrica foram considerados. A preparação da área foi conduzida pelo pessoal da Gradiente. Quando a área onde as novas máquinas seriam instaladas ficou pronta, uma equipe da Universal (empresa fabricante dos equipamentos) viajou para Manaus para vistoriar as instalações da Gradiente e verificar se as mesmas estavam de acordo com as especificações necessárias.

Somente após aprovação desta equipe é que a Universal autorizou o embarque da máquinas para o Brasil. Para a instalação e *start-up* das máquinas foram enviados dois técnicos da empresa *Universal* que acompanharam a equipe Gradiente por um mês. Após este período, mais um mês foi necessário para que o processo produtivo se estabilizasse e, a produção desta primeira célula, atingisse um nível considerado adequado. Estudos na época indicaram que para cada máquina instalada, 80 postos de trabalho eram eliminados. A instalação de novas máquinas se estendeu por vários anos, conforme necessidade de aumento de produção / produtividade e mudanças tecnológicas nos produtos.

Outra atividade relacionada com este nível é o uso de máquinas automáticas para colocação de componentes SMD (*Surface Mounted Device*) na PCIs (Placas de Circuito Impresso). As primeiras máquinas automáticas para componentes SMD (*Surface Mounted Device*) foram adquiridas pela Gradiente 1996, para um novo modelo de vídeo cassete. No caso destes equipamentos, a Gradiente partiu das informações do produto fornecidas pela JVC (detentora da tecnologia do produto) e, em conjunto com os fornecedores de equipamentos, desenvolveu o processo para as condições locais. Coube ao fabricante, Fuji do Japão, propor a melhor configuração técnica do equipamento para atender as necessidades de produção, que foram analisadas e aprovadas pelo departamento de desenvolvimento industrial. A instalação foi feita sob responsabilidade do fabricante, contudo, o *lay-out* desta área específica ficou sob responsabilidade da Gradiente. O *start-up* foi considerado como normal tanto pelos fornecedores quanto pela Gradiente. O dia a dia de produção bem como a contratação de pessoal especializado contribuiu para que em pouco tempo a Gradiente não mais precisasse de ajuda para operar e programar os equipamentos. Os ganhos de velocidade foram considerados expressivos e podem ser observados na Tabela 6.3 a seguir. A uso de máquinas de inserção de componentes SMD gerou ganhos da ordem de 22%, em relação ao processo de inserção manual e inserção automática convencional, conforme simulação feita na Tabela A.2.2, no Apêndice 2.

<sup>32</sup> Entrevista com um Engenheiro de Processos

**Tabela 6.3 - Velocidade das Máquinas de Inserção Automática de Componentes SMD**

<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Velocidade (Componentes / Segundo)</b>
High-speed Chip Dispenser	GL541	6,67
High-speed Chip Placer	CP6 / CP642 / CP643	6,25
Multi-Functions SMD mounter	IP3 Comp. Chip 0.55 Comp. IC	0,80
Multi-Functions SMD mounter	QP3 Comp. Chip 0.40 Comp. IC	1,00

*Fonte:* Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente

A partir da instalação das máquinas, a equipe de engenharia de processos da Gradiente mostrou-se auto-suficiente para realizar as atividades de parametrização das máquinas bem como elaborar e manter os fluxos de produção criar seus processos de montagem bem como fazer melhorias no *lay-out* da área e fluxos de produção. Estas evidências, aliadas às atividades de inserção automática de componentes convencionais, planejamento via MRP, soldagem por onda e CEP (Controle Estatístico do Processo), sugerem, à luz da Tabela 3.1, que a Gradiente acumulou, ainda que de forma incompleta, Nível 3 (extra-básico) de competência em processos e organização da produção.

**6.2.4 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 4 (PRÉ – INTERMEDIÁRIO) DE  
COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO:  
1993 A 1997**

Esta seção apresenta as evidências que sugerem que a Gradiente acumulou o Nível 4 (pré - intermediário) de competência tecnológica. Este nível foi acumulado, aproximadamente, em 1993. Vale ressaltar que, desde meados dos anos 1980, conforme evidenciado na Seção 6.2.3, a Gradiente se engajou em algumas atividades inovadoras, tais como reorganização de departamentos e processos organizacionais. Estas evidências sugerem, assim, que por volta de 1985, o Nível 4 (pré intermediário) já estava em formação.

Em 1992 a Gradiente deu início a um programa chamado GCM (Gradiente Categoria Mundial). Este programa nasceu em resposta a um quadro de crise gerado pela abertura de mercado para produtos importados, mudanças na legislação da Zona Franca de Manaus e



as perdas financeiras do ano anterior. O objetivo global do GCM era criar a filosofia do Kaizen na empresa, um processo de melhoria contínua aliado a uma mudança nas relações entre a Gradiente e seus funcionários. Os objetivos específicos do projeto GCM são apresentados a seguir, no Quadro 6.6.

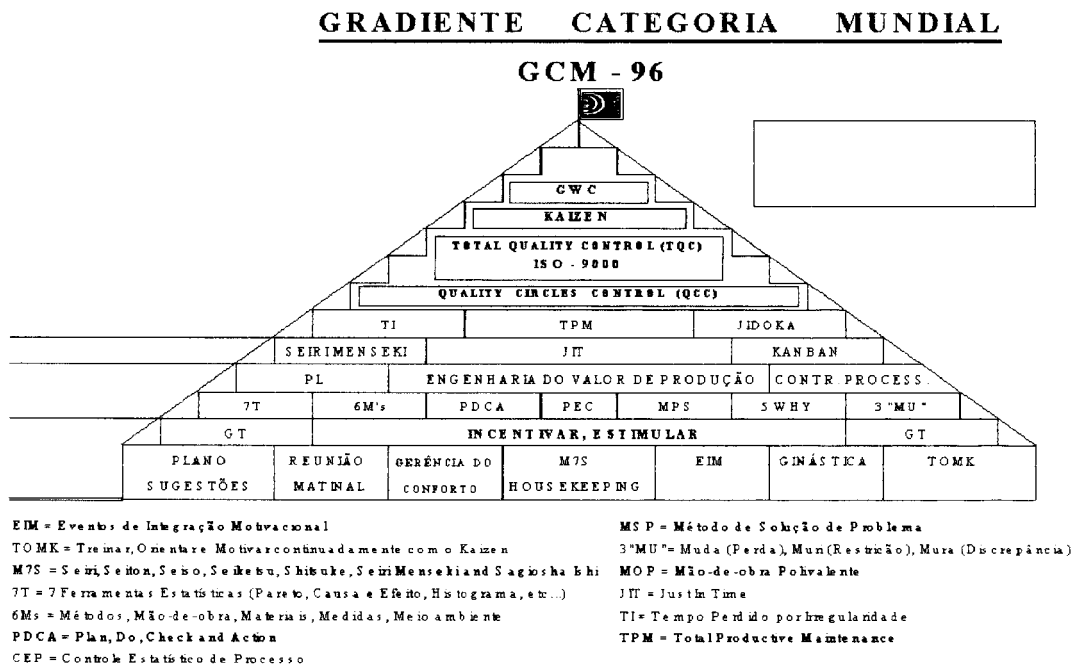
**Quadro 6.6 - Objetivos específicos do GCM<sup>33</sup>**

Dentre os objetivos específicos deste programa estavam:

- Elaboração e implantação de projetos de produtividade e qualidade
- Racionalização profunda nas despesas em geral
- *Desverticalizar* a empresa criando maior foco no negócio e deixando para terceiros outras atribuições tais como segurança, alimentação e limpeza
- Reengenharia de processos de montagem de produtos, logística e automação de linhas de montagem
- Investir em um plano intensivo de treinamento
- Implantar um sistema de gestão de materiais integrado com outras áreas.
- Obter a certificação ISO9001 para empresa

O planejamento do GCM foi dividido em etapas. Estas etapas são representadas pela Figura 6.7, cujos degraus da pirâmide representavam as etapas do projeto para atingir o nível de empresa de categoria mundial.

<sup>33</sup> Engenharia Industrial - Gradiente



GCM - KAIZEN

A BASE PARA A OBTENÇÃO DA QUALIDADE & PRODUTIVIDADE

Figura 6.7 – Hierarquia do projeto GCM (Gradiente Categoria Mundial)<sup>34</sup>

Na primeira etapa, base da pirâmide, estavam as ações que visavam conscientizar os funcionários dos princípios do *Kaizen* e, os benefícios esperados pelo GCM. Com a ajuda de consultorias externas, foram desenvolvidos, cursos dirigidos para qualidade, projetos de *housekeeping*, gerenciamento do conforto e reuniões diárias para discussão de problemas. Por volta de 1993 foi implantado o plano de sugestões, desenvolvido e incentivado pelo diretor residente da fábrica. A etapa seguinte foi dedicada aos projetos da área de qualidade (*7 tools*, *PDCA*, *5WHY*, etc.), materiais (*JIT*, *Kamban*) e equipamentos (*TPM - Total Productive Maintenance*, Controle de Horas Paradas). Na terceira etapa, os CCQs (Círculos de Controle de Qualidade) formados espontaneamente pelos funcionários para resolver problemas diversos e trabalhar em projetos de melhoria. O projeto GCM era revisado anualmente, geralmente em outubro, quando era publicado um primeiro plano de produção para o ano seguinte. Discussões eram conduzidas de forma a delinear em um plano de ação visando os investimentos e oportunidades para ano seguinte. Durante o trabalho de elaboração desse plano de ação, metas eram revisadas e posteriormente oficializadas. O acompanhamento do programa GCM era feito semanalmente, numa

<sup>34</sup> Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente

reunião liderada pelo diretor da fábrica. Dessas reuniões participavam, além do diretor, os gerentes, os chefes de departamento e convidados. Os convidados eram funcionários da própria Gradiente que estavam trabalhando em algum projeto específico e que relatavam na reunião os problemas e dificuldades enfrentados, soluções encontradas e finalmente compartilhar experiências vividas, como parte do processo de melhoria contínua. Este projeto foi influenciado pelo pessoal da Telefunken, que havia sido adquirida pela Gradiente no final da década de 80, que tinham uma “cultura” de planejamento e melhorias contínuas mais fortes que as da Gradiente.<sup>35</sup>

O projeto GCM impulsionou outros projetos específicos. Um desses projetos foi a obtenção da certificação ISO 9001, bem como outros que serão comentados a seguir. Estes projetos estavam ligados a investimentos em melhoria de produtividade, qualidade e diminuição de custos. A reorganização dos departamentos da fábrica foi elaborada entre 1993 e 1997, quando foi criado o conceito de UPI (Unidade de Produção Independente).

O desenho da estrutura era parecido com a estrutura organizacional na década de 80 mas, a atuação das UPIs incorporou inovações em relação ao modelo anterior. As UPIs não eram separadas em empresas independentes mas sua organização simulava esta situação. Com exceção das áreas administrativas de apoio à manufatura, tais como RH, Controladoria, dentre outros, cada UPI tinha independência na condução da sua operação. Foram inicialmente criadas Células de Produção. O chefe de cada uma destas células tinha sob sua responsabilidade, além da produção, a manutenção dos equipamentos e processos pertencentes a sua célula.

A Engenharia Industrial era responsável pelo processo produtivo, pela implantação de novos produtos na fábrica, por cuidar da documentação técnica oficial da UPI, manter e aprimorar o *lay-out* da produção e dimensionar o quadro de mão de obra. Outra novidade em relação ao modelo anterior é que o PCP (Planejamento e Controle da Produção) ganhou maior autonomia. O que antes era feito em São Paulo, no escritório central, foi em parte dividido com a fábrica. A partir de um plano mensal elaborado na sede da empresa, havia liberdade com relação a programação diária. Esta autonomia trouxe ganhos de

---

<sup>35</sup> Entrevista com um engenheiro de processos.

produtividade pois tornou possível diminuir o número de *set-ups* de produtos e aumentar o volume produzido. Também como parte do processo de descentralização, foram criadas áreas de Controle de Qualidade específicas para as UPIs que, assim como o PCP, ganharam maior autonomia na tomadas de decisões. O organograma da fábrica dividida em UPIs é mostrado na Figura 6.8.

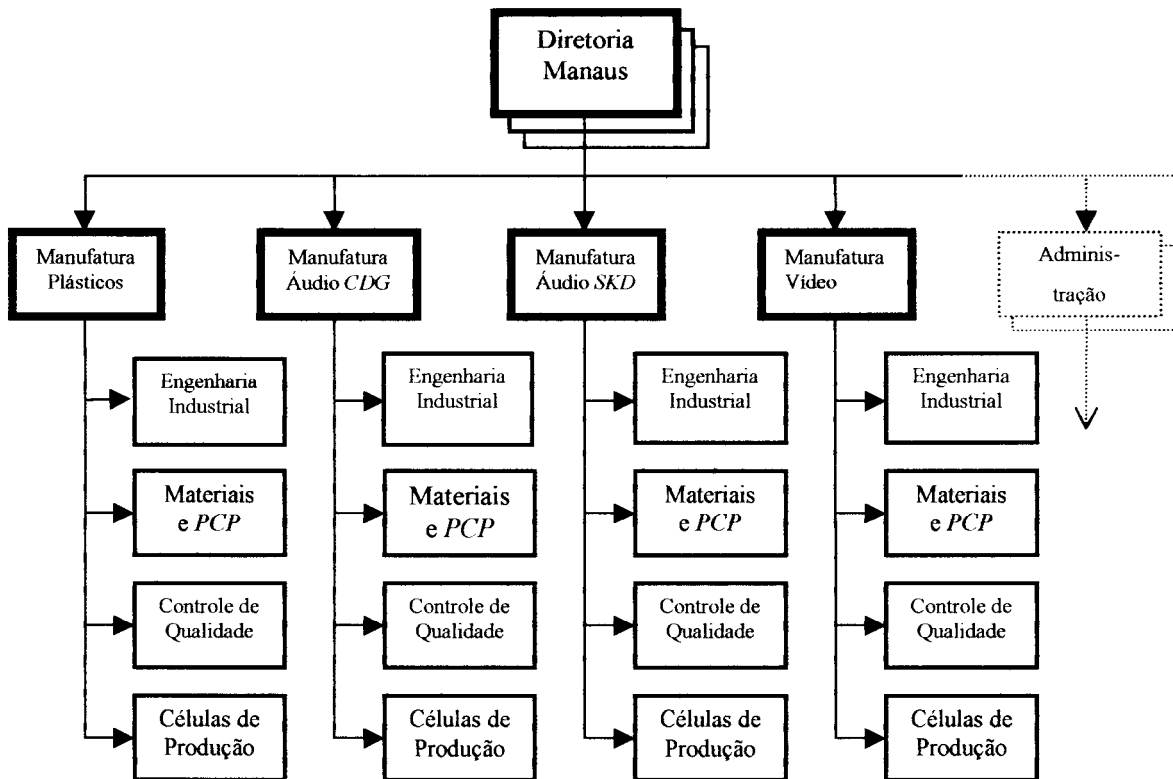


Figura 6.8 – Organograma da Gradiente (fábrica) dividida por Unidades de Produção Independente<sup>36</sup>  
 Chaves: CDG - Completamente Desenvolvido pela Gradiente  
 SKD - Semi Knocked Down (Semi Desmontados)

O processo de reorganização contou, ainda, com a criação do departamento de Desenvolvimento Industrial, cujo objetivo era buscar soluções que visassem melhoria de produtividade e novas tecnologias de montagem de produtos eletrônicos. Este departamento era formado por um gerente, um engenheiro, um técnico e uma assistente administrativa. O gerente deste departamento viajou para vários fabricantes de produtos eletrônicos, tais como, LG, Samsung e PJVM (Philips & JVC da Malásia), parceiros comerciais da Gradiente. Ele também visitou fabricantes de equipamentos para a indústria eletrônica e feiras internacionais, tais como a Produtronica na Alemanha e Nepcon nos

<sup>36</sup> Entrevista com um engenheiro de processos e observação direta.

Estados Unidos.

Com a decisão de ampliar a produção da fábrica de vídeo (televisores, vídeo cassetes e filmadoras) para atender a demanda de mercado, em 1996, o departamento de Desenvolvimento Industrial ficou responsável por encontrar as melhores soluções para a empresa. Até então, a fábrica de vídeo tinha um *lay-out* considerado complicado e desorganizado. Trabalhava-se com um conceito que foi chamado de estoque focalizado, que era, simplesmente, manter dentro da área produtiva várias prateleiras com material suficiente para uma semana de produção. Uma empresa de engenharia (Frontenge) foi contratada para fazer o detalhamento do *lay-out*. Contudo, toda a especificação conceitual, dimensões básicas, fluxos de materiais e produtos foram definidos pelo departamento de Desenvolvimento Industrial, juntamente com o departamento engenharia industrial.

Para conseguir área disponível para o armazenamento, foi necessário *verticalizar* o estoque de material. Para os componentes pequenos, tais como resistores, diodos e capacitores, foi adquirido um Transelevador (prateleiras cujo acesso é feito por uma carro transportador com movimento em dois eixos, vertical e horizontal. Foi construído, também, um galpão exclusivo para armazenagem dos tubos de imagem dos televisores. O galpão possuía internamente um conjunto de prateleiras que foram chamadas de *drive in*, prateleiras projetadas para comportar *pallets* empilhados na vertical. Esta mudança no *lay-out* melhorou as condições de fluxo de materiais e produção.<sup>37</sup>

Estas atividades relacionadas com a implantação de ferramentas da qualidade (projeto GCM), reorganização de departamentos e processos (criação das UPIs) e aprimoramento do fluxo de materiais e processos sugerem que, à luz da Tabela 3.1, a Gradiente acumulou Nível 4 (pré – intermediário) de competência tecnológica.

Também em 1996, a direção da Gradiente decidiu investir na automação de linhas de produção. O Quadro 6.7 detalha como foi o processo de aquisição das primeiras linhas automáticas para produção de televisores e vídeo cassetes.

---

<sup>37</sup> Entrevista com o Gerente de Desenvolvimento Industrial.

### Quadro 6.7 - Aquisição de Linhas Automáticas da NMA <sup>38</sup>

Quando a Gradiente expressou interesse nas linhas automáticas, uma missão de engenheiros da NMA foi convidada a vir ao Brasil para iniciar o processo de detalhamento técnico. Coube ao departamento de Desenvolvimento Industrial junto com engenheiros da fábrica de vídeo acompanhar esta missão que permaneceu por aproximadamente uma semana. Durante este período foram definidos os escopos básicos das linhas de produção para televisores de 14 e 20 polegadas e vídeo cassetes. Com estes dados a equipe da NMA voltou para a Holanda e elaborou um projeto completo das linhas conforme discutido inicialmente.

Numa segunda visita e uma nova rodada de discussões definiu o escopo final das necessidades da Gradiente. Nesta mesma missão, um representante da NMA negociou e fechou o preço final do equipamento para a Gradiente, que formalizou o pedido de compra. Os equipamentos ficaram prontos em aproximadamente três meses e então foram embarcados diretamente para Manaus, onde uma equipe de engenheiros da própria NMA e mecânicos e eletricitas contratados no Brasil montaram e testaram os mesmos.

Após entrega das linhas testadas e funcionando, coube à Gradiente iniciar o trabalho de elaboração do processo de fabricação de televisores e vídeo cassetes. Um mês após *start-up* das linhas, elas já haviam atingido os volumes de produção projetados, evidenciando que apesar de não fabricar suas linhas de produção, a Gradiente era capaz de fazer a especificação das suas necessidades em termos de equipamentos.

Neste mesmo ano deu-se início ao projeto de reformulação da linha de montagem de televisores tela grande (29 a 38 polegadas). Este projeto foi desenvolvido pelo departamento de Desenvolvimento Industrial em conjunto com a Engenharia de fábrica. O ponto de partida foi o levantamento de todos os dados referentes à linha existente bem como os problemas oriundos do desgaste da mesma. A seguir, a engenharia industrial elaborou as especificações necessárias para que a linha após modificações pudesse comportar os níveis de produção planejados. De posse destas especificações, o departamento de desenvolvimento industrial, em São Paulo, contratou a Frontenge (empresa de engenharia e projetos) para elaborar o projeto detalhado das modificações mecânicas e elétricas do equipamento. Com o projeto aprovado, a Gradiente contratou uma empresa de fabricação de linhas de montagem, no caso a Rapstan, que modificou a linha antiga.

Outro projeto de destaque, que contribuiu para aumentar a produtividade foi o de redução do tempo de troca de moldes e a instalação de robôs na área de injeção plástica. Esse

<sup>38</sup> Entrevista com o Gerente de Desenvolvimento Industrial e observação direta

projeto fez parte do GCM e havia sido indicado como oportunidade de investimento. Até a primeira metade da década de 1990, eram necessárias duas horas para uma troca de moldes nas máquinas injetoras, enquanto no Japão, segundo pessoas que visitaram fábricas naquele país, esta mesma operação durava em média vinte minutos. Além disso, cada máquina precisava de um operador exclusivo para operá-la. O Quadro 6.8 detalha como foi o projeto.

#### **Quadro 6.8 - Redução do Tempo de Troca de Moldes e instalação de robôs<sup>39</sup>**

Investiu-se inicialmente na compra de talhas e ponte rolante mais adequadas para o manuseio dos moldes. Também como parte desse processo, uma pessoa da fábrica passou a visitar os fornecedores de moldes de injeção plástica da Ásia, de Portugal e do Brasil (Caxias do Sul – RS) para acompanhar a fabricação e evitar o tanto quanto possível adaptações nos moldes quando chegassem em Manaus. Passou-se, também, a usar sistema de travas rápidas nos moldes e silos de alimentação de matéria prima automáticos.

As máquinas injetoras antigas foram trocadas por máquinas mais modernas, com esteiras de saída de peças plásticas robôs para automatizar a retirada de peças. Como os robôs retiravam as peças por cima da máquina, economizou-se o tempo de necessário para se abrir e fechar a porta lateral da injetora. Isto também aumentou a segurança, diminuindo as chances de uma falha terminar em um acidente. Esse ganho de tempo foi usado no estudo que justificou o investimento nos robôs.

Estas evidências acima descritas, relacionadas com o alongamento da produtividade, automação de linhas, automação de linhas de produção, reorganização de departamentos, implantação de ferramentas da qualidade e aprimoramento de *lay-outs* e fluxo de materiais e processos sugerem, à luz da Tabela 3.1, que a Gradiente havia acumulado Nível 4 (pré – intermediário) de competência tecnológica em processos e organização da produção.

#### **6.2.5 ACUMULAÇÃO DO NÍVEL 5 (INTERMEDIÁRIO) DE COMPETÊNCIA PARA PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: 1998 A 2000**

Nesta seção são apresentadas as evidências que sugerem que a Gradiente acumulou Nível 5 (intermediário) de competência tecnológica em desenvolvimento de produtos. Este nível foi acumulado, de forma incompleta, por volta de 1998 e permaneceu até o ano 2000. Este nível foi acumulado de forma incompleta, pois, apesar da empresa ter acumulado competências para executar as atividades relativas ao Nível 5, as mesmas não estavam, em sua maioria, concentradas na unidade de vídeo, em Manaus.

<sup>39</sup> Entrevista com o Assessor de Diretoria que participou em parte deste projeto

Na primeira metade da década de 1990, quando a direção da Gradiente resolveu adquirir um sistema de gestão que integrasse pelo menos os sistemas operacionais considerados como mais importantes, por exemplo planejamento de materiais, produção, engenharia, custos, contabilidade, etc. Uma consultoria foi contratada para que juntamente com o pessoal da Gradiente definissem qual sistema seria implantado na empresa. O sistema escolhido foi o *Magnus* da empresa Datasul, de origem brasileira. Segundo relato de pessoas que participaram deste processo, após a fase inicial na qual enfrentaram problemas com o *Magnus*, observou-se uma melhora significativa em termos de controle de materiais. Isso implicou, indiretamente, em um aumento nos volumes de produção pois praticamente acabaram os problemas de linha parada por falta de material. Mesmo assim, o sistema de fichas de controle manual, que eram usadas como controle paralelo do *Unisys*, ainda perdurou por dois anos com o mesmo pretexto de que não havia confiança suficiente, só que desta vez no *Magnus*<sup>40</sup>. O Quadro 6.9 detalha o processo de instalação do *Magnus*.

---

<sup>40</sup> Entrevista com a Coordenadora de Planejamento.



### Quadro 6.9 – A instalação do sistema de gestão integrada - Magnus<sup>41</sup>

O primeiro passo desta implantação foi a escolha de quatro pessoas de áreas diferentes que foram dedicadas exclusivamente a este projeto, juntamente com um especialista da Datasul e um consultor, que era o coordenador da equipe. Um laboratório foi montado para que o grupo tivesse a sua disposição os recursos necessários para analisar cada procedimento interno da empresa e adapta-lo ao *Magnus*, ou vice versa. Este grupo passou aproximadamente seis meses nesta tarefa. Um dos procedimentos adaptados foi o de importação, após ser constatado que o módulo original do *Magnus* não havia sido desenhado para a ZFM (Zona Franca de Manaus). Depois deste, vários outros módulos foram adaptados para atender os procedimentos internos da empresa. A maior parte destas adaptações estavam relacionadas com o módulo de planejamento pois o *Magnus* original não trabalhava como a Gradiente gostaria. A seguir, iniciou-se o treinamento dos futuros usuários, em cada departamento, que ficariam encarregados por operar o *Magnus* em suas áreas.

O último passo antes de se migrar para o sistema *Magnus* e abandonar o *Unisys* foi uma fase de transição que durou um mês. Durante esta fase se trabalhou com os dois sistemas em paralelo, quando então o *Unisys* deixou definitivamente de ser usado e o *Magnus* se tornou o único sistema em uso pela empresa, já em 1996.

Vários problemas foram enfrentados nos dois meses seguintes. Esses problemas foram ocasionados por falhas no treinamento, funcionários treinados que deixaram a empresa nesse período, pouca experiência dos usuários e até mesmo resistência a mudança. O *Magnus*, depois de instalado, permitiu, por exemplo, que alterações de engenharia no produto ou no processo atualizassem imediatamente o preço do produto. O sistema integrava, também, o planejamento com a fabricação e até mesmo a emissão de notas fiscais de produtos acabados. Deste ponto em diante, a equipe de TI (Tecnologia da Informação) assumiu a administração do sistema *Magnus* e as adaptações que se fizeram necessárias foram implantadas por ela. Nesta época, também, foi instalado o *link* de satélite da fábrica com o escritório da empresa em São Paulo. Este *link* permitiu que as pessoas pudessem acessar os bancos de dados da fábrica estando no escritório central ou vice versa. Instalou-se um programa chamado *Multiplanta*, que toda noite fazia a atualização das bases de dados, evitando que o sistema parasse quando o *link*, por razões técnicas não estivesse funcionando.

Além de se engajar em atividades que integrou sistemas corporativos, em 1996, a Gradiente também investiu na automação de testes, para a linha de produção da Unidade de Produção Vídeo. O objetivo desta automação foi justificado como redução de custo e aumento da produtividade e qualidade. A empresa escolhida para automatizar os testes nas PCIs (Placas de Circuito Impresso) foi a ITE (*Integrated Testing Equipment*), uma empresa belga que havia sido a divisão de testes da Philips (fabricante mundial de produtos eletrônicos). O processo de aquisição dos equipamentos da ITE é descrito no Quadro 6.10.

<sup>41</sup> Entrevista com a Coordenadora de Planejamento

### Quadro 6.10 - Aquisição de Testes Automáticos da ITE <sup>42</sup>

Após a Gradiente ter contatado a ITE para buscando equipamentos de teste automático, uma equipe conjunta (Gradiente e ITE) visitou os centros de desenvolvimento de produtos da LG na Coreia e da JVC (sócia da Philips na PJVM) no Japão para discutir quais testes precisavam ser feitos pois estas empresas eram as detentoras da tecnologia dos produtos em questão.

Esta missão ficou aproximadamente 2 semanas em cada empresa. Após esta viagem, a ITE elaborou uma proposta técnica e enviou uma equipe para o Brasil para fazer a revisão do projeto. Depois dos acertos finais nesta proposta, o representante da ITE negociou o preço dos equipamentos com a Gradiente, que formalizou o pedido de compra. Engenheiros da Gradiente foram treinados na Bélgica antes da instalação dos equipamentos. Este treinamento visava prepará-los para operar o equipamento bem como alterar parâmetros de medição, necessários para intervenções no processo de teste e ajuste do produto. O treinamento durou aproximadamente 15 dias na sede da ITE.

A instalação dos equipamentos no Brasil foi feita pela Gradiente com a supervisão da equipe da ITE e com acompanhamento da engenharia de fábrica, quando então outras duas pessoas foram treinadas para operação dos equipamentos. O *start up* dos equipamentos de medição e ajustes das PCs foi feito com novos modelos de televisores e vídeo cassetes. Entre dois e três meses após o *start-up*, o pessoal da engenharia industrial da Gradiente já tinha domínio da operação e parametrização dos equipamentos de medição e já haviam conseguido alcançar os níveis de produção projetados.

Além dos equipamentos da ITE, outro projeto para automação de testes nasceu da necessidade da Gradiente em diminuir custo dos TVs de 14 e 20 polegadas, também, na Unidade de Produção Vídeo. Várias possibilidades foram analisadas e uma delas era comprar o tubo de imagem para os televisores de 14 e 20 polegadas sem o ajuste da bobina defletora, pois isto economizaria US\$ 1,50 por tubo de imagem não ajustado. A Gradiente precisava, assim, aprender como fazer o ajuste da bobina defletora no tubo de imagem e posteriormente implantar este ajuste no processo produtivo. O equipamento para fazer este ajuste foi adquirido da empresa canadense IPS (*Image Processing Systems*), que trabalhava com sistemas de visão digital. Foi necessário a partir deste ponto um trabalho intenso no equipamento, por parte da engenharia de fábrica, para se descobrir quais parâmetros de medição eram mais críticos, condições de iluminação local (que atrapalhava o ajuste), posicionamento das câmeras do sistema de visão eletrônica, limpeza periódica das câmeras, etc. Após aproximadamente 6 meses, cada ajuste já era feito em menos de 20 segundos, o que eliminou o maior gargalo da linha de produção de televisores de 14 e 20 polegadas. O processo de aquisição destes equipamentos é descrito no Quadro 6.11.

<sup>42</sup> Entrevista com o Gerente de Desenvolvimento Industrial e observação direta

### **Quadro 6.11 - Aquisição de Equipamento IPS para Ajuste de Bobinas Defletoras**<sup>43</sup>

O fabricante escolhido para fornecer o equipamento de ajuste de bobinas defletoras foi a IPS, empresa canadense que trabalhava com equipamentos dotados de sistemas de visão eletrônica para aplicações diversas de medição e controle de qualidade. Uma das aplicações já desenvolvidas pela IPS era o ajuste de bobinas defletoras para tubos de imagem, desenvolvida para fabricantes de tubos de imagem (cinescópio). A Gradiente forneceu para a IPS as especificações de ajuste necessárias para os TVs por ela produzidos, o que gerou uma proposta técnica e comercial para a empresa. A demanda do mercado de TVs projetava um aumento nas quantidades produzidas e, um estudo preliminar demonstrava que o retorno do investimento seria de aproximadamente 4 meses. Com estes dados, o diretor de operações resolveu visitar a IPS no Canadá juntamente com o gerente de desenvolvimento industrial e o gerente da fábrica de TVs e VCRs. O resultado desta viagem foi um contrato firmado para o fornecimento de um conjunto de equipamentos que possibilitou o ajuste da bobina defletora ao tubo de imagem da TV, usando sistema de visão digital, dotado de câmeras coloridas que faziam as medições de foco, convergência estática e dinâmica e ajuste de branco automaticamente.

Além da implantação dos testes automáticos e do sistema de gestão integrada (*Magnus*), em 1997 foi completado um projeto de reengenharia organizacional que culminou na divisão da empresa em unidades de negócio autônomas. A reestruturação, segundo o presidente da Gradiente Eletrônica S/A, permitiu o desenvolvimento de estratégias específicas para cada seguimento de atuação e, também, o ajuste do portfólio da empresa face as oscilações do mercado consumidor<sup>44</sup>. Era esperado uma maior agilidade desde o desenvolvimento de novos produtos até a produção em massa e vendas. A distribuição e assistência técnica pós venda permaneceram, por decisão da Gradiente, na holding (empresa controladora do grupo). O modelo básico deveria ser replicado nas duas unidades, sendo permitido ao Diretor Geral de cada uma decidir sobre detalhes da estrutura organizacional, mais convenientes a cada operação. A Figura 6.9 apresenta o organograma básico das unidades de áudio e vídeo em Manaus, após a divisão em unidades de negócios.

<sup>43</sup> Observação direta do autor

<sup>44</sup> Relatório anual de balanço financeiro da Gradiente - 1998

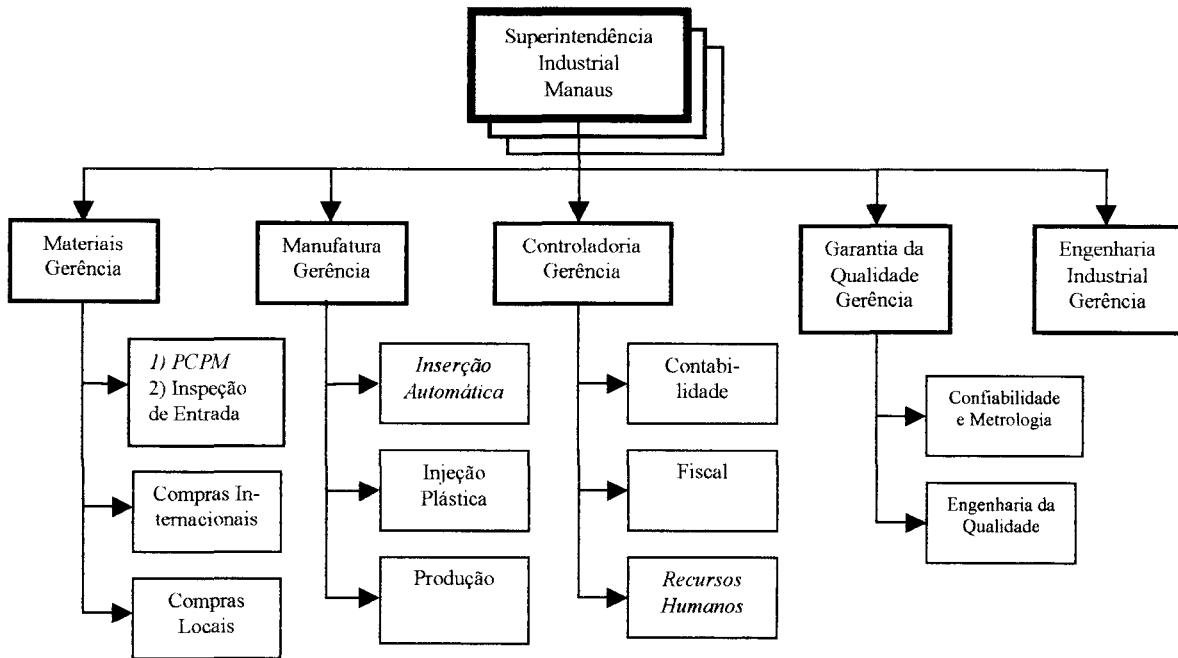


Figura 6.9 – Organograma básico das unidades áudio e vídeo em Manaus<sup>45</sup>

A diferença básica entre as duas unidades estava no fato de que os departamentos de garantia da qualidade e engenharia industrial, na unidade de áudio eram liderados por gerentes e na unidade de vídeo por chefes de departamento. Os departamentos de planejamento de materiais, compras e importação foram transferidos para as respectivas fábricas em Manaus e cessaram suas operações em São Paulo. O objetivo desta mudança era proporcionar uma maior integração destes departamentos com as áreas produtivas. A unidade de áudio ficou com os executivos que já trabalhavam na fábrica e a unidade de vídeo contou com a transferência de Gerentes e Chefes de Departamento de São Paulo para Manaus e a contratação do Superintendente Industrial oriundo de uma empresa concorrente. Como parte do processo de divisão em Unidades de Negócio e devido ao aumento de produção dos produtos de vídeo, foi necessário construir uma nova fábrica, cujo projeto iniciou sob responsabilidade do departamento de desenvolvimento industrial e terminou coordenado pela equipe que assumiu a unidade de vídeo. O modelo de fábrica foi baseado na unidade da JVC em Tijuana – México, contudo, o projeto foi conduzido pela Gradiente. Todas as definições relativas ao projeto, subestação de entrada de energia elétrica, poço artesiano, dentre outras foram feitas pela Gradiente e operacionalizadas pelas empresas Novelli (planejamento) e Frontenge (engenharia).

<sup>45</sup> Observação direta do autor

Estas atividades que levaram ao processo de reengenharia organizacional conduzido pela Gradiente juntamente com as atividades relativas à integração de sistemas (*Magnus*), os testes automáticos (ITE e IPS) sugerem, com base na Tabela 3.1, que a empresa acumulou Nível 5 (intermediário) de competência tecnológica em processos e organização da produção.

Outras atividades relativas à este nível foram a obtenção do certificado ISO 14001, o uso de componentes tipo BGA e a introdução do planejamento estratégico como instrumento de melhoria contínua, todos na área industrial da Unidade de Negócios Vídeo. A certificação do sistema de gestão ambiental ISO 14001, por exemplo, tomou forma em 1999 pela iniciativa do diretor superintendente industrial da fábrica de vídeo. Não haviam recursos financeiros destinados a esse empreendimento e portanto foi executado pelo próprio pessoal da empresa. O departamento de Garantia da Qualidade foi escolhido como condutor deste projeto e uma das premissas foi a impossibilidade de contratação de pessoal extra. Também foi descartada a contratação de qualquer consultoria para treinar as pessoas que participaram deste processo, cujos detalhes estão descritas a seguir.

Para conduzir a certificação conforme a norma ISO 14001, primeiramente as tarefas foram distribuídas entre o pessoal da Garantia da Qualidade e com o passar do tempo os outros departamentos da fábrica foram envolvidos até que todos estivessem comprometidos com o “desafio”. A equipe do departamento de Garantia da Qualidade visitou várias empresas em Manaus que já possuíam o certificado ISO 14000 em Manaus, todas elas multinacionais. A segunda etapa consistiu da elaboração da política ambiental, do manual do sistema de gestão ambiental e dos procedimentos internos adotados pela Gradiente. Nesta etapa enfrentou-se uma dificuldade considerada grande pelas pessoas que conduziam este empreendimento que era a adequação do sistema às leis vigentes nas três esferas de governo, a federal, a estadual e a municipal, já que cumprir a legislação é requisito básico do sistema de gestão ambiental. Como parte do processo de certificação, toda a documentação preliminar foi enviada ao órgão certificador, no caso a BVQI, para avaliação prévia. A aprovação inicial desses documentos era pré condição para a etapa de auditorias. Como parte das exigências obrigatórias, investimentos tiveram que ser realizados. Tais investimentos foram justificados mediante a possível redução de despesas por eles geradas ou, por obrigação legal. Após a aprovação inicial, um auditor sênior da

BVQI, foi enviado para a Gradiente para checagem inicial do sistema de gestão ambiental. Ao final do mesmo ano, em dezembro, após auditoria final do sistema a fábrica da Gradiente Unidade Vídeo foi considerada certificada pela BVQI no sistema de gestão ambiental ISO 14001.

Ao contrário da norma ISO 9001, que pode compreender processos e produtos específicos, a norma ISO 14001 está relacionada ao *site* (toda a unidade fabril), o que a torna mais abrangente. Além disso, sua aplicação depende, ainda, da criação de uma *cultura* de não desperdício de todo e qualquer recurso utilizado pela empresa, desde itens simples como redução e reciclagem do lixo até redução do consumo de água potável, redução dos gastos com energia elétrica, aumento do uso de materiais reciclados nos produtos, etc. Para isto são desenvolvidos programas específicos que a cada auditoria externa para manutenção da norma, são averiguados e as melhorias comparadas com os resultados das auditorias anteriores, obrigando a empresa a, cada vez mais, buscar alternativas para o consumo de recursos naturais. A norma exige, ainda, que a empresa envolva, cada vez mais, seus fornecedores e clientes (ex.: consumidor final no caso de descarte de baterias), neste processo de redução do uso de recursos e eventual descarte de matéria prima (ex.: embalagens). Exige, ainda, o cumprimento da legislação ambiental, nos níveis municipal, estadual e federal.

Outra atividade que a Gradiente se engajou foi o uso de componentes tipo BGA, que iniciou com o decodificador digital de sinais de satélite (também conhecido como *Set Top Box*), um produto cuja tecnologia foi desenvolvida pela Motorola (empresa americana do ramo de telecomunicações) e fabricado pela Gradiente sob licença na área industrial da Unidade de Negócios Vídeo. Os componentes BGA (*Ball Grid Array*) são circuitos integrados de montagem em superfície que integram muitas funções e por esta razão têm muitos terminais de conexão com a PCI apesar do tamanho relativamente reduzido. Este arranjo é possível pois os terminais de conexão se encontram na parte de baixo do componente. Pela classificação da Panasonic, divisão fabricante de máquinas automáticas de inserção de componentes SMD, os integrados tipo BGA estão entre os componentes de maior dificuldade de inserção. Dada a precisão com que tem que ser posicionados na PCI, torna-se praticamente impossível coloca-lo manualmente, o que não ocorria anteriormente.

Para realizar este novo processo, foi necessário modificar as máquinas de inserção de componentes SMD, adquirir equipamento de inspeção e uma estação de re-trabalho de componentes BGA. Estes componentes custam entre US\$ 20 e US\$ 30 e na maioria das vezes são danificados quando algum problema de soldagem ocorre, por esta razão, o processo de colocação deste componente precisa garantir que problemas não ocorram. Os técnicos que trabalham com este processo foram treinados pelo pessoal da Motorola nos Estados Unidos e pelo pessoal da Fuji, fabricante das máquinas para colocação de componentes SMD e BGA, no Brasil.

Outras atividades que integram o Nível 5 (intermediário) estão ligadas à melhoria contínua e foram impulsionadas pelo planejamento estratégico da área industrial da Unidade de Negócios Vídeo, cuja iniciativa partiu do diretor superintendente industrial e não da alta administração da empresa. Seu objetivo era definir uma visão de futuro, missão, objetivos corporativos metas e ações para provocar as mudanças planejadas<sup>46</sup>. Cada departamento era responsável por desenvolver os programas de melhoria contínua para atingir as metas, contudo, o programa de CCQs foi conduzido pelo próprio diretor superintendente e consistia da formação de grupos, preferencialmente pessoal de nível operacional, para solução de problemas específicos. A formação destes grupos partia dos próprios participantes que precisavam antes passar por um programa de treinamento em técnicas da qualidade. O departamento de recursos humanos, seção treinamento, era o responsável por criar as condições para que os grupos pudessem se reunir e tivessem a disposição material necessário para condução dos trabalhos. Os resultados destes grupos foi positivo pois alguns projetos de melhoria, tais como diminuição do índice de soldabilidade e diminuição do índice de defeitos por problemas específicos tiveram sucesso. Uma das dificuldades deste tipo de programa é conseguir o envolvimento da maior parte dos funcionários para resolver problemas técnicos diversos. Problemas estes que muitas vezes demandam a participação de pessoal especializado (técnicos e engenheiros) para sua análise e solução.

Outro programa implantado entre 1997 e 1998 (derivado do planejamento estratégico da área industrial da Unidade de Negócios Vídeo) com objetivo de implantar ações de melhoria contínua foi o programa de caixa de sugestões, que consistia em premiar idéias originais que trouxessem ganhos para a empresa e não estivessem relacionadas com o

trabalho diário da pessoa. Ao longo do tempo várias idéias foram premiadas. Uma destas idéias partiu de um funcionário que trabalhava na expedição de produtos e era o responsável por carregar os caminhões com produtos. Sua idéia foi diminuir 3 cm da embalagem (caixa de papelão) dos TVs de 20 polegadas e carregar mais uma fileira de caixas no caminhão, o que gerou a possibilidade de se economizar aproximadamente R\$ 300.000,00 por ano.

As evidências acima, tais como reengenharia organizacional (divisão em unidades de negócios), integração de sistemas (sistema de gestão integrada- *Magnus*) as automações de testes (ITE e IPS), a certificação pelo sistema de gestão ambiental ISO 14001, a utilização de componentes tipo BGA e os programas de melhoria contínua desenvolvidos a partir do planejamento estratégico sugerem, com base na Tabela 3.1, que a empresa acumulou por volta de 1998 o Nível 5 (intermediário) de competência tecnológica em processos e organização da produção, ainda que, de forma incompleta.

### **6.3 RESUMO DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A**

As evidências descritas neste capítulo sugerem que a Gradiente acumulou, em aproximadamente 27 anos, o Nível 4 (pré – intermediário) para a função tecnológica produtos. Em 1970 a empresa possuía competências básicas, ou seja, havia acumulado o Nível 1 (básico), devido às atividades que ela desenvolveu na década de 1960. Aproximadamente em 1975, após a criação da IGB Control, a empresa acumulou, de forma incompleta, o Nível 2 (renovado). Este nível foi completado aproximadamente em 1996. A criação da GRATEC (Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente) sugere que por volta de 1985 a empresa acumulou Nível 3 (extra – básico), onde permaneceu por aproximadamente uma década. As evidências sugerem, ainda, que este nível começou a ser construído no início dos anos 1970. Somente ao final da década de 90, por volta de 1997, a Gradiente desenvolveu competências do Nível 4 (pré – intermediário), contudo, de forma incompleta.

---

<sup>46</sup> Planejamento estratégico da unidade de vídeo, 1999.



Na função tecnológica processos e organização da produção, as evidências sugerem que em aproximadamente 28 anos, a Gradiente acumulou o Nível 5 (intermediário). A empresa acumulou Nível 1 (básico) de competência tecnológica, aproximadamente em 1974. Por volta de 1978, as evidências sugerem que a Gradiente acumulou Nível 2 (renovado). Como pode ser observado, a taxa de acumulação tem uma ligeira aceleração a partir de 1987 (aproximadamente) após a Gradiente ter acumulado, de forma incompleta, o Nível 3 (extra básico) de competência. Este nível só foi completado, aproximadamente, em 1997. Por volta de 1993, a Gradiente acumulou o Nível 4 (pré – intermediário), apesar das evidências sugerirem que este nível começou a ser construído em 1985, aproximadamente. No Nível 4, a empresa permaneceu por aproximadamente cinco anos, para então, acumular por volta de 1998, de forma incompleta, o Nível 5 (intermediário).

## **CAPÍTULO 7**

### **APRIMORAMENTO DE PERFORMANCE OPERACIONAL NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A**

O objetivo deste capítulo é descrever a evolução de alguns indicadores de performance operacional da Gradiente Eletrônica S/A, durante o período 1970 – 2000. A Seção 7.1 apresenta e organiza os indicadores. A Seção 7.2 apresenta a evolução dos indicadores de performance de produtos e a Seção 7.3 apresenta a evolução dos indicadores de performance de processo.

#### **7.1 APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE OPERACIONAL**

Esta seção apresenta os indicadores de performance operacional examinados na dissertação e descreve sua evolução ao longo do tempo. A performance operacional, neste trabalho, é medida por meio de indicadores usados pela Gradiente Eletrônica S/A. Os indicadores são apresentados nas Seção 7.2, 7.3 e 7.4.

A Tabela 7.1 apresenta os indicadores de performance operacional, divididos em dois grupos. No grupo 1 estão os indicadores considerados importantes para a performance de desenvolvimento de produtos e no grupo 2 os indicadores de performance de processos. Estes indicadores foram inicialmente selecionados pelo autor e organizados em uma tabela provisória. Em abril de 2001, esta tabela provisória foi apresentada e discutida com cinco profissionais da Gradiente Eletrônica S/A: gerente de desenvolvimento industrial, gerente de desenvolvimento vídeo, chefe de engenharia vídeo, um engenheiro de projetos e um engenheiro de processos (vide Tabela 5.1 na Seção 5.4). Estes profissionais fizeram críticas e sugestões a ponto de gerar uma nova versão desta tabela. Em maio de 2001, esta nova versão foi apresentada para três profissionais que validaram a Tabela 7.1: o diretor superintendente industrial, o diretor superintendente de engenharia e o gerente de desenvolvimento *security*.

**Tabela 7.1 – Indicadores de performance operacional examinados na dissertação**

<b>Grupo 1 – Indicadores de Performance do Desenvolvimento de Produtos</b>			
Item	Indicador	Unidade	Período de Cobertura
1	Taxa de variação do custo médio de novos produtos	%	1995 – 2000
2	FCR - <i>Field call rate</i>	%	1992 – 2000
3	Número de modelos desenvolvidos por ano	Número de modelos por ano	1972 – 2000
4	Horas de desenvolvimento de produtos	Número de horas	1972 – 2000
5	Tempo de desenvolvimento de produtos	Meses	1970 – 2000
6	Taxa interna de desenvolvimento próprio	%	1987- 2000
7	Número de modificações de engenharia por produto	Número de modificações por produto	1994 – 2000
<b>Grupo 2 – Indicadores de Performance de Processo</b>			
Item	Indicador	Unidade	Período de Cobertura
8	Outgoing inspection (Inspeção final)	%	1992 – 2000
9	Tempo padrão de montagem	Minutos por aparelho	1991 – 2000
10	Índice de inserção automática	%	1970 – 2000
11	Soldabilidade	ppm	1990 – 2000
12	FOR - <i>Fall off rate</i>	%	1992 – 2000
13	Takt	Número de produtos por dia	1992 – 2000

*Fonte:* Adaptada pelo autor para a dissertação a partir dos indicadores existentes nas empresas de eletrônicos de consumo, em particular na Gradiente Eletrônica.

## **7.2 EVOLUÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: GRUPO 1**

Esta seção apresenta a evolução dos indicadores de performance do Grupo 1, referentes aos indicadores de performance de desenvolvimento de produtos. Estes indicadores são apresentados nas Seções 7.1.1 a 7.1.7.

### **7.2.1 TAXA DE VARIAÇÃO DO CUSTO MÉDIO DE NOVOS PRODUTOS (%)**

Taxa de variação do custo médio de novos produtos é definida como a razão entre a diferença do custo médio de novos produtos entre dois períodos consecutivos (base anual) e o custo médio do primeiro período<sup>1</sup>. O custo médio dos novos produtos não possui uma meta definida mas é desejável que seu valor absoluto diminua a cada ano. Desta forma, uma taxa de variação negativa significa aprimoramento da performance.

O custo médio de novos produtos, por sua vez, é a média aritmética simples do custo dos produtos lançados a cada ano. É formado pelo custo da matéria prima mais GGF (Gastos Gerais de Fabricação)<sup>2</sup>. O GGF é calculado em função das despesas industriais e do custo de desenvolvimento, rateados para cada produto. Este custo não considera os custos de comercialização e distribuição dos produtos de Manaus para os centros consumidores e reflete, em grande parte, o desempenho da empresa no desenvolvimento de produtos pois está associado, principalmente, ao custo da matéria prima, em sua maioria componentes que são definidos e negociados nesta fase.<sup>3</sup>

O custo *individual* de cada novo produto é usado, dentre outras coisas, para se calcular a margem de lucro obtida para cada modelo, fazer cálculos de viabilidade econômica, fazer comparações com outros produtos, etc. Já o custo médio dos novos produtos indica a capacidade da empresa em buscar alternativas tecnológicas mais simples e, conseqüentemente, mais baratas para que os produtos possam executar as mesmas funções.

---

<sup>1</sup> O custo médio dos novos produtos é um dado confidencial da empresa e por esta razão os dados absolutos não são apresentados, mas a taxa de variação correspondente à estes dados.

<sup>2</sup> Definido pelo departamento de Controladoria da Gradiente.

<sup>3</sup> Observação feita pelo Gerente de Controladoria da Gradiente em Manaus-AM.

A evolução da taxa de variação do custo médio dos novos produtos é apresentada na Tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Taxa de Variação do Custo Médio dos Novos Produtos – 1995 a 2000

Ano	Taxa de variação (%)
1995	-26,12
1996	-22,54
1997	+24,40
1998	-13,72
1999	-7,39
2000	-31,64
Taxa média anual de redução (calculada com base nos valores absolutos do custo médio dos novos produtos)	-14,6 %

Fonte: Base de dados do sistema de gestão integrada da Gradiente: *Magnus*

Conforme entrevista com um profissional da área de marketing da empresa estudada, como a diferença de preço de produtos similares entre fabricantes é pequena, uma escolha inadequada dos componentes (matéria prima) pode diminuir ou anular a competitividade do mesmo no mercado. Outros fatores que podem influenciar este custo são as negociações comerciais. De forma geral, diminuir este custo ao longo do tempo depende do aperfeiçoamento constante das especificações técnicas dos produtos, inclusive para dar subsídios à negociações. A Figura 7.1 a seguir mostra a taxa de variação do custo médio dos novos produtos ao longo dos anos.

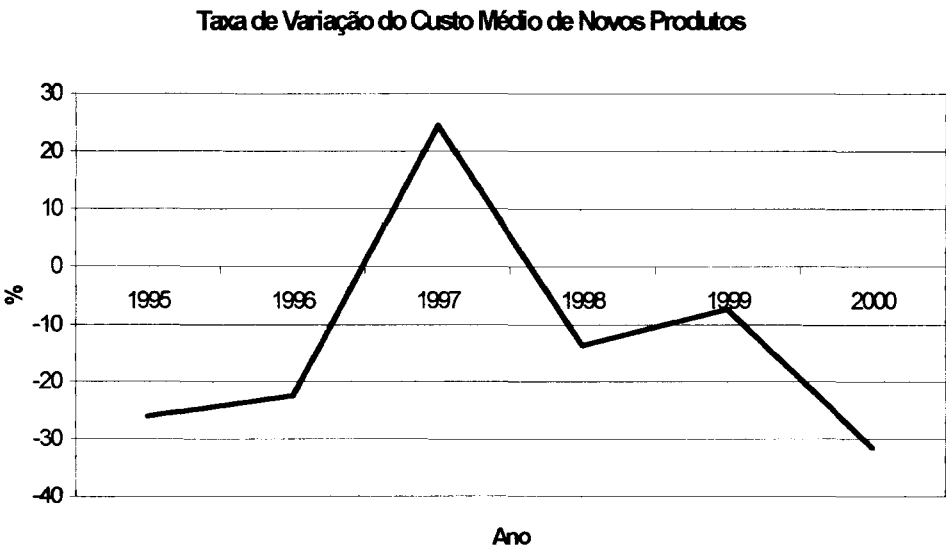


Figura 7.1 – Gráfico da taxa de variação do custo médio de novos produtos – 1995 a 2000

O comportamento do indicador (taxa média anual de redução de -14,6 %) mostra que houve uma redução considerável do custo médio dos novos produtos e, conseqüentemente, um aprimoramento significativo do indicador.

### **7.2.2 FCR - *FIELD CALL RATE* (%)**

FCR (*field call rate* ou taxa de retorno do campo) é a razão entre o número de chamadas de campo no período de garantia de um ano e a população média de produtos em garantia neste mesmo período<sup>4</sup>. A diminuição do FCR significa aprimoramento de performance, pois, para cada ponto percentual que o FCR diminui, há também, uma diminuição considerável nas despesas relativas à assistência técnica. O FCR reflete o desempenho geral dos produtos no campo, expresso pela quantidade de problemas que eles apresentam. Uma parte significativa destes problemas têm sua origem no desenvolvimento do produto.

O FCR pode, portanto, ser usado para analisar a performance do desenvolvimento de produtos, principalmente no que diz respeito a melhoria de projeto em função das informações que retornam do campo. Sua análise, contudo, deve levar em conta o tempo de resposta a qualquer ação pois, além do tempo necessário para a distribuição e comercialização há o período de garantia dos produtos, que em média é de doze meses. Um problema desconhecido no início de produção, se descoberto e resolvido ao final do primeiro ano, pode gerar problemas no campo até o final do segundo ano, afetando, assim, o FCR<sup>5</sup>. A Tabela 7.3, a seguir, apresenta as médias anuais do FCR de 1992 a 2000.

---

<sup>4</sup> Relatórios do DNS (Departamento Nacional de Serviços) da Gradiente.

<sup>5</sup> Entrevista com o Diretor Superintendente Industrial

Tabela 7.3 – FCR - *Field Call Rate* – 1992 a 2000

Ano	FCR (%)
1992	5,06
1993	8,10
1994	15,24
1995	13,71
1996	16,42
1997	19,88
1998	22,55
1999	21,10
2000	16,32
Taxa média anual de crescimento	+15,8%

Nota: Meta: < 5%, extraída do Planejamento Estratégico 1999 – Unidade de Vídeo da Gradiente  
Fonte: Relatórios de assistência técnica do DNS (Departamento Nacional de Serviços) da Gradiente.

Conforme mencionado anteriormente, a performance do FCR pode ser deteriorada, principalmente, por falhas no desenvolvimento dos produtos. Tais falhas, geralmente, decorrem de componentes mal especificados, peças mal dimensionadas, erros de *software* e projetos que não levaram em consideração a montagem, o teste e o ajuste dos produtos. Outros fatores que contribuem para prejudicar o FCR são a falta de habilidade e, em menor intensidade, algum descontrole do processo que não foi detectado pela fábrica. A falta de habilidade decorre de imperícia na operação do produto pelo consumidor final e é geralmente associada a má interpretação do manual do usuário ou produtos complexos de se operar. A falta de habilidade por parte do usuário representa em média 20% dos atendimentos feitos pela assistência técnica e, apesar dos produtos não apresentarem defeito, o serviço é pago.<sup>6</sup>

Seja qual for o problema, contudo, é necessário levar o produto até uma assistência técnica autorizada e o mesmo fica indisponível para o consumidor durante um período. Este período varia basicamente em função da gravidade do problema, do quanto a assistência técnica está preparada para resolvê-lo e da disponibilidade de peças de reposição caso necessário. Os retornos para assistência técnica têm um custo considerado alto para a empresa, além disso há um desgaste da marca no mercado que, apesar de não ter dados quantificados, é considerado como crítico.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Relatórios do DNS (Departamento Nacional de Serviços) da Gradiente.

<sup>7</sup> Entrevista com o gerente do DNS

Já o aprimoramento da performance do FCR envolve todo um trabalho que inicia com a análise de problemas potenciais durante a fase de desenvolvimento do produto, baseada em experiências diversas até análise e solução de problemas já apresentados no campo para melhoria dos produtos. Este trabalho é de extrema complexidade pois, além do tempo de resposta das ações, envolve outros departamentos com pessoas de diferentes níveis e formação acadêmica. É fundamentalmente um trabalho de melhoria contínua e devido sua envergadura deve ser coordenado preferencialmente pelo diretor responsável pela operação<sup>8</sup>. Na Figura 7.2 a seguir temos a representação gráfica da taxa de variação do FCR.

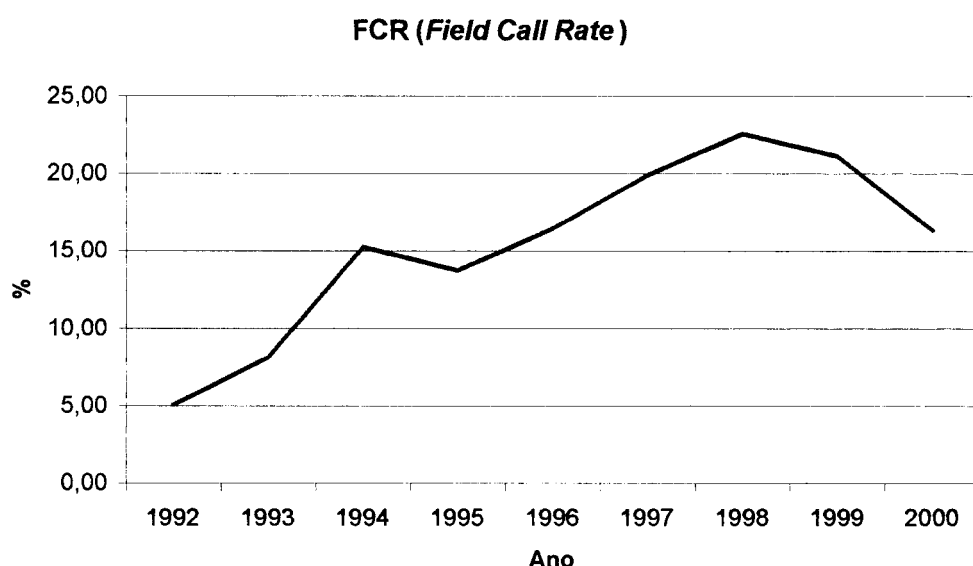


Figura 7.2 – Gráfico do FCR (*field call rate*) – 1992 a 2000

Pode-se observar pela variação do FCR (Figura 7.2) que a performance do FCR piorou, sistematicamente, entre 1992 e 1998, crescendo a uma taxa média anual de 15,8% quando o desejado seria sua redução. Não obstante, o FCR diminuiu de 22,55%, em 1998, para 16,32% em 2000, isto é, houve uma redução de aproximadamente seis pontos percentuais. O valor de 16,32%, contudo, ainda está consideravelmente acima da meta (<5%). Variações positivas ou negativas, neste indicador, geram implicações diretas para a performance financeira da empresa, tendo em vista os custos com assistência técnica. Por exemplo, a diferença de seis pontos percentuais, aos níveis de produção de 2000, indica que a Gradiente deixou de gastar entre 120 e 180 mil reais ao ano. De outro lado, as

<sup>8</sup> Comentário do ex diretor de geral operações da Gradiente, durante uma reunião da empresa.



evidências sugerem que, entre 1992 e 1998, o aumento do FCR fez com que os custos da empresa aumentassem.

7.2.3 NÚMERO DE MODELOS DESENVOLVIDOS POR ANO

(Número de modelos por ano)

O número de modelos desenvolvidos é a somatória de todos os produtos desenvolvidos e lançados a cada ano no mercado pela Gradiente<sup>9</sup>. O crescimento do número de modelos por ano significa aprimoramento da performance, o que expressa a capacidade da Engenharia de Produtos em atender a diversificação solicitada por marketing. Esta diversificação varia e portanto não há uma meta específica para o indicador. É desejável, contudo, que este número aumente a cada ano, o que significa menor restrição ao *mix* de produtos. A Tabela 7.4 a seguir apresenta a evolução dos dados deste indicador de 1972 a 1981, antes da criação do Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente.

Tabela 7.4 – Número de Modelos Desenvolvidos por Ano – 1972 a 1981

Ano	Modelos por ano
1972	3
1973	3
1974	3
1975	3
1976	4
1977	4
1978	5
1979	7
1980	9
1981	12
Taxa média anual de crescimento	+16,7%

Fonte: Elaboração própria do autor com base nos dados da Tabela A.4. no Apêndice 4.

Apesar do baixo número de modelos por ano desenvolvidos de 1972 a 1981, a taxa média anual de crescimento foi de +16,7% durante esta fase, o que representa um aumento considerável. Na Tabela 7.5 temos o número de modelos desenvolvidos entre 1982 e 1988, durante a existência da GRATEC (Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente), criada em 1982, conforme descrito no Capítulo 4.

<sup>9</sup> Observação direta do autor

**Tabela 7.5 – Número de Modelos Desenvolvidos por Ano – 1982 a 1988**

Ano	Número de modelos por ano
1982	21
1983	17
1984	14
1985	20
1986	34
1987	41
1988	49
Taxa média anual de crescimento	+15,2%

Fonte: Elaboração própria do autor com base nos dados da Tabela A.4. no Apêndice 4

O crescimento do indicador nesta fase não foi constante, apresentou queda até 1984 e, somente a partir daí, houve novamente crescimento, chegando a 49 modelos por ano. A taxa de crescimento, contudo, foi ligeiramente menor que no período de 1972-81. A Tabela 7.6 a seguir mostra os dados da terceira fase, de 1989 a 2000 após a extinção da GRATEC (Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente), em 1987, conforme descrito no Capítulo 4.

**Tabela 7.6 – Número de Modelos Desenvolvidos por Ano – 1989 a 2000**

Ano	Número de modelos por ano
1989	40
1990	22
1991	18
1992	24
1993	24
1994	52
1995	59
1996	82
1997	74
1998	122
1999	104
2000	90
Taxa Média Anual de Crescimento	+7,7%

Fonte: Elaboração própria do autor com base nos dados da Tabela A.4. no Apêndice 4

A quantidade de modelos por ano depende, dentre outras coisas, da decisão estratégica da empresa em relação à diversificação de produtos. Contudo, tem-se observado que a cada ano o mercado consumidor exige mais opções e a estratégia da Gradiente sempre foi a de

atender esta demanda<sup>10</sup>. A diminuição do número de modelos desenvolvidos pode refletir perda de capacidade técnica e organizacional da empresa. De outro lado, o aumento deste indicador reflete o aumento da capacitação tecnológica para atividades de produtos na empresa. No período entre 1990 e 1993, e posteriormente em 2000, houve redução do número de modelos desenvolvidos por ano. Isto levou a taxa média anual de crescimento no período de 1989 a 2000 para praticamente a metade dos outro dois períodos. Em termos absolutos, contudo, o aumento na quantidade de modelos desenvolvidos por ano foi considerável (104 modelos em 1999 contra quarenta modelos em 1989). A Figura 7.3 a seguir mostra graficamente a evolução do número de modelos desenvolvidos por ano ao longo do tempo.

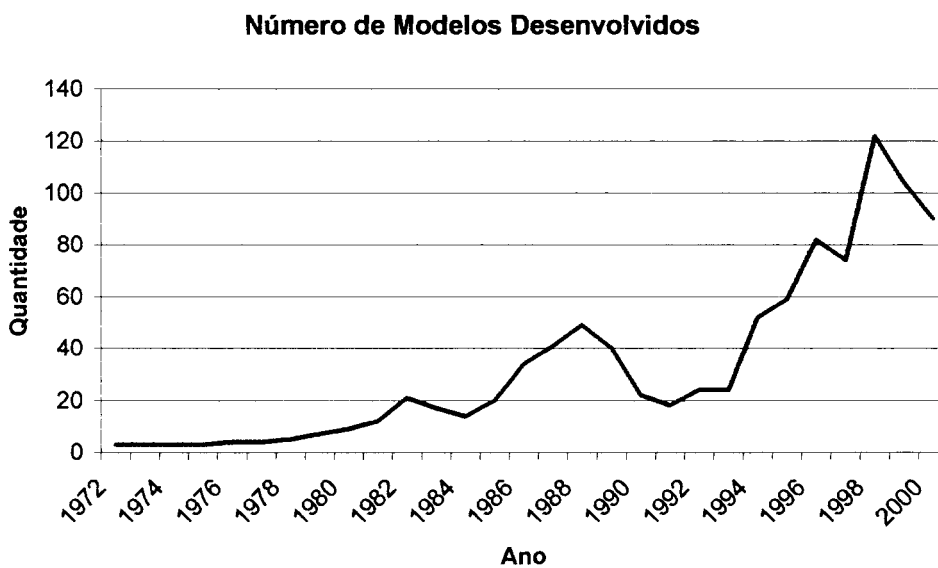


Figura 7.3 – Gráfico do número de modelos desenvolvidos por ano

Pela Figura 7.3 observa-se o aprimoramento do indicador ao longo do tempo, cuja tendência sugere que a capacitação tecnológica em produtos aumentou no período 1972-2000.

<sup>10</sup> Comentário de um assistente de marketing durante uma reunião de novos produtos.

## 7.2.4 HORAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (Número de horas)

Horas de desenvolvimento é o número médio de horas de engenharia trabalhadas no projeto de um novo produto<sup>11</sup>. Apesar de não possuir uma meta definida, a diminuição do número de horas para o desenvolvimento de um novo produto sugere mais eficiência e agilidade na conclusão dos projetos, que por sua vez significa aprimoramento no uso dos recursos financeiros, materiais e humanos, empregados nos projetos de desenvolvimento de produtos. O indicador reflete a quantidade de trabalho, expresso em número de horas, necessárias em média para a conclusão de um determinado projeto. O indicador é usado para o planejamento e acompanhamento dos recursos humanos alocados em cada empreendimento. Foi definido empiricamente que cinco modelos TPD (*Third Part Developed* – desenvolvido com tecnologia de terceiros) equivalem a um modelo CDG (Completamente Desenvolvido pela Gradiente). Os dados relativos ao número de horas de desenvolvimento por produto são apresentados na Tabela 7.7, que cobre o período de 1972 a 1977.

**Tabela 7.7 – Número de Horas para Desenvolvimento de Produtos – 1972 a 1987**

Ano	Número de horas
1972	6125
1973	7000
1974	7000
1975	7170
1976	6722
1977	7394
1978	6453
1979	6914
1980	7469
1981	7843
1982	8323
1983	7276
1984	7683
1985	7663
1986	9095
1987	9378
Taxa média anual de crescimento	+2,9%

Fonte: Elaboração própria do autor com base na Tabela A.3 no Apêndice 3 e Tabela A.4 no Apêndice 4

<sup>11</sup> Horas = 220 dias \* 8,8 horas \* [pessoas na engenharia] / [número de modelos]. Cada cinco modelos desenvolvidos com tecnologia de terceiros, são considerados como um modelo desenvolvido pela Gradiente.

A Tabela 7.7 acima mostra que até meados da década de 80 houve um aumento gradual do indicador (+2,82% aa). A Tabela 7.8 apresenta os dados relativos ao período 1988 - 2000.

**Tabela 7.8– Número de Horas para Desenvolvimento de Produtos – 1988 a 2000**

<b>Ano</b>	<b>Horas</b>
1988	8780
1989	7865
1990	8922
1991	8664
1992	6610
1993	8024
1994	4840
1995	6649
1996	3732
1997	4430
1998	1958
1999	2835
2000	3736
Taxa média anual de redução	-6,9%

*Fonte:* Elaboração própria do autor com base na Tabela A.3 no Apêndice 3 e Tabela A.4 no Apêndice 4

Assim como o indicador número de modelos desenvolvidos por ano, a performance deste indicador pode ser prejudicada se a capacidade técnica e organizacional da equipe de Engenharia de Desenvolvimento, por algum motivo, não corresponder ao grau de complexidade do projeto dos produtos. De forma análoga, programas de melhoria contínua devem contribuir para o aprimoramento do indicador. A representação gráfica deste indicador é apresentada a seguir, na Figura 7.4.

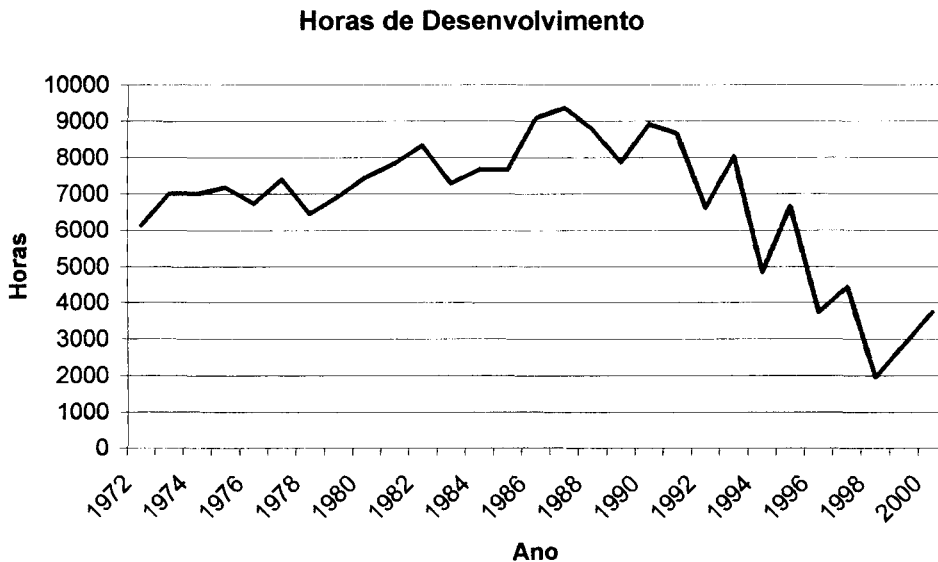


Figura 7.4 – Gráfico de horas de desenvolvimento de produtos.

A partir de 1991, há uma queda significativa do número de horas de desenvolvimento de produtos, sugerindo que pode ter havido aumento de capacitação tecnológica para atividades de produtos.

### 7.2.5 TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (Meses)

Tempo de desenvolvimento de produtos é o tempo médio (em meses) decorrido entre a aprovação para início dos projetos até a aprovação para produção em massa de cada modelo<sup>12</sup>. A diminuição do tempo de desenvolvimento significa aprimoramento da performance. Este indicador representa a velocidade média com que a empresa é capaz de disponibilizar novos produtos para o mercado consumidor e, segundo o Superintendente de Engenharia, “Em um mercado dinâmico, como o eletrônico, onde a renovação de produtos deve ser rápida e freqüente para estimular os consumidores, é fundamental que o processo de inovação de produtos seja ágil e flexível”<sup>13</sup>. O indicador é, portanto, importante para o planejamento e acompanhamento dos prazos referentes aos projetos, o que significa que. Os dados relativos a este indicador são apresentados na Tabela 7.9 a seguir.

<sup>12</sup> Definição extraída do Manual de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente Vídeo, 2000.

<sup>13</sup> Relatório de Análise do Desenvolvimento de Produto, elaborado pelo diretor superintendente de engenharia em 1999.

Tabela 7.9 – Tempo Médio de Desenvolvimento de Produtos

Ano	Duração (Meses)
1970	24
1975	24
1980	22
1985	20
1990	17
1995	13
2000	10
Taxa média anual de redução	-2,9%

Nota: Meta < 6 meses, extraída do Manual de Sistemática de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente Vídeo.

Fonte: Entrevista com o consultor de desenvolvimento de produtos (30 anos na Gradiente) e com o diretor superintendente de engenharia (20 anos na Gradiente)

A performance deste indicador pode ser prejudicada pela dependência excessiva de terceiros no desenvolvimento (ex.: fabricação de moldes de injeção plástica) e, principalmente, por falhas no gerenciamento do projeto (Tidd et al., 2001). A Figura 7.5 a seguir representa a evolução do Tempo de Desenvolvimento entre 1970 e 2000.

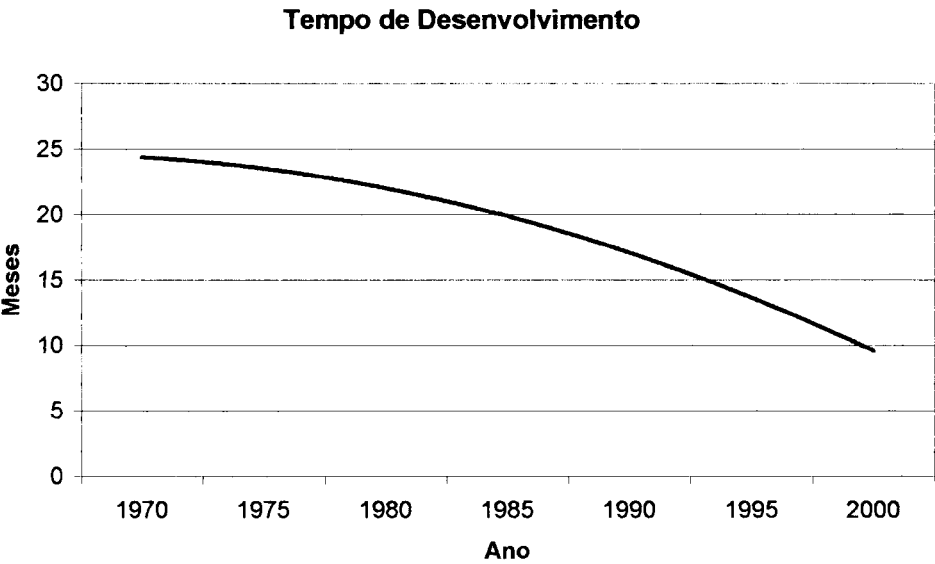


Figura 7.5 – Gráfico do Tempo de Desenvolvimento de Produtos

A evolução do Tempo de Desenvolvimento representada na Figura 7.5 denota um aprimoramento contínuo da performance visto que, gradualmente, tem diminuído o prazo para desenvolvimento e lançamento de novos produtos. A meta de tempo de desenvolvimento de produtos, menor que seis meses, contudo, ainda não foi atingida.

## 7.2.6 TAXA INTERNA DE DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO (%)

Taxa interna de desenvolvimento próprio é a razão entre o número de produtos desenvolvidos com tecnologia da Gradiente, chamados CDG (Completamente Desenvolvido pela Gradiente), em relação ao número total de produtos lançados no mercado consumidor (incluindo produtos desenvolvidos com tecnologia de terceiros), por ano, pela Gradiente<sup>14</sup>. Não há uma meta específica mas, o aumento deste indicador representa aprimoramento da performance. Este indicador expressa, de modo geral, a capacidade da empresa de desenvolver produtos sem a necessidade de pagar *royalties* a terceiros. A Tabela 7.10 a seguir apresenta a evolução deste indicador.

**Tabela 7.10 – Taxa Interna de Desenvolvimento Próprio - 1987 a 2000**

Ano	Taxa (%)
1987	63,4
1988	57,1
1989	60,0
1990	59,1
1991	50,0
1992	62,5
1993	54,2
1994	40,4
1995	16,9
1996	25,6
1997	14,9
1998	11,5
1999	8,7
2000	6,7
Taxa média anual de redução	-15,9%

Fonte: Elaboração própria do autor com base nos dados da Tabela A.4. no Apêndice 4.

Segundo o Diretor Superintendente de Engenharia, desenvolver produtos internamente depende, dentre outra coisas, da análise de custo benefício de se desenvolver o produto internamente ou comprar tecnologia de terceiros, o que geralmente acontece quando o fornecedor possui alguma vantagem comparativa, grande escala, estrutura enxuta, e domínio da tecnologia empregada<sup>15</sup>. A Figura 7.6 a seguir mostra o comportamento deste indicador ao longo do tempo.

<sup>14</sup> Definição elaborada pelo autor e validada nas entrevistas com pessoas da engenharia de produtos.

<sup>15</sup> Relatório de Análise do Desenvolvimento de Produto, 1999.



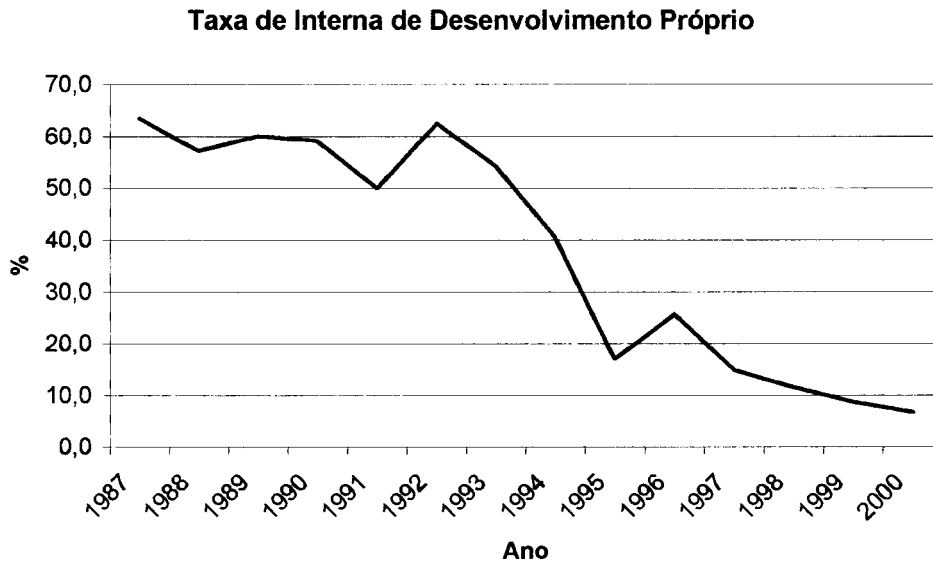


Figura 7.6 – Gráfico da taxa interna de desenvolvimento próprio – 1987 a 2000

Observa-se que esta taxa diminuiu ao longo do tempo, partindo de um patamar acima de 60% para menos de 10% em 1999 e 2000. Mesmo não sendo de interesse da empresa desenvolver 100% dos seus produtos internamente, a queda deste indicador sugere redução de esforços internos no desenvolvimento de níveis mais profundos de competência tecnológica centrada em produtos.

### **7.2.7 NÚMERO DE MODIFICAÇÕES DE ENGENHARIA (Número de modificações por produto)**

O número de modificações de engenharia é definido como o número médio de vezes que a estrutura de engenharia do produto é modificada, quer seja por aprimoramento ou correção de problemas de desenvolvimento. Tais modificações podem ser solicitadas por qualquer departamento mas, somente são efetuadas pela equipe responsável pelo desenvolvimento. O documento da empresa usado para solicitar a modificação é chamado SMP (Solicitação de Modificação de Produto)<sup>16</sup>. A diminuição do número de modificações na estrutura do produto significa aprimoramento da performance pois, expressa maior controle sobre todas as etapas de desenvolvimento do projeto. Uma SMP pode vir a requerer a modificação de um ou mais componentes mas, para o indicador, são consideradas de forma unitária. Em outras palavras, este indicador expressa o desempenho do desenvolvimento através da quantidade de correções executadas pela engenharia de desenvolvimento na lista de

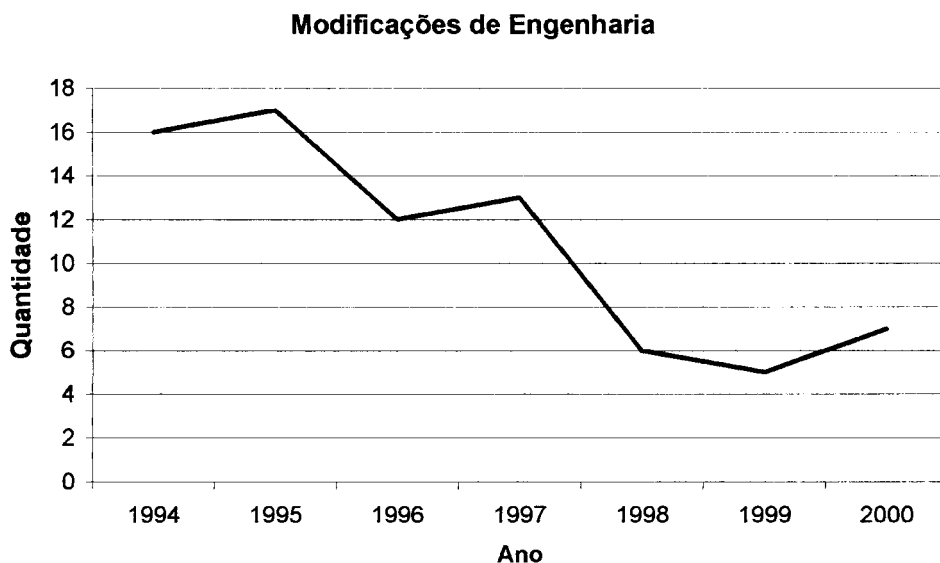
componentes dos produtos, após sua liberação para uso de todos os departamentos. Os dados referentes a este indicador são apresentados na Tabela 7.11, a seguir.

**Tabela 7.11 – Média de Modificações de Engenharia por Produto – 1994 a 2000**

Ano	Número médio de modificações de engenharia por produto
1994	16
1995	17
1996	12
1997	13
1998	6
1999	5
2000	7
Taxa média anual de redução	-13,5%

*Fonte:* engenharia de produtos, setor de documentação técnica – Gradiente

Erros de projeto, quando não detectados, podem piorar a performance deste indicador. Melhorá-lo, contudo, geralmente depende da aplicação de técnicas de predição de defeitos (ex.: FMEA), testes de confiabilidade e, também, de uma maior participação de outros departamentos (ex.: Produção e Engenharia Industrial) durante a fase de desenvolvimento do produto<sup>17</sup>. A Figura 7.7, a seguir, mostra a evolução do indicador.



**Figura 7.7 – Gráfico do número de modificações de engenharia por produto - 1994 a 2000**

<sup>16</sup> Definição elaborada pelo autor.

<sup>17</sup> Observação direta do autor.

Pela Figura 7.7 verifica-se que o indicador tem diminuído a cada ano, exceto pelo ano 2000, o que sugere que, durante o período examinado, houve aprimoramento sistemático do indicador.

## 7.3 EVOLUÇÃO DOS INDICADORES DE PERFORMANCE DO PROCESSO: GRUPO 2

Esta seção apresenta a definição e a evolução dos indicadores de performance do Grupo 2, referentes aos indicadores de performance de processos, descritos nas seções 7.3.1 a 7.3.6.

### 7.3.1 *OUTGOING INSPECTION* - INSPEÇÃO FINAL (%)

O indicador *outgoing inspection*, é definido como o percentual de defeitos encontrados na inspeção final de produtos em relação ao total de aparelhos amostrados<sup>18</sup>. Este indicador expressa o desempenho geral do produto enquanto o mesmo ainda se encontra na fábrica e, desta forma, a diminuição do *outgoing inspection* significa aprimoramento da performance. O procedimento *outgoing inspection* (inspeção final) requer a verificação completa dos produtos para aprovar a conformidade dos mesmos mediante especificações de engenharia, elaboradas para cada modelo. Estas especificações descrevem o procedimento de verificação dos produtos, as variáveis e atributos que são analisados e seus respectivos limites de aceitação. Esta verificação é feita por amostragem a cada lote fabricado de produtos acabados, não sendo aplicada em fases intermediárias do processo. Tanto o tamanho da amostra quanto o tamanho do lote são determinados por normas. Este procedimento é o último estágio de verificação de anomalias antes que o produto esteja liberado para comercialização.

A performance do indicador pode ser prejudicada principalmente por processos produtivos fora de controle. Entretanto, falhas de projeto também podem ser a causa de uma diminuição de performance. Por exemplo, componentes especificados com pequena margem de segurança que podem simplesmente deixar de funcionar (*queimar*) dentro das primeiras horas de uso do aparelho, o que pode ocorrer durante o processo de fabricação,

---

<sup>18</sup> Definição extraída dos procedimentos da ISO 9001 da Gradiente

durante os testes na inspeção final ou, até mesmo na casa do cliente. A Tabela 7.12 a seguir apresenta a evolução do *outgoing inspection*, de 1992 a 2000.

**Tabela 7.12 – Percentual de Rejeitos na Inspeção Final - 1992 a 2000**

Ano	Rejeitos (%)
1992	1,1
1993	0,9
1994	0,8
1995	0,7
1996	0,8
1997	0,9
1998	0,8
1999	0,8
2000	0,6
Taxa média anual de redução	-7,3%

*Nota:* Meta < 0,5%, extraída do Planejamento Estratégico 1999 – Gradiente Unidade Vídeo

*Fonte:* Departamento de Garantia da Qualidade da Gradiente em Manaus – AM

O aprimoramento da performance deste indicador depende, dentre outras coisas, de programas de melhoria contínua, implementação de testes de confiabilidade rápida e uso de ferramentas de predição de problemas (ex.: FMEA) durante as fases de elaboração do processo e, também, desenvolvimento do produto. A Figura 7.8 a seguir mostra a evolução do índice de defeitos na inspeção final dos produtos.

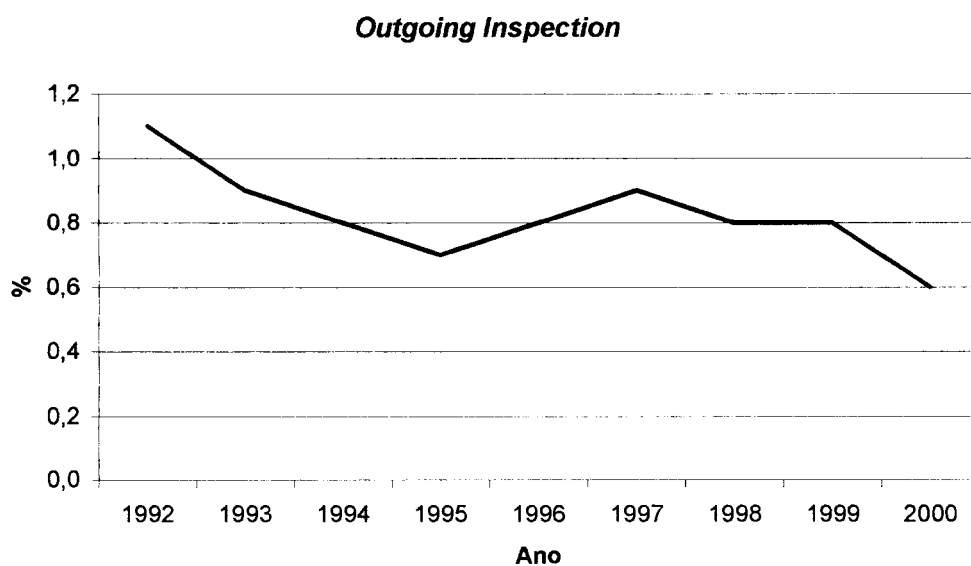


Figura 7.8 – Gráfico do *outgoing inspection* – 1992 a 2000

Como pode ser observado o indicador apresentou diminuição do número de rejeitos na inspeção final, com uma interrupção entre os anos de 1996 e 1997, e novamente diminuição, a partir deste ponto, chegando próximo da meta estipulada. Este comportamento, contudo, levou a uma taxa média anual de redução de  $-7,3\%$  indicando que houve aprimoramento deste indicador no período analisado.

### **7.3.2 TEMPO PADRÃO DE MONTAGEM (Minutos por aparelho)**

Tempo Padrão de Montagem, conhecido na Gradiente como Tempo Balanceado, é o tempo médio total de montagem dos produtos, em minutos por aparelho. O Tempo Padrão não tem uma meta definida, mas é desejável que ele seja o menor possível. Por definição interna da empresa, este tempo é composto por atividades executadas pela MOD (Mão de Obra Direta) no processo produtivo. Por MOD entende-se funcionários operacionais do departamento de produção, que executam tarefas de montagem, teste e ajuste de produtos e, também, tarefas que não agregam valor ao produto, tais como, transporte de materiais e conserto de produtos defeituosos<sup>19</sup>. É importante observar que o cálculo do indicador é uma média aritmética simples e não considera diferentes volumes de produção por modelo.

O Tempo Padrão, assim, expressa basicamente a produtividade das linha de produção, sendo também utilizado pela Engenharia Industrial para planejar a MOD (Mão de Obra Direta) da fábrica. Quando em conjunto com a informação referente ao nível de produção de cada modelo, o Tempo padrão é, também, usado pelo Departamento de Controladoria (Seção Custos), para calcular o rateio das despesas industriais (despesas fixas) entre os produtos. A Tabela 7.13 apresenta os dados referentes a este indicador.

---

<sup>19</sup> Definido pelo departamento de Controladoria (seção Custos) com o departamento de Eng. Industrial. A empresa não trabalha com tempo máquina.

**Tabela 7.13 – TP (Tempo Padrão) de montagem de produtos – 1991 a 2000**

Ano	TP (minutos por aparelho)
1991	163
1992	155
1993	113
1994	76
1995	61
Taxa média anual de redução	-21,8%
1996	70
1997	70
1998	71
1999	68
2000	65
Taxa média anual de redução	-1,84%

*Nota:* Por falta de dados, o TP para 1997 é uma média entre os valores obtidos em 1996 e 1998.

*Fonte:* Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente em Manaus – AM

O Tempo Padrão de montagem dos produtos pode ser afetado tanto positiva quanto negativamente pela correta distribuição de tarefas nas linha de produção, por automações neste mesmo processo (ex.: manipuladores, dispositivos diversos, máquinas de inserção automática de componentes, automação da calibração e testes dos aparelhos), pelo uso de técnicas de projeto visando a testabilidade, a montagem (ex.: DFMA – *Design For Manufacture and Assembly*), bem como produtos projetados sem ajustes. A Figura 7.9 a seguir apresenta a evolução deste indicador.

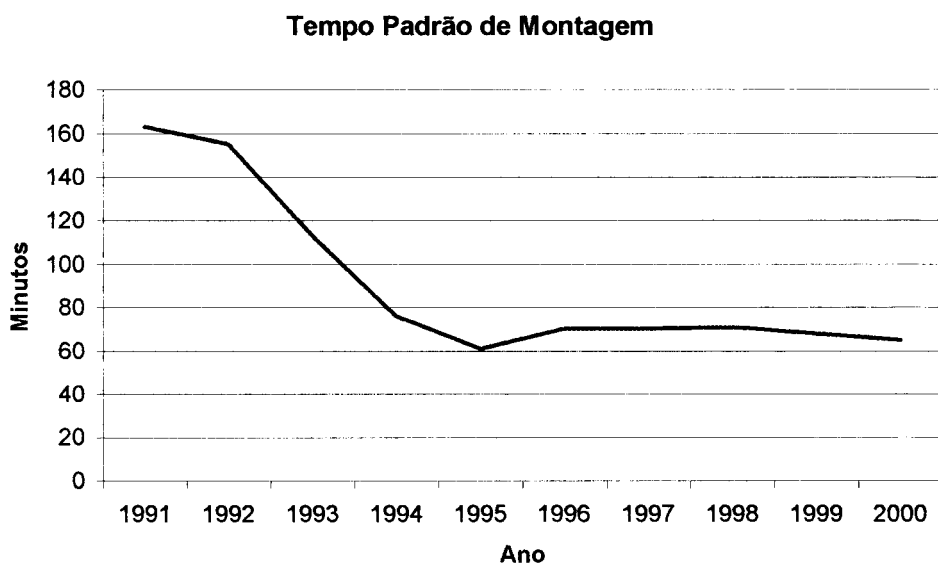


Figura 7.9 – Gráfico do tempo padrão de montagem de produtos – 1991 a 2000

De 1991 a 1995, o tempo padrão apresentou reduções significativas. Nos três anos a seguir houve piora deste indicador, voltando a apresentar aprimoramentos em 1999 e 2000. Apesar deste comportamento, a taxa média anual de redução de -21,8% entre 1991 e 1995, e de -1,84% entre 1996 e 2000, indica que houve aprimoramento da performance. Deve-se observar, entretanto, que o tempo padrão em 2000 é, em média, quatro minutos maior que em 1995.

### 7.3.3 ÍNDICE DE INSERÇÃO AUTOMÁTICA (%)

O índice de inserção automática é o percentual de componentes inseridos pelas máquinas de inserção de componentes (Convencionais e SMD – *Surface Mounted Device*) em relação ao total de componentes das PCI (Placas de Circuito Impresso)<sup>20</sup>. O aumento deste indicador significa aprimoramento da performance. O indicador expressa o quanto da montagem de uma PCI pode ser automatizado, o que por sua vez pode aumentar ou diminuir o tempo padrão de montagem. Este índice é usado pela Engenharia Industrial para avaliar possíveis ganhos ou perdas de produtividade e, em menor proporção, avaliar o desempenho do desenvolvimento no que diz respeito à escolha dos tipos de componentes, em outras palavras, projeto visando a montagem.

O uso deste indicador é mostrado a partir de 1986, quando a Gradiente iniciou o processo de aquisição e instalação das máquinas de inserção automática de componentes. Antes desta data o índice foi 0%. A Tabela 7.14 a seguir apresenta os dados referentes a este indicador.

---

<sup>20</sup> Definido pelo departamento de Engenharia Industrial

Tabela 7.14 – Índice de Inserção Automática – 1970 a 2000

Ano	Índice de IA (%)
1970 - 86	0
1987	5
1988	10
1990	30
1992	60
1994	70
1996	70
1998	75
2000	85
Taxa Média Anual de Crescimento	+24,4%

Nota: Meta > 90%, segundo o superintendente de engenharia

Fonte: Entrevista com engenheiros de processo

A performance do índice de inserção automática pode ser prejudicada por limites da capacidade instalada de máquinas de inserção de componentes ou pelo uso de componentes que não podem ser inseridos por estas máquinas. Em contrapartida, otimizações de processo (basicamente parametrização das máquinas) podem levar a ganhos adicionais e possivelmente sobras de capacidade. Estas otimizações se referem basicamente à melhoria do *software* de inserção para cada PCI (Placa de Circuito Impresso) no que diz respeito a quantidade de movimentos que cada máquina executa durante a montagem e são designados pelo programador da máquina. A Figura 7.10 a seguir ilustra a evolução deste indicador.

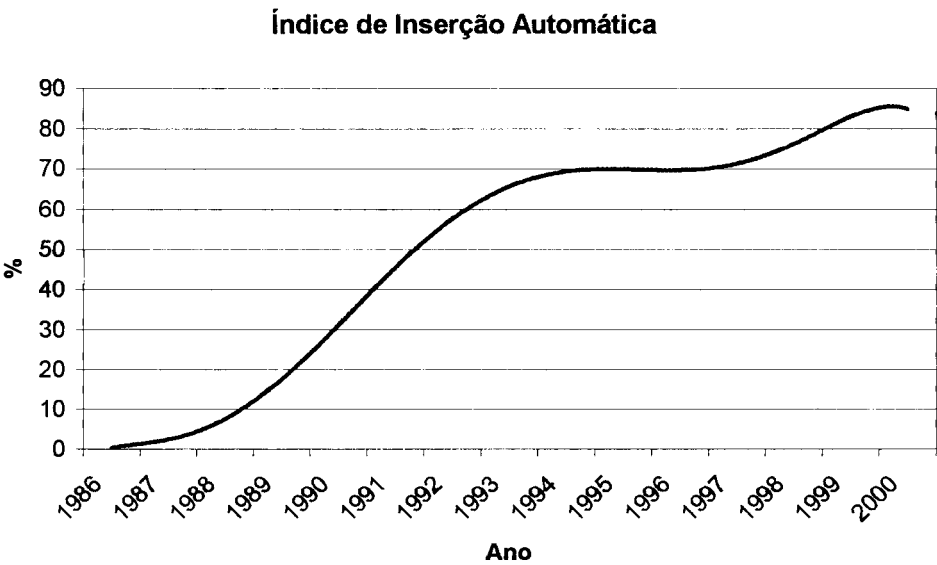


Figura 7.10 – Gráfico do índice de inserção automática – 1986 a 2000



Pela Figura 7.10 pode-se observar que houve aumento do índice de Inserção Automática durante o período analisado, que chegou próximo da meta da meta estipulada pela empresa (>90%, segundo o superintendente de engenharia). Este crescimento passou por um período de estagnação entre 1994 e 1997, voltando a crescer entre 1998 e 2000, o que sugere que, pode ter havido aumento da capacitação tecnológica para as atividades de processos e organização da produção.

#### 7.3.4 SOLDABILIDADE (ppm)

Soldabilidade é o número de defeitos de soldagem em razão do número de pontos de solda de cada PCI (Placa de Circuito Impresso), multiplicado por 1.000.000 e expresso em ppm (Partes Por Milhão)<sup>21</sup>. A diminuição do índice de soldabilidade significa menor número de problemas e desta forma, aprimoramento da performance. Este indicador expressa o desempenho geral do processo de soldagem automática e é usado diretamente pela área de produção para supervisionar ao longo de cada dia, este desempenho. A Tabela 7.15 a seguir apresenta os dados relativos ao índice de soldabilidade da Gradiente entre 1990 e 2000.

**Tabela 7.15 – Índice de Soldabilidade – 1990 a 2000**

Ano	Soldabilidade (ppm)
1990	2850
1991	2900
1992	2600
1993	2750
1994	2500
1995	1900
1996	1700
1997	950
1998	1200
1999	910
2000	850
Taxa média anual de redução	-11,4%

*Meta:* < 500 ppm, extraída do Planejamento Estratégico 1999 – Gradiente Unidade de Vídeo

*Fonte:* Engenharia Industrial – Manaus

O índice de soldabilidade pode ser prejudicado pelo projeto (*lay-out*) da PCI ou por descontrole do processo de soldagem. Seja qual for a causa, entretanto, pode gerar

consequências de longo prazo no campo, fazendo com que o produto apresente defeito, com o passar do tempo. Melhorar este indicador pode significar a pesquisa por novos produtos químicos (ex.: fluxo de limpeza), bem como adequada combinação de parâmetros do processo de soldagem obtida através do desenvolvimento de experimentos do tipo fatorial (quatro variáveis em dois níveis que significará 16 possíveis combinações, por exemplo)<sup>22</sup>. A Figura 7.11 a seguir mostra a evolução do indicador.

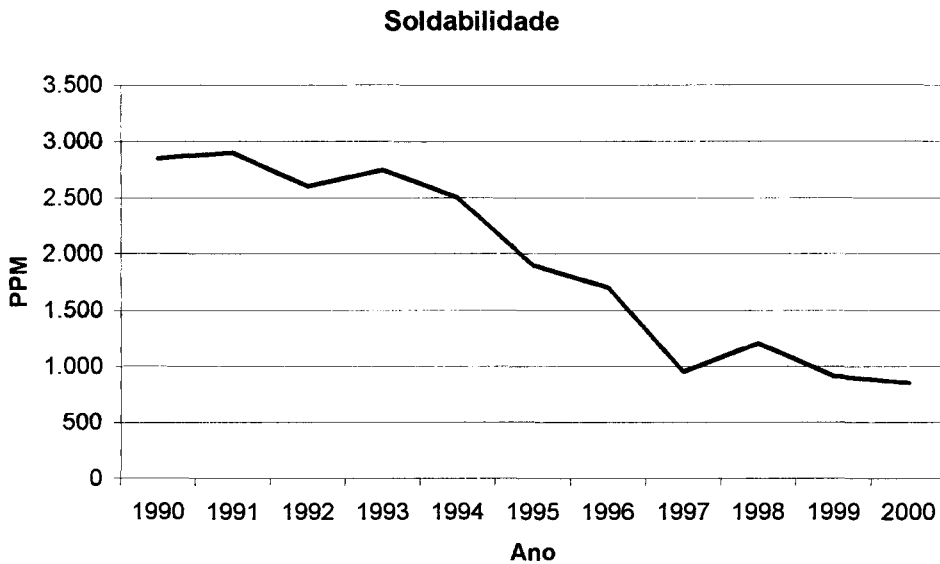


Figura 7.11 – Gráfico do índice de soldabilidade – 1990 a 2000

O índice de soldabilidade apresentou uma taxa média anual de redução de  $-11,4\%$  no período examinado, o que indica que houve aprimoramento de performance. A diminuição dos defeitos causados no processo de soldagem contribui para a melhoria do FOR (*Fall off rate* – Índice de defeitos no processo).

### 7.3.5 FOR - *FALL OFF RATE* (%)

O FOR é a razão entre o número de desvios de produtos semi-acabados, ou subconjuntos, para estações de reparo na linha de produção em relação ao total de produtos produzidos<sup>23</sup>. A diminuição do FOR significa aprimoramento de performance. Este indicador expressa o desempenho geral do processo produtivo e é usado como *feedback* de quaisquer

<sup>21</sup> Definição extraída dos procedimentos da ISO 9001 da Gradiente

<sup>22</sup> Entrevista com o diretor superintendente de engenharia

<sup>23</sup> Normas ISO 9002 da Gradiente Vídeo.

intervenções ou anomalias que ocorram no mesmo, inclusive sua capacidade de garantir que defeitos não estejam sendo gerados pelo próprio processo. A Tabela 7.16 a seguir apresenta os dados referentes ao FOR.

**Tabela 7.16 – FOR (*Fall Off Rate*) – Índice de Defeitos no Processo – 1992 a 2000**

<b>Ano</b>	<b>FOR (%)</b>
1992	8,64
1993	8,51
1994	7,89
1995	7,41
1996	7,58
1997	7,22
1998	6,86
1999	5,65
2000	5,79
Taxa média anual de redução	-4,9%

*Nota:* Meta < 3%, extraída do Planejamento Estratégico 1999 – Gradiente Unidade de Vídeo

*Fonte:* Departamento de Engenharia Industrial da Gradiente em Manaus – AM

O desempenho do FOR pode ser prejudicado basicamente pelo descontrole do processo produtivo. As causas desse descontrole podem ser, a falta de treinamento operacional, constantes mudanças de volume e *mix* de produção, falta de dispositivos, equipamento e ferramentas adequadas, etc. Por outro lado, a performance do FOR pode se aprimorada por programas de melhoria contínua, programas de capacitação pessoal e treinamento operacional. A diminuição dos defeitos causados no processo de soldagem, como dito anteriormente, também contribui para a diminuição do FOR (*Fall Off Rate* – Índice de Defeitos no Processo). A Figura 7.12 a seguir apresenta a evolução do indicador ao longo do tempo.

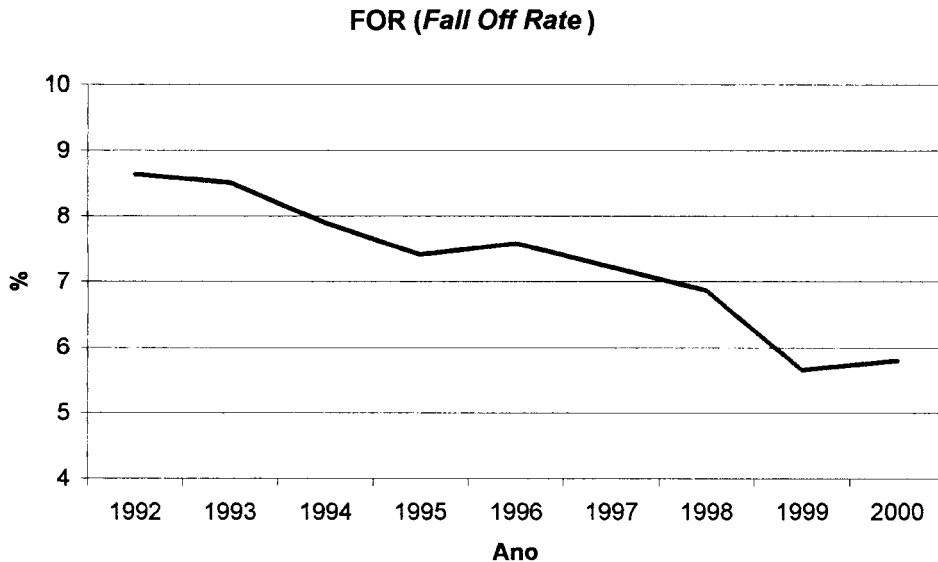


Figura 7.12 – Gráfico do FOR (*fall off rate*) – 1992 a 2000

Durante o período analisado o índice de defeitos no processo, FOR (*Fall Off Rate*), diminuiu a uma taxa média de redução de  $-4,9\%$ , chegando em 1999 e 2000 a valores próximos da meta estipulada, o que indica houve aprimoramento da performance.

### 7.3.6 TAKT<sup>24</sup> (Número de produtos por Dia)

Takt é definido como a quantidade média de aparelhos produzidos diariamente<sup>25</sup>. Este indicador não possui uma meta definida, contudo, o aumento do takt significa aprimoramento da performance. O takt expressa a capacidade nominal de produção da fábrica, e é usado para elaboração do planejamento mestre de produção. A Tabela 7.17 a seguir apresenta os dados relativos a este indicador.

<sup>24</sup> O termo takt foi cunhado por Taiichi Ohno, significando, tempo médio de saída entre duas unidades. Para maiores detalhes, ver Ohno (1887, p. 76). Na Gradiente, takt é utilizado com outro significado, o termo expressa produção diária.

<sup>25</sup> Definição extraída dos relatórios de planejamento de produção da Gradiente. Outras empresa podem ter definições diferentes.

**Tabela 7.17 – Takt (Produção Média Diária) – 1992 a 2000**

Ano	Takt (produção média diária)
1992	3835
1993	6057
1994	8369
1995	11036
1996	11422
1997	12168
Taxa Média Anual de Crescimento	+26,0%
1998	7902
1999	4364
2000	5205
Taxa Média Anual de Redução	-18,8%

Fonte: Elaboração própria do autor com base nos dados da Tabela A.5 do Apêndice 5.

A performance do indicador pode ser prejudicada por falta de capacidade instalada, manutenção imprópria dos equipamentos existentes, aumento do índice de defeitos, treinamento operacional deficiente, absenteísmo, etc. Por outro lado, ao se trabalhar na solução destes problemas, é provável que haja melhoria de desempenho do indicador. A Figura 7.13 a seguir apresenta a evolução do takt médio de 1992 a 2000.

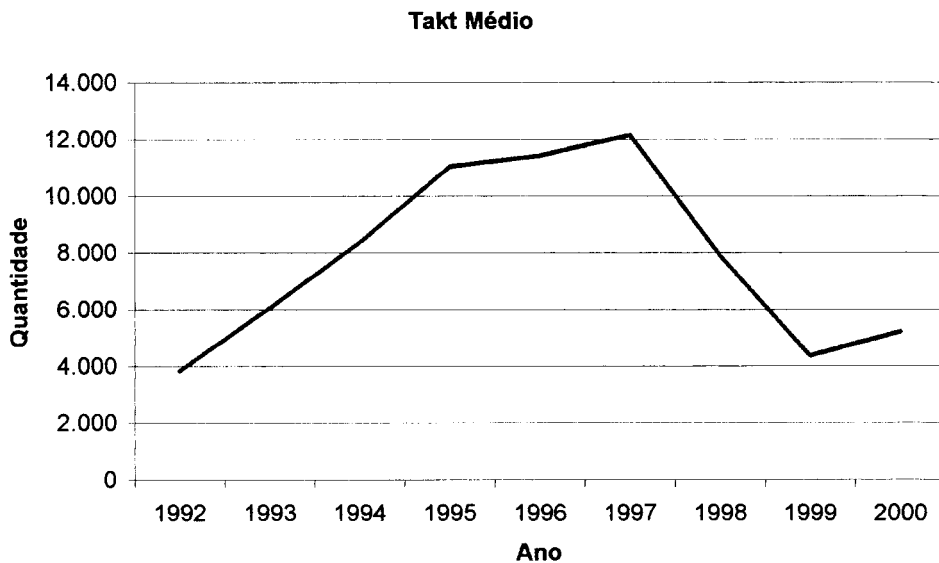


Figura 7.13 – Gráfico do TAKT médio da Gradiente – 1992 a 2000

Até 1997 o takt apresentou aumentos significativos. A partir de 1998, takt médio cai progressivamente até praticamente atingir os níveis de 1992. Este fato pode ser indicativo de diminuição da performance ou influência de outros fatores não analisados como, por exemplo, queda na demanda.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE E DISCUSSÕES

O objetivo deste capítulo é analisar algumas das implicações da acumulação de competências tecnológicas em indicadores de performance operacional. A Seção 8.1 sumaria o modo e a velocidade como a Gradiente acumulou competências tecnológicas e a Seção 8.2 analisa as implicações da acumulação de competências tecnológicas para a performance operacional da empresa em estudo.

8.1. ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A

Esta seção sintetiza o modo e a velocidade como a Gradiente acumulou competências tecnológicas durante o período de 1970 a 2000. A Tabela 8.1 apresenta a velocidade que a empresa acumulou competências.

Tabela 8.1 – Velocidade de acumulação de competências tecnológicas Gradiente Eletrônica S/A (1970-2000)

Nível de Competência Tecnológica	Função Produtos	Função Processos e Organização da Produção
ROTINA		
1 (Básico)	-- (*)	4
2 (Renovado)	26	8
3 (Extra – Básico)		27
INOVADORAS		
3 (Extra – Básico)	15	
4 (Pré – Intermediário)	27 (**)	23
5 (Intermediário)	Nível não atingido	28 (**)
6 (Intermediário – Superior)	Nível não atingido	Nível não atingido
7 (Avançado)	Nível não atingido	Nível não atingido

Notas: Velocidade é o número de anos, aproximados, necessários para a empresa atingir cada nível de competência tecnológica.

(\*) Informação não disponível, o Nível 1 foi acumulado pela empresa na década de 1960.

(\*\*) Nível incompleto.

Fonte: Elaboração própria do autor

A velocidade de acumulação de competências tecnológicas, na Gradiente, em desenvolvimento de produtos, foi lenta. A empresa acumulou o Nível 1 (básico) ainda na década de 1960 e, aproximadamente em 1975, ela desenvolveu o Nível 2 (renovado) incompleto. Foram necessários, entretanto, 26 anos para que a empresa acumulasse o Nível 2 (renovado) de forma completa. Em paralelo, desde o início da década de 1970, a Gradiente se engajou em atividades inovadoras e, acumulou o Nível 3 (extra básico), por volta de 1985. Aproximadamente em 1997, a empresa acumulou o Nível 4 (pré intermediário) incompleto, permanecendo este nível, em construção, até o ano 2000. Esta trajetória truncada de acumulação de competências tecnológicas para produtos é representada na Figura 8.1.

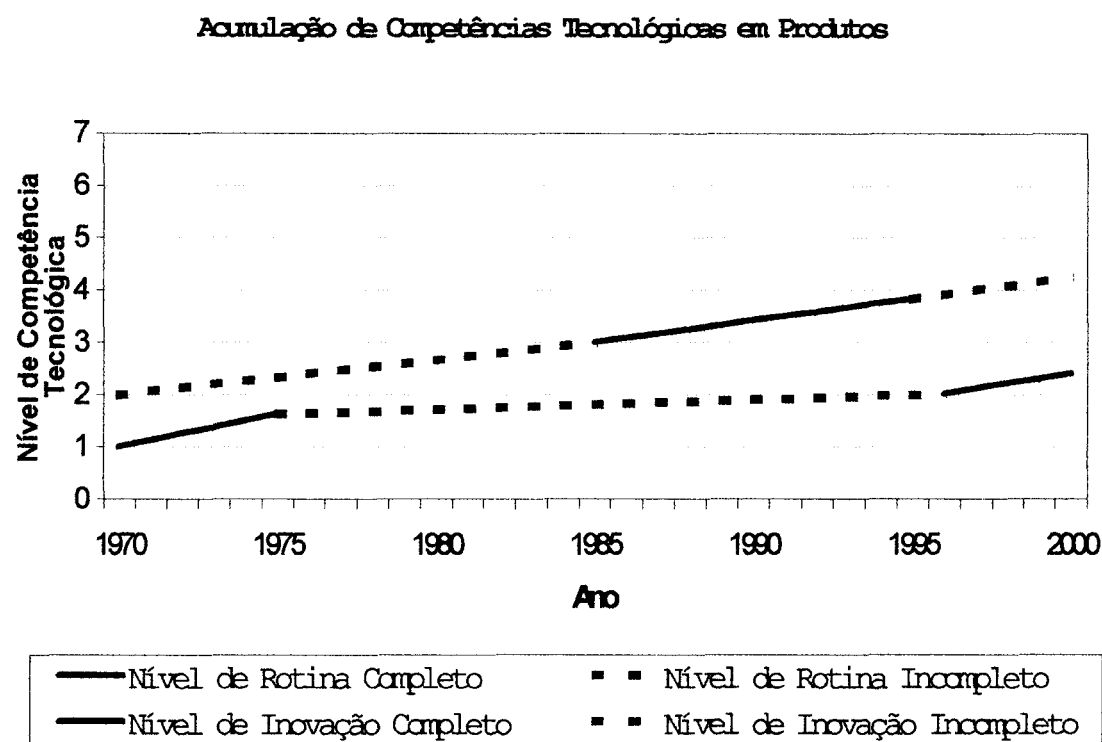


Figura 8.1 - Acumulação de competências tecnológicas - função produtos<sup>1</sup>

Na função tecnológica processos e organização da produção, a velocidade de acumulação de competências também foi lenta. A empresa, que começou a operar na ZFM (Zona Franca de Manaus) em 1973, acumulou Nível 1 (básico) aproximadamente em 1974 e o Nível 2 (renovado) por volta de 1978. No entanto, somente por volta de 1987 é que a empresa desenvolveu o Nível 3 (extra básico) incompleto. O Nível 3 completo, que

<sup>1</sup> Elaboração própria do autor



pertence ao grupo das atividades de rotina, foi acumulado aproximadamente em 1997. De forma similar ao desenvolvimento de competências em produtos, enquanto acumulava atividades de rotina, a Gradiente também se engajou em atividades inovadoras para processos e organização da produção. Por exemplo, o Nível 4 (pré intermediário), começou a ser construído por volta de 1985, sendo desenvolvido, por completo, aproximadamente em 1993. Já o Nível 5 (intermediário) incompleto, foi desenvolvido por volta de 1998 e, até 2000, ainda estava em construção. A trajetória de acumulação de competências na função tecnológica processos e organização da produção é mostrada na Figura 8.2.

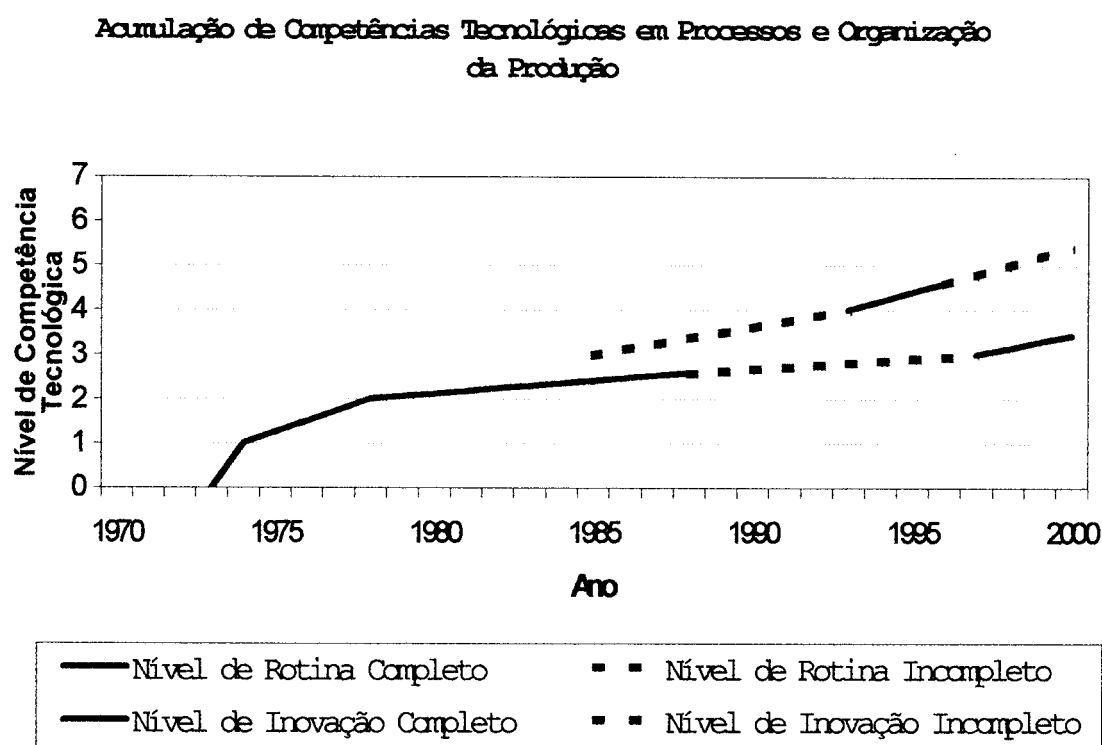


Figura 8.2 - Acumulação de competências tecnológicas - função processos e organização da produção<sup>2</sup>

Ao compararmos as trajetórias, relativa às duas funções tecnológicas, verificamos que:

- (1) A acumulação de competências tecnológicas evoluiu de maneira irregular e lenta.
- (2) Adicionalmente, a acumulação de competências para produtos se deu de maneira não alinhada à acumulação de competências para processos e organização da produção.

<sup>2</sup> Elaboração própria do autor

(3) Além disso, a acumulação de competências também não foi linear, pois, os níveis inovadores começaram a ser construídos antes que a Gradiente acumulasse os níveis de rotina completos (Nível 2 para produtos e Nível 3 para processos e organização da produção).

(4) Até o ano 2000, os níveis inovadores desenvolvidos (Nível 4 para produtos e Nível 5 para processos e organização da produção), estavam acumulados de maneira incompleta.

## **8.2 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS PARA A PERFORMANCE OPERACIONAL DA GRADIENTE**

Esta seção analisa as implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento em indicadores de performance operacional na Gradiente Eletrônica S/A. A Seção 8.2.1 apresenta a análise em relação à performance de desenvolvimento de produtos, a Seção 8.2.2 apresenta a análise em relação à performance de processos.

### **8.2.1 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM INDICADORES DE PERFORMANCE DE PRODUTOS (GRUPO 1)**

Esta seção analisa as implicações da acumulação de competência tecnológicas em indicadores de performance de desenvolvimento de produtos: Grupo 1.

(a) FCR (*Field Call Rate*) e Horas de Desenvolvimento de Produtos.

Conforme evidenciado no Capítulo 7, até 1998, o FCR (*Field Call Rate*) cresceu sistematicamente, atingindo um índice de cerca de 23% de chamadas de campo no período de garantia, contra uma meta de 5% (no máximo), indicando que o desempenho geral dos produtos no campo estava consideravelmente aquém do esperado pela empresa. Somente a partir de 1999 este indicador passou a apresentar melhoria, chegando no ano 2000 com uma redução de aproximadamente 28% em relação ao valor apresentado no ano de 1998. Apesar do FCR no ano 2000 ainda estar muito acima da meta, esta redução representou um aprimoramento considerável pois, conforme citado no Capítulo 7, ações de melhoria

podem levar até dois anos para refletir em mudanças neste indicador. Isto sugere que, ao acumular Nível 4, novas técnicas organizacionais que disciplinaram as atividades de desenvolvimento (ISO9001) e homologação (testes de confiabilidade) de produtos, implementadas por volta de 1996 / 97, implicaram no aprimoramento deste indicador.

A evolução do indicador horas de desenvolvimento tem duas fases distintas. A primeira, entre 1972 e 1988, houve perda de performance. A segunda, partir de 1989, a média de horas de desenvolvimento de produtos diminuiu de aproximadamente 9000 horas por ano para valores próximos de 3000 horas homem. À luz das evidências no Capítulo 6, este aprimoramento ocorre a partir da difusão do uso de sistemas de CAD (*Computer Aided Design*) bi dimensional (Nível 3) e posteriormente tri dimensional (Nível 4), sugerindo que o uso destes sistemas contribuiu para o aprimoramento da performance expressa por este indicador.

Em outras palavras, as evidências sugerem que a acumulação de competências inovadoras contribuiu positivamente para o aprimoramento da performance expressa por estes indicadores.

(b) Número de Modificações de Engenharia por Produto.

A evolução do número de modificações de engenharia por produto, descrita no Capítulo 7, mostra que houve aprimoramento deste indicador no período 1994 – 2000. Deve-se observar que até 1997 este índice foi maior ou igual a 12% enquanto que nos últimos três anos analisados (1998 – 2000) o valor máximo foi 7%, ou seja, uma diminuição de aproximadamente 40%. As atividades implementadas a partir de 1997, referentes ao desenvolvimento (ISO 9001) e homologação (testes de confiabilidade) de novos produtos, sugerem que ao acumular o Nível 4 de competência, a taxa de aprimoramento do indicador foi acelerada.

(c) Número de Modelos Desenvolvidos por Ano e Tempo de Desenvolvimento de Produtos.

O número de modelos desenvolvidos por ano, apesar de oscilações durante o período examinado (1972-2000), apesar de oscilações ao longo do tempo, manteve taxas médias de

crescimento que variaram entre 7 e 17%. Além disso, o valor absoluto alcançado é expressivo (104 modelos em 1999). Por sua vez, o tempo de desenvolvimento de produtos, no período 1970 – 2000, evoluiu de forma lenta e gradual. Estes indicadores podem ser influenciados por várias atividades, tanto de rotina quanto inovadoras, relacionadas ao desenvolvimento dos novos produtos, por exemplo, replicação de produtos seguindo especificações existentes, replicação aprimorada de produtos, o uso de sistemas CAD (*Computer Aided Design*), realização de testes de confiabilidade e até novas técnicas organizacionais de controle e acompanhamento de projetos (ISO 9001). Este comportamento sugere quanto maior o nível de capacitação tecnológica, maior será a performance.

É importante observar que, entre 1998 e 2000, um grande número de modelos teve seu lançamento adiado por motivo de atraso no desenvolvimento de produtos<sup>3</sup>. Neste mesmo período, as evidências não indicam falha de capacitação nos níveis inferiores de capacitação, o que sugere que o Nível 4, de capacitação tecnológica em desenvolvimento de produtos, ainda estava em fase de formação. Também não se deve descartar a possibilidade do Nível 4 não ser suficiente para atender as demandas atuais no que diz respeito ao tempo de desenvolvimento.

(d) Taxa Interna de Desenvolvimento Próprio e Taxa de Variação do Custo Médio de Novos Produtos.

A evolução da taxa interna de desenvolvimento próprio apresentou uma perda considerável de performance, seu índice diminuiu de 63,4% para 6,7% no período 1987 – 2000. Este comportamento sugere que o Nível 4 de competência tecnológica na função produtos não é suficiente para sustentar ou aprimorar esta performance. Além disso, outros fatores que não os estudados nesta dissertação, por exemplo, decisões estratégicas da empresa, podem também ter influenciado este indicador. Por outro lado, o custo do produto, expresso no Capítulo 7 através da sua taxa de variação, diminuiu consideravelmente, o que significa aprimoramento da performance. Esta diminuição de custo, entretanto, quando considerada a taxa interna de desenvolvimento próprio menor que 10%, sugere que outros fatores que não os estudados nesta dissertação influenciaram o aprimoramento da performance deste

---

<sup>3</sup> Observação direta do autor. Vide também Seção 4.4, no Capítulo 4.

indicador, por exemplo, a capacitação tecnológica do fornecedor e negociações comerciais bem sucedidas. Porém, tal fato não descarta a importância das atividades de rotina (Níveis 1 e 2 de capacitação tecnológica) para suportar este aprimoramento.

## **8.2.2 IMPLICAÇÕES DA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM INDICADORES DE PERFORMANCE DE PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO (GRUPO 2)**

Esta seção analisa as implicações da acumulação de competência tecnológicas em indicadores de performance de processos: Grupo 2.

### **(a) Tempo Padrão de Montagem, Índice de Inserção Automática.**

Apesar do indicador Tempo Padrão de Montagem não possuir dados anteriores a 1991, as evidências no Capítulo 6 sugerem que a introdução do processo de soldagem automático gerou ganhos expressivos de produtividade. Entre 1991 e 1995, a evolução deste indicador, conforme mostrado no Capítulo 7, apresentou aprimoramentos significativos. As evidências apontam para ganhos oriundos de melhorias no processo de soldagem (CEP), continuidade dos investimentos no processo de inserção automática de componentes (vide índice de Inserção Automática), eliminação de gargalos (ex.: projeto de redução do tempo de troca de moldes) e melhorias no planejamento de materiais (ex.: *Unisys*), atividades do Nível 3 de competência, bem como aprimoramentos de *layout* e fluxo de materiais, alongamento sistemático da produtividade (ex.: GCM), etc, no Nível 4 de competência. De 1995 a 1998 o indicador Tempo Padrão de Montagem praticamente estagnou, o que sugere um *limite técnico* para aos aprimoramentos deste indicador.

O índice de inserção automática apresentou aprimoramentos expressivos entre 1986 e 2000. As evidências indicam que até 1995 o conjunto de máquinas automáticas de inserção de componentes convencionais ainda estava crescendo, bem como experimentando melhorias de processo via parametrização das máquinas, atividades estas inerentes do Nível 3 de competência. Entre 1995 e 1997 o índice de inserção automática ficou estagnado em torno de 70%. No período 1998-2000, constata-se novamente aprimoramento do indicador, que atingiu aproximadamente 85%. As evidências sugerem

que o processo de inserção de componentes SMD, Nível 3 de competência, que iniciou por volta de 1996 com um produto, foi importante para o aprimoramento deste indicador. Este comportamento sugere, ainda, que há um *limite técnico* para aprimoramentos, como no caso do Tempo Padrão.

O comportamento destes indicadores sugere que o desenvolvimento de capacitação tecnológica implicou em aprimoramentos na performance, sendo que, as evidências sugerem, ainda, que estes aprimoramentos estão associados a atividades inovadoras, competência tecnológica Nível 4 ou maior.

(b) Takt.

O Takt, no período 1992-1997 cresceu a uma razão média anual de aproximadamente 26%. As evidências, neste período, sugerem que atividades inovadoras do Nível 4, tais como reorganização de departamentos e processos organizacionais (ex.: especialização por UPIs – Unidades de Produção Independentes), aprimoramentos de *layout*, automação de linha de produção, etc, tiveram papel importante para o aprimoramento deste indicador. No período 1998-2000, o Takt diminuiu para níveis próximos aos de 1992, o que sugere, apesar da empresa ter acumulado Nível 5 por volta de 1998, outros fatores que não os estudados nesta dissertação influenciaram a performance do indicador, por exemplo, demanda de mercado.

(c) FOR (Fall Off Rate) e Soldabilidade.

A evolução do FOR (*Fall Off Rate*), descrita no Capítulo 7, mostra que houve aprimoramento deste indicador no período 1994 – 2000. Deve-se observar que até 1998 este índice foi maior ou igual a 6,86%, enquanto que nos últimos dois anos analisados (1999 e 2000) o valor máximo foi 5,79%, ou seja, uma diminuição de aproximadamente 16%. As atividades implementadas por volta de 1998 referentes à reengenharia organizacional (especialização por unidades de negócios) e as ações de melhoria (ex.: CCQ) resultantes do desdobramento do planejamento estratégico da área industrial da Unidade Vídeo, sugerem que ao acumular o Nível 5 de competência, a taxa de aprimoramento do indicador foi acelerada.

O índice de soldabilidade apresentou, conforme Tabela 7.15, no período 1990-2000, aprimoramento gradual a uma taxa média de redução anual de -11,4%. As evidências sugerem que as atividades de soldagem por onda e CEP (Controle Estatístico do Processo) no Nível 3 e aprimoramento de processos e uso de ferramentas da qualidade no Nível 4 influenciaram o aprimoramento deste indicador.

(d) *Outgoing Inspection*

Analisando o comportamento do indicador de 1992 a 1995, verificamos redução de 1,1% para 0,7% no índice de defeitos. As evidências sugerem que, ações do projeto GCM (ex.: uso de ferramentas da qualidade) influenciaram o aprimoramento do indicador. Entre 1995 e 1997, a performance desse indicador piorou e o índice de defeitos chegou a 0,9%, o que sugere que o Nível 4 de competência não foi suficiente para sustentar os aprimoramentos anteriores. Entre 1998 e 2000, novamente se constata aprimoramento da performance do indicador que atingiu a marca de 0,6% de defeitos na inspeção final. As atividades implementadas por volta de 1998, referentes à reengenharia organizacional (especialização por unidades de negócios) e as ações de melhoria (ex.: CCQ) resultantes do desdobramento do planejamento estratégico da área industrial da Unidade Vídeo, sugerem que ao acumular o Nível 5 de competência, o indicador *Outgoing Inspection* não só teve sua performance aprimorada, como também reverteu uma tendência de piora de performance.

Em resumo, as evidências sugerem que:

(1) Nas duas funções tecnológicas, os aspectos organizacionais, por exemplo, forma de organização, novos procedimentos, etc., tiveram papel importante para o aprimoramento de alguns indicadores de performance. Tal evidência ressalta a necessidade de se entender e gerenciar a competência tecnológica de forma abrangente, ou seja, não apenas em indivíduos (gerentes, técnicos, engenheiros), mas também nos sistemas organizacionais da empresa, como forma de aprimorar a performance operacional, conforme argumentado em Tremblay (1998a) e Figueiredo (2001b).

(2) Ao acumular níveis mais profundos de competência tecnológica, grande parte dos indicadores de performance sofreram aprimoramentos, tanto em desenvolvimento de produtos quanto processos e organização da produção, atingindo níveis satisfatórios de

performance. Este aprimoramento pode ser notado nos indicadores número de modelos por ano, FOR e soldabilidade. Além disso, ao acumular níveis inovadores de competência (Níveis 3 e 4 para produto e Níveis 4 e 5 para processos e organização da produção), mesmo que a empresa foi capaz de reverter a tendência negativa, de alguns indicadores, para aprimoramento, por exemplo, FCR, horas de desenvolvimento e *outgoing inspection*, o que sugere que a acumulação de níveis inovadores é fundamental para o aprimoramento da performance operacional. Esta conclusão, está de acordo com estudos conceituais e empíricos sobre a importância do aprofundamento da capacitação tecnológica para o aprimoramento da performance operacional da empresa (ex. Dosi, 1988; Teece et al., 1990; Tremblay, 1998a; Figueiredo, 2001a).

(3) Contudo, o fato da empresa não acumular maiores níveis de competência tecnológica (ex. Níveis 5 a 7 para produtos e Níveis 6 e 7 para processos e organização da produção) ou, fazê-lo de forma lenta e irregular, sugere que esta condição é satisfatória, contudo, não parece ser suficiente para fazer a empresa ser competitiva internacionalmente. Este comportamento pode ser observado no comportamento de alguns indicadores, visto que, a taxa interna de desenvolvimento próprio piorou, o tempo de desenvolvimento, apesar do aprimoramento, não foi suficiente para evitar atrasos e, o tempo padrão e o índice de inserção automática estagnaram com o tempo. Em outras palavras, a Gradiente deveria ter acumulado além do Nível 4 em produtos e além do Nível 5 em processos e organização da produção para ter uma performance técnica melhor.



## **CAPÍTULO 9**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Esta dissertação enfocou o relacionamento entre acumulação de competências tecnológicas e aprimoramento da performance operacional na Gradiente Eletrônica S/A. Este relacionamento contou com um estudo de caso individual, onde foram estudadas a acumulação de competências para as funções tecnológicas Produtos e Processos e Organização da Produção, bem como a implicação de cada uma para a performance operacional.

Este capítulo está dividido em três seções. Na Seção 9.1. são discutidas as conclusões referentes às questões da dissertação. A Seção 9.2. apresenta as recomendações aos dirigentes da Gradiente e, finalmente, a Seção 9.3 sugere novos estudos a serem elaborados no futuro.

#### **9.1. QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação foi estruturada para responder duas questões:

(1) Como evoluiu a acumulação de competências tecnológicas relativas às atividades de desenvolvimento de produtos e processos e organização da produção, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período de 1970 a 2000?

(2) Qual foi o papel da acumulação de competências tecnológicas no aprimoramento de indicadores de performance operacional, na Gradiente Eletrônica S/A - Unidade Manaus, durante o período acima?

### 9.1.1 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA GRADIENTE ELETRÔNICA S/A

Quando a Staub S/A assumiu o controle acionário da Gradiente, esta já havia desenvolvido competência de Nível 1 em produtos, sugerindo que a troca de comando da empresa, manteve os sistemas organizacionais para provavelmente melhora-los a partir deste ponto inicial. Em processos e organização da produção, devido à transferência da fábrica de São Paulo para Manaus, passou-se por um período de *start up* onde careciam até mesmo competências básicas para a operação. Apesar disto, em pouco tempo a empresa se engajou em processos de acumulação de competências.

No período 1970-2000 a Gradiente passou por um processo lento de acumulação de competências, demorou 27 anos para acumular Nível 4 em produtos e 28 anos para desenvolver Nível 5 em processos e organização da produção. Este fato sugere que a empresa provavelmente estava mais preocupada com outros índices que não os de performance operacional, exemplo disto é que a competência Nível 4 em produtos foi basicamente devido às atividades executadas pela Unidade Áudio e o Nível 5 de capacitação em processos e organização partiu da iniciativa do Superintendente Industrial da Unidade Vídeo. Ou seja, isoladamente as unidades teriam acumulado menor nível de capacitação em uma ou outra função tecnológica.

Neste ínterim, entre 1982 e 1988, existiu a GRATEC (Centro de Desenvolvimento de Produtos da Gradiente) cujos resultados, segundo o Diretor Superintendente de Engenharia, foram duvidosos até porque, durante este período, a Gradiente não acumulou além do Nível 3. Apesar das evidências sugerirem que a empresa investiu deliberadamente em sistemas de CAD e o uso de processadores mais avançados (DSP), a conclusão é de que, durante o período estudado (1970-2000), a empresa não priorizou o acúmulo de capacitação tecnológica além do Nível 4, que pode ter influenciado a taxa de interna de desenvolvimento próprio, cuja evolução mostrou perda de performance. As ações isoladas na área industrial da Unidade de Negócios Vídeo fizeram com que a empresa desenvolvesse Nível 5 de competência mas, por outro lado, a falta de um plano diretor para dar continuidade aos programas bem sucedidos sugere interrupção de uma trajetória ascendente de acúmulo de competências para níveis mais elevados.

### **9.1.2 IMPLICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS SOBRE O APRIMORAMENTO DA PERFORMANCE OPERACIONAL**

Ao longo do estudo, as evidências apresentadas sugerem que a acumulação de competências nas funções tecnológicas produtos e processos e organização da produção foram fundamentais para o aprimoramento da performance operacional da Gradiente. Esta importância vem do fato de que essas competências estão associadas ao desenvolvimento de atividades diretamente ligadas ao produto e ao processo produtivo. Neste sentido, a acumulação dessas competências permitiu à Gradiente executar várias atividades inovadoras relacionadas ao desenvolvimento de produtos e processos.

As evidências sugerem ainda que a performance de alguns indicadores piorou mesmo quando a Gradiente desenvolveu níveis básicos de competência e somente reverteu este resultado quando acumulou maiores níveis de capacitação, por exemplo, os indicadores FCR e Horas de Desenvolvimento de Produtos. Outro caso que exemplifica este fato foi a evolução da Taxa Interna de Desenvolvimento Próprio, que entre 1987 e 2000 apenas diminuiu. Estes comportamentos sugerem assim que diferentes intensidades de esforços inovadores estão associados a diferentes padrões de performance, conclusão esta que está de acordo com estudos anteriores (Mlawa apud Figueiredo, 2001a; Bell et al. apud Figueiredo, 2001a).

Por outro lado, outros indicadores parecem atingir um *limite técnico* de performance, mesmo com o desenvolvimento de níveis mais elevados da capacitação na respectiva função tecnológica, como no caso do Tempo de Montagem de Produtos e do Índice de Inserção Automática. Tal fato sugere haver interdependência entre as funções tecnológicas e suas trajetórias para o aprimoramento da performance de determinados indicadores. Por exemplo, o uso de técnicas DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) durante a fase de desenvolvimento poderia aprimorar performance do Tempo Padrão de Montagem ou então criar novas especificações para usar componentes SMD e aumentar o Índice de Inserção Automática de componentes.

Em resumo, as evidências sugerem o papel importante da acumulação de competências no aprimoramento da performance operacional da empresa estudada. Nesse sentido, o estudo realizado confirma conclusões de trabalhos anteriores a respeito da importância estratégica

da acumulação para empresas que operam em países com economia de industrialização recente. Por exemplo, Tremblay (1998a), Teece et al. (1990) e Figueiredo (2001a, 2001b).

## **9.2 ALGUMAS IMPLICAÇÕES PARA A PERFORMANCE ECONÔMICA**

Embora esta dissertação não teve como objetivo examinar a performance econômica e financeira da Gradiente, é importante comentar algumas implicações da acumulação de competências tecnológicas para o comportamento da margem operacional da empresa.

Margem operacional é definida como a razão entre o lucro operacional e a receita operacional líquida<sup>1</sup>. Lucro operacional é o valor obtido após deduzir as despesas operacionais do lucro bruto. Receita operacional líquida é a receita proveniente da venda de produtos menos impostos, abatimentos e devoluções. A meta para este indicador não é divulgada pela empresa, contudo, espera-se que o indicador seja positivo e, o maior possível.

A margem operacional, pode ser usada como medida da eficiência financeira da operação pois, nela, não estão computadas as despesas e receitas não operacionais, ou seja, despesas e receitas provenientes de outras fontes que não pertencem ao negócio principal da Gradiente. A performance deste indicador pode ser prejudicada por fatores externos, por exemplo demanda do mercado, variação cambial, etc., e por fatores internos, tais como, custo final dos produtos, preço de venda dos produtos, perda de produtividade, problemas de qualidade, etc. Os dados referentes ao indicador margem operacional, de 1988 a 2000, são apresentados na Tabela 9.1.

---

<sup>1</sup> Obtido no Relatório Anual de Informações Financeiras da Gradiente Eletrônica S/A - 1988

**Tabela 9.1 - Margem Operacional - 1988 a 2000**

<b>Ano</b>	<b>Margem Operacional (%)</b>
1988	(41,5)
1989	11,5
1990	1,5
1991	(20,9)
1992	(13,1)
1993	3,8
1994	16,4
1995	9,8
1996	4,4
1997	(11,9)
1998	(0,1)
1999	(5,8)
2000	(10,7)

*Fonte:* Relatório Anual de Informações Financeiras da Gradiente Eletrônica S/A - 1988 a 2000

*Nota:* Números entre parênteses significam resultados negativos.

O aprimoramento da performance deste indicador depende, basicamente, da uma redução do custo dos produtos e despesas operacionais, uma vez que, o preço médio de venda ao consumidor e demanda são determinados, basicamente, pela mercado consumidor. Esta redução de custo, por sua vez, depende de aprimoramentos no produto e no processo. Como pode ser observado, entre 1988 e 1994, houve oscilação deste indicador, que apresenta perdas significativas nos anos de 1991 e 1992. No período 1994 - 2000, a tendência da margem operacional foi de queda, ficando, a partir de 1997, sempre negativa. Neste período, portanto, não foram encontradas evidências de que a acumulação de competências tecnológicas tenha influenciado a evolução da margem operacional.

Além disso, nas demonstrações de resultado da Gradiente, pode-se constatar que a diminuição do indicador foi influenciada, em grande parte, pelo aumento nas despesas operacionais, em especial as despesas com vendas e as despesas financeiras<sup>2</sup>. A Tabela 9.2 apresenta, destas despesas em relação às despesas operacionais.

<sup>2</sup> Para maiores detalhes ver Relatório Anual de Demonstrações Financeiras, 1988 - 2000.

**Tabela 9.2 - Percentual das despesas com vendas (DV) e despesas financeiras (DF) em relação às despesas operacionais.**

Ano	% de despesas com vendas (DV) em relação às despesas operacionais	% de despesas financeiras (DF) em relação às despesas operacionais	% total de despesas operacionais (DV + DF) em relação às despesas operacionais
1994	53,3	2,6	55,9
1995	66,7	(1,6) <sup>a</sup>	65,1
1996	61,9	12,4	74,3
1997	54,6	22,3	77,0
1998	49,8	34,9	84,7
1999	43,4	38,5	81,9
2000	48,4	32,1	80,6

Fonte: Relatório Anual de Informações Financeiras da Gradiente Eletrônica S/A - 1994 a 2000

Nota: (a) Este valor significa que houve receita financeira.

Esta dissertação reconhece a importância das despesas com vendas e despesas financeiras para o funcionamento da empresa, entretanto, como pode ser observado na Tabela 9.2, estas duas despesas, despesas com vendas e despesas financeiras, somadas, representaram aproximadamente 81% de todas as despesas operacionais no ano 2000. Isto sugere que, outros fatores, quer sejam internos ou externos à empresa, que não os estudados neste trabalho, influenciaram de forma significativa a performance econômica e financeira da Gradiente. No período 1998-200, por exemplo, dois fatores externos merecem ser citados:

(1) A mudança do regime cambial em janeiro de 1999, seguida da elevação da taxa de câmbio do Dólar Americano em relação ao Real, gerando perdas significativas para a empresa, uma vez que suas receitas eram em Reais e as despesas, com matéria prima importada, em Dólares Americanos.

(2) A queda na demanda por produtos eletrônicos de áudio e vídeo, entre 1998 e 2000, que fez com que o faturamento da empresa diminuísse significativamente.

Apesar disto, as evidências sugerem, ainda, que se a Gradiente não acumulasse o Nível 4 (pré intermediário) em produtos e o Nível 5 (intermediário) em processos e organização da produção, este resultado poderia ser pior. Por exemplo, níveis maiores de FCR (*field call rate*) poderiam ter implicações negativas para a margem operacional líquida da empresa.

### **9.3 RECOMENDAÇÕES AOS DIRIGENTES DE EMPRESAS DO SETOR DE PRODUTOS ELETRÔNICOS DE CONSUMO**

Apesar das limitações de um estudo de caso individual, as evidências apresentadas ao longo do trabalho mostram o caráter estratégico da acumulação de competências para produtos e processos e organização da produção no aprimoramento da performance operacional. Por esta razão, torna-se fundamental para as empresas do setor de produtos eletrônicos de consumo acumular competências nessas funções tecnológicas como forma de se manterem competitivas. Essa necessidade torna-se mais evidente quando são consideradas as constantes oscilações do mercado consumidor de produtos eletrônicos no Brasil.

É preciso ainda que os dirigentes entendam capacitação tecnológica em seu sentido amplo, ou seja, incorporada nos sistemas organizacionais, e também que competências devem ser acumuladas em velocidades semelhantes nas diversas funções tecnológicas, sob pena de comprometer a performance operacional e corporativa das empresas. Seria importante, desta forma, a criação de um Plano Diretor, desdobrado por função tecnológica, para garantir que programas de sucesso tenham continuidade mesmo quando há troca de executivos, evitando também iniciativas isoladas, cujos resultados, para as corporações, são no mínimo questionáveis.

### **9.4 SUGESTÃO PARA NOVOS ESTUDOS**

Esta dissertação focou o relacionamento entre acumulação de competências tecnológicas e as implicações para a performance operacional. Por esta razão, não foram abordadas as questões relativas à influência exercida pelos processos subjacentes de aprendizagem ou pela estratégia corporativa para a acumulação de competências tecnológicas, surgindo assim a necessidade de estudos futuros que abordem esta questão.

A dissertação baseou-se em um estudo de caso individual e portanto, estudos semelhantes em outras empresas do setor ou estudos de caso comparativos entre empresas podem ajudar a aumentar o entendimento destas questões. Além disso, o trabalho não abordou a

questão da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento da performance de vendas da empresa, o que poderia ser tratado em trabalhos futuros, bem como um estudo mais aprofundado sobre as implicações para a performance econômica e financeira da empresa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, C. (Organizador). Depoimento do Empresário Eugênio Emílio Staub. In: *História Empresarial Vivida*. São Paulo: Gazeta Mercantil S.A. Editora Jornalística, Vol. II, p. 29 – 106, 1986.
- ARIFFIN, N. *Technological Capability and Innovation in the Global Electronics Industry: Manaus Industrial District – A Preliminary Approach*. Disponível em < <http://www.suframa.gov.br/download/ppt/manausnew.ppt> >. Acesso em 16 de abril de 2001.
- ARIFFIN, N. e FIGUEIREDO, P. N. *Technological Capability Building and Innovation in the Electronics Industry: Evidence from Manaus*. Disponível em < [http://www.suframa.gov.br/download/publica/publ\\_aplicacao\\_cap.pdf](http://www.suframa.gov.br/download/publica/publ_aplicacao_cap.pdf) > Acesso em 26 de fevereiro de 2002.
- BARTZOKAS, A. e YARIME, M. Technology Trends in Pollution-Intensive Industries: a Review of Sectoral Trends. *Discussion Paper Series*, n, 1997-06. Maastricht UNU/UNITECH, 1997.
- BELL, M. e PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrast Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, nº 2, p. 157-210, 1993.
- CASSIOLATO, J. E. et al. *Local Systems of Innovation in Brazil, Development and Transnational Corporations: a Preliminary Assessment based on empirical results of a research project*. Disponível em < [http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/cassiolato\\_lastres\\_mfl.pdf](http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/cassiolato_lastres_mfl.pdf) > Acesso em 19 de maio de 2002.
- DOSI, G.. The Nature of Innovative Process. In: DOSI, Giovanni et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Print Publishers, p. 221 – 238, 1988.
- DUTRÉNIT, G. *Learning and Knowledge Management in the Firm – from Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Ltd., 2000.
- FIGUEIREDO, P. N. *Technological Learning and Competitive Performance*, Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Ltd., 2001a.

- FIGUEIREDO, P. N. Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation path and operational performance improvement. *Research Policy* 31 (1): 73 – 94, 2001b.
- GIRVAN, N. *Tricks and Trips: Foreign Investment and Knowledge Transfer*. Disponível em <[http://www.acs-aec.org/tricks\\_and\\_trips\\_eng.htm](http://www.acs-aec.org/tricks_and_trips_eng.htm)> Acesso em 15 de maio de 2002.
- HOLLANDER, S. *The Sources of Increased Efficiency: a Study of Du Pont Rayon Plants*. MIT Press, 1965.
- KATZ, J. *Structural Reforms and Technological Behavior: The Sources and Nature of Technological Change in Latin America in the 1990s*. Maastricht: UNU/INTECH, 1999.
- KIM, L. *Crisis Construction and Organizational learning: Capability Building in Catching-up Hyundai Motor*. Paper presented at the Hitotsubashi-Organization Conference, Tokyo, October, 1995.
- KIM, L. *The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors*. California Management Review, vol. 39, nº 3, p. 86-100, 1997.
- KIM, L. *The Dynamics of Technological Learning in Industrialization*. Maastricht: UNU/INTECH, 2000.
- LEONARD-BARTON, D. *Nascentes do Saber: Criando e Sustentando as Fontes de Inovação*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getulio Vargas, 1998.
- OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PATEL, P. e PAVITT, K. Large Firms in the Production of the World's Technology: An Important Case of "Non Globalisation". In: *Technology, Management and Systems of Innovation*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Limited, p. 125 - 148, 1999a.
- PATEL, P. e PAVITT, K. The Technological Competencies of the World's Largest Firms: Complex and Path Dependent, but Not Much Variety. In: *Technology, Management and Systems of Innovation*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Limited, p. 71 - 86, 1999b.
- PAVITT, K. Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. In: *Technology, Management and Systems of Innovation*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Limited, p. 15 - 45, 1999a.

- PAVITT, K. Technology, Products and Organization in the Innovating Firm: What Adam Smith Tell Us and Joseph Schumpeter Doesn't. In: *Technology, Management and Systems of Innovation*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Limited, p. 105 - 124, 1999b.
- PAVITT, K. *Innovating Routines in the Business Firm: what matters, what's staying the same, and what's changing?* Electronic Working Paper Series n° 45, Brighton: SPRU, University of Sussex, 2000.
- PENROSE, E. T. *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford: Basil Blackwell, 1959.
- PRAHALAD, C. K. *Reexame de Competências*. HSM Management. Nov./Dez. 1999.
- RUMELT, R. P. *Strategy, Structure, and Economic Performance*. Cambridge: MA: Harvard Business School Press, 1974.
- SLACK, N. et al. *Administração da Produção: edição compacta*. São Paulo: Atlas, 1999.
- TEECE, D., PISANO G. e SHUEN, A. *Firm Capabilities, Resources, and the Concept of Strategy: Four Paradigms of Strategic Management*. CCC Working Paper, No.94-9, University of California at Berkeley, 1990.
- TIDD, J. e BODLEY, K. *The Effects of Project Novelty on the New Product Development Process*. Electronic Working Paper Series n° 54, Brighton: SPRU, University of Sussex, 2000.
- TIDD, J., BESSANT, J. e PAVITT, K. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. 2ª ed. Chichester: Wiley, 2001.
- TIRALAP, A. *Technology Measurement: Searching for a Useful Framework*. Disponível em <[http://www.info.tdri.or.th/library/quarterly/text/s92\\_6.htm](http://www.info.tdri.or.th/library/quarterly/text/s92_6.htm)> Acesso em 20 de junho de 2001.
- TREMBLAY, P. J. *Technological Capability and Productivity Growth: An Industrialized / Industrializing Country Comparison*. Montreal: Scientific Series – CIRANO, 1998a.
- TREMBLAY, P. J. *Organize to Generate Innovation: Tools to Measure Technical Change, Productivity and Change-Generating Efforts*. Montreal: Scientific Series - CIRANO, 1998b.
- TREMBLAY, P. J. *"Informal Thinkering": How Is It Important?* Montreal: Scientific Series – CIRANO, 1998c.
- WERNERFELT, B. *A resource-based view of the firm*. Strategic Management Journal, 5: 171-180, 1984.
- YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. 2ª . ed. Londres: Sage, 1994.

## APÊNDICE 1

### COMPARAÇÃO DE TEMPO DOS PROCESSOS DE SOLDAGEM MANUAL E AUTOMÁTICO

**Tabela A.1.1 - Simulação do tempo de soldagem no processo ponto a ponto**

Produto	Modelo	Número de Pontos de Solda	Tempo Soldagem Manual (Min.)
Aparelho de Áudio	AS 80/2	870	43,5
Aparelho de Áudio	E-800 AV	5061	33,5
DVD	D 10/2	669	253,1
TV 20"	GT-2033C	1230	61,5
Receptor Sinal Satélite	GSD-1500	1723	86,2
Vídeo Cassete	V-7	2183	109,2
<b>Média</b>		<b>1953</b>	<b>97,8</b>

Fonte: Banco de dados do *Magnus* (Sistema de Gestão Integrada) e Departamento de Engenharia Industrial

**Tabela A.1.2 - Simulação do tempo de soldagem no processo automático**

Produto	Modelo	Comprimento da Placa (cm)	Tempo Soldagem Automática (Min.)
Aparelho de Áudio	AS 80/2	75	0,38
Aparelho de Áudio	E-800 AV	51	0,26
DVD	D 10/2	78	0,39
TV 20"	GT-2033C	57	0,29
Receptor Sinal Satélite	GSD-1500	25	0,13
Vídeo Cassete	V-7	42	0,21
<b>Média</b>		<b>55</b>	<b>0,27</b>

Fonte: Departamentos de Engenharia Industrial e Engenharia de Produtos

## APÊNDICE 2

### COMPARAÇÃO DE TEMPO DOS PROCESSOS DE INSERÇÃO DE COMPONENTES

**Tabela A.2.1 - Simulação de Tempo de Inserção Manual e Automática**

Produto	Modelo	Número de Componentes		Tempo de Inserção (min.)	
		IM	IA	IM	IM e IA
Aparelho de Áudio	AS 80/2	42	231	13,7	3,49
Aparelho de Áudio	E-800 AV	426	1811	111,9	32,17
TV	GT-2033C	97	428	26,3	7,42
<b>Média</b>		<b>189</b>	<b>823</b>	<b>50,6</b>	<b>14,4</b>

Fonte: Banco de dados do *Magnus* (Sistema de Gestão Integrada) e Departamento de Engenharia Industrial

Notas: IM - Inserção Manual de Componentes Convencionais

IA - Inserção Automática de Componentes

**Tabela A.2.2 - Simulação de Tempo de Inserção Manual, Automática e SMD**

Produto	Modelo	Número de Componentes				Tempo de Inserção (min.)	
		IM	IA	SMD Chip	SMD IC	IM/IA	IM/IA/SMD
DVD	D 10/2	20	76	42	15	2,46	1,85
Receptor Satélite	GSD1500	36	72	163	20	4,21	3,04
VCR	V 7	35	585	355	10	7,89	6,39
<b>Média</b>		<b>30</b>	<b>244</b>	<b>187</b>	<b>15</b>	<b>4,85</b>	<b>3,76</b>

Fonte: Banco de dados do *Magnus* (Sistema de Gestão Integrada) e Departamento de Engenharia Industrial

Notas: IM - Inserção Manual de Componentes Convencionais

IA - Inserção Automática de Componentes

SMD - *Surface Mounted Device* - Componente Montado na Superfície

Chip - Componente discreto (ex.: resistores, capacitores, diodos, transistores)

IC - *Integrated Circuit* (Circuito integrado)

**APÊNDICE 3****QUADRO DE FUNCIONÁRIOS DA ENGENHARIA DE  
PRODUTOS****Tabela A.3. - Quantidade de pessoas na Engenharia de Produto - 1972 a 2000**

<b>Ano</b>	<b>Qtd.</b>	<b>Ano</b>	<b>Qtd.</b>	<b>Ano</b>	<b>Qtd.</b>
1971		1981	35	1991	58
1972	7	1982	65	1992	59
1973	8	1983	46	1993	63
1974	8	1984	40	1994	68
1975	8	1985	57	1995	68
1976	10	1986	115	1996	64
1977	11	1987	143	1997	54
1978	12	1988	160	1998	36
1979	12	1989	117	1999	41
1980	12	1990	73	2000	44

*Chaves:* Qtd. - Quantidade de Pessoas na Engenharia

*Fonte:* - De 1971 a 1981 - Notas de entrevista com o antigo Gerente de Desenvolvimento de Produtos e com um Gerente Industrial da Gradiente.

- De 1982 a 2000 - Notas de entrevista com Gerentes (2) e Engenheiros (5), todos ligados à área de Engenharia de Produtos da Gradiente desde o início da década de 80.

## APÊNDICE 4

### NÚMERO DE MODELOS DESENVOLVIDOS

**Tabela A.4. - Número de Modelos Desenvolvidos por Ano (1993 a 2000)**

Ano	CDG	TPD	Total
1972	2	1	3
1973	2	1	3
1974	2	1	3
1975	2	1	3
1976	3	1	4
1977	3	1	4
1978	3	2	5
1979	5	2	7
1980	6	3	9
1981	8	4	12
1982	14	7	21
1983	11	6	17
1984	9	5	14
1985	13	7	20
1986	22	12	34
1987	26	15	41
1988	28	21	49
1989	24	16	40
1990	13	9	22
1991	9	9	18
1992	15	9	24
1993	13	11	24
1994	21	31	52
1995	10	49	59
1996	21	61	82
1997	11	63	74
1998	14	108	122
1999	9	95	104
2000	6	84	90

*Notas:* - CDG - Número de Modelos que foram Completamente Desenvolvidos pela Gradiente  
 - TPD (*Third Part Developed*) - Número de Modelos desenvolvidos com tecnologia de terceiros.  
 Até 1986 a proporção média de produtos CDG é de 65%

*Fonte:* - De 1971 a 1981 - Notas de entrevista com o antigo Gerente de Desenvolvimento de Produtos e com um Gerente Industrial da Gradiente.  
 - De 1982 a 1989 - Notas de entrevista com Gerentes (2) e Engenheiros (5), todos ligados à área de engenharia da Gradiente desde o início da década de 80.  
 - De 1990 a 2000 - Dados obtidos no setor de Documentação Técnica

## APÊNDICE 5

## DADOS PARA CÁLCULO DO TAKT

Tabela A.5. - Produção anual da Gradiente Eletrônica - 1992 a 2000

Ano	Produção			
	Vídeo	Áudio	Telefone	Total
1992	59.826	783.845	0	843671
1993	181.236	1.124.999	26.397	1332632
1994	242.192	1.498.095	100.817	1841104
1995	388.103	1.799.158	240.615	2427876
1996	518.855	1.742.290	251.804	2512949
1997	998.178	1.678.764	0	2676942
1998	969.354	769.061	0	1738415
1999	413.640	546.476	0	960116
2000	574.903	570.152	0	1145055

Fonte: Resumo Anual de Produção elaborado pelo Gerente de Planejamento Operacional da Gradiente

