

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

MACÁLISTON GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO ALINHAMENTO ENTRE CRITÉRIOS COMPETITIVOS E
PRÁTICAS DE AUTONOMAÇÃO NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA: UM ESTUDO
DE CASO**

São Leopoldo

2010

MACÁLISTON GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO ALINHAMENTO ENTRE CRITÉRIOS COMPETITIVOS E
PRÁTICAS DE AUTONOMAÇÃO NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA: UM ESTUDO
DE CASO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

São Leopoldo

2010

Catálogo na Publicação

S586a Silva, Macáliston Gonçalves da

Avaliação do alinhamento entre critérios competitivos e práticas de automação na indústria eletrônica: um estudo de caso / Macáliston Gonçalves da Silva. – 2010.

124 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto”.

1. Engenharia de produção. 2. Automação. 3. Estratégia de produção. 4. Indústria eletrônica. I. Título.

CDU 658.5.011.56

MACÁLISTON GONÇALVES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO ALINHAMENTO ENTRE CRITÉRIOS COMPETITIVOS E
PRÁTICAS DE AUTONOMAÇÃO NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA: UM ESTUDO
DE CASO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Aprovado em 06 de dezembro de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Sanson Fogliatto – UFRGS

Prof. Dr. Giancarlo Medeiros Pereira – UNISINOS

Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior – UNISINOS

Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto (Orientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel
Coordenador Executivo PPG em
Engenharia de Produção e Sistemas

*Dedico este trabalho a quatro pessoas fundamentais na minha vida:
Aos meus pais, Erci e Dolores, a quem devo a criação;
À minha esposa, Rosana, o amor da minha vida;
E para a minha filha, Gabriela, a razão de viver.*

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Para todos que colaboraram para a conclusão deste mestrado, meus sinceros agradecimentos.

Ao professor Dr. Miguel Afonso Sellitto, pela fundamental orientação, incentivo, amizade e constante apoio desde a graduação em Engenharia de Produção. Sua vocação para pesquisa foi inspiração para esta dissertação.

Ao professor Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior, Junico Antunes, pelas importantes contribuições que enriqueceram esta pesquisa. Seu conhecimento, debates e conteúdos de sua disciplina influenciaram diretamente na escolha do tema deste trabalho.

Ao professor Dr. Giancarlo Medeiros Pereira, pelas significativas participações na análise e qualificação deste trabalho. Seus ensinamentos foram decisivos para as escolhas feitas ao longo do caminho da minha formação.

Ao professor Dr. Flávio Sanson Fogliatto, pela gentileza em aceitar compor a banca examinadora e pelas contribuições para o fechamento do trabalho.

Ao corpo docente do PPGEPS da UNISINOS: Ricardo Augusto Cassel, Guilherme Luís Roehe Vaccaro, Luis Henrique Rodrigues, Miriam Borchardt, Silvio Cesar Cazella e Daniel Pacheco Lacerda. Todos promoveram o crescimento dos meus conhecimentos.

Aos professores Achyles Barcelos da Costa, Ely Laureano Paiva, Amarolinda Lara da Costa Zanela Saccol e Eliane Schlemmer. Suas disciplinas de outros PPGs da UNISINOS ampliaram a minha visão e os meus pensamentos.

Aos colegas de mestrado: Alexandre Batista Weisheimer, André Cardoso Dupont, André Diehl de Deus, André Ramos dos Santos, Cícero Giordani da Silveira, Cristiano Valer, Débora Oliveira da Silva, Elenise Angélica Martins da Rocha, Elton Luís Antonello, Gustavo Gastmann Brand, Isaac Pergher, Leandro Tomasin da Silva, Liziane Silva Menezes, Luciana Curra, Luciano Auad da Silva, Lucio Mauro Motta de Souza, Márcio Leandro Schmidt, Marcos André Muller, Mariélio da Silva, Patrícia Coelho Motta de Souza, Rafael Mozart da Silva, Rogério da Silva Rodrigues, Thiago Arena Viaro, Thomás Henrique Petry Lipp e Tito Armando Rossi Filho. O convívio ao longo das aulas, as discussões e o companheirismo consolidaram a amizade da turma.

A todos os funcionários da secretaria dos PPGs da UNISINOS, em especial à Antônia e à Cláudia.

Para a empresa DATACOM, pela oportunidade de realização da pesquisa, gentilmente disponibilizando os acessos e recursos para o trabalho de campo.

Aos colegas de trabalho, em especial: Damiani, Guilherme, Henrique, Rocha, Ivan, Fernando, Bianchessi, Donivan, Uilian e Fuentefria. A força da equipe, colaboração e dedicação de todos permitiram a realização deste projeto de vida.

A toda minha família e amigos de modo geral, pelo apoio recebido durante a jornada.

Um especial agradecimento aos meus pais, Erci e Dolores, pela dedicação, esforço, aprendizagem, valores, carinho e apoio incondicional. Tudo começou a partir de vocês.

À Rosana, minha mulher amada, e à Gabriela, minha filha princesinha, pelo amor, pela compreensão, pela tolerância e pelo apoio, principalmente nos momentos de indisponibilidade para as relações mais próximas com a família. Tenham certeza do meu amor eterno.

E a Deus, por iluminar o meu caminho.

A todos, muito obrigado!!!

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo propor e testar um método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação, utilizando como base fundamentos teóricos e empíricos. Para criação de uma situação heurística e aplicação do método proposto, foi realizado um estudo de caso em uma empresa de manufatura de equipamentos eletrônicos de alta tecnologia. Apoiado por uma revisão teórica envolvendo os conceitos de Automação, seu impacto sobre o sistema produtivo e a interação com a competitividade no nível da empresa, compreende-se os construtos que representam a aplicação da Automação. Por meio de um grupo focado são identificados os elementos que influenciam cada construto no processo produtivo pesquisado. Os indicadores encontrados foram ponderados e mensurados, permitindo a identificação e quantificação de lacunas. São analisados e discutidos sob o ponto de vista da Engenharia de Produção os resultados obtidos, propondo plano de ações e implicações para melhorias no processo avaliado. Esta dissertação contribui com a construção e desenvolvimento de um modelo que representa as relações entre construtos, os critérios competitivos, e fatores da aplicação da Automação. Considera-se que o método apresentado aproxima as abordagens operacionais com as definições estratégicas, evitando iniciativas isoladas e ineficientes da manufatura. Assim, pode ser visto como uma ferramenta gerencial, podendo ser útil como apoio ao cumprimento de uma estratégia de produção pré-estabelecida.

Palavras-chave: estratégia de produção, Automação (*Jidoka*), indústria eletrônica.

ABSTRACT

This research aims at proposing and testing a method for the assessment of the alignment between competitive criteria and Autonomation practices, using theoretical and empirical basis. In order to create a heuristic situation and to apply the proposed method, a case study was conducted at a company that manufactures high-tech electronic equipment. The comprehension of the constructs that represent the application of Autonomation is supported by the theoretical review of concepts involving Autonomation, its impact on the production system and the interaction with the competitiveness at the enterprise's level. The elements that influence each construct in the production process are identified through a focus group. The indicators found were weighed and measured, allowing the identification and quantification of gaps. The results are analyzed and discussed from the viewpoint of Industrial Engineering, proposing a plan of actions and implications for the improvement of the assessed process. This thesis contributes to the construction and development of a model representing the relationships among constructs, competitive criteria, and factors of the application of Autonomation. It is considered that the proposed method approximates the operational approaches to strategic settings, avoiding isolated and inefficient initiatives in manufacturing. Thus, it can be seen as a managerial tool, which can be useful for supporting the achievement of a pre-established manufacturing strategy.

Key-words: *manufacturing strategy, Autonomation (Jidoka), electronics industry.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da empregabilidade no setor eletroeletrônico	23
Figura 2 - Mecanismo da função controle (inspeção na fonte)	32
Figura 3 - Os circuitos da Autonomiação	35
Figura 4 - Visão de Monden sobre os propósitos da autonomiação	37
Figura 5 - ARA dos impactos da Autonomiação sobre o sistema produtivo.....	38
Figura 6 - Estratégia competitiva no nível da firma	40
Figura 7 - Fatores empresariais da competitividade	43
Figura 8 - Relacionamento entre Autonomiação e a competitividade.....	53
Figura 9 - Exemplo de estrutura hierárquica de decisão	66
Figura 10 - Matriz de comparações	67
Figura 11 - Etapas do método de trabalho	70
Figura 12 – Método de avaliação proposto	72
Figura 13 – Organograma da DATACOM.....	75
Figura 14 - Volume de produtos expedidos na DATACOM (até outubro de 2010).....	76
Figura 15 - Faturamento anual da DATACOM (até outubro de 2010).....	77
Figura 16 - Exemplo de componente SMD	79
Figura 17 - Processo de ancoragem do componente SMD na PCI.....	80
Figura 18 - Diagrama de blocos da linha SMT estudada	80
Figura 19 - Linha de produção SMT da DATACOM	81
Figura 20 – Desenvolvimento inicial do método.....	83
Figura 21 – Estrutura representativa dos critérios competitivos alinhados à Autonomiação...	86
Figura 22 – Estrutura dos critérios competitivos alinhados à Autonomiação na empresa	87
Figura 23 – Etapa de ponderação dos níveis da estrutura arborescente	88
Figura 24 – Etapa de mensuração da estrutura arborescente.....	93
Figura 25 – Médias das avaliações de cada fator	96
Figura 26 – Coeficiente de variação calculado por fator.....	97
Figura 27 – Desempenho dos fatores	97
Figura 28 – Avaliação dos construtos.....	98
Figura 29 – Análise do alinhamento dos construtos na DATACOM.....	103
Figura 30 – Potencial de crescimento da aplicação da Autonomiação.....	105

Figura 31 – Diagrama de blocos da linha SMT com inspeção automática de pasta de solda 108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representatividade da indústria eletroeletrônica brasileira (projeções para 2020).	19
Tabela 2 - Artigos publicados durante o período 1998-2008	21
Tabela 3 - Nível sigma em função do número de defeitos produzidos	22
Tabela 4 - Projeção de faturamento do setor eletroeletrônico para 2010	22
Tabela 5 - Escala de julgamento de importância	67
Tabela 6 – Índices de consistência randômicos.....	68
Tabela 7 – Interpretação do alfa de Cronbach.....	69
Tabela 8 – Matriz de comparação dos construtos.....	89
Tabela 9 – Matriz de comparação dos fatores qualidade.....	90
Tabela 10 – Matriz de comparação dos fatores custo.....	90
Tabela 11 – Matriz de comparação dos fatores flexibilidade.....	91
Tabela 12 – Modelo de pesquisa	92
Tabela 13 – Alternativas de respostas para as variáveis categóricas.....	93
Tabela 14 – Avaliação individual do respondente R1	94
Tabela 15 – Avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomação na empresa.....	95
Tabela 16 - Resultados consolidados da aplicação do método.....	99
Tabela 17 – Confiabilidade do questionário.....	102
Tabela 18 – Coeficiente de ponderação (importância) e alinhamento dos construtos	102
Tabela 19 – Lacunas do grau de aplicação da Autonomação.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Separação de homem e máquina	29
Quadro 2 - Categorias de decisão	49
Quadro 3 - As estratégias de pesquisa e suas situações relevantes	59
Quadro 4 - Características de produção HMLV	78
Quadro 5 – Resumo do plano de ações para melhoria do processo	111

LISTA DE ABREVIATURAS

5MQS	<i>Management, Method, Material, Man, Machine, Quality, Safety;</i>
ABINNE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica;
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process;</i>
ARA	Árvore da Realidade Atual;
B2B	<i>Business-to-Business;</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;
CQZD	Controle de Qualidade Zero Defeitos;
cv	coeficiente de variação;
DPMO	Defeitos Por Milhão de Oportunidades;
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção;
HMLV	<i>High-Mix, Low-Volume;</i>
IC	Índice de Consistência;
IP	<i>Internet Protocol;</i>
IR	Índice de Consistência Randômica;
IROG	Índice de Eficiência Operacional Global;
JIT	<i>Just-In-Time;</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento;
PCB	<i>Printed Circuit Board</i> (PCI – Placa de Circuito Impresso);
PCM	Planejamento e Controle de Materiais;
PCP	Planejamento e Controle da Produção;
PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy;</i>
PIB	Produto Interno Bruto;
POA	Porto Alegre;
pp	pontos percentuais;
PPM	Parte Por Milhão;
RC	Razão de Consistência;
RH	Recursos Humanos;
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online;</i>
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy;</i>

SMD	<i>Surface Mount Design;</i>
SMT	<i>Surface Mount Technology;</i>
SPSS	<i>Statistical Program for Social Sciences;</i>
STP	Sistema Toyota de Produção;
TI	Tecnologia da Informação;
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (MTP – Manutenção Produtiva Total).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	TEMA	19
1.2	JUSTIFICATIVA	20
1.2.1	Justificativa Acadêmica.....	20
1.2.2	Justificativa Industrial	21
1.2.3	Justificativa para a Sociedade.....	22
1.3	CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS.....	23
1.3.1	Questão de Pesquisa e Objetivos.....	23
1.3.2	Delimitação.....	24
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	26
2.2	AUTONOMAÇÃO (<i>JIDOKA</i>): ORIGEM E CONCEITOS.....	26
2.2.1	A Eliminação de Perdas no Contexto da Autonomiação.....	27
2.2.2	A Qualidade Assegurada no Contexto da Autonomiação	31
2.2.3	Os Circuitos da Autonomiação.....	33
2.2.4	Impactos da Autonomiação sobre o Sistema Produtivo	36
2.3	ESTRATÉGIA COMPETITIVA	39
2.3.1	Fatores Determinantes da Competitividade.....	41
2.3.2	Fatores Empresariais da Competitividade	43
2.4	ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES: CONCEITOS	45
2.4.1	Estratégia de Produção	46
2.4.2	Critérios Competitivos.....	47
2.4.3	Categorias de Decisão	49

2.5	IMPACTOS DA AUTONOMAÇÃO SOBRE A COMPETITIVIDADE	50
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO	55
3	O MÉTODO	56
3.1	MÉTODO DE PESQUISA	56
3.1.1	O Estudo de Caso	58
3.1.2	O Grupo Focado	61
3.1.3	Etapas para a Realização do Grupo Focado	63
3.1.4	Planejamento do Grupo Focado	63
3.1.5	Condução do Grupo Focado	64
3.1.6	Análise dos Dados Resultantes do Grupo Focado	64
3.1.7	Método Multicriterial	65
3.1.8	Teste de Confiabilidade de Questionários	69
3.2	O MÉTODO DE TRABALHO	70
3.2.1	Método de Avaliação Proposto	72
4	O CASO DE PESQUISA	74
4.1	VISÃO GERAL: CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	74
4.2	MERCADO E PRODUTOS	77
4.3	PROCESSO PRODUTIVO SMT	79
4.4	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	83
4.4.1	Resultados do Grupo Focado	84
4.4.2	Resultados da Aplicação do AHP	88
4.4.3	Resultados da Aplicação do Questionário	93
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	100
5.1	PROCESSO DE PESQUISA	100
5.2	RESULTADOS OBTIDOS	101
5.2.1	Plano de Ações e Implicações	107
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO MÉTODO	109

6	CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	113
6.1	CONCLUSÕES FINAIS	113
6.2	LIMITAÇÕES	114
6.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115
	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....	124

1 INTRODUÇÃO

Na busca por competitividade, as empresas modernas, em suas tentativas de construção de seus sistemas de produção, desde o final da década de 70, têm valorizado o modelo japonês de administração da produção. Como uma referência neste contexto, surge o Sistema Toyota de Produção (STP). Cabe salientar a importância da verificação das circunstâncias e características das empresas para o sucesso de suas implementações referentes ao estilo japonês (COONEY, 2002). No caso do STP, o fundamento é eliminar perdas e a sustentação do sistema se dá na forma de seus dois pilares: o *Just-In-Time* (JIT) e a Automação (*Jidoka* em japonês) (MONDEN, 1984; OHNO, 1997).

O sucesso para uma empresa pode significar a posse de um fator de diferenciação perante a concorrência, que pode se materializar na oferta de algo exclusivo e valioso ao cliente, ou de um custo mais baixo do que a concorrência pode praticar em um produto padronizado. As estratégias de produção requerem algo além de uma simples escolha de qual técnica de melhoria do momento deve ser aplicada ou qual melhor prática de outras empresas deve ser adotada (HAYES et al., 2008). Adotar estratégias que combinem as dimensões qualidade, confiabilidade, flexibilidade, velocidade e custo, por exemplo, podem ser objetivos de gestores para alavancarem vantagens competitivas perante a concorrência (SLACK, 1993). Segundo Paiva et al. (2004), adotar simultaneamente vários critérios competitivos é possível, porém, deve-se observar suas limitações e os *trade-off's* que podem surgir. A melhor estratégia exige ponderar valores ou pesos a serem atribuídos para cada um dos critérios.

A estratégia de produção não deve ser planejada isoladamente (CHASE et al., 2006). Quanto mais alinhados estiverem os objetivos da empresa com as capacitações da manufatura, maior será o potencial de sucesso de desempenho do negócio. Assim como quanto mais alinhado os objetivos da manufatura com as escolhas de projeto (áreas de decisão), maior será o potencial de sucesso de desempenho da manufatura (DEVARAJ et al., 2004).

A construção de uma forma de organização da produção deve ser compatível com a realidade e cultura local, resultando do aprendizado de práticas consagradas, buscando seu aprimoramento e capacidade para oferecer competitividade, satisfação a clientes, trabalhadores, proprietários, fornecedores e sociedade em geral. Assim, devido ao cenário brasileiro ser diferente do ambiente onde nasceu o STP, adaptações e reavaliações de

conceitos devem ser feitas para aumentar o potencial de sucesso de iniciativas de implementações semelhantes aos líderes mundiais (GHINATO, 1996).

Segundo Antunes Jr. et al. (2008), o JIT como técnica de gestão tem por objetivo fazer com que cada processo seja atendido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. Já na Autonomia, a idéia central é impedir a geração e a propagação de defeitos e promover a eliminação de toda anormalidade no fluxo produtivo. Também é objetivo da Autonomia interromper a produção quando a quantidade planejada for atingida. Com a Autonomia, tanto operadores como máquinas têm autonomia de parar o processamento se identificada qualquer anormalidade no fluxo ou se a cota de produção tiver sido atingida (GHINATO, 1996).

A principal contribuição desta pesquisa concentra-se em explorar o campo da Autonomia, em conjunto com a estratégia de produção, especificamente na indústria eletrônica. A nova economia mundial, tal como citado por Hayes et al. (2008), combina três fatores: globalização; tecnologia avançada; e parcerias em rede. Os mesmos autores salientam a participação ativa da indústria eletrônica neste ambiente. Na base de dados, de portais como Science Direct, Emerald e EBSCO, é possível encontrar extenso material sobre a indústria eletrônica internacional. Isso representa um indício sobre a importância do segmento em vários países, exemplificado por trabalhos de autores como Conti (2009), Doolen e Hacker (2005) e Dowdall et al. (2004). Porém, este mesmo acervo não contempla a Autonomia como destaque em suas publicações. O mesmo efeito recai sobre as pesquisas nacionais. Cabe ressaltar que a Autonomia é uma alternativa adotada por diversas empresas desta indústria como forma estratégica para gestão da manufatura (SILVA; SANTOS, 2010). Assim, este é um assunto que merece atenção e estudos para o aprofundamento de seus conceitos e tratamento de possíveis lacunas não pesquisadas.

Produzir uma grande variedade de produtos, em baixos volumes de produção, sendo estes de alto valor agregado e com um curto ciclo de vida, é a realidade para muitas empresas da indústria eletrônica brasileira. Este é um dos setores da indústria moderna com maiores taxas de crescimento na economia mundial nas últimas décadas (AMATO NETO, 2006). Segundo dados publicados pela ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2009), apesar da retração de 9% no faturamento do setor eletroeletrônico no ano de 2009, no Brasil, para 2010 a previsão é de crescimento na ordem de 11%, com destaque para a área de telecomunicações que tem previsto um aumento de 21%. Ainda, de acordo com o Estudo ABINEE (2009) sobre o futuro da indústria elétrica e eletrônica brasileira, oferecendo propostas para viabilizar a produção local e efetivar a competitividade para

participação no mercado internacional, espera-se obter uma expansão da produção eletroeletrônica e que o setor passe dos atuais 4,3% para 7% do PIB (Produto Interno Bruto) em 2020. A Tabela 1 mostra a representatividade da indústria eletroeletrônica local e sua projeção.

Tabela 1 - Representatividade da indústria eletroeletrônica brasileira (projeções para 2020)

Faturamento (% PIB)	2008	2020	Diferença
Telecomunicação	0,7	1,7	0,9
Componentes	0,3	1,1	0,8
Geração, Transmissão e Distribuição	0,4	0,7	0,3
Informática	1,2	1,5	0,2
Equipamentos Industriais	0,6	0,8	0,2
Utilidade Doméstica	0,5	0,6	0,1
Automação Industrial	0,1	0,3	0,1
Materiais Elétricos	0,3	0,3	0,0

Fonte: Adaptado do Estudo ABINEE, 2009

A partir do exposto, pode-se perceber a relevância de pesquisas, métodos ou ferramentas de apoio ao cumprimento de uma estratégia de produção, formulada para suportar uma estratégia de negócio, em especial, em empresas de manufatura de equipamentos eletrônicos com aplicação de práticas de Automação.

1.1 TEMA

É importante para o sucesso de um negócio o alinhamento estratégico das ações de manufatura com os critérios competitivos definidos pela empresa. Apesar de todo o corpo de conhecimento disponível na literatura, até quanto se pesquisou, pouco se encontrou sobre a aplicação da Automação como suporte a uma estratégia de produção na indústria eletrônica. Como exemplo, dos 42 artigos publicados nos anais do ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) de 1997 a 2009 e na base de dados SciELO, que citam a Automação ou *Jidoka* em seus trabalhos, não se encontrou pesquisas inseridas no contexto da indústria eletrônica. Quando pesquisado em portais, tais como Science Direct, Emerald ou

EBSCO, mesmo com a vasta publicação sobre a indústria eletrônica, até onde se investigou a Autonomia não aparece como elemento central.

Assim, percebe-se a necessidade de proposição e de elaboração de um método, com bases científicas, que permita mensurar o alinhamento da Autonomia com os critérios competitivos, auxiliando os gestores no cumprimento de uma estratégia pré-estabelecida na indústria eletrônica. Importante que individualidades do cenário em questão sejam consideradas no estabelecimento da proposta.

1.2 JUSTIFICATIVA

A seguir, apresentam-se justificativas para este trabalho: por questões acadêmicas, para a indústria eletrônica e para a sociedade em geral.

1.2.1 Justificativa Acadêmica

Do ponto de vista acadêmico, a justificativa para a realização desta proposta é a contribuição para um melhor entendimento científico acerca da construção de elementos e mensuração relativa ao alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia. Executando um trabalho semelhante ao feito por Godinho Filho e Fernandes (2004), utilizando como fonte de pesquisa as bases de dados dos portais Science Direct, Emerald, EBSCO, CAPES, SciELO, anais do ENEGEP (1997 a 2009), teses e dissertações nacionais, encontram-se, entre muitas outras, propostas referentes à medição da multifuncionalidade (PASSOS JR et al., 2004), avaliação do nível de implementação de práticas enxutas (MACEDO, 2010; OLIVEIRA; FANDIÑO, 2009; SHAH; WARD, 2007; NOGUEIRA; SAURIN, 2006) ou discussões sobre o papel estratégico das práticas enxutas (VEIGA, 2009; MATSUI, 2007; DHAFR et al., 2006; SILVA, 2002; GOMES, 2001). Mas até quanto se pesquisou, não foi encontrada referência na literatura nacional e internacional que trate do assunto desta dissertação conforme formatação apresentada. Assim, explorar este tema parece ser relevante, até mesmo para futuros estudos na área.

Também se pretende ampliar as discussões e a bibliografia dentro da Engenharia de Produção sobre indicadores para tomada de decisão e estratégias competitivas das

organizações. Segundo Silva et al. (2009), a necessidade das empresas em mensurar e controlar seus recursos de forma eficiente, buscando a excelência e o alinhamento das operações com seus objetivos estratégicos, está motivando o aumento de publicações científicas sobre estes temas. Os mesmos autores, analisando produções acadêmicas nacionais divulgam números que retratam este cenário (Tabela 2).

Tabela 2 - Artigos publicados durante o período 1998-2008

Palavras-Chave	ENEGEP	SciELO
Indicadores de desempenho	40	10
Estratégia	32	2
Gestão estratégica	12	0

Fonte: Adaptado de Silva et al., 2009

1.2.2 Justificativa Industrial

Dadas as condições vigentes de mercado, econômicas e sociais, a indústria eletrônica brasileira parece não se direcionar para a adoção de fábricas plenamente automatizadas. A opção pela estratégia de pré-automação, denominação dada por Shingo (1996) para a Automação, torna-se mais viável e comum nas instalações industriais. Exemplo desta aplicação surge nos estudos de Doro (2004), que registrou dados de uma empresa da indústria eletrônica trabalhando com índices de qualidade de 64 ppm (partes por milhão) de taxa de defeitos, próximos aos encontrados na indústria automobilística, com índices de taxa de defeitos entorno de 35 ppm, por exemplo (DANA, 2008). Segundo Harry (1998), estas empresas estariam atuando com níveis de qualidade acima de 5 sigmas (Tabela 3).

Assim, fornecer subsídios para melhoria de processos que são baseados em uma estrutura voltada para Automação pode ser um fator competitivo bastante significativo, ainda mais, em um mercado com concorrência acirrada e com *players* mundiais. Outro fator que torna relevante a proposta de estudo é a capacidade em auxiliar na sustentação de uma atividade, no caso a eletrônica, com uma curva de tendência de crescimento conforme exposto anteriormente.

Tabela 3 - Nível sigma em função do número de defeitos produzidos

Nível sigma	Defeitos por milhão (ppm)
2	308.537
3	66.807
4	6.210
5	233
6	3,4

Fonte: Adaptado de Harry, 1998

1.2.3 Justificativa para a Sociedade

O desenvolvimento de um método que apóie os tomadores de decisão a atingirem seus objetivos estratégicos, fortalece os processos internos da empresa e potencializa a prosperidade do negócio.

Colaborar para a melhoria da competitividade da indústria da região, no caso a eletrônica, pode gerar melhorias no âmbito social para os trabalhadores e habitantes da localidade. Como exemplo, conforme avaliação da ABINEE (2010), a expectativa de faturamento neste ano é atingir R\$125,6 bilhões, superando a marca de R\$111,8 bilhões do ano de 2009 (Tabela 4). A projeção de empregos no setor eletroeletrônico para o ano de 2010 é superar 170.000 postos de trabalho (Figura 1).

Tabela 4 - Projeção de faturamento do setor eletroeletrônico para 2010

Ano	2007	2008	2009	2010
Faturamento (R\$ bilhões)	111,7	123,1	111,8	125,6

Fonte: Adaptado da ABINEE, 2010

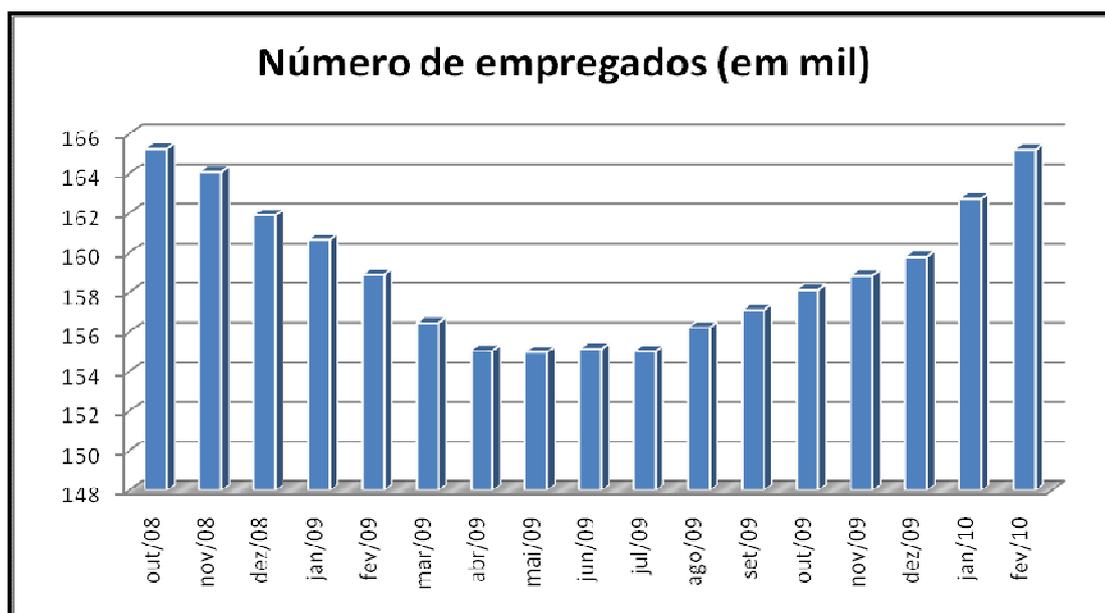


Figura 1 - Evolução da empregabilidade no setor eletroeletrônico

Fonte: Adaptado da ABINEE, 2010

1.3 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

1.3.1 Questão de Pesquisa e Objetivos

A questão de pesquisa na qual este trabalho está centrado é a seguinte: Como avaliar o alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação na indústria eletrônica? O método de pesquisa foi o estudo de caso. Os resultados de pesquisa são válidos exclusivamente para o caso estudado. O método usado não permite que os resultados sejam generalizados para o resto da indústria, mas pode ser replicado em outras empresas. O resultado desta avaliação pode ser útil como apoio e realimentação de informações no cumprimento de uma estratégia de produção pré-estabelecida pela empresa.

Nesta dissertação, conceitualmente entende-se alinhamento como a coerência entre as ações e a proposição de objetivos, um conjunto de habilitadores estratégicos. Ou ainda, como o grau de interação entre dois ou mais objetivos. Assim, pode-se dizer que é o nível de conexão entre os critérios competitivos e os fatores relacionados com a aplicação da Automação.

O objetivo geral deste trabalho é propor e testar um método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação, utilizando como base fundamentos teóricos e empíricos.

Os objetivos específicos da pesquisa são os seguintes:

- Compreender os construtos que representam a aplicação da Automação através da realização de uma revisão teórica sobre o tema, envolvendo o entendimento dos conceitos da Automação, seu impacto sobre o sistema produtivo e sobre a competitividade;
- Identificar os elementos que compõem a aplicação da Automação em uma etapa do processo produtivo de uma empresa da indústria eletrônica, por meio de um grupo focado formado com especialistas; e
- Ponderar os resultados e mensurar a atual situação dos construtos na situação do objetivo anterior, utilizando os elementos propostos. Identificar e quantificar lacunas para melhorias no processo.

1.3.2 Delimitação

O presente trabalho possui as seguintes delimitações:

- Criação de um método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e a aplicação da Automação apenas para o processo produtivo SMT (*Surface Mount Technology*) de uma empresa da indústria eletrônica;
- Geração de base de dados que fundamentam esta pesquisa com a participação de especialistas empíricos da empresa objeto de estudo e restrito ao seu contexto;
- Consideração do processo produtivo SMT com início na etapa de deposição da pasta de solda sobre a PCI (Placa de Circuito Impresso) e fim na etapa de soldagem dos componentes SMD (*Surface Mount Design*); e
- Este trabalho apropria-se de alguns métodos e técnicas de pesquisa para desenvolvimento da proposta conforme opção do autor. Sendo assim, não está esgotada a possibilidade de geração de novas alternativas de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação a partir de novos métodos e posterior validação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado segundo os capítulos descritos a seguir:

- No capítulo 1 é apresentado o trabalho e sua contextualização, envolvendo os tópicos introdução, tema, justificativa, considerações metodológicas e estrutura do trabalho;
- O capítulo 2 apresenta o referencial teórico adotado como base para o desenvolvimento da pesquisa e para fundamentação da proposta desta dissertação;
- O capítulo 3 descreve o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento da dissertação, bem como, o método de trabalho e a descrição do método proposto, ou seja, o delineamento das ações realizadas para condução e obtenção dos resultados desta pesquisa;
- No capítulo 4 é apresentado o desenvolvimento da pesquisa com a descrição do ambiente para avaliação e a aplicação do método proposto em uma empresa. Neste momento a fusão de conhecimentos teóricos e empíricos, relativos a este trabalho, é iniciada;
- O capítulo 5 analisa e discute sob o ponto de vista da Engenharia de Produção os resultados obtidos, propondo plano de ações e implicações para melhorias na empresa estudada;
- Por fim realiza-se o fechamento desta pesquisa; no capítulo 6 são elaboradas as conclusões, limitações e as recomendações de desenvolvimento de trabalhos futuros, apontando para o enriquecimento da proposta desta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo consiste da apresentação do referencial teórico que sustenta o desenvolvimento da pesquisa, assim como serve de fundamentação para a proposta desta dissertação.

Iniciam-se com a descrição dos conceitos da Autonomia, seus propósitos e impactos sobre o sistema produtivo. Após, apresentam-se os pontos relevantes para este trabalho acerca da competitividade e estratégia de produção. Finaliza-se com breve discussão sobre os impactos da Autonomia sobre a competitividade da empresa.

2.2 AUTONOMAÇÃO (*JIDOKA*): ORIGEM E CONCEITOS

Em 1926, em sua manufatura têxtil, Sakichi Toyoda lança um tear capaz de parar automaticamente quando um dos fios se rompesse ou quando a quantidade programada de tecido fosse atingida. Dessa forma, tornou possível a supervisão simultânea de várias máquinas por um mesmo operador, bastando que este programasse os teares segundo a quantidade previamente estipulada de produto. Buscando o aumento de produtividade a partir da diminuição do número de trabalhadores na fabricação, este conceito foi transferido para a fábrica de automóveis da Toyota, dando origem ao que se conhece hoje por Autonomia ou *Jidoka* (GHINATO, 1996; OHNO, 1997). Tal inovação ofereceu um contraponto à lógica de um homem por posto de trabalho executando uma tarefa, proposta anteriormente por Taylor. Taiichi Ohno explorou e formalizou as mudanças na Toyota a partir de 1947. A redução da dependência da máquina em relação ao homem é o princípio fundamental deste processo (GHINATO, 1996; ANTUNES JR. et al., 2008).

A Autonomia tem como propósitos originais prevenir a geração e propagação de defeitos na produção, tanto para máquinas como em operações manuais, e parar a produção quando foi atingida a quantidade programada. É um mecanismo de controle de anomalias do

processo e possibilita a investigação imediata das causas das falhas, pois não permite que a situação que a originou se distancie no tempo (MONDEN, 1984; GHINATO, 1996; OHNO, 1997). A palavra *Jidoka* significa apenas automação, sendo *ninben no aru jidoka* a expressão que dá o verdadeiro significado do conceito e que pode ser interpretada como automação integrada ao ser humano, ou seja, existem dispositivos automáticos, mas a participação humana não é negligenciada no processo. No entanto, a simplificação de uso do termo para *Jidoka* tornou-se usual (MONDEN, 1984). Conforme Monden (1984), Automação é “automação com a mente humana” ou, segundo Ohno (1997) e Shingo (1996), “automação com um toque humano”. Enfim, o conceito trata de máquinas dotadas de inteligência humana (OHNO, 1997).

Na Toyota, o conceito de Automação não está restrito às máquinas: também é aplicado às linhas manuais de montagem. Identificada uma anormalidade ao longo da linha, qualquer operador pode parar a produção, desencadeando processos de identificação e eliminação dos problemas. As paradas, tanto para a linha quanto para máquinas, são sinalizadas por meio de um sistema de informação visual chamado de *andon*. *Andon* significa sinal de luz para pedir ajuda. Consiste em um painel luminoso colorido (às vezes acompanhado de sinal sonoro), que indica as condições da linha e aponta o local de solicitação de assistência para todos enxergarem (LIKER, 2005; MONDEN, 1984; OHNO, 1997; SHINGO, 1996).

O conceito de Automação está mais vinculado a autonomia do que a automação. Concede ao operador ou à máquina a autonomia de bloquear o processo sempre que detectar qualquer anormalidade (GHINATO, 1996). A participação da força de trabalho é essencial para a ampliação das oportunidades e para a manutenção da aplicação da Automação (GHINATO, 1996; MONDEN, 1984; OHNO, 1997). A Automação é um processo de transferência progressiva e contínua do trabalho manual e cerebral que era feito pelo homem para a máquina (ANTUNES JR. et al., 2008).

2.2.1 A Eliminação de Perdas no Contexto da Automação

Conforme Ghinato (1996) e Shingo (1996), para um sistema ser considerado plenamente automatizado ele deve ser capaz de detectar qualquer anormalidade, deve poder

decidir sobre a forma de correção e também ser capaz de aplicá-la. Assim, em manufatura, este sistema deve ser capaz de atender as seguintes funções:

- a) Executar a transformação desejada dos *inputs* em *outputs*;
- b) Manter o processamento em velocidade desejada;
- c) Alimentar o processamento com matéria-prima e remover o produto após conclusão do processamento;
- d) Detectar anormalidades e parar o processamento quando encontradas;
- e) Corrigir as anormalidades e retomar o processamento.

Quando o trabalho manual, ou seja, executado pelo homem, é transferido para o trabalho mecânico, ou seja, executado pela máquina, tem-se um processo mecanizado. Os estágios propostos por Shingo (1996) para se atingir a automação plena ou a separação do homem da máquina são apresentados no Quadro 1. Segundo o autor, a Autonomia ou pré-automação é um estágio anterior à automação plena (o autor usa o termo real), pois a etapa de decisão sobre a correção mais adequada e sua aplicação é de responsabilidade do operador.

A evolução citada por Shingo (1996), em direção a separação do homem da máquina, contempla os seguintes estágios:

- 1) Operação manual – toda a transformação dos produtos é executada por atividades manuais e com o auxílio de ferramentas manuais. Não há a utilização de máquinas;
- 2) Mecanização da operação – a etapa de processamento é executada por máquinas, porém, as funções de alimentação, descarregamento e liberação das ferramentas são feitas pelo homem;
- 3) Mecanização da alimentação e processamento – neste estágio, o homem ainda é responsável pelo acionamento das máquinas, detecção de condições anormais e correções das mesmas;
- 4) Semi-automação – a tarefa do homem é somente detectar e corrigir anormalidades;
- 5) Pré-automação – a partir deste momento, a máquina assume, também, a função de detecção de anormalidade. O homem atua apenas nas correções destas anormalidades;

6) Automação – todas as funções são absorvidas pela máquina, inclusive a correção de anormalidades ao longo do processo.

Estágio \ Tipo		Operações manuais				Operações mentais			
		Operações principais				Folgas marginais			
		Operações essenciais		Operações auxiliares		(Método comum)		(Método Toyota)	
		Corte	Alimentação	Instalação/ Remoção	Operação de interruptor	Deteção de Anormalidade	Disposição de Anormalidade	Deteção de Anormalidade	Disposição de Anormalidade
1	Operação Manual	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador
2	Alimentação manual, corte automático	Máquina	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador
3	Alimentação automática, corte automático	Máquina		Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Trabalhador	Máquina que para automaticamente (trab. supervisiona mais de uma máquina)	Trabalhador
4	Semi-automação	Máquina		Máquina	Máquina	Trabalhador	Trabalhador	Máquina (trab. supervisiona mais de uma máquina)	Trabalhador
5	Pré-automação (automação com toque humano)	Máquina		Máquina	Máquina	Máquina	Trabalhador	Máquina automação com toque humano)	Trabalhador
6	Automação real	Máquina		Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina

Quadro 1 - Separação de homem e máquina

Fonte: Shingo, 1996

Cabe destacar que, autores como Ohno (1997), Ghinato (1996) e Antunes Jr. et al. (2008), por exemplo, conceituam a Automação de forma mais ampla, como um contraponto às colocações de Shingo (1996). Julgam ser restrita a visão da Automação apenas no estágio da pré-automação, visto que as funções aplicadas em estágios anteriores já consideram algumas características do conceito em questão.

A máquina automatizada com um toque humano permite liberdade aos operadores para trabalharem simultaneamente com diversas máquinas (multifuncionalidade), reduzindo a demanda de operadores na produção e aumentando a eficiência do sistema produtivo (OHNO, 1997). Conforme Antunes Jr. et al. (2008), não existe multifuncionalidade sem a aplicação da Automação. O conceito de Automação e a multifuncionalidade estão intimamente relacionados e diretamente envolvidos com a eficiência e flexibilidade da força de trabalho. Impactam positivamente na redução de custo de fabricação. Porém, é da flexibilização (multifuncionalidade) que resulta a redução de mão-de-obra (GHINATO, 1996). A

Autonomação e a multifuncionalidade tornaram possível a adoção de *layout* celular em processos de fabricação.

Duas modalidades de multifuncionalidade podem ser trabalhadas: (a) o sistema de operação de múltiplas máquinas; e o (b) sistema de operação de múltiplos processos. Neste último, o operador trabalha em diversas máquinas de acordo com o fluxo de fabricação. O uso de operações múltiplos processos devem ser preferidos em função dos maiores benefícios conquistados, como a melhora do fluxo dos processos e a elevação da produtividade do trabalhador (GHINATO, 1996; SHINGO, 1996).

A Autonomação no STP também está associada à eliminação da superprodução e de produtos defeituosos, dois desperdícios significativos e que são observados na manufatura. A superprodução quantitativa é eliminada a partir dos controles de quantidades planejadas que evita o excesso de produção. Já a eliminação de produtos defeituosos na Autonomação é combatida com a interrupção do processamento em casos de anormalidades detectadas. Assim, a Autonomação colabora e dá importante contribuição para a eliminação total de perdas no processo produtivo, conforme objetivado pelo STP (OHNO, 1997).

Conforme Ghinato (1996), pode-se citar a eliminação secundária da perda por estoque e perda por espera com a aplicação da Autonomação. A primeira está relacionada com a eliminação da perda por superprodução quantitativa citada acima e a segunda é tratada pela função controle incorporada ao processamento, liberando o operador para trabalhos efetivos ao longo da produção, ou seja, valorizando a eficiência da mão-de-obra. A Autonomação apresenta a vantagem de poder evitar a participação direta dos trabalhadores em operações de risco à integridade física dos mesmos.

Com multifuncionalidade e sem Autonomação, a intensificação do trabalho pode conduzir a um ambiente nocivo, aumentando o risco de acidente e de estafa (GHINATO, 1996). Segundo a lógica 5MQS (*Management, Method, Material, Man, Machine, Quality e Safety*), perdas relacionadas à segurança (*safety*) estão diretamente associadas a acidentes de trabalho e afastamento do trabalhador. Separar fisicamente o homem da máquina é uma das possibilidades da Autonomação, e na medida em que isso for implementado, tende a diminuir a possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho durante a operação. A utilização de *poka-yoke* (dispositivo à prova de falhas) deve ser considerada, também, para garantir a segurança industrial em diversas situações, sempre trabalhando com a noção de acidente zero. As perdas relacionadas à segurança tendem a afetar a produtividade, custos com os atendimentos dos acidentados e a moral dos trabalhadores, e podem ser consideradas como perdas sociais (ANTUNES JR. et al., 2008; PASSOS JR., 2004).

Mecanismos de detecção de problemas e interrupção do processamento podem ser aplicados, conforme conceitos da Autonomia, para a eliminação das quebras de máquinas. A Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance* - TPM) é um dos elementos que podem auxiliar no alcance e sustentação da quebra zero, maximizando a efetividade dos equipamentos no sistema produtivo (ANTUNES JR. et al., 2008; GHINATO, 1996; SHINGO, 1996). A TPM pode ser útil em objetivos de manutenção, tais como: aumento de confiabilidade e de manutenibilidade dos equipamentos (RIBEIRO; FOGLIATTO, 2009). No entanto, Sellitto (2005a) faz uma ressalva: a TPM é especialmente eficaz em equipamentos maduros. Para equipamentos em mortalidade infantil ou senil, outros métodos de manutenção devem ser considerados em conjunto com a TPM.

Sistemas autônomos podem contribuir para a redução de desperdícios energéticos, desvinculando a atuação das pessoas em funções como, por exemplo, ligar e desligar a alimentação de equipamentos quando estão inoperantes ou a construção de ambientes automatizados que colaboram com os objetivos propostos (PASSOS JR., 2004).

2.2.2 A Qualidade Assegurada no Contexto da Autonomia

Dentro do contexto do STP, a combinação entre o CQZD (Controle de Qualidade Zero Defeitos) e a Autonomia garante a qualidade do produto ao longo do processo produtivo e efetiva a qualidade assegurada (GHINATO, 1996; ANTUNES JR. et al., 2008). Conforme Shingo (1986), os quatro pontos de sustentação do CQZD são:

- a) Utilização da inspeção na fonte, assim tendo a função controle aplicada na origem dos defeitos (causa) e não sobre os resultados (efeito);
- b) Utilização de inspeção 100%;
- c) Redução da diferença entre o tempo de detecção de uma anormalidade e o tempo de aplicação da ação corretiva;
- d) Reconhecimento do potencial de falha dos trabalhadores, contendo a aplicação de dispositivos à prova de falhas (*poka-yoke*) para atender a função de controle junto com a função de execução.

Garantir a capacidade de produzir sistematicamente produtos sem defeitos é o objetivo do CQZD (GHINATO, 1996). Ghinato (1996) cita que “quando se diz que o CQZD idealizado por Shingo dá ênfase à questão operacional, não implica que os aspectos motivacionais sejam negligenciados”. Conforme Shingo (1996), “para total eliminação dos defeitos, deve-se adotar a inspeção 100% [...] inspeção por amostragem não é suficiente”.

Ainda segundo Ghinato (1996), o CQZD com a aplicação de *poka-yoke* em regime de inspeção 100% é parte essencial na operacionalização da Autonomia (função controle). Na pesquisa de Kannenberg (2003), por exemplo, tem-se a utilização de *poka-yoke* como ferramenta para a garantia da qualidade. A Figura 2, proposta por Shingo (1986), apresenta o mecanismo da função controle (inspeção na fonte), ocorrendo em um ciclo curto, conforme citado acima, concentrando-se sobre a causa dos defeitos.

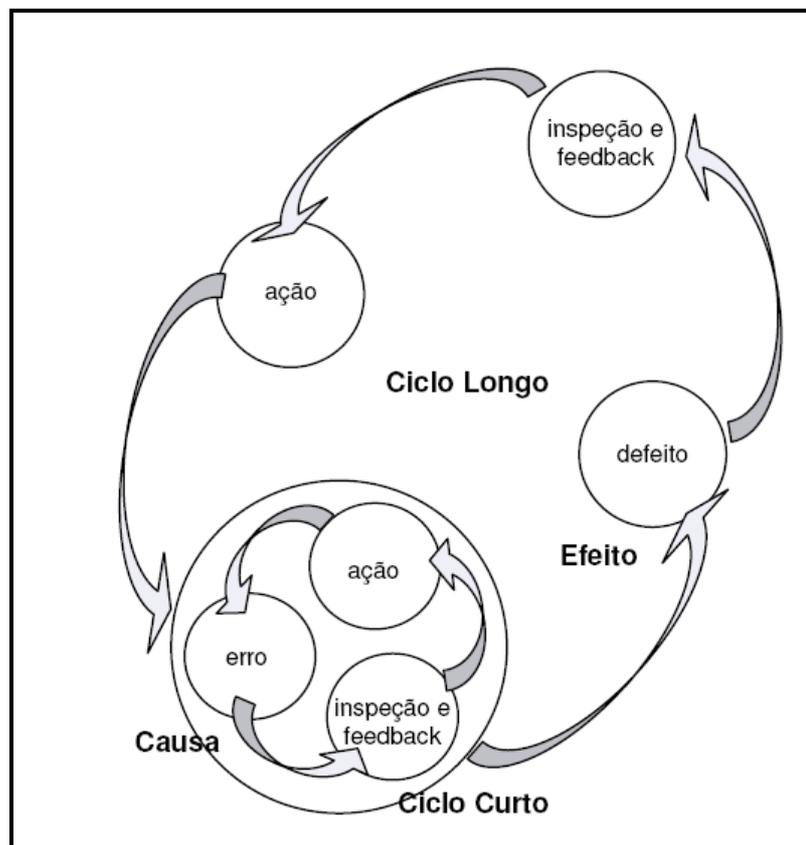


Figura 2 - Mecanismo da função controle (inspeção na fonte)

Fonte: Adaptado de Shingo, 1986

Entendendo defeito como uma característica de qualidade indesejada, erro como a execução de uma atividade que potencializa um defeito, percebe-se que atuar apenas no defeito fornece no máximo um *feedback*, geralmente lento, dos problemas encontrados. Caso

seja aplicada a inspeção na fonte, a atuação estará concentrada na detecção dos erros, possibilitando que o *feedback* seja rápido e permita a execução da ação corretiva antes do defeito ocorrer. Este ciclo curto focado na causa do defeito caracteriza-se por uma estratégia de eliminação de defeitos. As ações corretivas podem ser dirigidas ao processamento, não ao produto.

O procedimento chave para a eliminação dos defeitos nos produtos concentra-se na imediata pesquisa de levantamento e correção das causas quando da paralisação de uma máquina ou da linha (WOMACK et al., 1992; MONDEN, 1984). Conforme Ohno (1997, p. 135), parar “para desenvolver uma linha que seja forte e raramente necessite ser parada [...] não há razão alguma para se temer uma parada na linha [...] uma linha de produção que não pára pode ser tanto uma linha perfeita como também uma linha com muitos problemas”.

2.2.3 Os Circuitos da Autonomia

Com a separação entre o homem e a máquina, mais os seus fenômenos associados, torna-se possível uma análise crítica dos chamados circuitos da Autonomia, os quais se podem citar (PASSOS JR., 2004):

- a) Circuito 1 – envolve a análise específica da máquina, com a mensuração através do conceito de Índice de Eficiência Operacional Global (IROG) dos equipamentos, conceito relacionado à Manutenção Produtiva Total - MPT (*Total Productive Maintenance* - TPM);
- b) Circuito 2 – refere-se à medição do Índice de Multifuncionalidade do sistema considerado e da eficiência específica de utilização da mão-de-obra;
- c) Circuito 3 – relacionado com a redução/eliminação dos defeitos e retrabalhos do sistema produtivo através da implantação de *poka-yoke*;
- d) Circuito 4 – envolve a questão da segurança industrial (exemplo: sistemas de desligamento automático de máquinas através de sensores de presença, travamento de portas, chaves de fim de curso, sensores de peso...);
- e) Circuito 5 – relacionado com a redução dos desperdícios energéticos (exemplo: portas automáticas, comando de luzes...).

A Figura 3 representa, de forma esquemática, os cinco circuitos da Autonomia proposto por Passos Jr. (2004).

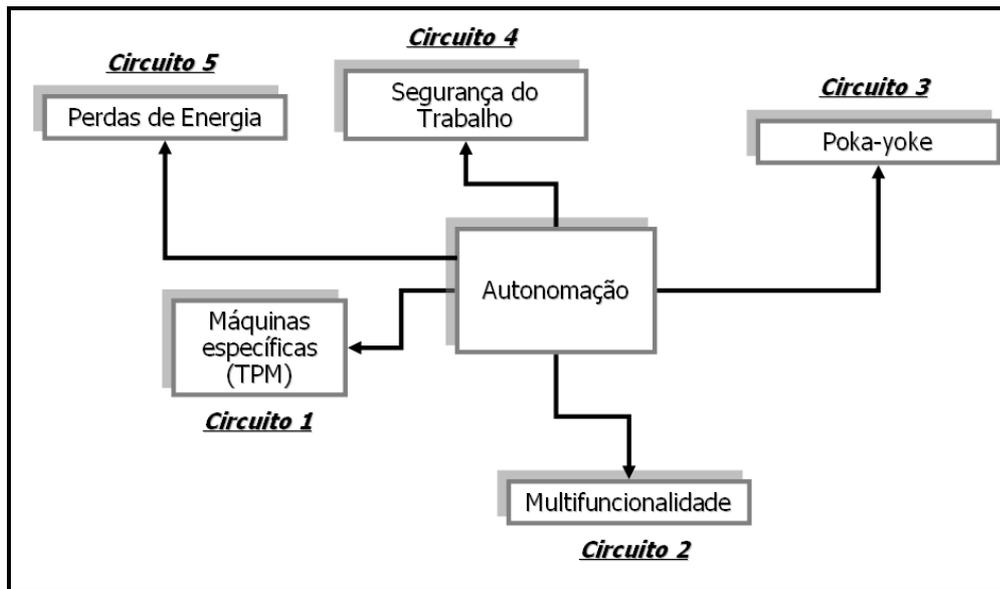


Figura 3 - Os circuitos da Automação

Fonte: Passos Jr., 2004

Conforme Passos Jr. (2004), os circuitos da Automação se relacionam com os resultados da empresa da seguinte forma:

- a) Circuito 1 – melhoria da (s) eficiência (s) da (s) máquina (s) crítica (s) nos recursos gargalos para gerar ganho e, nos não gargalos, visando a redução das despesas operacionais;
- b) Circuito 2 – aumento do grau de multifuncionalidade dos espaços produtivos visando à redução das despesas operacionais;
- c) Circuito 3 – redução dos defeitos e retrabalhos, tanto nas operações gargalos que retornam em ganho, como em outras etapas do processo produtivo, que reduzem as despesas operacionais;
- d) Circuito 4 – ações associadas à segurança industrial afetam positivamente os ganhos gerados nos circuitos 1 e 3. Também, reduzem as despesas operacionais relacionadas com custos de acidentes e afastamento de trabalhadores;
- e) Circuito 5 – redução das despesas operacionais associadas à redução dos custos energéticos em toda a empresa.

2.2.4 Impactos da Automação sobre o Sistema Produtivo

De forma sintetizada, para Monden (1984), a Automação tem os seguintes propósitos (Figura 4):

- a) A redução de custo através da redução da força de trabalho;
- b) Flexibilidade na produção para alterações na demanda;
- c) Qualidade assegurada;
- d) Aumento do respeito à condição humana.

Segundo a visão de Monden (1984), a redução de custo é obtida, basicamente, da diminuição do número de operadores na produção. Com a quebra do vínculo de um homem por máquina, os operadores podem trabalhar em diversas máquinas simultaneamente. Esta característica permite a operação do sistema produtivo com um número reduzido de trabalhadores, possibilitando ganhos de produtividade.

A partir da combinação de fornecimento de peças isentas de defeitos e na quantidade necessária, entende-se produzir no tempo exato. A eliminação de perdas no processo, com itens defeituosos e excesso de produtos, habilita a produção a se adaptar a possíveis variações de demanda.

Com a sinalização visual ou sonora de anormalidade no sistema no momento de sua detecção, cria-se condição para investigação imediata da causa do problema. Das atividades corretivas originadas deste processo derivam duas contribuições: a qualidade assegurada e o respeito à condição humana. A primeira está identificada com o impedimento da proliferação de peças defeituosas para as etapas seguintes. A segunda, com a execução de atividades que agregam valor, onde o operador estará mais integrado e participativo com os processos decisórios.

A base que sustenta todos os movimentos anteriormente citados é a capacidade do sistema produtivo em parar automaticamente o processo produtivo quando algum desvio for detectado. Este controle autônomo está relacionado com problemas de qualidade, volume e operação (MONDEN, 1984).

Ao fim do processo, resultam quatro objetivos que podem contribuir para decisões estratégicas na manufatura.

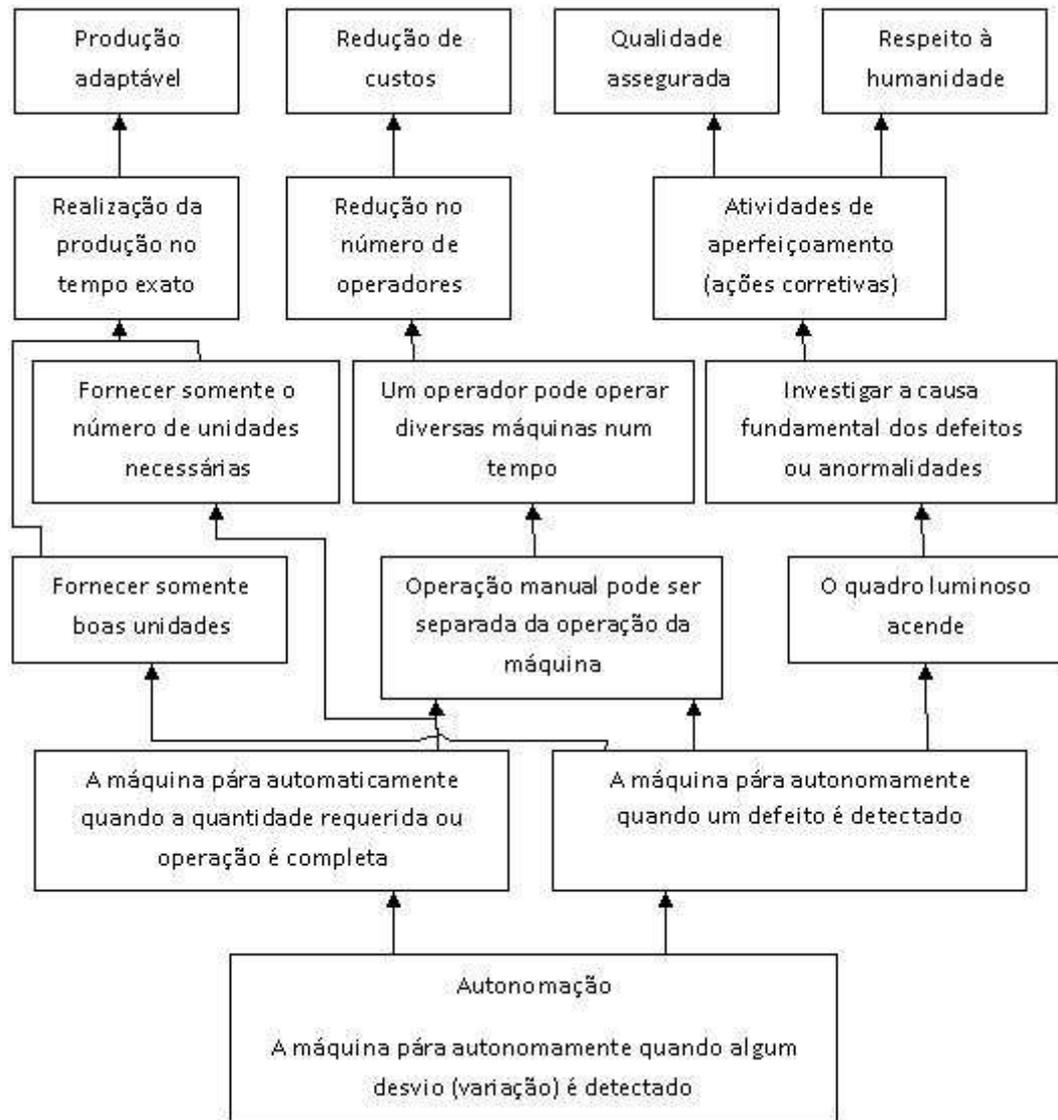


Figura 4 - Visão de Monden sobre os propósitos da Automação

Fonte: Monden, 1984

A partir das definições e trabalhos, principalmente de autores como Monden (1984), Ohno (1997), Shingo (1986, 1996), Womack et al. (1992), Ghinato (1996), Liker (2005) e Antunes Jr. et al. (2008), foi construída uma base teórica para sustentação dos impactos da Automação sobre o sistema produtivo na pesquisa publicada por Silva e Sellitto (2010). Os mesmos autores em suas conclusões a partir de dados empíricos consolidam efeitos indesejados (entidades) mais importantes e mais repetidamente observados na situação de interesse. Assim, os pesquisadores organizaram os efeitos indesejáveis relatados em forma de ARA (Árvore da Realidade Atual), conforme a Figura 5.

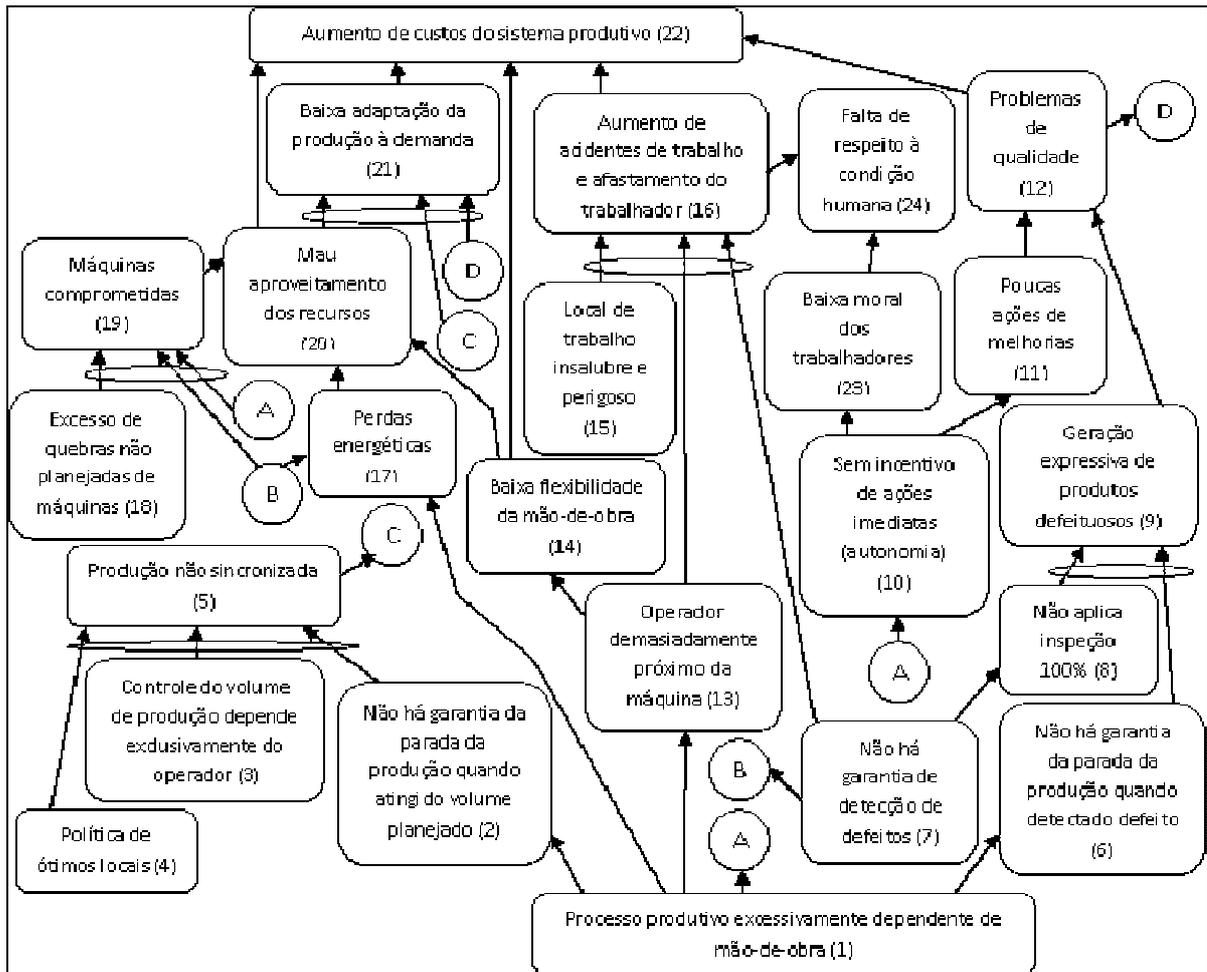


Figura 5 - ARA dos impactos da Automação sobre o sistema produtivo

Fonte: Silva e Sellitto, 2010

Segundo Silva e Sellitto (2010), a redução de custos do sistema produtivo parece ser o maior ganho com a adoção de políticas centradas nos conceitos da Automação. De acordo com a ARA, isso é sustentado por um melhor aproveitamento dos recursos internos disponíveis, maior potencial de adaptação da produção às necessidades do mercado, redução de perdas com acidentes de trabalho e redução de perdas com problemas de qualidade na linha de produção. Outro fator destacado, segundo a representação da ARA, é o impacto positivo que a Automação pode proporcionar sobre a qualidade no processo produtivo. A partir da adoção de sistemas *poka-yoke* e paradas automáticas da produção quando há detecção de problemas, pode-se tratar preventivamente a geração e propagação de defeitos ao longo da produção. Reforçado por um maior grau de liberdade disponibilizado ao operador, que pode refletir em iniciativas de ações de melhorias no trabalho, potencializa-se a atuação imediata dos responsáveis pelo processo para correção de problemas encontrados. Como consequência, existe uma forte tendência no atendimento das especificações de montagem, propiciando o

alinhamento entre o projetado pela engenharia e o executado pela operação. A redução de defeitos e retrabalhos pode significar um aumento da confiabilidade e conformidade do produto.

Visualizando a ARA, nota-se que a flexibilidade do sistema é impactada pela Autonomia, a partir, principalmente, de uma mão-de-obra menos consumida por funções essencialmente ligadas à máquina e um controle mais rígido sobre a eficácia da execução da programação da produção, cria-se a possibilidade da multifuncionalidade dos operadores. Assim, a flexibilidade conquistada com a mão-de-obra favorece as condições de adaptação da produção a variações de demanda, principalmente as do tipo volume. Esta possibilidade de adequação às condições externas, oferecendo alternativas para responder às mudanças pode representar um diferencial perante a concorrência (SILVA; SELKITTO, 2010).

Observa-se que melhores condições de trabalho e mais autonomia aos operadores podem reforçar os benefícios citados anteriormente, dado a tendência de participação mais efetiva da força de trabalho sobre as iniciativas adotadas em um processo produtivo com estas características. Importante salientar que as colocações anteriores estão alinhadas com os trabalhos desenvolvidos por autores como Monden (1984), Ohno (1997), Shingo (1986, 1996), Womack et al. (1992), Ghinato (1996), Passos Jr. (2004), Liker (2005) e Antunes Jr. et al. (2008), que estudaram a Autonomia e difundiram seus conceitos.

Com base nas considerações feitas até aqui, parte-se para o reconhecimento e identificação de componentes ligados a estratégia competitiva dentro do contexto da Autonomia.

2.3 ESTRATÉGIA COMPETITIVA

Não se pode afirmar que haja uma definição única, universalmente aceita para estratégia. O termo é utilizado diferentemente por vários autores, escolas de pensamento e gestores (MINTZBERG et al., 2008).

Derivada da palavra grega para liderança, o termo estratégia foi inicialmente aplicado para assuntos de guerra (HAYES et al., 2008). Assim, convertido para o mundo dos negócios, assumiu outros significados. A estratégia necessariamente precisa descrever como uma empresa irá criar e sustentar valor aos seus acionistas (CHASE et al., 2006). Ou ainda, referenciar os objetivos, a direção, o desenvolvimento e implementação de planos, tendo

como meta superar o(s) concorrente(s). Operando em um espaço de tempo longo e contemplando uma ampla gama de atividades, desde processos como alocação de recursos até operações do cotidiano, a estratégia tende a obter o impacto competitivo desejado (HAYES et al., 2008).

Existe uma relação entre capacitação e estratégia. A escolha por uma estratégia permite à empresa ampliar suas capacidades, mas também a capacitação acumulada de uma empresa atua como restrição à adoção de determinadas estratégias. Quanto maior a diferença entre as capacidades existentes e as desejadas, maior será o volume de recursos financeiros necessários para a aquisição destas competências (FERRAZ et al., 1995).

A Figura 6 representa as interações propostas por Ferraz et al. (1995) entre desempenho, capacitação e estratégia. Assim, o desempenho é dependente da capacitação da empresa e a dinâmica entre estratégia e capacitação flui a partir das estratégias assumidas pela empresa de modo a atingir as metas de desempenho desejadas, levando em consideração as restrições deste processo. A formulação estratégica competitiva deve privilegiar o desenvolvimento e operacionalização da competência na qual a empresa é mais forte (FLEURY; FLEURY, 2003).

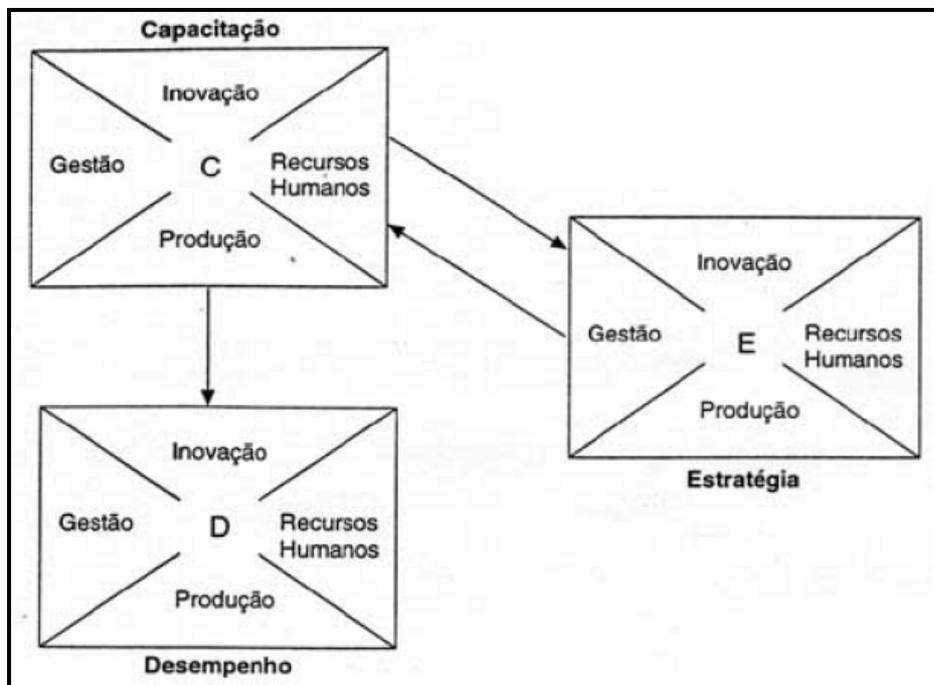


Figura 6 - Estratégia competitiva no nível da firma

Fonte: Ferraz et al., 1995

A decisão estratégica deve ser factível e economicamente atrativa (FERRAZ et al., 1995): as empresas buscam adotar condutas (gastos com eficiência produtiva, qualidade, inovação, marketing, etc.) que visam a capacitá-las a concorrer em custo, diferenciação ou enfoque (PORTER, 1986). Os estudos de Amoako-Gyampah e Acquah (2008), que avaliaram a relação entre estratégia de manufatura e estratégia competitiva e, ainda, a influência sobre o desempenho da firma, apontam para uma relação positiva entre este conjunto de variáveis. Assim, tal relação corrobora os argumentos de Skinner (1969), sobre a potencialidade das estratégias de manufatura como vantagem competitiva e conseqüente efeito sobre o resultado da empresa.

Para Porter (1986), a estratégia competitiva está relacionada com a forma de atuação em um setor, a fim de obter retorno positivo sobre o investimento. A evolução das competências internas da empresa permite reavaliação e reformulação da estratégia competitiva (FLEURY; FLEURY, 2003). As estratégias competitivas devem ser constantemente revisadas pela empresa e sua competitividade se dá a partir da adequação das estratégias empresariais com o padrão de concorrência vigente no seu mercado de atuação (FERRAZ et al., 1995).

Cada empresa é parte integrante de um sistema econômico que influencia o seu potencial competitivo, assim, o desempenho alcançado por uma empresa, as estratégias praticadas e a capacitação acumulada não dependem exclusivamente das posturas assumidas pelas empresas (FERRAZ et al., 1995; COUTINHO; FERRAZ, 1995). O processo de seleção pelo mercado não é um mecanismo puramente econômico, e sim influenciado por elementos culturais, sociais, políticos, legais e institucionais (POSSAS, 1999).

2.3.1 Fatores Determinantes da Competitividade

Para uma análise da competitividade, deve-se levar em conta, simultaneamente e com seu devido peso, os processos internos da empresa, a indústria onde está inserida e as condições econômicas do ambiente (COUTINHO; FERRAZ, 1995); enfim, uma análise integrada dos fatores determinantes da competitividade.

Pode-se dizer que existem três grupos de fatores determinantes (FERRAZ et al., 1995):

- 1) Fatores empresariais – são aqueles internos à empresa, no qual ela possui poder de decisão e controle. Basicamente, são recursos acumulados que representam suas competências em termos de gestão (capacidade em integrar estratégia, capacitação e desempenho), inovação (capacitação tecnológica em processos e produtos), produção (capacitação produtiva – equipamentos, instalações, métodos, organização e controle) e recursos humanos (produtividade);
- 2) Fatores estruturais – são aqueles influenciados parcialmente pela empresa, que apresentam especificidades setoriais e conformam o ambiente competitivo no qual as empresas concorrem. Está configurado em termos de mercado (tamanho e dinamismo, grau de sofisticação e acesso a mercados internacionais), indústria (desempenho e capacitação, estrutura patrimonial e produtiva, e articulações na cadeia) e regime de incentivos e regulação da concorrência (amparo legal, política fiscal e financeira, política comercial e papel do Estado);
- 3) Fatores sistêmicos – são aqueles externos à empresa, no qual ela possui escassa ou quase nenhuma possibilidade de intervir. Podem ser macroeconômicos (taxa de cambio, carga tributária, taxa de juros, etc.); político-institucionais (política tributária, apoio fiscal ao risco tecnológico, etc.); legais-regulatórios (políticas de proteção à propriedade industrial, de regulação do capital estrangeiro, etc.); infra-estruturais (disponibilidade, qualidade e custo de energia, transporte, telecomunicações, etc.); sociais (sistema de qualificação da mão-de-obra, políticas de educação, políticas trabalhistas, etc.); e internacionais (tendência do comércio mundial, fluxos internacionais de capital, acordos internacionais, etc.).

Os fatores empresariais e sistêmicos apresentam características mais genéricas, influenciando a competitividade em diversos setores industriais. Já os fatores estruturais caracterizam-se de forma mais específica por setor, traduzindo mais diretamente os padrões de determinados ramos produtivos ou grupos de setores similares (FERRAZ et al., 1995).

Para este estudo os fatores empresariais são mais relevantes, por tratarem do domínio da empresa, o elemento básico de análise desta pesquisa. São fatores que recebem diferentes interpretações de firma para firma, resultando em diferentes formas de atuação e conseqüente desempenho. Assim, é importante ser explorado com mais profundidade seus conceitos e características para um melhor entendimento do trabalho.

2.3.2 Fatores Empresariais da Competitividade

A Figura 7 apresenta a distribuição dos fatores empresariais conforme Ferraz et al. (1995). Quanto aos princípios da gestão competitiva, as ações e decisões estratégicas devem ser coerentes com o padrão de concorrência relevante para a empresa. Devem também patrocinar as capacitações da empresa para assegurar o seu desempenho. Como modelo de empresa de sucesso, percebe-se a tendência de diminuição dos níveis hierárquicos nos processos decisórios, assim como, maior delegação de poderes dentro da estrutura organizacional (FERRAZ et al., 1995; ZILBOVICIUS, 1999), porém, segundo Porter (1999), nenhum sistema gerencial pode ser considerado universal. Também, um aumento da intensidade do fluxo de informações horizontais, favorecida pela inclusão da microeletrônica nas tecnologias de informação, e modificações nas relações e normas entre fornecedores e clientes, aumentando seu nível de interação (FERRAZ et al., 1995; PORTER, 1999).

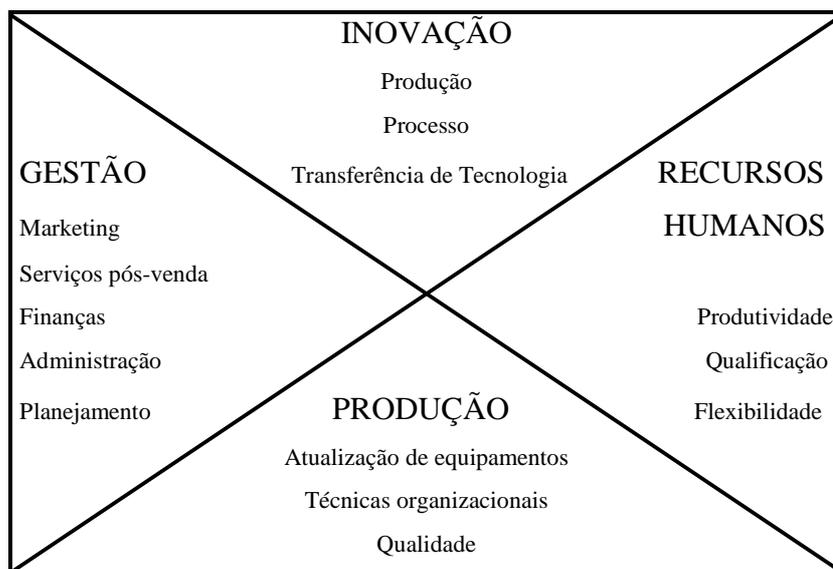


Figura 7 - Fatores empresariais da competitividade

Fonte: Ferraz et al., 1995

Quanto à capacidade inovativa, esta constitui o principal comportamento das empresas competitivas. Seja com a introdução de novos produtos e processos, com a redução de *lead times* ou aumento de produtividade (PORTER, 1999) e está associado ao conceito de aprendizado (PAIVA et al., 2004). A capacidade de geração de progresso técnico indica o potencial do resultado econômico da empresa (DOSI, 1988). Para Arbix et al. (2004), a inovação está positivamente relacionada com o crescimento da firma. O departamento de

P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) tem papel importante para a estratégia e desempenho da empresa (FERRAZ et al., 1995).

Quanto à capacidade produtiva, atender o fornecimento de produtos com qualidade, flexibilidade, rapidez de entrega e com baixo custo, por exemplo, formam um novo paradigma e bases da competitividade moderna (WHEELWRIGHT, 1984). A exploração de novas tecnologias automatizadas, novos métodos de organização da produção, por exemplo, elevou o modelo japonês como referência mundial (ZILBOVICIUS, 1999; WOMACK et al., 1992). A implementação de técnicas diferenciadas e equipamentos de base microeletrônicas no processo produtivo potencializam maiores níveis de qualidade industrial. Sistemas de economia de tempo e de materiais como o *Just-In-Time* (JIT) e a Automação (*Jidoka*); com suporte de métodos como o *kanban*, redução de lotes, organização do trabalho de forma celular e grupos semi-autônomos; e gestão da qualidade, com controles ou garantia da qualidade total e programas zero-defeito; tornam-se opções para o gerenciamento da produção (FERRAZ et al., 1995; WOMACK et al., 1992; SILVA; SANTOS, 2010).

Quanto à gestão dos recursos humanos, a tendência está centrada em processos de trabalho indutores de comportamento, voltados para produtividade, melhoria contínua dos produtos e métodos de fabricação. A participação ativa dos trabalhadores nos desafios competitivos se faz essencial. A participação nos processos decisórios, a multifuncionalidade e valorização da capacidade na resolução de problemas prevalecem nas relações empresa-trabalhador (WOMACK et al., 1992; GHINATO, 1996; OHNO, 1997; SILVA; SILVA, 2009). Porém, o comprometimento da gestão empresarial com a capacitação da força de trabalho é elemento chave para o sucesso das iniciativas citadas (LIKER, 2005; FERRAZ et al., 1995).

Cabe à gestão empresarial a definição das melhores técnicas de administração do negócio, assim como assumir a condução do processo competitivo junto com seus colaboradores, Governo e sociedade (COUTINHO; FERRAZ, 1995). A seguir enfoca-se o entendimento do tema estratégia de operações buscando examinar as iniciativas e potencialidades no nível da empresa, ou seja, investigar as operações relacionadas com a competitividade.

2.4 ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES: CONCEITOS

Seguindo um modelo hierárquico, que se desdobra de um nível superior em direção a um nível inferior, podem-se considerar três níveis de estratégias (WHEELWRIGHT, 1984):

- a) Estratégia corporativa;
- b) Estratégia de negócio;
- c) Estratégia funcional.

É fundamental a inter-relação entre os níveis, e até dentro deles, para o sucesso de uma estratégia (PAIVA et al., 2004). A estratégia corporativa aborda decisões relativas às indústrias e mercados dos quais a empresa participa (SLACK et al., 2008; HAYES et al., 2008), sendo importante o reconhecimento de suas forças e fraquezas (PAIVA et al., 2004). Adotada pela matriz ou *holding*, geralmente tem abordagem financeira (DAVIS et al., 2001).

A estratégia de negócio especifica o escopo de atuação e seu relacionamento com toda a corporação. Também, propõe o posicionamento dentro de um setor objetivando uma vantagem competitiva (WHEELWRIGHT, 1984; HAYES et al., 2008). São políticas, planos e objetivos de um negócio (PAIVA et al., 2004), assim demonstrando como serão tratados os mercados a que servem e os produtos que fornecem (SLACK et al., 2008; DAVIS et al., 2001).

Já a estratégia funcional sustenta o tipo de vantagem competitiva definida (HAYES et al., 2008), sendo planejada para estar alinhada à estratégia de negócio (WHEELWRIGHT, 1984; DAVIS et al., 2001). São decisões e ações que formam os objetivos, capacidades da operação e sua contribuição para a estratégia global, dentro de uma visão de longo prazo (SLACK et al., 2008). É necessário reconhecer as tecnologias disponíveis para a área e proporcionar a ligação entre o sistema de operações e a estratégia de negócio (PAIVA et al., 2004). A estratégia funcional pode se dividir em quatro linhas de trabalho (HAYES et al., 2008; KOTHA; ORNE, 1989):

- 1) Estratégia de *marketing*/vendas;
- 2) Estratégia de produção;
- 3) Estratégia de controladoria/finanças;
- 4) Estratégia de pesquisa/desenvolvimento.

Paiva et al. (2004) acrescentaram uma quinta linha de trabalho, a estratégia de recursos humanos. Os autores preferem chamar cada uma destas linhas individualmente de uma estratégia funcional.

2.4.1 Estratégia de Produção

Segundo o foco deste trabalho, o campo que merece maior atenção desta pesquisa e ampliação da discussão de seu conceito e desdobramentos é a estratégia de produção. A estratégia de produção deve ser abrangente e complementar às estratégias de *marketing* e finanças, alinhando a manufatura com a estratégia corporativa (SKINNER, 1969; CHASE et al., 2006). As empresas necessitam de decisões inter-relacionadas entre o *marketing* e a produção, onde estas escolhas devem ser revisadas continuamente (HAYES; WHEELWRIGHT, 1979). Cinco dimensões podem estar envolvidas: técnico-racional, cultural, política, gestão de projetos e facilitação (RYTTER et al., 2007). Porém, muitas vezes a pressão do dia-a-dia na produção, exigindo rápidas tomadas de decisão, congela o pensamento estratégico e impede que gerentes adotem ações pertinentes a uma variedade de conceitos e técnicas (HAYES et al., 2008).

Entende-se que a estratégia de produção deva estabelecer políticas, metas e planos amplos de utilização dos recursos investidos para melhor cumprir sua missão e sustentar a estratégia competitiva de uma empresa no longo prazo (CHASE et al., 2006; HAYES et al., 2008), criando um alto grau de compatibilidade entre esses recursos e a visão corporativa (DAVIS et al., 2001).

Ou ainda, seu objetivo é guiar uma organização de produção para o alcance da competitividade, através da distribuição e alinhamento dos recursos. Isso em um processo interativo reunindo tanto planejamento quanto execução em diferentes áreas. Questões sobre o tamanho da fábrica, sua localização ou tipo de processo adotado, por exemplo, podem ser abordadas neste estágio (HAYES et al., 2008; MILTENBURG, 2008; DAVIS et al., 2001).

Tal estratégia contribui para a habilidade de uma empresa em conquistar vantagem competitiva, potencializando a função de produção como fonte de diferenciação em relação à concorrência (PAIVA et al., 2004; HAYES et al., 2008; DAVIS et al., 2001). Pode ser vista tanto como um processo de cima para baixo, refletindo a estratégia do negócio, quanto de

baixo para cima, permitindo a influência da experiência e do aprendizado nos níveis operacionais sobre o pensamento estratégico (RYTTER et al., 2007; SLACK et al., 2008).

O efetivo desenvolvimento de uma estratégia de produção deve observar a criação ou agregação de valor para os clientes, sendo coerente com os critérios competitivos selecionados que apóiam uma determinada estratégia geral (DAVIS et al., 2001). O gerente de produção pode assumir posturas para reforçar a sua participação em nível de decisões estratégicas e ser pró-ativo para aumentar o poder de sua área de domínio (SHIELDS; MALHOTRA, 2008).

Em uma empresa fabricante, a estratégia de produção deve traduzir os critérios competitivos exigidos para necessidades específicas de desempenho da produção e garantir que a capacidade de produção (e da empresa) seja compatível com o esforço necessário para realizá-los (WHEELWRIGHT, 1984; CHASE et al., 2006). Ou seja, considerar fatores internos e externos à empresa para a elaboração de uma estratégia de manufatura.

2.4.2 Critérios Competitivos

A função produção gera vantagem competitiva a partir da aplicação das estratégias de produção que são desenvolvidas com base nos critérios competitivos (DAVIS et al., 2001), ou ainda, um conjunto de prioridades definidos pela empresa (PAIVA et al., 2004). Os critérios competitivos podem ser classificados de duas formas, os ganhadores de pedidos e os qualificadores de pedidos.

Os ganhadores de pedidos são os critérios que diferenciam os produtos e serviços de uma empresa para outra. São os que garantem o fechamento do negócio (CHASE et al., 2006), ou seja, contribuem diretamente em um negócio vencedor (SLACK et al., 2008). A elevação no desempenho de um ganhador de pedido potencializa as chances de mais negócios e contribui para a competitividade da organização (SLACK et al., 2008).

Os qualificadores de pedidos são os critérios utilizados para filtrar um produto ou serviço como potencial para compra (CHASE et al., 2006). São aspectos geralmente esperados pelos clientes (SLACK et al., 2008). Pode-se dizer que a presença não garante, mas a ausência impede a transação (CHASE et al., 2006).

A definição de um critério competitivo, e este se tornar vantajoso para a empresa, depende da atenção as necessidades importantes do cliente, assim como, a consideração dada

às forças e fraquezas da concorrência e as condições de sustentação das decisões tendo como referência as capacitações internas (SLACK et al., 2008; HAYES et al., 2008). Enfim, deve ser adequada a realidade de cada empresa (WHEELWRIGHT, 1984; PAIVA et al., 2004).

Vários autores estruturaram critérios ou dimensões competitivas na literatura. Entre estes, pode-se citar: custo, entrega, prazo, qualidade e confiabilidade (SKINNER, 1969); custo, qualidade, entrega e flexibilidade (WHEELWRIGHT, 1984); custo, qualidade, rapidez, flexibilidade e serviços (DAVIS et al., 2001); custo, qualidade, flexibilidade, desempenho de entrega e inovatividade (HAYES; PISANO, 1994; PAIVA et al., 2004).

Custo está relacionado a oferecer produtos com menores custos que a concorrência, trabalhar com economias de escala e produtividade (SLACK, 1993; DAVIS et al., 2001). A visão de estratégia de produção vem mudando com o tempo, assim, a redução de custo passa a ter uma abordagem mais ampla incluindo questões de qualidade, velocidade de entrega, flexibilidade e serviços. O gerenciamento passa de minimização dos custos de produção para a maximização do valor adicionado (DAVIS et al., 2001). A busca por menores custos de produção não necessariamente significa repassar os ganhos para o preço do produto (PAIVA et al., 2004).

Qualidade significa fornecer produtos de alta-qualidade, atendendo características de desempenho, confiabilidade, características, conformidade, durabilidade, serviços agregados, estética e qualidade percebida (WHEELWRIGHT, 1984; DAVIS et al., 2001; PAIVA et al., 2004). Significa fazer as coisas certas, fornecendo produtos e serviços sem erro sendo adequados ao seu uso (SLACK et al., 2008).

Na literatura existe uma ampla gama de definições para flexibilidade (SPRING; DALRYMPLE, 2000). Neste trabalho, flexibilidade é a capacidade de variação de resposta do sistema produtivo, seja em termos de variedade de produtos ou de volume. Ou ainda, habilidade de adaptar as operações rapidamente (SLACK et al., 2008; PAIVA et al., 2004), seja pela demanda ou necessidade interna, para mudanças no *mix* de produtos ou volume (WHEELWRIGHT, 1984; DAVIS et al., 2001; HAYES et al., 2008). Flexibilidade é visto como um facilitador para o fornecimento de valor para o cliente (BERNARDES; HANNA, 2009).

Entrega está diretamente ligada à execução das operações resultando na velocidade de atendimento rápida e na confiabilidade com entregas no prazo (WHEELWRIGHT, 1984; SLACK, 1993; CHASE et al., 2006; HAYES et al., 2008). A inovatividade relaciona-se com a capacidade de inovar e ter velocidade na introdução e no lançamento de novos produtos

(CHASE et al., 2006; MILTENBURG, 2008), e está associada ao conceito de aprendizado (PAIVA et al., 2004).

2.4.3 Categorias de Decisão

A eficácia de uma organização de produção não necessariamente é representada pela máxima eficiência ou perfeição de processo, mas sim pelo atendimento às necessidades da estratégia competitiva da empresa (HAYES et al., 2008). Os critérios competitivos são desenvolvidos e sustentados por categorias ou áreas de decisão (WHEELWRIGHT, 1984).

As categorias de decisão são divididas em elementos estruturais, ou seja, decisões sobre atributos físicos e de longo prazo, e elementos infra-estruturais, que descrevem os sistemas, políticas e práticas dos aspectos estruturais da organização (DAVIS et al., 2001; HAYES et al., 2008). Dentro das estratégias de manufatura, podem-se citar as seguintes categorias de decisão, conforme Quadro 2.

Decisões Estruturais
➤ Capacidade;
➤ Fornecimento e integração vertical;
➤ Instalações;
➤ Informação e tecnologia de processo.
Decisões infra-estruturais
➤ Alocação de recursos e sistemas de orçamento de capital;
➤ Recursos humanos;
➤ Planejamento do trabalho e sistemas de controle;
➤ Qualidade;
➤ Medição e sistemas de recompensa;
➤ Sistemas de desenvolvimento de produtos e processos;
➤ Organização.

Quadro 2 - Categorias de decisão

Fonte: Adaptado de Hayes et al., 2008

Por capacidade entende-se a quantidade, tipo ou tempo de produção. O fornecimento e integração vertical como direção, extensão ou balanço, ligado a decisão de produzir ou comprar. A instalação relativa ao tamanho, vida útil das instalações, localização ou especialização. Informação e tecnologia de processo como grau de automação, *layout*, equipamentos, interconectividade ou liderar versus seguir. Recursos humanos relacionados à seleção, habilidades, compensação ou segurança do empregado. Planejamento do trabalho e sistemas de controle como compras, plano agregado, planejamento, controle ou estoques. Qualidade está associada à prevenção de defeitos, monitoramento, intervenção ou eliminação, ainda, sistemas de treinamento. A medição e sistemas de recompensa à medição, bônus ou política de promoções. Já os sistemas de desenvolvimento de produtos e processos ao fato de ser líder ou seguidor, ou até organização da equipe de projetos. E a organização à centralizada versus descentralizada, quais decisões deve se delegar ou o papel dos grupos de apoio (WHEELWRIGHT, 1984; HAYES et al., 2008).

Embora haja uma tendência entre os gestores em focarem suas atenções nos itens mais quantificáveis associados a decisões estruturais, o sucesso de uma estratégia depende de, no mínimo, igual importância para as questões infra-estruturais. Diferença de desempenho entre empresas pode ser justificada devido às diferenças de políticas, procedimentos e sistemas, reflexo do impacto de escolhas infra-estruturais. As decisões tomadas sobre cada elemento infra-estrutural geram efeitos diversos nos custos operacionais, qualidade, flexibilidade, confiança, velocidade/resposta e capacitações dos novos produtos de uma empresa (HAYES et al., 2008).

Até este momento, abordaram-se os conceitos de estratégia, buscando seu entendimento e relações das operações com a competitividade do negócio. Na próxima seção discutem-se a Autonomiação como opção estratégica e o possível impacto desta escolha sobre a competitividade da empresa.

2.5 IMPACTOS DA AUTONOMAÇÃO SOBRE A COMPETITIVIDADE

A alternativa da Autonomiação na estratégia de produção caracteriza-se por ser uma escolha de inter-relação entre decisão estrutural e infra-estrutural. Ao mesmo tempo em que trata sobre o grau de tecnologia do processo, também afeta sistemas e políticas de recursos humanos, qualidade e organização.

Para a plenitude dos resultados da implementação da Automação, parte-se da definição de um processo de pré-automação, segundo conceitos de Shingo (1996), ou seja, uma decisão estrutural. As máquinas automatizadas permitem maior grau de liberdade para os operadores (multifuncionalidade), exigindo novas políticas de capacitação dos colaboradores, redistribuição de atividades ao longo da fábrica, redefinição de responsabilidade e formação de equipe. Com a introdução dos conceitos da Automação, a eliminação de defeitos, redução de energia e aumento de segurança no trabalho, por exemplo, podem ser conquistados. Com isso, questões do tipo infra-estruturais serão abordadas.

A estratégia de produção contemplando a Automação pode contribuir para o atendimento das necessidades do mercado, relacionada com os seguintes critérios competitivos pesquisados (SILVA, 2010):

- a) Qualidade – As características de um equipamento automatizado tratam a prevenção de geração e propagação de defeitos na produção (MONDEN, 1984; GHINATO, 1996; OHNO, 1997). Permitem atuação imediata dos responsáveis pelo processo para correção dos problemas (WOMACK et al., 1992; MONDEN, 1984). Dentro deste escopo, pode-se dizer que há uma cooperação da Automação em atender as especificações de montagem, evitando desvios na prática das operações e conseqüente desalinhamento entre o projetado e o executado. A redução de defeitos e retrabalhos ao longo dos processos contribui para o aumento da confiabilidade e conformidade do produto. A busca pelo atendimento de todas as características e itens do projeto é assegurada. Segundo Amoako-Gyampah e Acquaah (2008), os resultados de suas pesquisas indicam que a qualidade é um forte componente estratégico de manufatura que influencia diretamente no desempenho de uma firma;
- b) Custo – A Automação habilita a multifuncionalidade, ou seja, o trabalho simultâneo de um operador em várias máquinas. Seguindo o objetivo de Ohno (1997), permite a redução da necessidade de mão-de-obra e o conseqüente aumento de produtividade. Isso reflete em maior eficiência do sistema produtivo como um todo, influenciando diretamente na redução de custo da produção. Outro impacto sobre perdas no processo produtivo está relacionado com a eliminação da superprodução, produtos defeituosos (OHNO, 1997), perdas por estoque e perda por espera (GHINATO, 1996). Suas eliminações contribuem para a valorização dos recursos e otimização dos processos internos. Redução de

custo a partir da segurança do operador devido à separação física do homem e da máquina com a Automação é outro fator que atua positivamente na questão. Conforme Antunes Jr. et al. (2008) e Passos Jr. (2004), trata-se da eliminação de perdas sociais. A melhoria da (s) eficiência (s) da (s) máquina (s) crítica (s) nos recursos gargalos para gerar ganho e nos não gargalos visando à redução das despesas operacionais, assim como, a redução de custos totais associados à redução dos custos energéticos em toda a empresa está ligada a adoção da Automação (PASSOS JR., 2004) e alinhados com uma política central de vantagem competitiva baseada em custo. Melhorar o desempenho em custo pode ser conquistado a partir de melhorias de processos, qualificação dos colaboradores e avanços tecnológicos em gestão e em equipamentos (PAIVA et al., 2004);

- c) Flexibilidade – Com a Automação e a multifuncionalidade dos operadores os gestores da produção têm a sua disposição condições potencializadas para amortecerem as variações de demanda, principalmente as do tipo volume. O termo flexibilidade geralmente está associado com a propriedade do sistema em permitir alterações de parâmetros pré-estabelecidos (BERNARDES; HANNA, 2009). A possibilidade de adaptar a capacidade de produção a partir de alterações na distribuição das equipes de trabalho às condições externas, permite maior competitividade no mercado. Esta característica acompanha o paradigma de produção citado por Perez (1986), quanto a questões dos materiais e energia; quanto à flexibilidade da produção e diversificação de produtos; quanto ao dinamismo tecnológico; e quanto à adaptação da produção à demanda. Com isso, multifuncionalidade no sistema de operação de múltiplas máquinas ou no sistema de operação de múltiplos processos (GHINATO, 1996), podem ser explorados para a obtenção de vantagem para a empresa. A flexibilidade está associada com a disponibilidade de alternativas, que podem servir para responder às mudanças, e isso é um atributo do sistema (BERNARDES; HANNA, 2009). Dada a dependência da multifuncionalidade da Automação (ANTUNES JR. et al., 2008), a opção por equipamentos “automatizados com toque humano” torna-se importante para esta estratégia.

Uma estratégia de produção pode contribuir para uma empresa na conquista de vantagem competitiva, isso se potencializada a função de produção com recursos capazes de

diferenciarem-se da concorrência (PAIVA et al., 2004; HAYES et al., 2008; DAVIS et al., 2001). A partir do relacionamento entre os fatores determinantes da competitividade (fatores empresariais), estratégias competitivas genéricas, critérios competitivos, categorias de decisão e a Automação (Figura 8) é possível visualizar a influência desta opção sobre a competitividade da empresa.

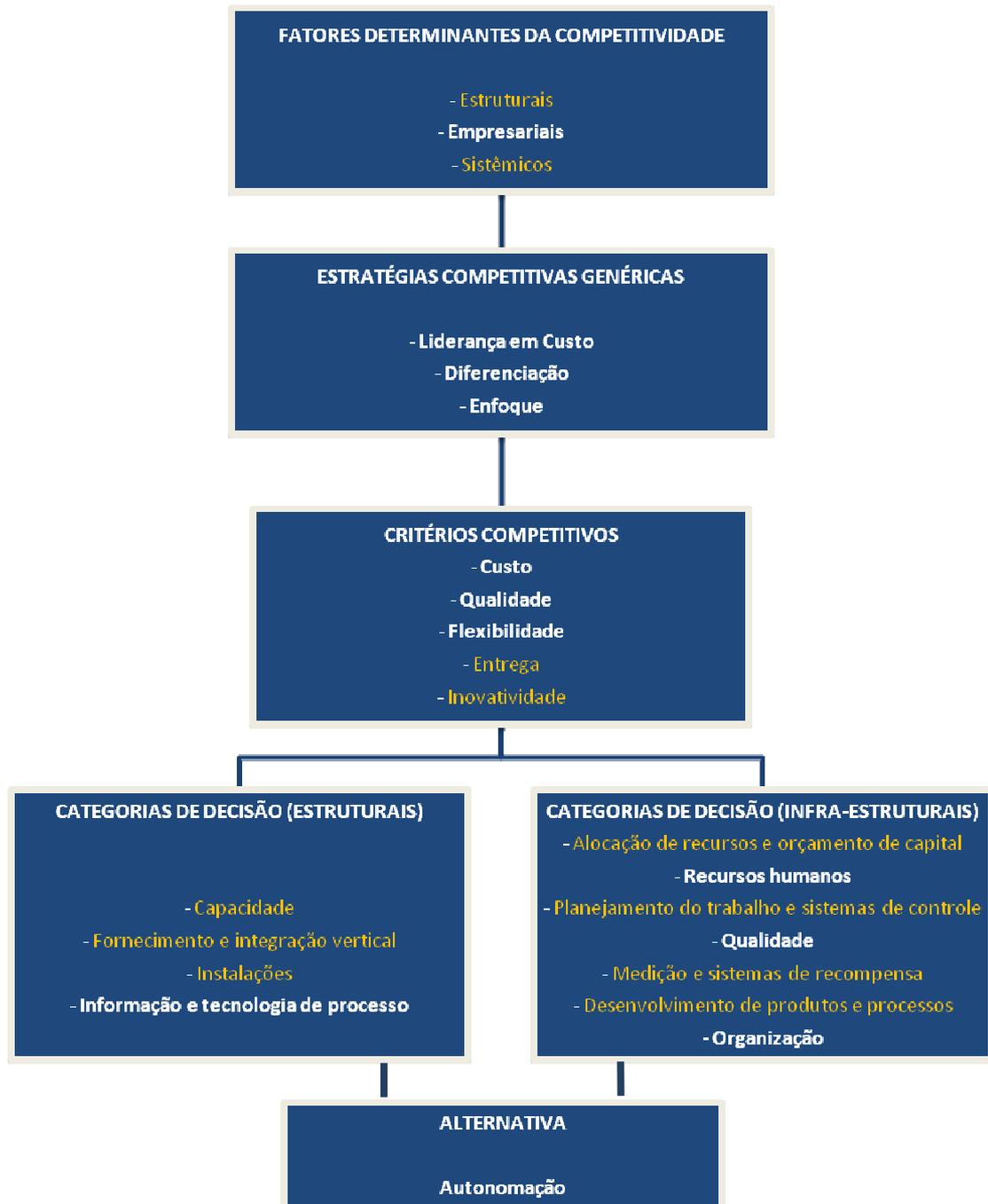


Figura 8 - Relacionamento entre Automação e a competitividade

Fonte: Autor

A implementação do conceito e práticas da Automação podem auxiliar na sustentação de uma estratégia de produção desenvolvida com base em critérios competitivos como custo, qualidade e/ou flexibilidade, identificados segundo as necessidades do mercado. Isso contribui para o atendimento de uma estratégia competitiva genérica definida pela empresa. Enfim, uma decisão alinhada com os fatores determinantes da competitividade (fatores empresariais), voltada para a conquista de vantagem competitiva.

Na pesquisa de Silva e Sellitto (2010), o critério competitivo custo foi o mais beneficiado com a adoção da Automação na manufatura, porém, qualidade e flexibilidade também despontaram como dimensões afetadas positivamente com esta alternativa. Já no estudo de Dhafr et al. (2006), qualidade foi o ponto de alavancagem com a implementação da Automação. Importante é a verificação de benefícios mútuos, efeitos multidisciplinares com a Automação que atingem mais de um critério competitivo simultaneamente. Isso contribui para a minimização do conflito (*trade-off*) citado por Hayes e Pisano (1994), entre estratégias com prioridades de custo, qualidade e flexibilidade. Com base na literatura, há relações significativas e positivas entre a estratégia competitiva (liderança em custo ou diferenciação) e as estratégias de manufatura baseadas nos critérios competitivos custo, entrega, flexibilidade e qualidade (AMOAKO-GYAMPAH; ACQUAAH, 2008), garantindo resultados positivos de desempenho para a empresa. O efetivo desenvolvimento de uma estratégia de produção deve observar a criação ou agregação de valor para os clientes, sendo coerente com os critérios competitivos selecionados que apóiam uma determinada estratégia geral (DAVIS et al., 2001).

Cabe salientar a importância da participação da força de trabalho na execução das tarefas para conseqüente conquista dos objetivos citados anteriormente. Segundo Ghinato (1996), Monden (1984) e Ohno (1997), para completa aplicação dos conceitos da Automação o papel da força de trabalho é essencial. Políticas de recursos humanos devem acompanhar as iniciativas técnicas nas decisões de planejamento. Segundo O'Regan e Ghobadian (2005), cada vez mais os ambientes de negócios são caracterizados por uma concorrência global, necessidades mutantes dos clientes e maior utilização dos recursos humanos.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS AO CAPÍTULO

Neste capítulo apresentou-se o referencial teórico da pesquisa. Apresentaram-se e discutiram-se os conceitos da Automação, competitividade e estratégia de produção, incluindo a interação entre os temas, ou seja, o impacto da Automação como opção estratégica de manufatura sobre a competitividade da empresa.

Seguindo o objetivo do capítulo e foco desta dissertação, avalia-se através dos resultados levantados com a revisão teórica feita até aqui, que: os critérios competitivos custo, qualidade e flexibilidade podem ser tomados como construtos das práticas de Automação. Até onde se investigou, não foram encontrados estudos científicos que relacionassem a Automação e os critérios competitivos buscando avaliar na prática esta relação na indústria eletrônica. Parte-se agora para as discussões metodológicas pertinentes a esta pesquisa e apresentação do método de avaliação proposto, conforme objetivos iniciais deste trabalho.

3 O MÉTODO

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a construção desta pesquisa, que tem como resultado um modelo para avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação na indústria eletrônica. Inicialmente, apresenta-se a abordagem metodológica definida para esta dissertação, o estudo de caso, juntamente com sua justificativa e descrição de suas principais características. Logo após, são apresentados os conceitos e procedimentos das técnicas de pesquisa utilizadas para o desenvolvimento do caso estudado. Finaliza com a descrição do método de trabalho e da proposta de avaliação do tema central desta pesquisa.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O conhecimento científico distingue-se dos demais tipos de conhecimento devido à sua característica fundamental de verificabilidade. Assim, torna-se necessária a identificação das operações mentais e técnicas utilizadas em uma pesquisa científica para permitir a sua verificação. Ou seja, reconhecer o método que possibilitou chegar aos resultados encontrados (GIL, 2008).

O método esclarece acerca dos procedimentos lógicos adotados ao longo da investigação no campo científico. Podem-se citar os tipos de métodos científicos mais afetos à engenharia de produção: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo e dialético. A opção por um destes métodos depende de fatores, tais como: a natureza do objeto em questão, os recursos materiais a disposição do pesquisador, a abrangência do estudo e a influência filosófica do pesquisador, que pode ser positivista ou fenomenológica (GIL, 2008).

No caso da fenomenologia, o objeto de conhecimento não é o sujeito, nem mesmo o mundo, mas o mundo enquanto vivido pelo sujeito (GIL, 2008). Neste caso, segundo Sellitto (2009), tanto o objeto quanto o meio pertencem ao mesmo contexto. Assim, sua intenção é proporcionar uma descrição direta do fenômeno, sem considerações sobre sua gênese psicológica e explicações causais dadas por especialistas, mas como ele de fato é. O pesquisador busca reconhecer e entender as perspectivas diferentes que ocorrem ao longo das investigações (SELLITTO, 2009). Com isso, a realidade é o que se compreende, o que se

interpreta, o que se comunica. A realidade não é vista como única (GIL, 2008). Nesta tradição científica, as experiências pessoais, as diferentes formas de interpretação dos fatos pelos participantes do grupo objeto de estudo, a intuição e o julgamento são consideradas na pesquisa (SELLITTO, 2009). Percebe-se que, dadas as características da proposta desta dissertação, a mesma alinha-se com a fenomenologia.

Um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, atuando como guia para a geração de conhecimento válido e verdadeiro, enfim, orientando o caminho a ser seguido, é a definição de método científico, conforme Lakatos e Marconi (1991). Auxiliar na geração de conhecimentos, questionar idéias geradas, legitimar e difundir idéias são funções do método científico (SELLITTO, 2009).

Pesquisar é buscar respostas para os questionamentos de uma investigação científica onde as respostas podem ser encontradas por diferentes meios (SELLITTO, 2009). Assim, uma pesquisa pode ser classificada como do tipo básica pura ou aplicada (MANSON, 2006). A pesquisa básica pura procura a ampliação de conhecimentos teóricos, tendo como objetivo as generalizações, princípios, leis. É uma pesquisa formal, sem a pretensão de utilização prática. Já a pesquisa aplicada caracteriza-se pelo interesse prático, pela aplicação de seus resultados voltados para a solução de problemas específicos.

As pesquisas podem ser classificadas, também, quanto ao seu objetivo. Podem ser pesquisas exploratórias, descritivas ou explicativas (explanatórias). Segundo os conceitos de Gil (2008), na pesquisa exploratória, a principal finalidade é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, visando potencializar futuros trabalhos através da formulação de problemas ou hipóteses pesquisáveis. Proporciona uma visão geral acerca de um fenômeno, tratando um tema pouco explorado e ainda de difícil formulação de hipóteses precisas. Nestas primeiras aproximações, habitualmente, envolvem entrevistas e estudos de caso. Já na pesquisa descritiva, o principal objetivo é a descrição das características de um determinado fenômeno ou o relacionamento entre variáveis. Técnicas padronizadas de coleta de dados são características nesta situação. Na pesquisa explicativa ou explanatória é enfatizada a identificação de fatores que determinam ou que influenciam a ocorrência dos fenômenos, tendo importância encontrar as relações de causa e efeito ou, ainda, a geração de uma teoria. Preocupa-se em explicar a razão, o porquê do mesmo.

Outro critério de classificação é quanto à natureza dos dados, podendo uma pesquisa ser considerada qualitativa ou quantitativa. Sellitto (2009) considera uma pesquisa quantitativa quando os dados são originados de cálculos ou medições, baseados em modelos matemáticos. Orienta-se, principalmente, pelo método hipotético-dedutivo, tendo a *survey* e a

modelagem e simulação computacional como algumas das estratégias de pesquisa aplicáveis. Em uma pesquisa qualitativa, os dados são resultantes de julgamentos ou opiniões de especialistas. Vale-se de informações subjetivas, não para explicar o objeto de estudo, mas para descrevê-lo e interpretá-lo. Técnicas interativas de pesquisa são usuais, como por exemplo, o estudo de caso ou a pesquisa-ação. *Surveys* também são aplicáveis, mas neste caso as variáveis coletadas dizem respeito a opiniões de entrevistados.

Com isso, a metodologia de pesquisa a ser aplicada nesta dissertação, diretamente relacionada com o problema a ser investigado, caracteriza-se da seguinte forma:

- 1) É aplicada, pois objetiva a resolução de um problema de natureza prática e específica; no caso, a avaliação do alinhamento entre critérios competitivos e a aplicação da Automação na indústria eletrônica;
- 2) É exploratória, por ser um estudo inicial de um tema pouco explorado;
- 3) É qualitativa, pois parte de informações subjetivas para tratar um fenômeno específico, e quantitativa, por usar modelos matemáticos para ponderação, cálculos e medições da estrutura proposta.

3.1.1 O Estudo de Caso

O estudo de caso é caracterizado pela profundidade na análise de um ou poucos objetos de estudo, permitindo um conhecimento amplo e detalhado do mesmo (GIL, 2008). É um estudo empírico que investiga fenômenos contemporâneos dentro do seu contexto de realidade, sem manipular comportamentos relevantes e sempre que os limites entre os acontecimentos e o contexto não estejam claramente definidos. A investigação possui mais variáveis de interesse do que pontos de informação, baseia-se em diversas fontes de evidências buscando a triangulação de dados e beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para condução e desenvolvimento do estudo (YIN, 2001). É um método que melhora a compreensão da experiência (STAKE, 1978). Para Yin (2001), um caso pode ser tratado como uma organização, pessoas, processos ou um projeto específico.

É uma abordagem adequada para questões de pesquisa que exploram ou buscam construir teorias. Assim, a identificação do tipo de questão de pesquisa, a extensão de controle

que o pesquisador tem sobre os eventos comportamentais e o grau de enfoque em acontecimentos históricos ou contemporâneos permitem diferenciar as várias estratégias de pesquisa possíveis. O Quadro 3 apresenta as relações entre as condições anteriormente citadas com as principais estratégias de pesquisa nas ciências sociais.

Estratégia de pesquisa	Forma da questão de pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais?	Focaliza acontecimentos contemporâneos?
Experimento	como, por que	sim	sim
Levantamento (<i>survey</i>)	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
Análise de arquivos (documental)	quem, o que, onde, quantos, quando	não	sim / não
Pesquisa histórica	como, por que	não	não
Estudo de caso	como, por que	não	sim

Quadro 3 - As estratégias de pesquisa e suas situações relevantes

Fonte: Adaptado de Yin, 2001

Conforme Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa adequada para situações onde o objeto ou fenômeno em questão não estão claramente definidos. Segundo o autor, o estudo de caso é adequado para responder questões do tipo *como*. Estas colocações são pertinentes para a definição da abordagem investigativa desta dissertação. O estudo de caso pode ser elaborado com um único caso ou com casos múltiplos, nos quais vários estudos são conduzidos simultaneamente de forma a prever resultados similares ou produzir resultados contrastantes. Entre outras razões, segundo Yin (2001), um estudo de caso único pode ser conduzido como iniciação de uma proposta mais apurada, servindo como mecanismo exploratório ou como estudo-piloto para orientar o desenvolvimento de estudos de casos múltiplos. Entende-se que o método pode tratar de fenômenos pouco investigados e que exigem estudos aprofundados. Estudos de caso múltiplos podem ser usados para gerar hipóteses a serem testadas em outros métodos, tais como *surveys* e simulação computacional.

As principais fontes de evidências em um estudo de caso, que alimentam a coleta de dados, podem vir de documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Isso forma um conjunto complementar de fonte de dados, quanto maior o número possível de fontes utilizadas ao longo da pesquisa, mais robustez terão os resultados encontrados (YIN, 2001; ROESCH, 2009).

As evidências podem ser qualitativas (por exemplo, palavras), quantitativas (por exemplo, números) ou das duas formas (EISENHARDT, 1989; ROESCH, 2009). Segundo Yin (2001), o fundamento lógico para utilização de fontes de evidências é a triangulação, ou seja, o desenvolvimento de caminhos convergentes de investigação. Isso contribui para o processo de validação da pesquisa, na qual diversas fontes de evidências geram informações sobre o mesmo fenômeno em avaliação. A criação de um banco de dados formado com os registros de todas as evidências e o encadeamento das mesmas melhora a fidedignidade do estudo de caso e a confiabilidade das eventuais conclusões.

Podem-se citar as contribuições dos estudos de casos de cinco formas. Uma delas, oferecendo uma descrição profunda e específica de um objeto para outros estudos. Uma segunda forma, interpretando eventuais regularidades como evidências de novas proposições ainda não verificadas. A terceira maneira é a criação de uma situação heurística para se testar uma idéia. A quarta forma é por sondagens acerca de proposições sobre a idéia. A quinta e última maneira é o caso crucial, aquele que apóia ou refuta a teoria (ECKSTEIN, 1975, apud ROESCH, 2009; STAKE, 1978). A contribuição de pesquisa desta dissertação é do terceiro tipo: uma situação foi criada para testar uma idéia teoricamente concebida, antes do início da pesquisa.

Algumas limitações para o estudo de caso são citadas na literatura. A preocupação com a falta de rigor científico, restrições quanto a generalizações e longo tempo de duração para o desenvolvimento da pesquisa (STAKE, 1978; YIN, 2001; VOSS et al., 2002).

De acordo com Yin (2001), um projeto de pesquisa que utiliza o método estudo de caso envolve três fases distintas:

- 1) A partir da escolha do referencial teórico que serve como base para o trabalho, tem-se a seleção do(s) caso(s) e o desenvolvimento de protocolos para a coleta de dados;
- 2) A condução do estudo, passando pela coleta e análise de dados, chegando ao relatório do caso; e
- 3) A análise dos dados coletados à luz da teoria selecionada, interpretando os resultados obtidos.

Indiferente da estratégia assumida para análise dos dados coletados, Yin (2001) sugere quatro métodos básicos para análise dos mesmos:

- a) Comparar os padrões empíricos encontrados no estudo com os padrões derivados da teoria ou de outras evidências;
- b) Buscar efetivamente relações de causa e efeito entre os dados;
- c) Análise de séries temporais; e
- d) Análise dos dados utilizando modelos previamente formulados.

Assim, dependendo do caminho escolhido pelo pesquisador, o mesmo poderá fazer inferências de relação entre eventos, comparação de resultados ou, até mesmo, entender “como” e “porque” um evento se modifica ao longo do tempo.

Buscando adequar tanto o método quanto as técnicas ao problema a ser estudado, entende-se, pelas razões mencionadas anteriormente, que o método de pesquisa mais apropriado para esta dissertação seja o estudo de caso. Como o pesquisador tem acesso facilitado a uma empresa da indústria eletrônica, optou-se pelo caso único. Um estudo de caso único tem a vantagem da oportunidade de aprofundamento, porém, limitações quanto à generalização das conclusões (VOSS et al., 2002). A busca pela condução de estudos de casos múltiplos deve ser priorizada, porém, isto nem sempre é possível e, em alguns momentos, nem mesmo pertinente, tal como nesta pesquisa (YIN, 2001). Por questões de acessibilidade aos dados, processo e profissionais especialistas, além do recurso tempo, optou-se pelo estudo em uma empresa da indústria eletrônica. Também, o propósito de gerar uma situação heurística para testar uma proposta motivou a definição e aplicação deste método. Tais considerações remetem a uma abordagem mais fenomenológica do que positivista, no senso em que as conclusões do estudo serão válidas para seu objeto, não para toda a indústria.

A seguir são apresentados os conceitos e procedimentos das técnicas de pesquisa definidas para o desenvolvimento do trabalho.

3.1.2 O Grupo Focado

Em questões históricas, a origem dos grupos focados está vinculada às Ciências Sociais. Em 1941, Robert Merton publicou o primeiro trabalho utilizando o grupo focado (COSTA, 2008). Define-se grupo focado (*focus group*) como um tipo de entrevista em profundidade, que combina elementos das técnicas de entrevista individual e da observação participante em grupos. Tendo como objeto de análise a interação de um determinado grupo,

as reuniões possuem características definidas quanto a objetivo, tamanho, composição e procedimentos de condução. O objetivo do grupo focado é alcançar o entendimento dos participantes acerca do tema de interesse da pesquisa (OLIVEIRA; FREITAS, 1998) ou buscar compreender tendências a partir de entrevistas coletivas (COSTA, 2008).

Atualmente, este procedimento tem se mostrado adequado para alicerçar pesquisas qualitativas em diversos campos e pode ser encontrado, também, na literatura com a denominação de grupo focal ou grupo de foco. Segundo Oliveira e Freitas (1998) e Costa (2008), de acordo com o objetivo de aplicação, o grupo focado ao longo de uma pesquisa pode preceder ou suceder um método quantitativo, ou ainda, ser utilizado simultaneamente com procedimentos quantitativos.

É uma modalidade de entrevista baseada na pesquisa de hábitos, comportamentos, tendências, preferências, opiniões e percepções de indivíduos com o objetivo de proporcionar melhor compreensão sobre um problema, gerar hipóteses e fornecer elementos para construção de instrumentos de coleta de dados, isso utilizando o grupo focado como técnica de caráter exploratório. Mas também, esta técnica pode ser utilizada para investigar um assunto em profundidade, testando conceitos ou identificando respostas a estratégias, enfim, aplicado em caráter conclusivo. Como resultado do grupo focado tem-se informações de forma rápida sobre como as pessoas agem ou o que pensam ou o que sentem (OLIVEIRA; FREITAS, 1998; GIL, 2008; SELLITTO, 2009). O grupo focal é uma técnica valiosa e alternativa para pesquisadores que desejam ouvir, perceber e compreender as experiências e crenças dos componentes do grupo (COSTA, 2008).

Vários indivíduos com similaridade social ou conceitual formam o grupo. Apresentando os objetivos da pesquisa e regras para participação, o moderador dá início a reunião. Através de uma questão genérica, o assunto é introduzido aos participantes, o moderador assumindo a sua função de responsável pela obtenção dos dados necessários, seguindo um roteiro pré-estabelecido, conduz as discussões entre os participantes do grupo para o detalhamento do tema em investigação. A interação, verbalização de opiniões e preferências são a essência da atividade (GIL, 2008; COSTA, 2008; SELLITTO, 2009).

Cabe ressaltar que Oliveira e Freitas (1998) e Costa (2008) postulam algumas desvantagens do grupo focado, especialmente quanto à espontaneidade e à dificuldade de reuniões, pois não sendo um ambiente natural para os participantes pode influenciar o comportamento e opiniões dos mesmos, além do considerável esforço de preparação e planejamento do trabalho.

3.1.3 Etapas para a Realização do Grupo Focado

Oliveira e Freitas (1998) abordam a realização do grupo focado através de três etapas básicas, ou seja, planejamento, condução das entrevistas e análise dos dados. Os mesmos autores consideram o planejamento como a fase crítica para o sucesso do trabalho, pois nesta etapa o pesquisador define os objetivos do estudo, assim como seu plano e atividades de preparação para execução. A condução reside na moderação dos encontros com o grupo e a fase de análise dos dados é o fechamento, tratando as informações obtidas e elaborando um relatório final.

3.1.4 Planejamento do Grupo Focado

O planejamento começa pela definição da finalidade das reuniões, a seguir, pelo detalhamento dos aspectos referentes à execução (OLIVEIRA; FREITAS, 1998). Detalhar o estudo, desenvolver roteiros para a sessão e criar alternativas de análise são exemplos de pontos a serem considerados nesta etapa (RIBEIRO; NEUMANN, 2009).

Nesta fase, determina-se a quantidade e tamanho dos grupos. Quanto à quantidade, esta varia em função dos resultados produzidos. Quanto ao tamanho do grupo, não há consenso sobre o valor ideal. Oliveira e Freitas (1998) recomendam entre quatro e doze participantes, Gil (2008) coloca de seis a doze, Costa (2008) sugere de oito a doze, já Sellitto (2009) argumenta que deve haver no mínimo três componentes no grupo.

Outro ponto relevante desta etapa é a escolha dos participantes do estudo. Deve-se considerar o potencial de conhecimento e participação dos candidatos, porém, não significa que se busque a total homogeneidade do grupo. Assegurar certo grau de diversidade, através de diferentes perfis de pessoas, enriquece as discussões e amplia a visão do grupo sobre o tema em questão (OLIVEIRA; FREITAS, 1998; RIBEIRO; NEUMANN, 2009). Quando os grupos são mais homogêneos, pode-se trabalhar mais rapidamente por diversas questões; já quando o grupo é mais heterogêneo, recomenda-se tratar mais sobre uma quantidade menor de questões (COSTA, 2008).

O posicionamento do moderador ao longo das reuniões e o conteúdo da entrevista são aspectos importantes para o planejamento de um grupo focado, assim como a definição do

local dos encontros, a infra-estrutura necessária e a forma de coleta de dados durante as reuniões (OLIVEIRA; FREITAS, 1998; RIBEIRO; NEUMANN, 2009).

3.1.5 Condução do Grupo Focado

Para o desenvolvimento das reuniões de um grupo focado, o tempo é um fator de influência para o estudo. Não é aconselhável a utilização de longas sessões; Gil (2008) sugere de duas a três horas por encontro; Oliveira e Freitas (1998) recomendam duas horas por dia ou cinco horas por semana.

Neste momento, a participação efetiva do moderador é requisitada. O mesmo deverá possuir habilidade necessária para guiar o grupo em direção ao seu propósito. Assumir um posicionamento de poder ou influência sobre as ações dos participantes não é aceitável e compromete o resultado do estudo. Costa (2008) cita que o moderador exerce um bom papel quando não induz às respostas e atrai o maior número possível de participantes a interagirem e participarem ativamente da conversa. Segundo Gil (2008), o próprio pesquisador pode atuar como moderador e conduzir o grupo focado. Também é possível montar uma equipe para dirigir esta atividade, formada por mais de um moderador e assistentes. Esta condução exige conhecimento específico sobre o objeto de estudo (COSTA, 2008; SELBITTO, 2009).

3.1.6 Análise dos Dados Resultantes do Grupo Focado

De acordo com Costa (2008), no grupo focal não há a exigência de identificação ou autoria das respostas encontradas. Para Oliveira e Freitas (1998), os dados coletados no grupo devem ser analisados de maneira sistemática, verificável e concentrado no tópico de interesse. São reconhecidas duas formas básicas de análise: a primeira é a qualitativa ou resumo etnográfico; a segunda é a sistemática codificação por meio da análise de conteúdo.

No processo etnográfico as citações diretas recolhidas das discussões entre os participantes são importantes; já na análise de conteúdo, a descrição numérica dos dados é relevante (OLIVEIRA; FREITAS, 1998).

3.1.7 Método Multicriterial

A análise multicriterial apóia o decisor a solucionar determinada questão onde vários objetivos devem ser alcançados simultaneamente. Os métodos de apoio multicriterial têm como objetivo esclarecer o processo de decisão, procurando reunir os julgamentos de valores dos agentes com o desenvolvimento de preferências, assumindo o processo como aprendizagem. No campo da decisão multicriterial, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é possivelmente o mais destacado método de apoio à tomada de decisão (GOMES et al. 2002). Para Forman e Selly (2001), os procedimentos do AHP forçam as considerações de percepção, experiência e intuição dos decisores. O método utiliza comparações paritárias de dados com o objetivo de definir pesos ou prioridades relativas para cada um dos dados de entrada estruturados de modo hierárquico (SAATY, 1991). Permite a análise de elementos através de critérios tanto quantitativos como qualitativos (OELTJENBRUNS, 1995).

Existem outros métodos de análise multicriterial, como os citados por Gomes et al. (2002), porém para esta dissertação a adoção de um instrumento capaz de discriminar construtos e seus elementos estruturantes relativos à Autonomia é suficiente para os objetivos propostos. Com base nas aplicações e resultados apresentados nos estudos de Saaty (2008), Sellitto e Walter (2006), Vaidya e Kumar (2006), Yurdakul (2004), Oeltjenbruns et al. (1995), Triantaphyllou e Mann (1995), optou-se trabalhar com o método AHP.

Segundo Saaty (1991), um modelo de hierarquias apresenta as seguintes vantagens:

- a) Pode descrever a influência das mudanças de prioridades nos níveis mais altos sobre os níveis mais baixos;
- b) Salientam detalhes de informação sobre a estrutura e suas funções no sistema, permitindo uma visão geral e os propósitos dos elementos de cada nível;
- c) A construção modular de um sistema desenvolve-se mais eficientemente do que um montado de modo geral;
- d) É estável, pois pequenas alterações têm efeitos pequenos, e flexível, já que adições em uma hierarquia bem estruturada não afetam o desempenho.

O AHP consiste das seguintes etapas, conforme Saaty (2008):

- 1) Definir o problema e objetivos;
- 2) Hierarquizar a estrutura de decisão, definindo seus critérios;

- 3) Construir um conjunto de matrizes de comparação pareada, avaliando cada um de seus elementos em cada nível hierárquico;
- 4) A partir da importância relativa de cada elemento na estrutura obtido das comparações pareadas, determinar a avaliação ou priorização global dos mesmos.

A metodologia é baseada no princípio da decomposição, do julgamento comparativo e da geração de prioridades (SAATY, 2008). Pode-se dizer que o método parte de uma estrutura hierárquica do problema em questão, o que permite a comparação de um conjunto de elementos par a par sobre a intensidade de suas influências. O resultado encontrado em números compõe uma determina matriz de comparações. A partir do autovetor, define-se a ordem de prioridade e do autovalor, a medida de consistência do julgamento (SAATY, 1991).

Após a hierarquização da estrutura de decisão em critérios e subcritérios, se houver (Figura 9), segue-se com a etapa de avaliação através da comparação pareada entre critérios.

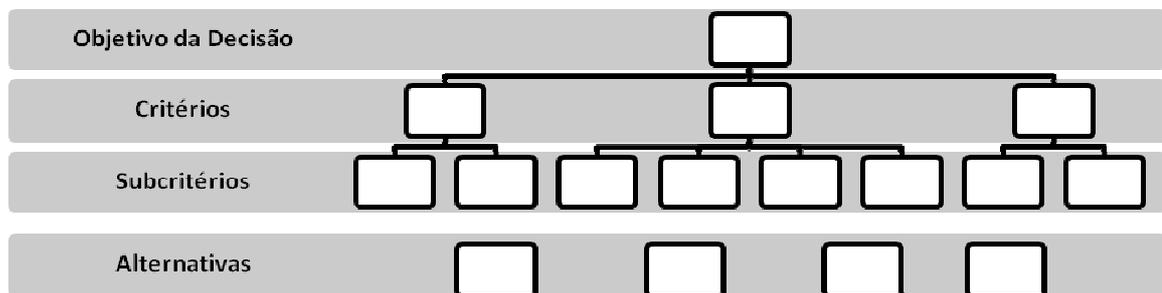


Figura 9 - Exemplo de estrutura hierárquica de decisão

Fonte: Adaptado de Forman e Selly, 2001

Para um nível hierárquico com n critérios, são necessárias $n.(n-1)/2$ comparações para determinação das prioridades ou pesos relativos de cada critério. A escala de julgamento está descrita na Tabela 5 (SAATY, 1991) e serve para determinar qual e quanto um critério é mais importante que o outro.

Tabela 5 - Escala de julgamento de importância

Intensidade da Relação	Definição	Explicação
1	Igual	Os dois critérios contribuem igualmente
3	Um pouco mais importante	Existe um leve favorecimento de um critério sobre o outro
5	Importância grande	Existe um favorecimento forte de um critério sobre o outro
7	Importância muito grande	É muito forte o favorecimento de um critério sobre o outro
9	Importância absoluta	Existe um alto grau de certeza em relação ao favorecimento de um critério sobre o outro
2 – 4 – 6 – 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos	Se o critério i tem intensidade de relação entre 1 e 9 quando comparado com o critério j , então j tem o valor recíproco quando comparado com i	

Fonte: Adaptado de Saaty, 1991

A construção da matriz de preferências ou de comparações aqui chamada de A , onde $A = (a_{ij})$ (Figura 10), deve atender as seguintes condições (SAATY, 1991):

a) Se $a_{ij} = \alpha$, então $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$, $\alpha \neq 0$. Onde a são os elementos de comparação paritária e α o valor de intensidade das relações;

b) Se C_i é avaliado com igual importância relativa a C_j , então $a_{ij} = 1$ e $a_{ji} = 1$.

Em particular, $a_{ii} = 1$ para todo i ; onde C são os critérios em julgamento.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \frac{1}{a_{1n}} & \dots & 1 \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 10 - Matriz de comparações

Fonte: Saaty, 1991, p. 28

A partir da matriz de comparações é possível encontrar o autovetor com máximo autovalor, onde os componentes deste vetor de prioridades representam as importâncias ou pesos relativos de cada critério. O máximo autovalor ou λ_{max} reflete a consistência do julgamento, sendo $\lambda_{max} \geq n$, onde n é o número de critérios. Quanto mais próximo λ_{max} for de n , mais consistente será o resultado. Considerando A uma matriz de comparações e w o vetor de prioridades, a Equação 1 deve ser atendida (SAATY, 1991).

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w \quad (\text{Equação 1})$$

Com a Equação 2 pode-se calcular o índice de consistência (IC) proposto por Saaty (1991). Este índice é um indicador de proximidade da consistência.

$$IC = \frac{[(\lambda)_{max} - n]}{(n - 1)} \quad (\text{Equação 2})$$

Para avaliar a probabilidade de que os valores da matriz sejam puramente aleatórios, faz-se uso da medida da razão de consistência (RC) (Equação 3). Quanto mais próximo de zero for esta razão, mais consistente será a matriz. Valor igual ou menor do que 0,10, em uma RC , representa uma matriz aceitável (SAATY, 1991).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (\text{Equação 3})$$

Na equação anterior, IR representa o índice de consistência de uma matriz recíproca gerada randomicamente. Utiliza como base a escala de 1 a 9, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Índices de consistência randômicos

Número de critérios (n)	Valor de IR
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32

8	1,41
9	1,45

Fonte: Adaptado de Saaty, 1991

3.1.8 Teste de Confiabilidade de Questionários

Segundo Sellitto (2005b), a avaliação de modelos por questões implica a consideração de possíveis erros. A necessidade de inserção de conceitos latentes no modelo, investigados através de perguntas que não representam com exatidão, para o respondente, o conceito avaliado, potencializam a geração de erros conceituais. Se cada indicador ou fator participar da composição de um único conceito ou construto, a sua confiabilidade pode ser testada. Indicadores ou fatores altamente intercorrelacionados indicam um alto grau de consistência dos mesmos em relação a seus conceitos, ou seja, possuem alta confiabilidade de coerência interna.

A alternativa proposta para medir a confiabilidade de coerência interna dos fatores via questionário é o alfa de coeficiente, também conhecido como alfa de Cronbach (HAIR et al., 2006; MALHOTRA, 2006). Este teste mede a correlação entre as respostas do questionário utilizando a análise do conjunto das mesmas. O alfa com valor igual a 1 representa a máxima confiabilidade. Tem-se como usual o valor de 0,7, no mínimo, para um alfa aceitável, embora coeficientes mais baixos, dependendo dos objetivos da pesquisa, possam ser aceitos. A Tabela 7 mostra regras práticas de interpretação de valores de alfa.

Tabela 7 – Interpretação do alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Intensidade da associação
< 0,6	Baixa
0,6 a < 0,7	Moderada
0,7 a < 0,8	Boa
0,8 a < 0,9	Muito boa
≥ 0,9	Excelente

Fonte: Adaptado de Hair et al., 2006; Malhotra, 2006

Calcula-se o alfa de Cronbach com a Equação 4 (CRONBACH, 2004). Uma pesquisa que utilizou a confiabilidade de coerência interna no tratamento dos dados é apresentada em Sellitto e Walter (2006).

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \text{ (Equação 4)}$$

onde:

k – número de indicadores ou fatores que compõem o construto;

s_i^2 - variância de cada indicador ou fator;

s_t^2 - variância total dos indicadores ou fatores do construto.

Para finalizar este capítulo, parte-se para a descrição do método de trabalho determinado para esta pesquisa. Posteriormente é feita a apresentação detalhada da proposta de método para avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia.

3.2 O MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho adotado para esta pesquisa é apresentado na Figura 11.

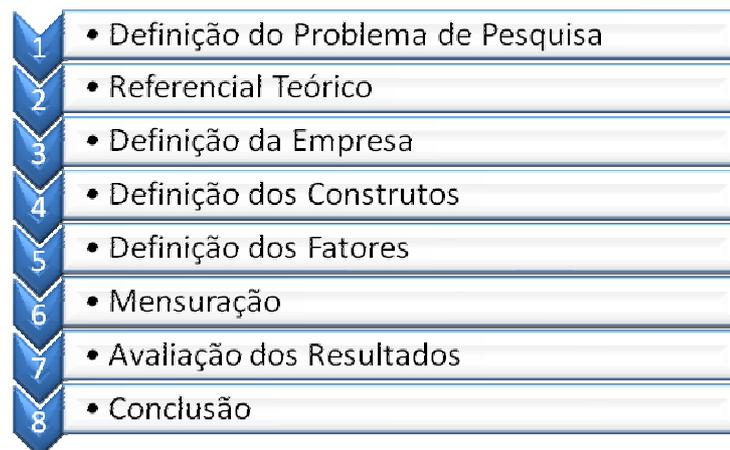


Figura 11 - Etapas do método de trabalho

Fonte: Autor

Constituído por oito etapas, o método é desenvolvido conforme detalhamento a seguir:

- 1º)Etapa 1 – Para elaboração deste trabalho, a primeira etapa constituiu-se na definição do problema de pesquisa e na metodologia a ser aplicada. Investigando como avaliar o alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação na indústria eletrônica, acredita-se que seja possível, com os resultados encontrados, poder apoiar a execução de uma estratégia de produção pré-estabelecida pela empresa. O estudo de caso foi o método de pesquisa definido como o mais adequado para esta dissertação.
- 2º)Etapa 2 - O próximo passo consistiu na geração do referencial teórico proposto para condução do trabalho. Foi realizada uma ampla revisão na literatura pertinente ao tema que serviu de base para o desenvolvimento da pesquisa e para fundamentação da proposta desta dissertação.
- 3º)Etapa 3 – A terceira etapa resumiu-se na definição da empresa foco do estudo de caso. Como forma de orientação para definição e caracterização da amostra, optou-se pelos seguintes critérios básicos de escolha: empresa de manufatura eletrônica com aplicação de práticas de Automação; possuir em seu processo produtivo equipamentos capacitados para SMT (*Surface Mount Technology*); ter expressiva representatividade no mercado nacional; concorrer no mercado globalizado e possuir histórico positivo de crescimento da empresa.
- 4º)Etapa 4 – A partir do referencial teórico foi possível compreender e definir os construtos e apresentar um modelo de estrutura que represente a aplicação da Automação nos processos produtivos da indústria eletrônica.
- 5º)Etapa 5 – Por meio da técnica de pesquisa qualitativa (grupo focado), foram identificados os elementos que influenciam cada construto, referente a uma etapa do processo produtivo da empresa objeto de estudo. Utilizando-se de um método multicriterial, foi ponderado cada fator que compõe o grau de aplicação da Automação.
- 6º)Etapa 6 – Este passo refere-se à mensuração da atual situação dos construtos na empresa pesquisada, relativo ao alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação, utilizando-se dos elementos propostos e do julgamento de especialistas. Também, foram identificadas e quantificadas lacunas para melhorias no processo avaliado.

7º) Etapa 7 – Na seqüência, discutem-se os resultados obtidos, propõe-se plano de ações e implicações para melhoria da Autonomia na empresa.

8º) Etapa 8 – Por fim, a última etapa constitui na elaboração das conclusões, limitações e as recomendações de desenvolvimento de trabalhos futuros.

Na próxima seção é apresentada a alternativa de método de avaliação proposta por esta pesquisa.

3.2.1 Método de Avaliação Proposto

Como o objetivo geral desta dissertação é propor e testar um método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia, utilizando como base fundamentos teóricos e empíricos, a Figura 12 representa esquematicamente o método aqui proposto. Esta alternativa utiliza como referência teórica a pesquisa de Sellitto (2005b).

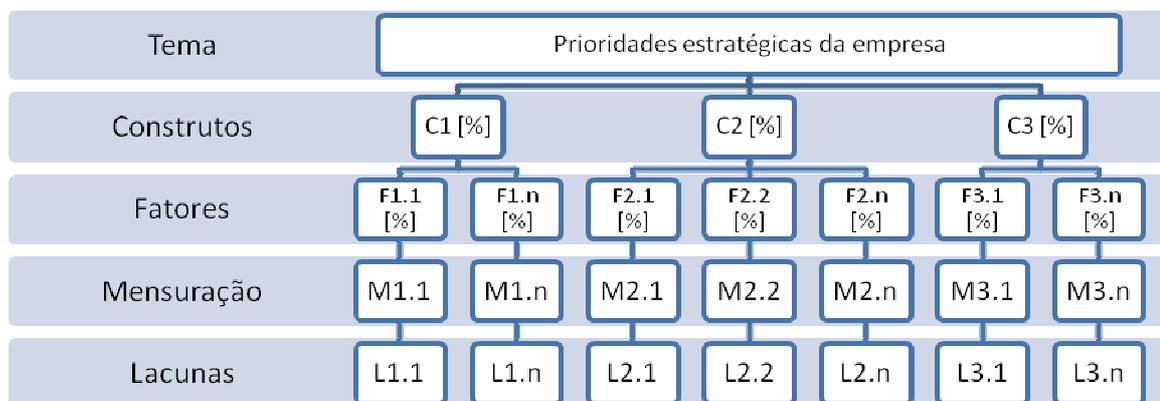


Figura 12 – Método de avaliação proposto

Fonte: Autor

A forma arborescente adotada parte da definição dos construtos que representam a aplicação da Autonomia nos processos produtivos. O referencial teórico pesquisado serve de base para esta etapa do método de avaliação.

No segundo momento, por meio do grupo focado, com a presença de estrategistas da empresa foco do estudo de caso, investigam-se os fatores relevantes da aplicação dos

conceitos da Automação no processo produtivo da empresa. Estes fatores são distribuídos hierarquicamente dando continuidade a estrutura formada pelos construtos.

Com aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tem-se a ponderação dos níveis da estrutura arborescente. Com o auxílio de um questionário aplicado aos especialistas da empresa e a análise de confiabilidade pelo alfa de Cronbach, mensuram-se os construtos a partir do julgamento dos fatores encontrados. No questionário, são adotadas variáveis categóricas e a escala de Likert para mensurar a situação de cada fator.

A obtenção destes valores numéricos permite expressar a avaliação proposta, segundo os respondentes, mais a identificação e quantificação de lacunas para melhorias no processo pesquisado. A partir da Equação 5, na qual a_i representa a importância relativa de cada fator, C_i o desempenho da i -ésima variável e n o número total de fatores, tem-se a avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação.

$$\text{Alinhamento critérios competitivos e Automação} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot C_i \quad (\text{Equação 5})$$

4 O CASO DE PESQUISA

O objetivo deste capítulo é testar o método referido no capítulo anterior. Primeiramente, apresenta-se a empresa foco do estudo de caso, abrangendo o seu histórico, a sua estrutura organizacional, seu mercado e produtos, além do processo produtivo no qual consiste o ambiente em avaliação. Os dados foram levantados através de entrevistas semi-estruturadas com os gestores da empresa. Participaram deste processo representante da Direção, da área Industrial, de Operações e Novos Negócios. Acessos a documentos internos da empresa e observações diretas complementaram as fontes de consulta.

Após isso, descreve-se a aplicação do método proposto.

4.1 VISÃO GERAL: CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Em se tratando do foco de estudo do presente trabalho, foi definida a DATACOM como a empresa de manufatura eletrônica pesquisada. Além de atender os critérios pré-definidos para escolha da empresa objeto de estudo, esta empresa, que é líder de mercado nacional em seu segmento, permitiu facilidade de acesso ao estabelecimento e agilidade na aquisição dos dados. A familiaridade do pesquisador com o campo de pesquisa contribuiu para a decisão de escolha desta unidade de estudo.

A seguir a apresentação mais detalhada da empresa pesquisada.

A DATACOM, nome fantasia da empresa Teracom Telemática Ltda, pertence à indústria eletrônica desenvolvendo produtos e soluções para o mercado de telecomunicações. Fundada em 1988, tinha o objetivo de viabilizar uma empresa de eletrônica com desenvolvimento tecnológico nacional.

Inicialmente suas atividades contemplavam as etapas de desenvolvimento e comercialização dos produtos, sendo a fabricação terceirizada. A partir de 2004, seguindo com a filosofia de lançamento de produtos de alto desempenho, excelente relação custo/benefício e buscando consolidar seu posicionamento no mercado com mais flexibilidade e agilidade nos negócios, a empresa absorveu a atividade fabril assumindo toda a montagem das placas e equipamentos eletrônicos desenvolvidos internamente.

Atualmente, a DATACOM está sediada em Porto Alegre, na Avenida França, 735, bairro Navegantes e possui aproximadamente 500 funcionários. A Figura 13 mostra o organograma da empresa.

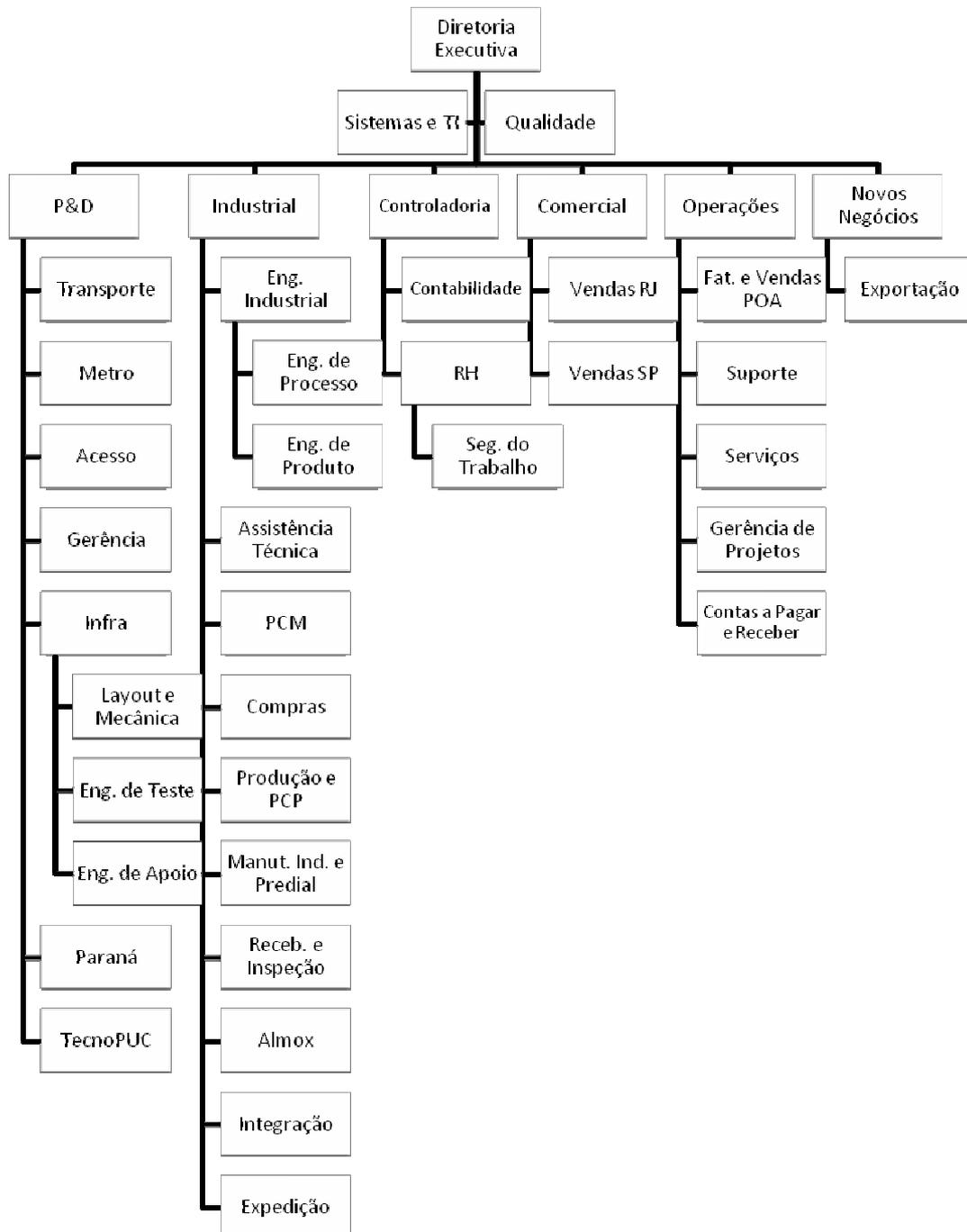


Figura 13 – Organograma da DATACOM

Fonte: Documentação interna

Com foco no desenvolvimento de novos produtos com tecnologia agregada, 40% do quadro funcional é composto por engenheiros trabalhando na área de P&D (Pesquisa e

Desenvolvimento), outros 40% atuam na área Industrial e o restante dos colaboradores está distribuído pelas áreas Comercial, Financeira, Administrativa, entre outras.

A Figura 14 e a Figura 15 (com dados até outubro de 2010) ilustram o significativo crescimento da DATACOM ao longo do tempo. O domínio de tecnologias, de desenvolvimento e industrial, mais o forte investimento em pesquisas e inovação, diferenciam a empresa de seus concorrentes nacionais e a aproxima dos líderes no mercado mundial de equipamentos para telecomunicações. A empresa disputa um mercado altamente competitivo formado por um seletivo grupo de *players* globais.

Com o intuito de acompanhar o crescimento da empresa, está em andamento o projeto de construção de uma nova sede em Eldorado do Sul. A nova estrutura, com previsão de conclusão em 2011, tem 5000 m² de área fabril, ou seja, cinco vezes maior que a área atual, além de mais um prédio para as áreas de P&D, Operações, Administrativo e apoio.

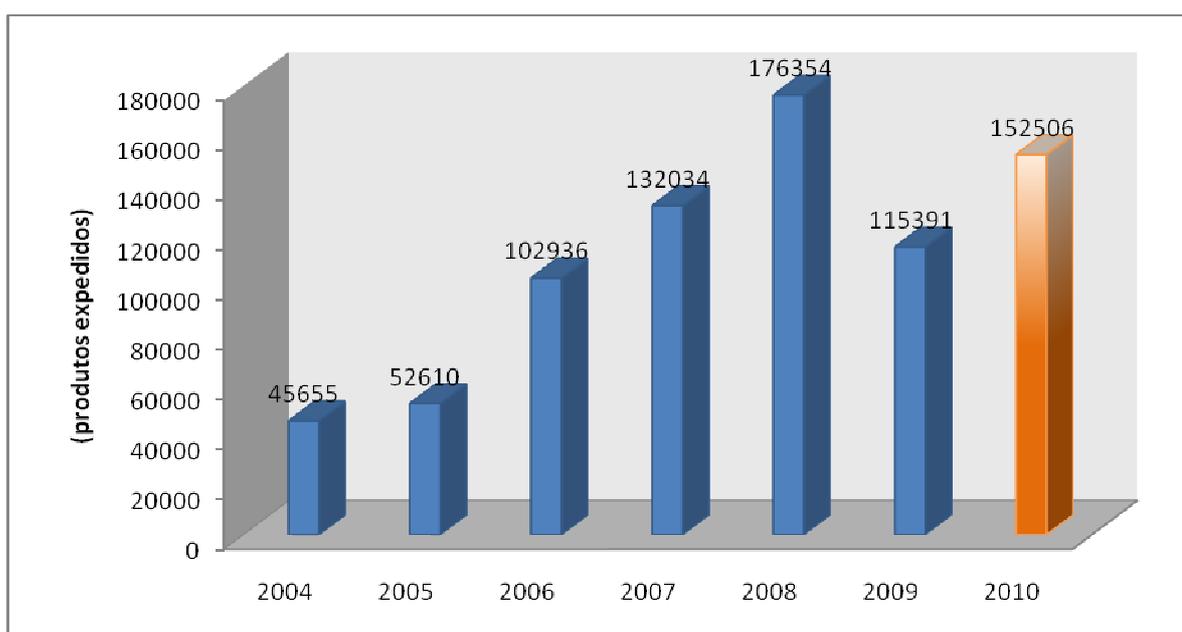


Figura 14 - Volume de produtos expedidos na DATACOM (até outubro de 2010)

Fonte: Documentação interna

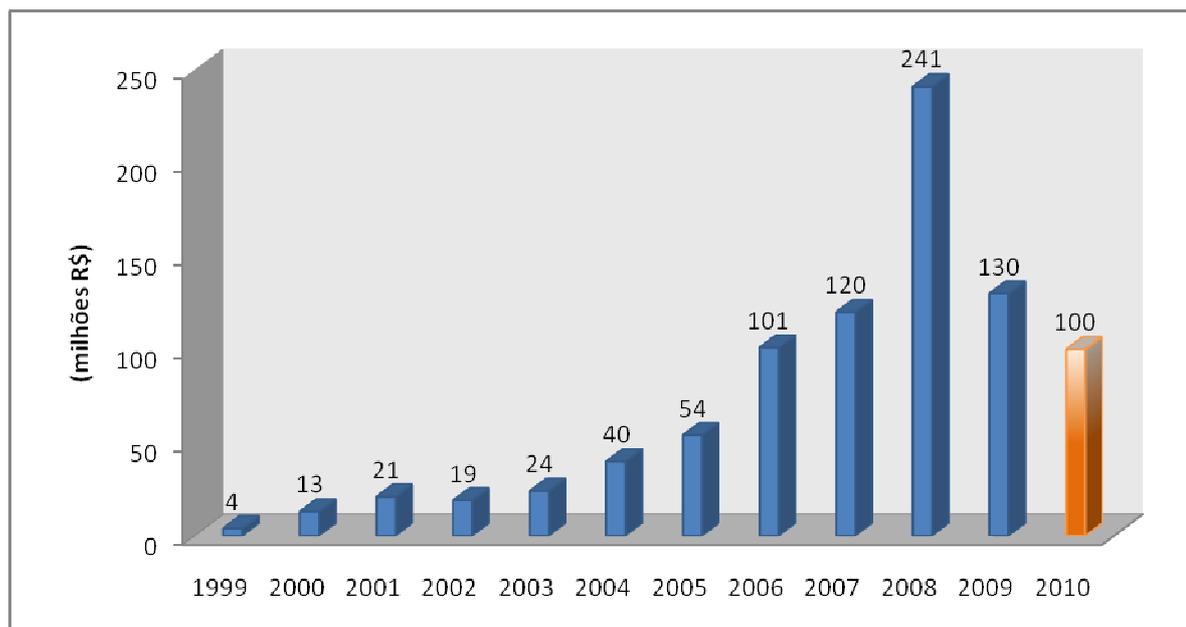


Figura 15 - Faturamento anual da DATACOM (até outubro de 2010)

Fonte: Documentação interna

4.2 MERCADO E PRODUTOS

Os produtos desenvolvidos por equipe própria, objetivando equipamentos de alto desempenho e preços competitivos, visam eficiência e produtividade aos sistemas de transmissão de voz, dados e imagem, de modo a se adaptar às mais diversas aplicações. A empresa atua em relações B2B (*Business-to-Business*) e caracteriza-se por trabalhar em um ambiente HMLV (*High-Mix, Low-Volume*), ou seja, grande variedade de produtos fabricados em pequenas quantidades. Esta tendência pode estar influenciada, principalmente, pela demanda volátil e o curto ciclo de vida dos produtos.

No Quadro 4, têm-se as principais características de uma produção HMLV, sendo coerente com o ambiente da empresa estudada.

Características HMLV	
Produto	Customizado
Volume de Produção	Baixo
Variedade e Complexidade dos Produtos	Alta
Demanda	Imprevisível
Capacidade	Difícil Planejamento
Lead Time de Produção	Muito Importante
Competências-Chave	Todo o Processo
Incertezas da Operação	Alta

Quadro 4 - Características de produção HMLV

Fonte: Adaptado de Samadhi e Hoang, 1995

Além de atuar no mercado interno, principalmente junto as grandes prestadoras de serviços de telecomunicações nacionais, a DATACOM já oficializou negócios em mais de 30 países pelo mundo. Com aproximadamente 300 produtos ativos, os mesmos estão divididos nas seguintes famílias:

- a) Multiplexadores SDH;
- b) Metro Ethernet Switches;
- c) Multiplexadores Óticos PDH;
- d) Multiplexador IP;
- e) Modens;
- f) Conversores;
- g) Gabinetes;
- h) Equipamentos para Testes;
- i) Gerência de Rede;
- j) Acessórios.

4.3 PROCESSO PRODUTIVO SMT

A pesquisa foi realizada na linha de produção SMT (*Surface Mount Technology*) da DATACOM. Uma etapa do processo produtivo que é caracterizada pelo uso da tecnologia de inserção automática de componentes SMD (*Surface Mount Device*) na superfície de Placas de Circuito Impresso (PCI ou PCB – *Printed Circuit Board*).

A PCI é uma placa de suporte não condutor que contém trilhas formadas por finas lâminas de material condutor (RABAK; SICHMAN, 2001). Estas trilhas podem ser distribuídas tanto na superfície como em camadas internas da placa. Tem a finalidade de suportar a montagem de uma variedade de diferentes componentes eletrônicos, segundo a definição de seu projeto, e permitir o contato elétrico entre eles. SMD são componentes eletrônicos que não exigem furação na PCI para sua fixação, ou seja, possibilitam a montagem dos mesmos na superfície da placa (SUAREZ et al., 1996). Devido à sua característica de miniaturização permite a produção de equipamentos cada vez menores e com alta densidade de componentes (BORGES, 2009).

A Figura 16 ilustra um exemplo de componente SMD.



Figura 16 - Exemplo de componente SMD

Fonte: Adaptado de Borges, 2009

Assim, SMT representa a tecnologia de montagem de componentes eletrônicos (no caso, SMD) na superfície de uma PCI (Figura 17). O desenvolvimento desta tecnologia, a partir da década de 1960, facilitou o aumento do nível de automação dos processos de manufatura na indústria eletrônica. Na década de 1980, a tecnologia tornou-se amplamente utilizada no mundo com intensa aplicação no setor de telecomunicações e de computadores, por exemplo, consolidando os objetivos originais de diminuição de custo, tamanho, volume e aumento da confiabilidade dos produtos eletrônicos (PRASAD, 1997; MANKO, 1995).

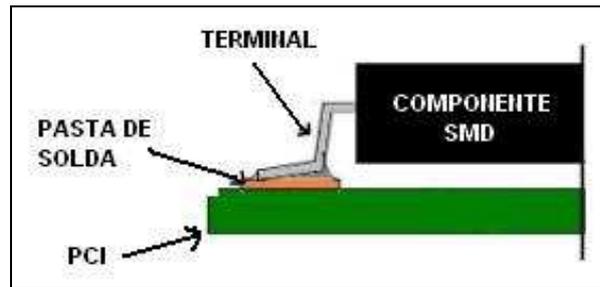


Figura 17 - Processo de ancoragem do componente SMD na PCI

Fonte: Adaptado de Borges, 2009

A Figura 18 ilustra o diagrama de blocos de uma alternativa de configuração de processo de montagem SMT. Existem várias opções de *layout* para organização das máquinas, como exemplo o ambiente de estudo de Ho e Ji (2005) ou de Borges (2009). Porém o diagrama a seguir reproduz o seqüenciamento utilizado na empresa objeto de estudo deste trabalho.



Figura 18 - Diagrama de blocos da linha SMT estudada

Fonte: Autor

Neste processo SMT, após a PCI ser inserida no sistema produtivo é executado a deposição de pasta de solda na mesma. A pasta de solda após término da etapa de soldagem tem a finalidade de fixar mecanicamente o componente na PCI e permitir o contato elétrico entre ambos. Na seqüência, são montados os componentes SMD na PCI. Esta etapa é executada por máquinas conhecidas como insersoras automáticas ou por *pick-and-place*. Com os componentes montados e a pasta de solda aplicada na PCI, o próximo estágio é a passagem pelo forno de refusão. Neste momento a ancoragem do componente SMD na PCI é concluída. A última etapa do processo é o recolhimento do produto montado.

Segue o desenho representativo da linha de produção SMT da DATACOM (Figura 19).

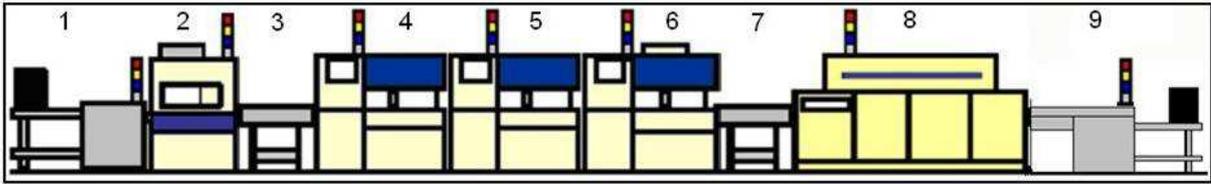


Figura 19 - Linha de produção SMT da DATACOM

Fonte: Autor

As máquinas são dotadas de sistemas automatizados, sendo coerente com o ambiente de pesquisa proposto. Segue a descrição dos equipamentos que compõem a linha de produção SMT da DATACOM e os conceitos de Automação aplicados em cada estágio:

- 1) *Loader* - responsável por alimentar a linha de produção com Placas de Circuito Impresso (PCI). Pode ser abastecido, pelo operador, com quatro *racks* (suporte para PCI) compostos com 50 PCIs cada. Possui comando automático para alimentação da próxima máquina (com autonomia igual ao número de PCIs abastecidas nos *racks*). A máquina está equipada com sistema de controle de posicionamento de PCIs. Também com um *andon*, que sinaliza a situação do equipamento informando os estados de operação ou anormalidades para os responsáveis pelo processo;
- 2) *Screen Printer* – responsável por depositar pasta de solda sobre as áreas de soldagem dos componentes na PCI. Possui comando automático para alimentação da próxima máquina com execução da operação principal, assim como solicita abastecimento para a máquina anterior. Está equipada com leituras automáticas de posicionamento para garantir a aplicação da pasta de solda de forma correta, sensores de monitoramento de presença e contagem de produtos, e com programação de limite de quantidade. Possui inspeção de presença e forma da aplicação da pasta, conforme padrão de qualidade programado, e limpeza automática da área de aplicação em intervalos regulares. Dotada de isolamento das partes móveis para o operador, travamento das portas quando em operação e sensores de abertura de portas com bloqueio automático de execução da operação do equipamento. Possui, também, recurso de controle automático de luzes internas e controle automático de acionamento do transportador via reconhecimento de presença ou não da PCI. A intervenção do operador é necessária para o *start* do processo, completar o depósito de pasta de solda (em intervalos regulares) ou atender a anormalidades sinalizadas via *andon*;

- 3) *Conveyor* – responsável por transportar as placas entre as máquinas automaticamente;
- 4) *Pick-and-Place Chip Shooter* – responsável por inserir os componentes eletrônicos menores, na PCI, em alta velocidade. Possui comando automático para alimentação da próxima máquina com execução da operação principal, assim como solicita abastecimento para a máquina anterior. Está equipada com leituras automáticas de posicionamento da PCI, verificação de presença, conformidade de forma e posicionamento dos componentes antes da inserção e função de autocalibração, para garantir a montagem correta dos componentes. Possui controladores para contagem de produtos, com programação de limite de quantidade, e segregação física dos componentes não-conformes com controle da taxa excessiva de erros durante a operação. Contemplam isolamento das partes móveis para o operador, sensores de presença e abertura de portas com bloqueio automático de execução da operação do equipamento. Também, recurso de controle automático de luzes internas. A intervenção do operador é necessária para o *start* do processo, realimentação de componentes ou atender anormalidades sinalizadas via *andon*;
- 5) *Pick-and-Place Chip Shooter* – responsável por inserir os componentes eletrônicos menores, na PCI, em alta velocidade. Possui os mesmos recursos da máquina anterior;
- 6) *Pick-and-Place Multi-Function* – responsável por inserir os componentes eletrônicos maiores, na PCI, com alta precisão. Possui os mesmos recursos das *pick-and-place chip shooter*;
- 7) *Conveyor* – responsável por transportar as placas entre as máquinas automaticamente;
- 8) *Reflow Oven* – responsável pela refusão da pasta de solda e conseqüente fixação dos componentes eletrônicos na PCI. Controles de temperaturas nas zonas internas de aquecimento e resfriamento do equipamento. Monitoramento da posição da PCI ao longo do forno, contador de PCI e controle de velocidade do transportador. A intervenção do operador é necessária para o *start* do processo ou atender anormalidades sinalizadas via *andon*;

9) *Unloader* – responsável por recolher da linha de produção as Placas de Circuito Impresso. Pode receber da linha até três *racks* completos de PCIs, após isso, o operador deve descarregar a máquina para liberar novas posições. Possui comando automático para recebimento e operação (com autonomia igual ao número de posições disponíveis nos *racks*). Também possui *andon* que sinaliza a situação do equipamento, informando os estados de operação ou anormalidades para os responsáveis pelo processo.

Na linha de produção, dois funcionários dedicam-se à operação, sob a chefia de um líder. Dentro da equipe, o líder, com formação técnica, coordena as atividades dos operadores e atua diretamente no controle de qualidade do processo produtivo. Alto *mix* de produtos e baixo volume de produção é característica predominante na empresa estudada. Assim, trabalha dentro de constantes alterações no ritmo e tipo de atividade, exigindo dinamismo por parte de toda a equipe para o atendimento das metas da empresa.

4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Tendo como objetivo a avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia, o método proposto sugere o desdobramento do tema em questão tendo como partida os construtos que representam a aplicação da Autonomia nos processos produtivos. O desenvolvimento inicial do método, representado em uma forma arborescente (Figura 20), tem os construtos definidos a partir do referencial teórico já discutido.

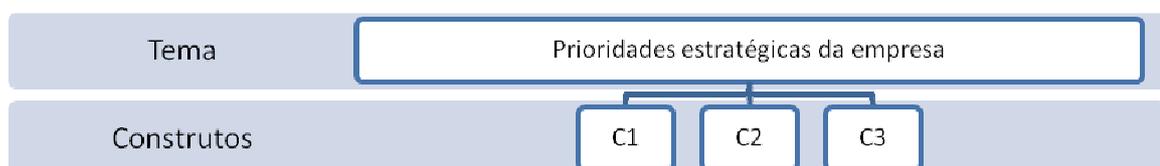


Figura 20 – Desenvolvimento inicial do método

Fonte: Autor

Os construtos C1, C2 e C3 são respectivamente os critérios competitivos: qualidade, custo e flexibilidade. Os demais critérios de competitividade foram considerados menos importantes na sua relação com a Automação e foram excluídos da estrutura arborescente.

O próximo passo consiste na investigação dos fatores relevantes da aplicação dos conceitos da Automação no processo produtivo da empresa foco do estudo. Neste momento, o método valeu-se do grupo focado, conduzido segundo as indicações de Ribeiro e Neumann (2009), Gil (2008), Costa (2008), Oliveira e Freitas (1998).

4.4.1 Resultados do Grupo Focado

O grupo focado foi formado por cinco decisores com experiência e domínio no processo produtivo SMT da DATACOM. Os especialistas representam o grupo de estrategistas da área Industrial da empresa para assuntos relativos ao processo em questão. O grupo foi composto por dois Engenheiros e um Técnico da Engenharia de Processo, mais dois Técnicos de Manufatura do setor Produção.

As reuniões, em um total de duas, foram realizadas na própria empresa. Cada reunião durou aproximadamente duas horas, conforme programação proposta para os componentes do grupo. O desenvolvimento do trabalho foi realizado em local adequado, isento de interrupções, permitindo a concentração e dedicação de todos nos objetivos dos encontros.

Antes da primeira reunião, todos os envolvidos receberam a pauta dos encontros. O pesquisador foi o moderador do grupo e inicialmente apresentou os objetivos, a proposta de trabalho e detalhamento das atividades a serem executadas. Os participantes mostraram-se cooperativos com a oportunidade do trabalho. As respostas e opiniões dos componentes em alguns casos geraram divergências, e foram tratadas como pontos de alavancagem para melhores resultados das discussões. Julga-se que todas as participações tenham sido honestas e voltadas para uma verdadeira fotografia da realidade atual da empresa.

Para nivelamento de conceitos e contextualização do tema, após as apresentações iniciais foi exposto para o grupo um material utilizado e validado pelo autor desta dissertação em uma turma de graduação do curso de Engenharia de Produção. O material foi referência para a disciplina de Sistemas Avançados de Manufatura em 2010/1 na UNISINOS, na qual o autor fez seu estágio de docência superior. O mesmo trata sobre o tema Automação – conceitos e práticas. O pesquisador, entendendo que a Automação e seus elementos não são

de total domínio público, passou o material previamente para os participantes o que contribui para agilizar esta etapa, servindo então como refinamento de conceitos. O grupo parece ter ganhado mais confiança para o tratamento do assunto após esta fase de nivelamento.

Após isso, os trabalhos foram conduzidos a partir da elaboração de um roteiro de questões:

- 1) Questão inicial – qual o entendimento do grupo sobre Autonomiação?
- 2) Questão de transição – para o grupo, são aplicáveis e pertinentes as práticas de Autonomiação na empresa em que operam?
- 3) Questão central – como o grupo descreve as características ou práticas, na linha de montagem SMT da empresa, que atuam dentro dos conceitos de Autonomiação?
- 4) Questão de resumo – quais são os fatores relevantes identificados pelo grupo, segundo a aplicação dos conceitos de Autonomiação na linha de montagem SMT, que contribuem para os objetivos estratégicos da empresa?
- 5) Questão final – qual a representatividade de cada fator?

A questão inicial investigou o conceito de Autonomiação e serviu como complemento para a etapa de nivelamento. As expressões mais observadas foram: otimização de processos; redução de perdas; autonomia para os operadores; tratar erros; detectar causas, não defeitos; parar a linha; solução de problemas; resposta rápida; mais motivação; melhoria do processo; e cultura voltada para qualidade.

A segunda questão investigou a visão do grupo sobre a possibilidade de aplicação e pertinência da Autonomiação na DATACOM. O grupo reconheceu o potencial da Autonomiação sobre o processo produtivo, em especial, no SMT. Foi colocado pelos participantes que nem todas as iniciativas voltadas para a Autonomiação, conforme material introdutório de nivelamento, poderiam ser implementadas na empresa. Esta colocação levou em consideração a realidade do produto e processo da empresa, mais a postura de gestão e cultura da DATACOM. Porém, os grandes fundamentos da Autonomiação podem ser explorados, segundo o grupo. Para sustentação desta resposta, argumentou-se a potencialidade de melhora na rentabilidade, eficácia da produção, aumento na qualidade final do produto e diminuição de estoques.

Atingido o alinhamento do raciocínio do grupo com o desenvolvimento do trabalho, obtido pela inserção do tema Autonomiação no contexto da empresa, partiu-se para a questão central. Neste ponto da investigação o grupo descreveu as características ou práticas de

Automação aplicadas na linha de montagem SMT da DATACOM. Passando por todas as máquinas que compõem a linha em análise (*loader, screen printer, conveyor, pick-and-place, reflow oven* e *unloader*) surgiram alguns pontos, como: alimentação automática de PCIs; *andon*; paradas em casos de anormalidades; programação e contagem de produtos; avaliação de conformidade de montagem; verificação de presença e posicionamento da PCI; controles de energia e sensores de proteção contra acidentes.

Com a abordagem feita pelas três primeiras questões encaminhou-se o grupo para as duas questões seguintes, que tiveram o propósito de construir a estrutura representativa da aplicação da Automação alinhada aos critérios competitivos (Figura 21). É importante chegar à definição de uma estrutura arborescente onde os fatores atuam de forma independente sobre o conjunto; assim, almejam-se julgamentos com baixa inconsistência.

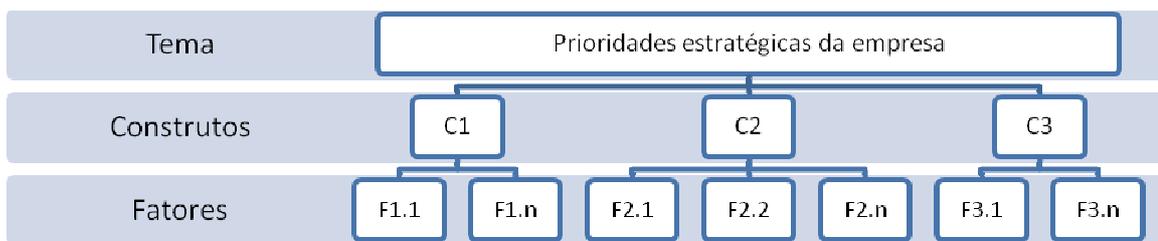


Figura 21 – Estrutura representativa dos critérios competitivos alinhados à Automação

Fonte: Autor

Após os questionamentos de resumo e final, resultaram quatorze fatores identificados pelos decisores que representam as práticas de Automação no contexto da DATACOM. Também foram agrupados os fatores levando-se em consideração a relação com seu construto mais representativo. Para esta etapa final, julgou-se necessário discutir previamente os conceitos sobre critérios competitivos, sob o ponto de vista da Engenharia de Produção. O objetivo desta iniciativa foi minimizar o grau de incerteza dos componentes do grupo quanto às definições de cada construto, ou seja, o que significa para a empresa optar pelos critérios competitivos qualidade, custo e flexibilidade. A Figura 22 mostra a configuração final dos construtos e fatores, segundo o julgamento do grupo.

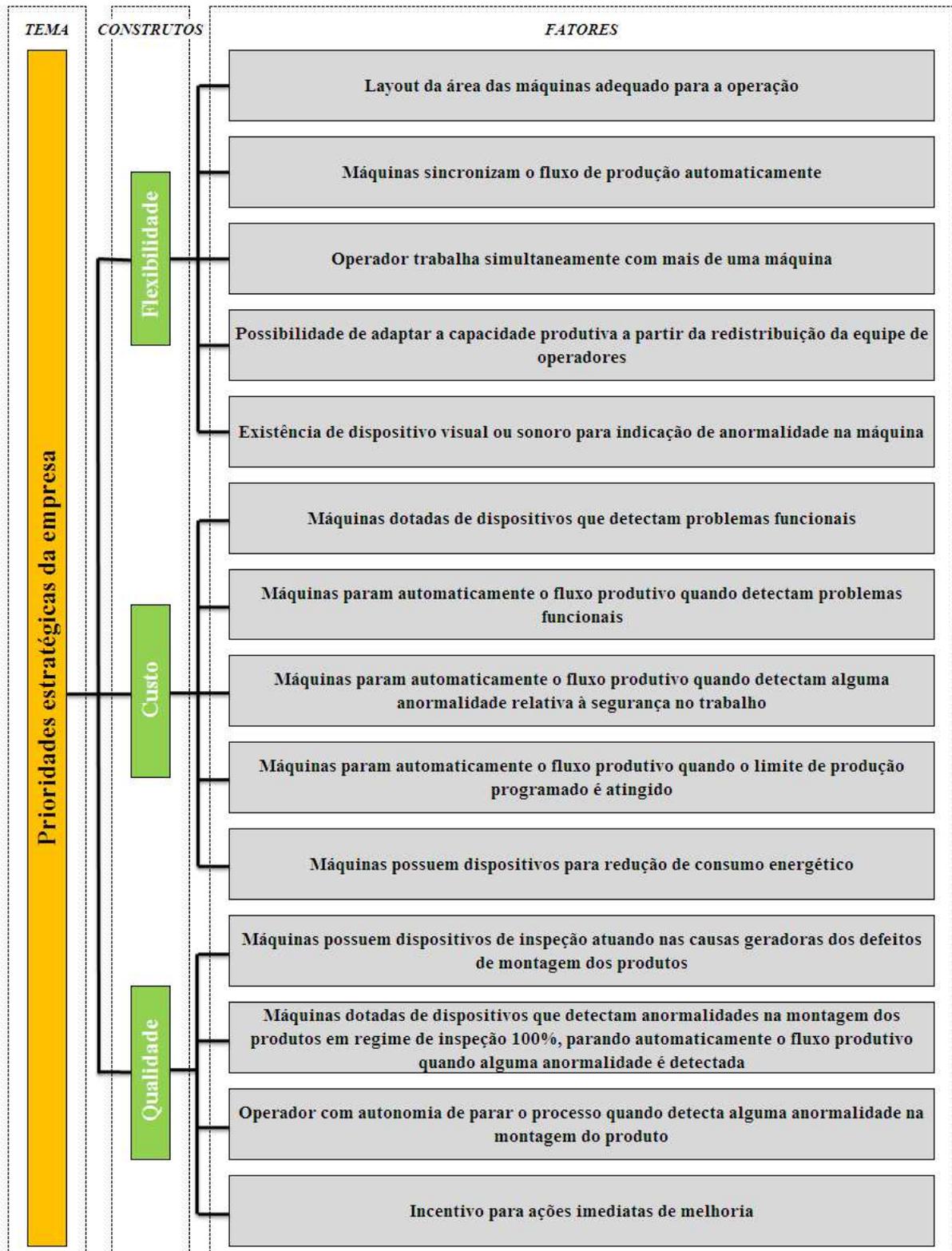


Figura 22 – Estrutura dos critérios competitivos alinhados à Automação na empresa

Fonte: Autor

4.4.2 Resultados da Aplicação do AHP

Nesta etapa do método ponderaram-se, com a aplicação do AHP, os construtos e os fatores distribuídos hierarquicamente (Figura 23).

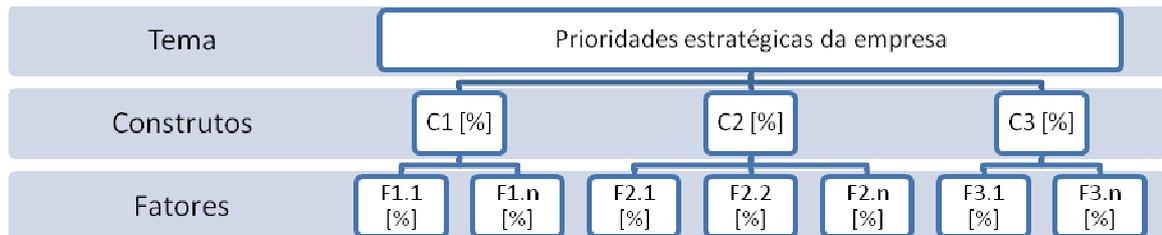


Figura 23 – Etapa de ponderação dos níveis da estrutura arborescente

Fonte: Autor

Com auxílio de uma planilha eletrônica que simula o método de cálculo apresentado em Saaty (1991), calcularam-se os coeficientes e a razão de consistência (*RC*), segundo os julgamentos dos estrategistas da empresa. Recomendou-se ao grupo que os julgamentos atendessem a um nível de consistência similar ao critério apresentado por Saaty (1991), ou seja, aceitável com valor igual ou menor do que 0,10. Foi possível aos decisores reavaliarem seus julgamentos caso a *RC* apontasse inconsistência. A escala de julgamento utilizada seguiu as orientações da Tabela 5.

O primeiro julgamento do grupo, por comparação pareada, foi dos construtos. Assim, os critérios em julgamento foram: qualidade; custo e flexibilidade. Para a construção da matriz de comparação recomendou-se, e o grupo atendeu, que listassem em ordem decrescente de relevância, no contexto da empresa, os critérios de julgamento e esta ordem fosse mantida na representação da matriz. O objetivo foi elevar o grau de consciência dos participantes quanto à classificação das comparações durante os julgamentos. A estrutura de preferência dos construtos, os coeficientes e a *RC*, segundo os decisores, são apresentados na Tabela 8.

A pergunta que gerou a comparação foi a seguinte:

- Para a definição da estratégia de produção da empresa, o quanto o critério competitivo “A” é mais importante que o critério competitivo “B”, segundo as exigências do mercado?

Tabela 8 – Matriz de comparação dos construtos

	Flexibilidade	Custo	Qualidade	Coefficiente	RC
Flexibilidade	1	5	8	74,18 %	0,04
Custo	1/5	1	3	18,30 %	
Qualidade	1/8	1/3	1	7,52 %	

Fonte: Autor

O construto flexibilidade foi considerado pelo grupo como o mais relevante dos três em julgamento. Os principais motivos para este julgamento foram:

- O ambiente onde a empresa está inserida caracteriza-se pela grande variedade de produtos fabricados em pequenas quantidades;
- Os produtos, em geral, possuem alto grau de customização, inovação e demanda imprevisível;
- Espera-se da manufatura a agilidade para reagir a mudanças, sendo capaz de se adaptar a variações de necessidades dos clientes, do processo ou até mesmo de recursos.

A habilidade de alterar prazos e quantidades de entrega, lidar com ampla variedade de produtos dentro de um cenário de inovações conduzem a empresa a priorizar, para a operação, o objetivo de desempenho em flexibilidade. Custo e qualidade foram avaliados como menos importantes, principalmente porque estes temas estratégicos já foram endereçados na empresa por estratégias anteriores de produção e agora já representam menor potencial de acréscimo de competitividade, pois o mercado não exige mais do que a empresa já oferece.

Para a segunda camada da arborescência, procedeu-se de forma semelhante. Porém, a pergunta que gerou a comparação foi a seguinte:

- Para o melhor desempenho do construto “A”, o quanto o fator “X” é mais importante que o fator “Y”?

Os fatores relacionados com o construto qualidade são: (I) máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos; (II) máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidade na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada; (III) operador com autonomia de parar o processo quando detectada alguma anormalidade na montagem do produto e (IV) incentivo para ações imediatas de melhorias. A estrutura de preferência dos fatores, os coeficientes e a *RC*, segundo os decisores, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Matriz de comparação dos fatores qualidade

	I	II	III	IV	Coeficiente	RC
I	1	3	4	4 ½	52,91 %	0,06
II	1/3	1	2 ½	3	24,57 %	
III	1/4	2/5	1	3	14,69 %	
IV	2/9	1/3	1/3	1	7,84 %	

Fonte: Autor

Quanto aos fatores relacionados com o construto custo, tem-se: (I) máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais; (II) máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais; (III) máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho; (IV) máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido; e (V) máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético. A estrutura de preferência dos fatores, os coeficientes e a *RC*, segundo avaliação do grupo, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Matriz de comparação dos fatores custo

	I	II	III	IV	V	Coeficiente	RC
I	1	1	3	6	8	35,61 %	0,07
II	1	1	3	6	8	35,61 %	
III	1/3	1/3	1	7	8	20,16 %	
IV	1/6	1/6	1/7	1	3	5,54 %	
V	1/8	1/8	1/8	1/3	1	3,07 %	

Fonte: Autor

O último julgamento por comparação pareada foi dos fatores relacionados com o construto flexibilidade: (I) *layout* da área das máquinas adequado para a operação; (II) máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente; (III) operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina; (IV) possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores e (V) existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de anormalidade na máquina. De acordo com o julgamento do grupo, a estrutura de preferência dos fatores, os coeficientes e a *RC* resultante são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Matriz de comparação dos fatores flexibilidade

	I	II	III	IV	V	Coeficiente	RC
I	1	2	4	4 ½	6	44,22 %	0,04
II	1/2	1	2	3	5 ½	25,63 %	
III	1/4	½	1	2	5	15,64 %	
IV	2/9	1/3	1/2	1	4	10,28 %	
V	1/6	1/5	1/5	1/4	1	4,23 %	

Fonte: Autor

A estrutura final dos critérios competitivos alinhados à Automação com a ponderação dos construtos e fatores, segundo o julgamento dos especialistas, é apresentada na Tabela 12. O valor da importância relativa (α_i) é resultado da multiplicação dos coeficientes dos construtos e dos fatores de cada item.

Tabela 12 – Modelo de pesquisa

Tema	Construtos	Fatores	Importância relativa (α_i)	
Prioridades estratégicas da empresa (100%)	Flexibilidade (74,18%)	I - <i>Layout</i> da área das máquinas adequado para a operação (44,22%)	32,80%	
		II - Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente (25,63%)	19,01%	
		III - Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina (15,64%)	11,60%	
		IV - Possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores (10,28%)	7,63%	
		V - Existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de anormalidade na máquina (4,23%)	3,14%	
	Custo (18,30%)	VI - Máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais (35,61%)	6,52%	
		VII - Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais (35,61%)	6,52%	
		VIII - Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho (20,16%)	3,69%	
		IX - Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido (5,54%)	1,01%	
		X - Máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético (3,07%)	0,56%	
		Qualidade (7,52%)	XI - Máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos (52,91%)	3,98%
			XII - Máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidades na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada (24,57%)	1,85%
			XIII - Operador com autonomia de parar o processo quando detecta alguma anormalidade na montagem do produto (14,69%)	1,10%
			XIV - Incentivo para ações imediatas de melhoria (7,84%)	0,59%
Total			100%	

4.4.3 Resultados da Aplicação do Questionário

Nesta fase do método, o objetivo é mensurar os construtos a partir do julgamento do estado dos fatores na empresa pesquisada (Figura 24).

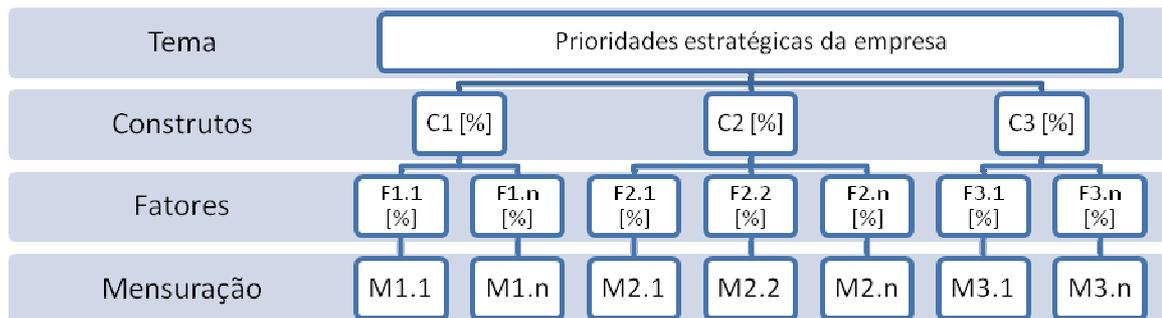


Figura 24 – Etapa de mensuração da estrutura arbórescente

Fonte: Autor

Para a mensuração, aplicou-se um questionário ao grupo de decisores da empresa. Foi utilizada a escala de Likert para tratar o conjunto de fatores como variáveis categóricas. Assumiu-se como regra a distribuição de valores numéricos conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Alternativas de respostas para as variáveis categóricas

Pontuação	Categoria
1	Péssima
2	Ruim
3	Média
4	Boa
5	Ótima

Fonte: Autor

A pergunta submetida aos respondentes foi (Apêndice A):

- Considera-se que os seguintes fatores representam as práticas de Autonomia na DATACOM. Qual o seu julgamento sobre a situação atual de aplicação na DATACOM de cada um dos fatores a seguir? (opções: péssima, ruim, média, boa ou ótima)

Apresentam-se os resultados apurados com o questionário na Tabela 15. As colunas respondentes representam os especialistas, formadas por R1, R2, R3, R4 e R5, e os valores numéricos correspondentes são as respostas atribuídas pelos mesmos para cada fator avaliado.

Com os dados resultantes do questionário, foi possível quantificar o alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia atualmente observadas na empresa pesquisada. Para clareza, repetiram-se na primeira coluna as importâncias relativas dos fatores. Para o resultado individual dos respondentes quanto ao alinhamento entre critérios competitivos e a Autonomia aplica-se o somatório das multiplicações entre a importância relativa de cada fator (α_i) e o percentual equivalente ao desempenho julgado pelo respondente para a i -ésima variável (CER_{x_i}), onde $CER_{x_i} = (R_{x_i}/5) \cdot 100$. R_x representa a particularidade do respondente, ou seja, R1, R2, R3, R4 ou R5, e o denominador com valor 5 a máxima pontuação possível. Com isso, o resultado individual do respondente R1, por exemplo, é obtido aplicando a Equação 6:

$$\text{Alinhamento para R1} = \sum_{i=1}^{14} \alpha_i \cdot CER1_i \quad (\text{Equação 6})$$

Os dados relacionados com o respondente R1 seguem na Tabela 14.

Tabela 14 – Avaliação individual do respondente R1

Fator (i)	α_i	R1_i	CER1_i	$\alpha_i \cdot CER1_i$
I	32,80%	3	60%	19,68%
II	19,01%	4	80%	15,21%
III	11,60%	3	60%	6,96%
IV	7,63%	3	60%	4,58%
V	3,14%	5	100%	3,14%
VI	6,52%	4	80%	5,21%
VII	6,52%	4	80%	5,21%
VIII	3,69%	4	80%	2,95%
IX	1,01%	5	100%	1,01%
X	0,56%	3	60%	0,34%
XI	3,98%	3	60%	2,39%
XII	1,85%	4	80%	1,48%
XIII	1,10%	4	80%	0,88%
XIV	0,59%	2	40%	0,24%

$\text{Alinhamento para R1} = \sum_{i=1}^{14} \alpha_i \cdot CER1_i$	69,28%
--	--------

Fonte: Autor

De forma semelhante calculam-se os pareceres individuais dos outros respondentes. Os valores obtidos constam na linha final da Tabela 15, correspondendo às colunas R1, R2, R3, R4 e R5.

Tabela 15 – Avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia na empresa

Variáveis e importância relativa	Respondentes					Média (\bar{C}_i)	cv
	R1	R2	R3	R4	R5		
Layout da área das máquinas adequado para a operação (32,80%)	3	4	3	3	3	3,2	0,14
Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente (19,01%)	4	5	2	4	5	4,0	0,31
Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina (11,60%)	3	3	2	4	5	3,4	0,34
Possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores (7,63%)	3	3	3	4	5	3,6	0,25
Existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de anormalidade na máquina (3,14%)	5	5	5	4	5	4,8	0,09
Máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais (6,52%)	4	4	3	4	4	3,8	0,12
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais (6,52%)	4	4	3	3	4	3,6	0,15
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho (3,69%)	4	4	2	4	4	3,6	0,25
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido (1,01%)	5	5	2	2	5	3,8	0,43
Máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético (0,56%)	3	4	4	3	4	3,6	0,15
Máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos (3,98%)	3	4	2	3	3	3,0	0,24
Máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidades na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada (1,85%)	4	4	2	3	3	3,2	0,26
Operador com autonomia de parar o processo quando detecta alguma anormalidade na montagem do produto (1,10%)	4	5	3	4	2	3,6	0,32
Incentivo para ações imediatas de melhoria (0,59%)	2	3	3	3	2	2,6	0,21
Alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia [%]	69,28	80,89	53,14	70,33	80,07	70,74	0,16

Fonte: Autor

A partir do conjunto das avaliações dos especialistas da empresa para cada fator calcula-se a média do desempenho da i -ésima variável (μ_i). Assim como, o coeficiente de variação (cv), dado pela divisão entre o desvio-padrão e a média dos julgamentos de cada variável (Equação 7).

$$cv = \sigma_i / \mu_i \text{ (Equação 7)}$$

Com a Equação 8, calcula-se o percentual equivalente do desempenho da i -ésima variável (C_i). O denominador com valor 5 representa a máxima pontuação possível.

$$C_i = (\mu_i / 5) \cdot 100 \text{ (Equação 8)}$$

A Figura 25 apresenta graficamente os valores resultantes da Tabela 15 para as médias das avaliações de cada fator (μ_i).

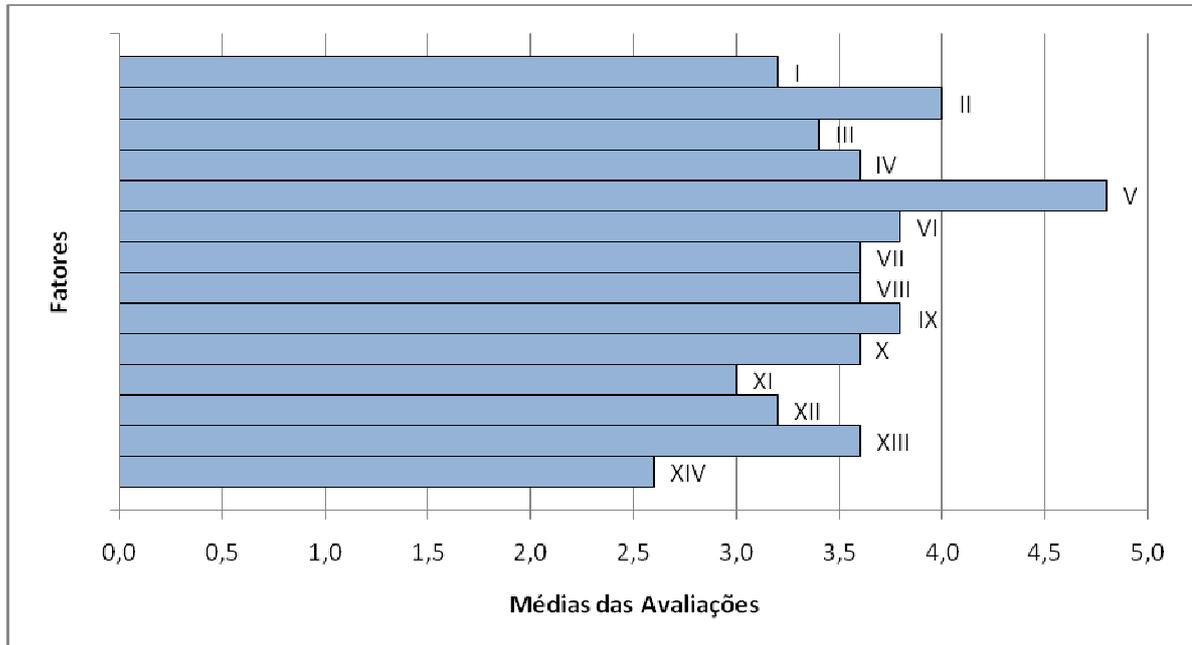


Figura 25 – Médias das avaliações de cada fator

Fonte: Autor

A Figura 26 ilustra os valores de cada coeficiente de variação (cv) calculado a partir do julgamento dos especialistas para cada fator. Os valores absolutos constam na Tabela 15.

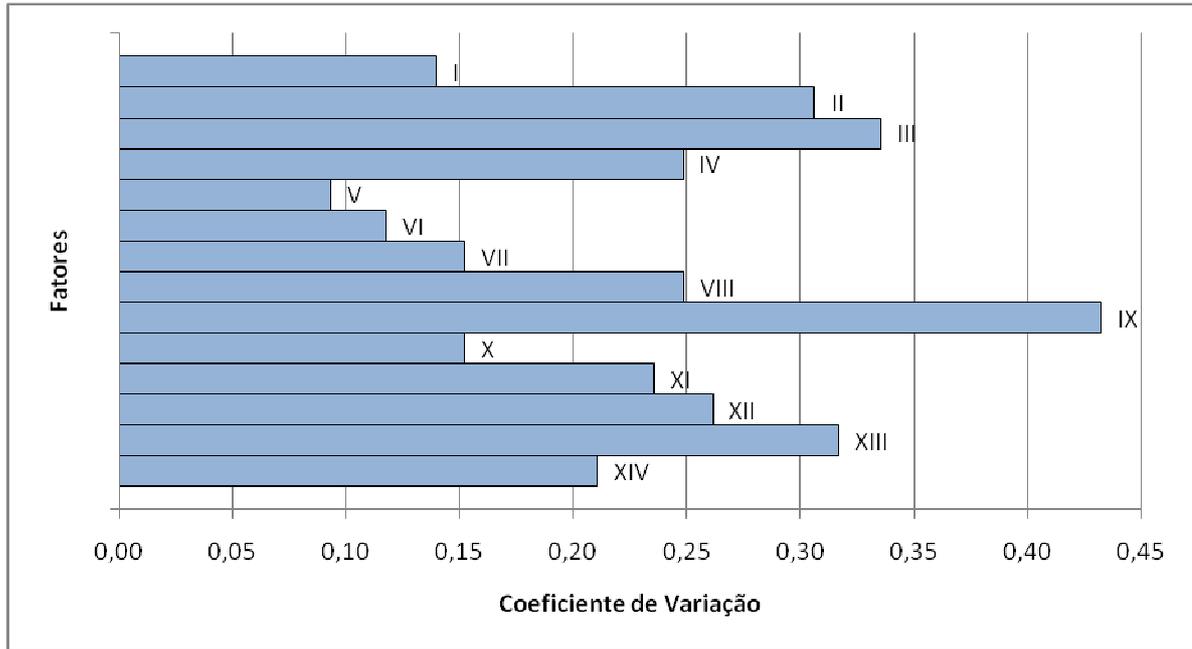


Figura 26 – Coeficiente de variação calculado por fator

Fonte: Autor

Os resultados encontrados relativo ao desempenho da i -ésima variável (C_i) são vistos na Figura 27. Na Tabela 16 apresentam-se os valores individuais por fatores.

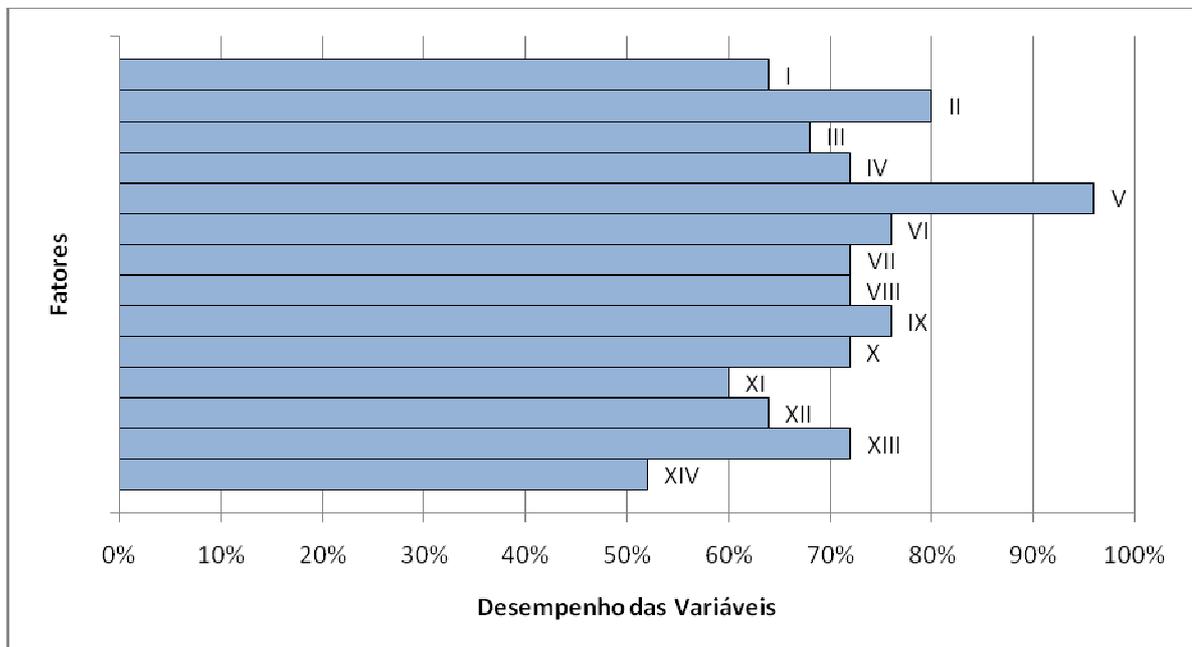


Figura 27 – Desempenho dos fatores

Fonte: Autor

A Equação 9 permite calcular o alinhamento entre os critérios competitivos e a Autonomia por construto. Assim, dando condições de visualização do desempenho atual segundo o agrupamento dos fatores classificados por cada critério competitivo.

$$\text{Alinhamento do construto } y = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma \alpha_i \cdot \gamma C_i}{\gamma P} \text{ (Equação 9)}$$

onde:

γP – coeficiente de ponderação do construto em avaliação;

$\gamma \alpha_i$ – importância relativa de cada fator do construto em avaliação;

γC_i – desempenho da i -ésima variável do construto em avaliação;

n – número de fatores do construto.

Os valores encontrados para o alinhamento por construto estão na Tabela 16. Esta avaliação é representada pela Figura 28.

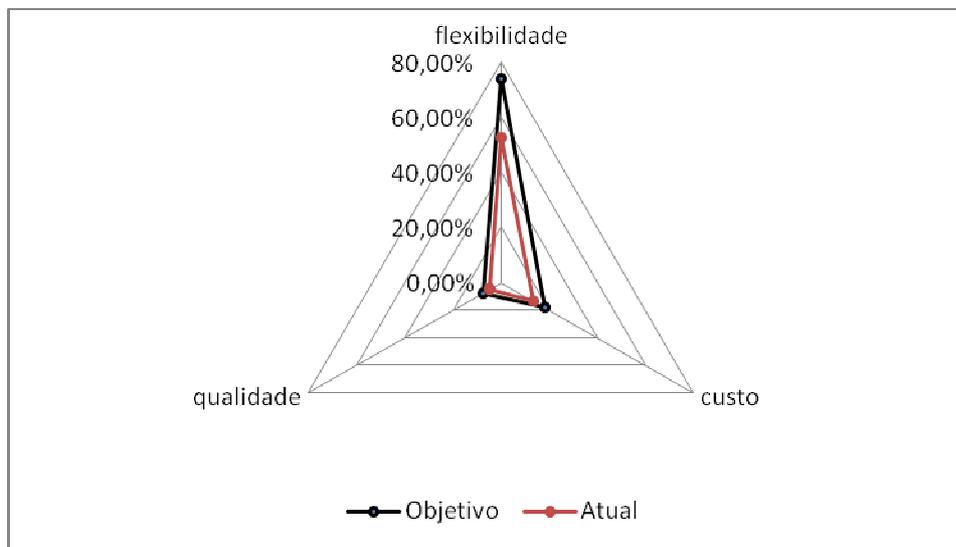


Figura 28 – Avaliação dos construtos

Fonte: Autor

Com o somatório das multiplicações da importância relativa de cada fator (α_i) com o desempenho da i -ésima variável (C_i) (Equação 5), obtém-se o resultado do valor global das avaliações para o alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia. Na última linha da Tabela 16, apresenta-se o valor numérico encontrado no caso pesquisado.

Tabela 16 - Resultados consolidados da aplicação do método

Construtos (Critérios Competitivos)	Aplicação da Autonomia	Coeficientes de Ponderação dos Construtos (P)	Pesos das Práticas de Autonomia [%]	Importância Relativa (α_i) [%]	Desempenho da Autonomia (β_i) [%]	Mensurações	
						Atual (β_i) [%]	Alinhamento por Construto
FLEXIBILIDADE	I		44,22	32,80	64	20,99	
	II		25,63	19,01	80	15,21	
	III	74,18%	15,64	11,60	68	7,89	70,90%
	IV		10,28	7,63	72	5,49	
	V		4,23	3,14	96	3,01	
CUSTO	VI		35,61	6,52	76	4,95	
	VII		35,61	6,52	72	4,69	
	VIII	18,30%	20,16	3,69	72	2,66	73,64%
	IX		5,54	1,01	76	0,77	
	X		3,07	0,56	72	0,40	
QUALIDADE	XI		52,91	3,98	60	2,39	
	XII	7,52%	24,57	1,85	64	1,18	62,12%
	XIII		14,69	1,10	72	0,80	
	XIV		7,84	0,59	52	0,31	
Avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia							70,74%

Fonte: Autor

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo tem-se como objetivo extrair conhecimento da aplicação do método para avaliação proposto nesta dissertação. A discussão focaliza o processo de pesquisa e os resultados. Assim, analisa-se e discute-se sob o ponto de vista da Engenharia de Produção os resultados obtidos, identificando e quantificando lacunas no processo, propondo plano de ações e implicações para melhorias na empresa estudada.

5.1 PROCESSO DE PESQUISA

A etapa qualitativa do processo de pesquisa foi conduzida pela técnica grupo focado. Investigaram-se, segundo as opiniões dos especialistas da empresa, os fatores relevantes da aplicação dos conceitos da Automação no processo produtivo SMT da empresa foco de estudo. Os fatores encontrados foram distribuídos hierarquicamente dando materialidade à estrutura pré-formatada com os construtos levantados no referencial teórico. O resultado apurado foi uma estrutura arborescente relacionando critérios competitivos e as práticas de Automação no contexto da empresa.

O grupo pareceu motivado para a pesquisa e manteve-se focado durante as sessões. O atendimento da programação das reuniões, o envio prévio do material preparatório para nivelamento de conceitos e o interesse do grupo pelo tema contribuíram para este resultado. As conclusões, segundo os participantes, refletiram o conteúdo das discussões. Considera-se que o grupo formado trouxe para as discussões vasto conhecimento sobre os objetivos da empresa e as técnicas do processo produtivo, assim como, capacidade de argumentação e articulação, mas verificou-se que os conceitos de Automação não eram difundidos entre os participantes do grupo. Para os decisores, a metodologia apresentada para construção da estrutura arborescente foi considerada amigável, porém julgaram difícil a etapa de classificação dos elementos no modelo sem a presença do moderador. Neste caso, acredita-se que a experiência e conhecimento do pesquisador sobre a integração dos temas estratégia e Automação permitiram uma síntese entre construtos e fatores, o que não ocorreria com naturalidade entre os especialistas da empresa.

Na fase quantitativa, expressou-se numericamente a avaliação do processo investigado. A partir da ponderação dos níveis da estrutura construída e do julgamento dos decisores sobre o estado atual dos fatores mencionados, foi possível avaliar conceitos intangíveis.

O método proposto exige a ponderação dos níveis da estrutura hierárquica, assim, utilizou-se o método AHP como apoio à decisão multicriterial. O grupo assimilou os procedimentos operacionais do AHP após explicação do pesquisador. Foi possível identificar durante as discussões as considerações de experiência e percepção dos participantes, que se manifestaram de forma participativa, confrontando opiniões e alcançando definições claras sobre os julgamentos do grupo. Entende-se que o perfil de tomadores de decisão dos membros do grupo tenha justificado o alcance dos objetivos do trabalho.

Com relação à aplicação do questionário, os fatores que compõem o modelo apresentado foram avaliados categoricamente e associados a um valor numérico. Os respondentes não mostraram resistência ou dificuldades e responderam em até quinze minutos o questionário. Considera-se que os debates anteriores para definição dos fatores, explorando o entendimento de cada elemento e reconhecendo-os como definição do grupo, contribuíram para o bom andamento da tarefa.

5.2 RESULTADOS OBTIDOS

Quanto aos resultados obtidos com a aplicação do método de avaliação proposto, entende-se que a estrutura do modelo alcançada mostrou-se coerente com o entendimento dos especialistas da empresa. Após a compilação dos resultados finais, estes foram apresentados aos participantes e os mesmos consideraram que os resultados da distribuição de importância, as avaliações individuais e global refletiram a percepção do grupo. Nota-se que os participantes tinham restrição quanto à distribuição de pesos aos construtos, pois estes se limitavam aos critérios competitivos encontrados na literatura. Como não foi possibilitada a avaliação de outros critérios competitivos simultaneamente, não se pode ser conclusivo quanto às escolhas do conjunto de objetivos estratégicos definidos pela empresa. Cabe salientar que neste trabalho não está em julgamento o teor dos valores numéricos obtidos, assim como não faz parte da análise as origens das escolhas estratégicas e suas conseqüências para a empresa estudada. Com isso, parte-se do pressuposto de que os resultados são legítimos

e condiz com o ambiente fabril analisado, condição necessária para testar o método proposto por esta dissertação.

Para o questionário, verificou-se a confiabilidade de coerência interna para o conjunto das variáveis através do alfa de Cronbach. Segundo Hair et al. (2006) e Malhotra (2006), os valores aceitáveis de alfa são 0,6 para estudos exploratórios e 0,7 para confirmatórios. Calculado com apoio do *software* SPSS v.18, os valores obtidos para o alfa de Cronbach (α), calculado construto a construto, são apresentados na Tabela 17. Assim, considera-se moderada a intensidade da associação das respostas para o construto flexibilidade e boa a intensidade da associação das respostas dadas para as variáveis dos construtos custo e qualidade, ou seja, os alfas são aceitáveis para um estudo inicial.

Tabela 17 – Confiabilidade do questionário

Construto	α
Flexibilidade	0,662
Custo	0,728
Qualidade	0,741

Fonte: Autor

Com relação ao coeficiente de variação no julgamento das variáveis, a maior dispersão dos dados em relação à média ficou em 0,43. Já no tratamento do conjunto dos resultados finais dos respondentes, o coeficiente de variação foi de 0,16. Isso representa o grau de diferença na percepção dos especialistas. A utilização do método contribuiu para exteriorizar estas diferenças e para potencializar a minimização das mesmas, a partir da interpretação dos dados e avaliação dos resultados encontrados.

Na Figura 29, observa-se a dispersão dos pares ordenados formados pelo coeficiente de ponderação (importância) e pelo alinhamento de cada construto. Os percentuais calculados encontram-se na Tabela 16, para facilitar a interpretação do gráfico os resultados foram tabulados de forma resumida na Tabela 18. Para discussão destes dados, sugere-se a adoção de uma variante da análise apresentada por Slack (1993) com a Matriz Importância x Desempenho, já utilizada em Sellitto (2005b). As intersecções destas regiões com os eixos ocorrem a um terço dos vértices do gráfico.

Tabela 18 – Coeficiente de ponderação (importância) e alinhamento dos construtos

Construto	Importância	Alinhamento
Flexibilidade	74,18 %	70,90 %
Custo	18,30 %	73,64 %

Qualidade

7,52 %

62,12 %

Fonte: Autor

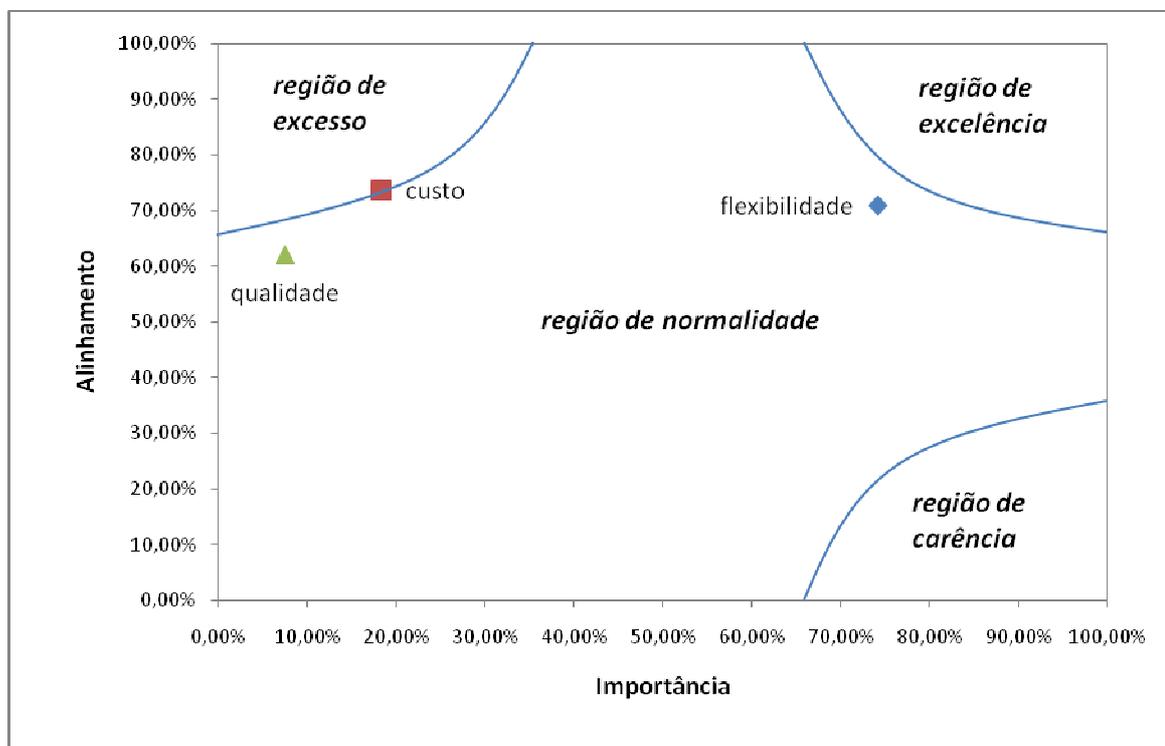


Figura 29 – Análise do alinhamento dos construtos na DATACOM

Fonte: Adaptado de Sellitto, 2005b

Consideram-se quatro regiões para análise:

- 1) Região de carência – onde o construto tem alta importância, mas baixo percentual de alinhamento com seus fatores. Pode-se comprometer a estratégia da empresa;
- 2) Região de excesso – onde o construto tem baixa importância, mas alto percentual de alinhamento. Recursos podem estar sendo desperdiçados;
- 3) Região de excelência – onde o construto tem alta importância e alto percentual de alinhamento com os fatores subjacentes. Cria-se vantagem competitiva.
- 4) Região de normalidade – onde há um equilíbrio entre a importância e o alinhamento entre o construto e os seus fatores.

Como visto na Figura 29, a flexibilidade está situada próxima a região de excelência. Segundo a avaliação do grupo, este critério competitivo entre os construtos do modelo foi classificado como o mais relevante para a manufatura estudada. Considera-se que o grau de aplicação da Automação no processo de montagem SMD está em alinhamento com o

principal objetivo escolhido. A contínua valorização dos fatores que compõem este critério competitivo deve diferenciar a empresa perante seus concorrentes, gerando vantagem competitiva.

Atualmente a empresa considera a flexibilidade da manufatura como a principal característica exigida pelo mercado, como forma de atender as necessidades de produtos cada vez mais customizados e comercializados em pacotes de venda. Neste ambiente de concorrência B2B, trabalhando com grande variedade de produtos em pequenas quantidades, tem-se como exemplo colocado pela empresa a demanda dos últimos quatro meses (julho / agosto / setembro / outubro de 2010), formada por um *mix* semanal médio de 170 produtos diferentes vendidos. A demanda volátil e o curto ciclo de vida dos produtos, ainda a variedade e complexidade dos mesmos, influenciam a escolha estratégica.

Segundo os gestores da empresa, o mercado está em expansão, recuperando-se da retração registrada em 2009. Neste momento, a agilidade da manufatura em reagir a mudanças torna-se uma forte arma competitiva. Ser capaz de se adaptar as variações tanto dos clientes como do processo ou até mesmo de recursos, é visto como fundamental para os negócios da empresa pesquisada.

Custo e qualidade estão próximos à região de excesso. Como os recursos que mantêm os fatores relacionados com estes dois construtos já estão implementados na estrutura do processo de fabricação, indica-se a manutenção das características. Podem-se classificar e tratar estes critérios competitivos como qualificadores de pedidos, conforme definições de Chase et al. (2006) e Slack et al. (2008). Ainda, esta postura tende a beneficiar a sustentação do grau de alinhamento entre o critério competitivo flexibilidade e a Autonomia. Dado a complexidade dos conceitos da Autonomia, se reconhece um nível de sobreposição entre os fatores do modelo. Assim, a conquista de melhores resultados em um construto pode estar condicionada a elevação do patamar de outro.

Conforme relatos dos gestores da empresa, custo e qualidade já foram vistos e abordados em estratégias passadas como características de destaque. A posição consolidada atualmente frente ao mercado foi conquistada a partir das ações sobre estes dois critérios competitivos. A sustentação das bases construídas para atender custo e qualidade alavancou a empresa a disputar novos mercados, potencializando o direcionamento de esforços a outras dimensões competitivas. Como exemplo, documentos internos apontam para índices de qualidade em determinadas linhas de produto na faixa de 238 ppm (4,9 sigmas), segundo medições de DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) na linha de produção SMT da empresa. Na avaliação dos gestores, hoje, o patamar histórico para estes dois critérios

competitivos atingem a qualificação necessária para a viabilidade dos negócios sob a fiscalização de órgãos reguladores. Este movimento estratégico é semelhante ao modelo acumulativo de prioridades competitivas investigado por diversos autores, como Ferdows e De Meyer (1990) com o modelo do cone de areia. Uma seqüência de desenvolvimento de um conjunto de prioridades é sugerida, onde a melhoria das precursoras auxilia, e serve de base, para melhoria das prioridades seguintes.

Para a empresa, as tomadas de decisão e estratégias assumidas são dinâmicas, onde as atitudes da manufatura devem ser reflexos das melhores ações para a continuidade e ampliação dos negócios. O fato de custo, qualidade e flexibilidade não terem importâncias distribuídas de forma proporcional não significa que um ou outro campo esteja sendo desatendido. Pelo contrário, conforme os resultados encontrados, as práticas de Autonomiação para as três dimensões competitivas possuem alto grau de alinhamento estratégico.

Nova discussão diz respeito à última etapa do método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomiação, ou seja, a identificação e quantificação de lacunas para melhorias no processo pesquisado (Figura 12). Os fatores que formam a aplicação da Autonomiação estão agrupados na Figura 30 segundo o potencial de crescimento absoluto, em pontos percentuais.

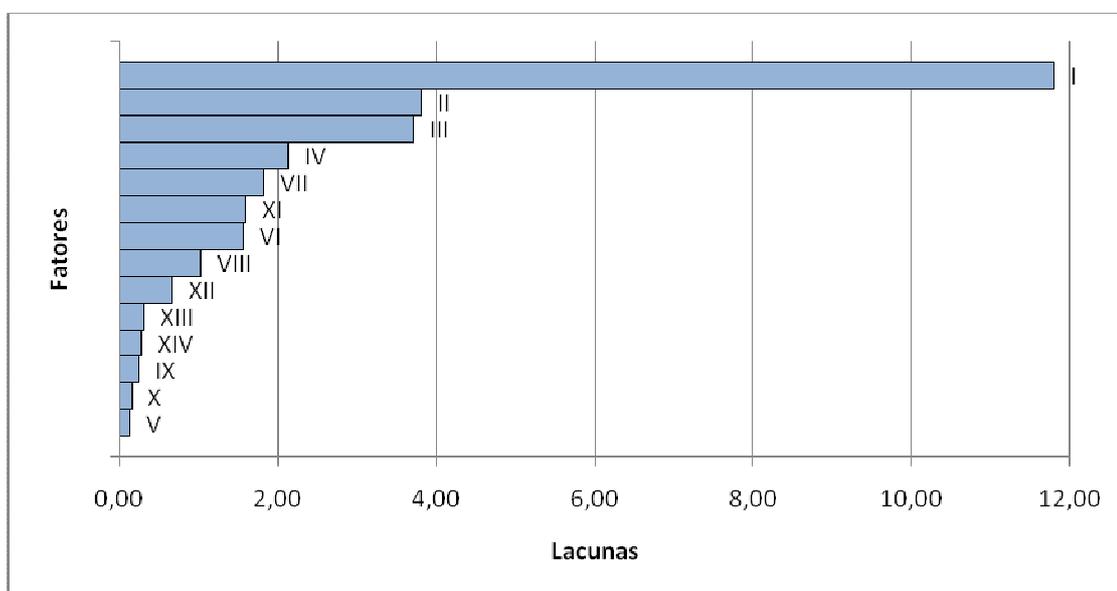


Figura 30 – Potencial de crescimento da aplicação da Autonomiação

Fonte: Autor

Na Tabela 19 têm-se os valores máximos que cada fator pode atingir, ou seja, a importância relativa dos mesmos. Também nesta tabela apresentam-se as mensurações atuais

e a diferença entre a máxima avaliação possível e a situação de cada fator, em pontos percentuais (pp). Com isso, obtêm-se a ordem de priorização dos fatores para ações de melhorias no processo.

De acordo com os especialistas, os fatores de maior potencial de crescimento são:

- 1) *Layout* da área das máquinas adequado para a operação;
- 2) Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente;
- 3) Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina.

Tabela 19 – Lacunas do grau de aplicação da Autonomia

Fatores	Mensurações				
	Máxima	Atual	Lacuna	Ordem	
<i>Layout</i> da área das máquinas adequado para a operação	I	32,80%	20,99%	11,81pp	1
Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente	II	19,01%	15,21%	3,80pp	2
Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina	III	11,60%	7,89%	3,71pp	3
Possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores	IV	7,63%	5,49%	2,14pp	4
Existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de anormalidade na máquina	V	3,14%	3,01%	0,13pp	14
Máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais	VI	6,52%	4,95%	1,56pp	7
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais	VII	6,52%	4,69%	1,82pp	5
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho	VIII	3,69%	2,66%	1,03pp	8
Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido	IX	1,01%	0,77%	0,24pp	12
Máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético	X	0,56%	0,40%	0,16pp	13
Máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos	XI	3,98%	2,39%	1,59pp	6
Máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidades na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada	XII	1,85%	1,18%	0,67pp	9
Operador com autonomia de parar o processo quando detecta alguma anormalidade na montagem do produto	XIII	1,10%	0,80%	0,31pp	10
Incentivo para ações imediatas de melhoria	XIV	0,59%	0,31%	0,28pp	11

Fonte: Autor

Pode-se constatar com estes resultados que os fatores de maior potencial de crescimento pertencem ao mesmo construto, no caso, flexibilidade. Assim como são os fatores com maior importância relativa no modelo. O atendimento integral destas três oportunidades representa 66% da lacuna total existente.

Neste caso, o investimento em melhorias nos fatores citados anteriormente, com lacunas importantes, contribuiu para o aproveitamento das práticas de Automação. Como estes fatores impactam diretamente no critério competitivo flexibilidade, e este sendo considerado no momento atual o construto ganhador de pedido, conforme definição de Chase et al. (2006) e Slack et al. (2008), avalia-se que estas ações podem gerar vantagem competitiva imediata para a empresa estudada.

5.2.1 Plano de Ações e Implicações

Dando continuidade aos propósitos desta dissertação, parte-se para a declaração de um plano de ações voltado para a melhoria do processo estudado. Orientado a partir das lacunas apresentadas anteriormente nas mensurações executadas, surgem algumas propostas para o processo de montagem SMT da empresa.

A seguir descreve-se o plano de ações e suas implicações:

- 1) O fator identificado como mais crítico foi: *layout* da área das máquinas adequado para a operação. Atualmente o espaço físico dedicado para a operação da linha de montagem SMT é desfavorável. Há limitações para as movimentações. Existe a necessidade de ampliação das áreas de acesso às máquinas. A operação dos equipamentos é prejudicada gerando perdas na dimensão flexibilidade. Isso porque, a mobilidade inadequada restringe a capacidade de adaptação da operação em responder rapidamente as mudanças de demanda ou necessidade interna. De acordo com a atual área física disponível para o processo, julga-se esgotada as possibilidades de melhorias no *layout*. Assim, avançar na conquista de melhoria neste fator implica na ampliação da área física da fábrica. Esta avaliação está coerente com a estratégia geral em andamento assumida pela empresa. Com o intuito de acompanhar o crescimento histórico e as previsões de novos negócios, uma nova sede está em construção com uma área fabril cinco

vezes maiores que a área atual. Com esta nova condição adquirida, um re-estudo sobre o *layout* poderá ser feito e aplicado no processo produtivo;

- 2) O segundo fator avaliado com maior potencial de crescimento foi: máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente. Ao longo da linha de montagem existe a operação de aplicação de pasta de solda. Após este processamento, por definição da empresa, o operador deve executar uma inspeção visual no produto como forma de ampliação do controle de qualidade da montagem. Esta atividade é totalmente dependente do operador da linha de produção e prejudica a sincronização automática do fluxo produtivo, uma característica apontada como fundamental na avaliação dos especialistas da empresa. Uma alternativa de melhoria neste fator implica o incremento de um processo automatizado para esta função (Figura 31). Existe à disposição, no mercado, um equipamento adequado para a operação. Importante que, do mesmo modo esta ação deve impactar positivamente na autonomia do operador e qualidade da produção, fortalecendo a contribuição na melhora do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação;



Figura 31 – Diagrama de blocos da linha SMT com inspeção automática de pasta de solda

Fonte: Autor

- 3) Fechando o grupo dos fatores com grandes lacunas para melhoria, tem-se: operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina. O ponto identificado com potencial de melhoria para o grau de liberdade do operador é na atividade de registros de rastreabilidade. Esta atividade na linha SMT é excessivamente manual. Os apontamentos de rastreabilidade ao longo do processo permitem pesquisas sobre a estrutura de montagem (antes, durante e depois da produção), planejamento e controle de produção, compra de matéria-prima, cálculos de custo, entre outros. Uma sugestão de melhoria para este fator parece ser a substituição do *software* de apoio à rastreabilidade. Assim, para efetivar a melhoria no processo implica na substituição da atual ferramenta de

apoio, o Microsoft Office Excel 2007, para um *software* exclusivo à função. A empresa já possui um sistema integrado para troca de informações dentro da empresa. Este sistema é dedicado e de domínio da própria empresa. Necessitaria a criação de um módulo específico para rastreabilidade. Acredita-se que a implementação deste apoio automatizado permitiria a elevação do grau de liberdade do operador perante as máquinas, potencializando o trabalho simultâneo em diversos postos. Já existem movimentos internos na empresa direcionando esforços para a efetivação desta necessidade, porém, agora motivado pelo reforço da sinalização do método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomiação. Cabe salientar que a implementação das duas propostas anteriores reflete em benefícios para a eliminação desta lacuna, também.

Sendo os conceitos da Autonomiação complexos e admitindo a existência de sombreamento entre os fatores do modelo, percebe-se que as ações de melhoria ampliam seus benefícios para outros fatores, não concentrando apenas na lacuna original. Outro ponto a ser destacado é o reconhecimento da importância da capacitação do pessoal, tanto de operação quanto de gestão, para o melhor aproveitamento das iniciativas voltadas para a Autonomiação.

Todas as ações dependeriam ainda da avaliação financeira da empresa para definir a viabilidade das alternativas. De acordo com a estrutura da empresa a responsabilidade pelas ações deve ser assumida pela Engenharia Industrial. As propostas consideraram as potencialidades de crescimento apresentadas com a aplicação do método, direcionando os pontos de alavancagem para conquista de vantagem competitiva.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO MÉTODO

A partir das discussões anteriores pode-se concluir que o método proposto atingiu seus objetivos pré-estabelecidos. A geração de uma situação heurística propiciou testar o método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomiação. O caso-piloto foi aplicado em uma manufatura da indústria eletrônica.

Os fatores que representam a aplicação da Autonomiação identificados no caso são:

1. *Layout* da área das máquinas adequado para a operação;

- II. Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente;
- III. Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina;
- IV. Possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores;
- V. Existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de anormalidade na máquina;
- VI. Máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais;
- VII. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais;
- VIII. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho;
- IX. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido;
- X. Máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético;
- XI. Máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos;
- XII. Máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidades na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada;
- XIII. Operador com autonomia de parar o processo quando detecta alguma anormalidade na montagem do produto;
- XIV. Incentivo para ações imediatas de melhoria.

Após a mensuração dos construtos utilizando os elementos que compõem a aplicação da Automação na linha de montagem SMT da empresa investigada, somado a análise das lacunas encontradas com o método proposto, segue o resumo do plano de ações sugerido para a melhoria do processo (Quadro 5), conforme objetivos específicos desta dissertação.

Fatores com maior potencial de crescimento	Pontos críticos no processo	Ações propostas	Responsáveis
<i>Layout</i> da área das máquinas adequado para a operação	Dificuldade de acesso físico às máquinas	Ampliação da área física da produção e novo estudo do <i>layout</i>	Engenharia Industrial
Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente	Operação de inspeção visual após aplicação de pasta de solda	Implementação de processo automatizado para inspeção da pasta de solda	Engenharia Industrial
Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina	Operação de coleta de dados para rastreabilidade	Substituição do <i>software</i> de apoio a rastreabilidade	Engenharia Industrial

Quadro 5 – Resumo do plano de ações para melhoria do processo

Fonte: Autor

Vale salientar os seguintes pontos em relação ao método:

- O método exige um grupo focado formado por especialistas, as etapas de execução devem ser definidas com clareza, de forma que haja entendimento por parte da equipe de trabalho para facilitar o desenvolvimento do processo;
- O envolvimento do grupo de trabalho na construção do modelo que representa a estrutura dos critérios competitivos alinhados as práticas de Automação contribuiu para o efetivo resultado da percepção dos especialistas;
- O método proposto busca uma solução de compromisso para a estruturação do modelo, prevalecendo o consenso entre os participantes. Esta abordagem tende a aumentar a transparência e credibilidade do processo decisório com a utilização da ferramenta.
- A formação do grupo e as características de cada componente são relevantes para os resultados obtidos nas discussões e julgamentos ao longo da aplicação do método. Ressaltando que a qualidade da informação está diretamente relacionada com a qualidade do apoio à decisão alcançado;
- Entende-se que o método auxiliou a representar e tratar conceitos intangíveis, servindo de apoio à tomada de decisão e ao cumprimento de uma estratégia de produção;

- O método permite constantes reavaliações de sua estrutura, tanto da arborescência quanto das ponderações, ao longo do desenvolvimento do modelo. Porém, após finalização da construção dos construtos e fatores, a etapa de mensuração apresenta-se como uma alternativa pouco flexível e adequada para intervalos de tempo entre amostragens de médio e longo prazo;
- A etapa de classificação dos elementos, onde se determina as relações entre construtos e fatores, foi considerada a mais difícil pelos participantes. Percebe-se que para a implementação do método é necessário um mediador com conhecimento sobre a integração dos temas estratégia e Autonomiação;
- Avalia-se como enriquecedor para grupo de trabalho as discussões durante o desenvolvimento do método, o que resulta em aprendizado, potencializando melhores decisões e entendimento dos participantes sobre o processo produtivo em julgamento;
- O modelo estruturado pode servir para comunicação, informação e aprendizagem na empresa. Comunicação, pelo potencial de ser um instrumento de visualização e multiplicação das definições estratégicas para a organização. Informação, por conter os dados pertinentes as escolhas feitas pelos gestores da empresa. E aprendizagem, devido à exteriorização das relações entre o tema, seus construtos e fatores, admitindo a análise, interpretação e reavaliação da estrutura atual;
- Além de o método expressar numericamente o alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomiação, permite identificar e quantificar pontos de alavancagem para melhorias no processo em avaliação. Isso reforça a consideração desta proposta como ferramenta gerencial e direcionadora de escolhas estratégicas. Considera-se a sua aplicação como um instrumento de articulação entre a gestão da manufatura e a estratégia da empresa.

A seguir apresentam-se as conclusões que encerram esta dissertação.

6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo tem por objetivo compor as considerações finais ao trabalho, sendo elaboradas as principais conclusões, limitações e recomendações para trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES FINAIS

O objetivo geral desta dissertação, que instigou o autor a desenvolver este trabalho, era propor e testar um método de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Automação. A utilização de fundamentos teóricos e empíricos foram pré-requisitos para o desenvolvimento da proposta. Os objetivos específicos que nortearam a pesquisa eram: (i) compreender os construtos que representam a aplicação da Automação através da realização de uma revisão teórica sobre o tema, envolvendo o entendimento dos conceitos da Automação, seu impacto sobre o sistema produtivo e sobre a competitividade; (ii) identificar os elementos que compõem a aplicação da Automação, em uma etapa do processo produtivo de uma empresa da indústria eletrônica, por meio de um grupo focado formado com especialistas; e (iii) ponderar os resultados e mensurar a atual situação dos construtos utilizando os elementos propostos, identificar e quantificar lacunas para melhorias no processo.

A estruturação final do método proposto utilizou como referência teórica a pesquisa de Sellitto (2005b). A construção e desenvolvimento do modelo que representasse as relações entre construtos e fatores da aplicação da Automação foram descritos ao longo deste trabalho. No capítulo 2, fez-se uma revisão teórica dos conceitos pertinentes aos temas da Automação, impactos sobre o sistema produtivo e a interação com a competitividade no nível da empresa. A partir deste ponto definiram-se os construtos, ou seja, os critérios competitivos relacionados com as práticas de Automação. No capítulo 3, apresentaram-se detalhadamente as questões metodológicas, ou seja, o delineamento das ações realizadas para condução da pesquisa. No capítulo 4 partiu-se para a aplicação do método proposto no capítulo anterior, identificando os elementos essenciais, ponderando a estrutura em avaliação

e mensurando a atual situação de uma manufatura da indústria eletrônica. Neste momento foi iniciada a fusão de conhecimentos teóricos e empíricos relativos a esta dissertação. O conteúdo deste capítulo forneceu os parâmetros para discussão dos resultados. Assim, no capítulo 5, analisou-se e discutiu-se sob o ponto de vista da Engenharia de Produção os resultados alcançados, propondo um plano de ações para as lacunas encontradas e implicações para melhorias na empresa estudada. Entende-se que o objetivo geral e os objetivos específicos foram atingidos, possuindo-se agora um método para avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia na indústria eletrônica.

Segundo os resultados conquistados no caso estudado, outro ponto importante a ser citado é o fato da aplicação do método de avaliação poder auxiliar a empresa no processo de aprendizagem organizacional. Principalmente na etapa de desenvolvimento do modelo, onde as discussões em grupo sobre o processo produtivo em avaliação permitem uma reflexão profunda sobre o seu significado e objetivos para a empresa. A participação efetiva dos especialistas na construção e julgamento do modelo estruturado para avaliação tende a gerar conhecimento, podendo auxiliar no desenvolvimento pessoal e profissional dos participantes, e conseqüentemente, revertendo em benefícios para a empresa.

Como conclusão final, considera-se que o método apresentado pode ser visto como uma ferramenta gerencial, podendo ser útil como apoio ao cumprimento de uma estratégia de produção pré-estabelecida. Acredita-se que o método aproxima as abordagens operacionais com as definições de nível estratégico, evitando iniciativas isoladas e ineficientes da manufatura com relação às necessidades da empresa. Objetivos estratégicos atingidos potencializam a prosperidade do negócio. O autor tem a expectativa de que novas pesquisas continuem a contribuir para a evolução das organizações, em especial ao desenvolvimento e a competitividade nacional. O contínuo avanço do conhecimento, através de pesquisas que busquem proposições e refutações de temas de interesse acadêmico, industrial e social, pode ser entendido como um caminho que irá sustentar o nosso progresso.

6.2 LIMITAÇÕES

Julga-se pertinente ressaltar os seguintes pontos em termos de limitações:

- Foi criado um método para avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia apenas para o processo produtivo

SMT (*Surface Mount Technology*) de uma empresa da indústria eletrônica. A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso. Sendo assim, a realização desta pesquisa implica em restrições na extrapolação e generalização dos resultados obtidos;

- A geração de base de dados que fundamentam este trabalho foi realizada com a participação de especialistas empíricos da empresa objeto de estudo e restrito ao seu contexto. Com isso, podendo ter semelhança a outras empresas, porém, dificilmente com processos e entendimentos idênticos;
- As considerações, análises e desenvolvimento das atividades ao longo do processo de execução da pesquisa foram de responsabilidade, praticamente exclusiva, do pesquisador. Neste caso, na hipótese de que o trabalho fosse desenvolvido por outro pesquisador, os resultados encontrados poderiam ser diferentes, a partir da percepção e do conhecimento deste outro condutor.
- De acordo com a revisão teórica efetuada pelo autor, foram identificados como construtos da Autonomia três critérios competitivos, são eles: qualidade, custo e flexibilidade. O desenvolvimento da pesquisa de campo limitou-se a explorar junto a empresa objeto de estudo apenas estes critérios competitivos. Assim, os especialistas do grupo focado assumiram os seus julgamentos restritos a estes balizadores.

A seguir são apresentadas as recomendações para trabalhos futuros.

6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta proposta de método pode servir de base para novos estudos, julga-se não estar esgotada a possibilidade de geração de novas alternativas. Encaminhando o encerramento desta pesquisa, como sugestões e recomendações para trabalhos futuros podem-se citar alguns elementos:

- Aplicar o método em outras empresas dentro e/ou fora da indústria eletrônica, tendo como objetivo a validação e generalização do método;

- Investigar a viabilidade de uso de outras técnicas de pesquisa para o desenvolvimento da proposta de avaliação do alinhamento entre os critérios competitivos e as práticas de Autonomia;
- Pesquisar a relação de outros critérios competitivos com a Autonomia. Assim, possibilitando a ampliação dos construtos para formação da estrutura arborescente do método proposto;
- Estudar o processo de aprendizagem e geração de conhecimento derivado da aplicação das etapas de desenvolvimento e utilização do método;
- Pesquisar a utilização de outros meios ou instrumentos para mensuração dos fatores relacionados com os construtos, preferencialmente buscando a automatização do processo. Se necessário, com o desdobramento de mais níveis relacionados aos fatores;
- Sugerem-se estudos de caso longitudinais em busca do acompanhamento dos resultados alcançados com a aplicação do método de avaliação desta dissertação e relacionar com o desempenho da empresa ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. **Boletim Informativo da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica**. Disponível em <<http://www.abinee.org.br>>. Acesso em: 29 dez. 2009.
- ABINEE. **Boletim Informativo da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica**. Disponível em <<http://www.abinee.org.br>>. Acesso em: 09 abr. 2010.
- ABINEE. **Estudo ABINEE: o setor elétrico e eletrônico em 2020 – uma estratégia de desenvolvimento**. Apresentado no Fórum ABINEE TEC 2009.
- AMATO NETO, J. Analyses of the emergency of Digital TV and its impacts on the electro-electronic Brazilian productive chain. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.01, n.5, p.53-68, 2006.
- AMOAKO-GYAMPAH, K.; ACQUAAH, M. Manufacturing strategy, competitive strategy and firm performance: an empirical study in a developing economy environment. **International Journal of Production Economics**, v.111, p.575-592, 2008.
- ANTUNES JR., J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTO, P.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ARBIX, G.; SALERNO, M.S.; DE NEGRI, J.A. Inovação, via internacionalização, faz bem para as exportações brasileiras. **XVI Fórum Nacional**. Rio de Janeiro, maio de 2004.
- BERNARDES, E.S.; HANNA, M.D. A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature – toward a conceptual definition of customer responsiveness. **International Journal of Operations & Production Management**, v.29, n.1, p.30-53, 2009.
- CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILANO, N.J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CONTI, J.P. Made in China – and designed there too. **Engineering & Technology**, v.4, n.16, p.66-69, 2009.
- COONEY, R. Is “lean” a universal production system? Batch production in the automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.10, p.1130-1147, 2002.
- COUTINHO, L.; FERRAZ, J.C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papyrus, 1995.
- COSTA, M.E.B. Grupo Focal. In: DUARTE, J; BARROS, A. (Org). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2008.

CRONBACH, L.J. My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v.64, n.3, p.391-418, 2004.

DANA. **13º Encontro com Fornecedores DANA - 2008**. Disponível em <<http://www.dana.com.br/fornecedores>>. Acesso em: 09 abr. 2010.

DAVIS, M.; CHASE, R.B.; AQUILANO, N.J. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEVARAJ, S.; HOLLINGWORTH, D.G.; SCHROEDER, R.G. Generic manufacturing strategies and plant performance. **Journal of Operations Management**, v.22, p.313-333, 2004.

DHAFR, N.; AHMAD, M.; BURGESS, B.; CANAGASSABABADY, S. Improvement of quality performance in manufacturing organizations by minimization of production defects. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v.22, p.536-542, 2006.

DOOLEN, T.L.; HACKER, M.E. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. **Journal of Manufacturing Systems**, v.24, n.1, p.55-67, 2005.

DORO, M.M. **Sistemática para implantação da garantia da qualidade em empresas montadoras de placas de circuito impresso**. Dissertação de Mestrado em Metrologia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2004.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v.11, p.147-162, 1982.

DOWDALL, P.; BRADDON, D.; HARTLEY, K. The UK defence electronics industry: adjusting to change. **Defence and Peace Economics**, v.15, n.6, p.565-586, 2004.

EISENHARDT, K.M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. **Journal of Operations Management**, v.09, n.2, p.168-184, 1990.

FERRAZ, J.C.; CHASE, R.B.; AQUILANO, N.J. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

FLEURY, A.C.C.; FLEURY, M.T.L. Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil. **Gestão & Produção**, v.10, n.2, p.129-144, 2003.

FORMAN, E.H.; SELLY, M.A. **Decision by objectives: how to convince others that you are right**. Singapore: World Scientific, 2001.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.F. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v.11, n.1, p.1-19, 2004.

GOMES, L.C. **Avaliação da contribuição das técnicas do Sistema Toyota de Produção para os objetivos estratégicos das empresas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2001.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2002.

HAIR JR., J.F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HAYES, R.; PISANO, G. Beyond world-class: the new manufacturing strategy. **Harvard Business Review**, v.72, n.1, p.77-86, January-February, 1994.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. **Em busca da vantagem competitiva: produção, estratégia e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S. Link manufacturing process and product life cycles – focusing on the process gives a new dimension to strategy. **Harvard Business Review**, v.57, p.133-140, January-February, 1979.

HARRY, M.J. Six sigma: a breakthrough strategy for profitability. **Quality Progress**, v.31, n.5, p.60-64, May, 1998.

HO, W.; JI, P. A hybrid genetic algorithm for sequencing PCB component placement. **International Journal of Knowledge-based Intelligent Engineering Systems**, v.09, p.129-136, 2005.

KANNENBERG, G. **Inspeção visual automatizada de isolantes em estatores**. Monografia de Especialização em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.

KOTHA, S.; ORNE, D. Generic manufacturing strategies: a conceptual synthesis. **Strategic Management Journal**, v.10, p.211-231, 1989.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MACEDO, R.K. **Proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas em uma empresa que não possui um sistema enxuto estruturado: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2010.

- MALHOTRA, N.K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MANKO, H.H. **Soldering handbook for printed circuits and surface mounting**. 2nd Edition, 1995.
- MANSON, N.J. Is operations research really research? **Orion**, v.22, n.5, p.155-180, 2006.
- MATSUI, Y. An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v.108, p.153-164, 2007.
- MILTENBURG, J. Setting manufacturing strategy for a factory-within-a-factory. **International Journal of Production Economics**, v.113, p.307-323, 2008.
- MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.; QUINN, J.B.; GHOSHAL, S. **O processo da estratégia – conceitos, contextos e casos selecionados**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.
- NOGUEIRA, M.G.S.; SAURIN, T.A. Avaliação do nível de implementação de práticas enxutas com base nas percepções dos gerentes. **Anais do XXVI ENEGEP**, Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2006.
- OELTJENBRUNS, H.; KOLARIK, W.J.; SCHNADT-KIRSCHNER, R. Strategic planning in manufacturing systems – AHP application to an equipment replacement decision. **International Journal of Production Economics**, v.38, p.189-197, 1995.
- OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, A.P.; FANDIÑO, A.M. Avaliação da aderência do sistema de produção enxuta aplicado à gestão da produção de uma empresa automobilística. **Anais do IV CONVIBRA**, Congresso Virtual Brasileiro de Administração. 2009.
- OLIVEIRA, M.; FREITAS, H.M.R. Focus group – pesquisa qualitativa: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. **Revista de Administração**, v.33, n.3, p.83-91, Jul/Set, 1998.
- O'REGAN, N.; GHOBADIAN, A. Strategic planning – a comparison of high and low technology manufacturing small firms. **Technovation**, v.25, p.1107-1117, 2005.
- PAIVA, E.L.; CARVALHO, J.M.; FENSTERSEIFER, J.E. **Estratégia de produção e operações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- PASSOS JR., A.A. **Os circuitos da autonomia – uma abordagem técnico-econômica**. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2004.

PASSOS JR., A.A.; ANTUNES JR., J.; KLIPPEL, M. Considerações críticas sobre a eficiência nos sistemas produtivos industriais – uma abordagem a partir do Sistema Toyota de Produção e da Teoria das Restrições. **Anais do XXIV ENEGEP**, Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

PEREZ, C. Las nuevas tecnologías: una vision de conjunto. In: OMINAMI, C. (Org). **La tercera revolución industrial: impactos internacionales del actual virage tecnológico**. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, 1986.

PORTER, M. **Competição: estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

POSSAS, S. **Concorrência e competitividade: notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista**. São Paulo: Hucitec, 1999.

PRASAD, R.P. **Surface mount technology: principles and practice**. 2nd Edition, 1997.

RABAK, C.S.; SICHMAN, J.S. Otimização do processo de inserção automática de componentes eletrônicos empregando a técnica de times assíncronos. **Pesquisa Operacional**, v.21, n.1, p.39-59, 2001.

RIBEIRO, J.; FOGLIATTO, F. **Manutenção e confiabilidade**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2009.

RIBEIRO, J.; NEUMANN, C.R. Estudos qualitativos com o apoio de grupos focados. **Anais do IX SEPROSUL**, Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana. Piriápolis, Uruguai, 2009.

ROESCH, S.M.A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

RYTTER, N.G.; BOER, H.; KOCH, C. Conceptualizing operations strategy processes. **International Journal of Operations & Production Management**, v.27, n.10, p.1093-1114, 2007.

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991.

SAMADHI, T.M.A.A.; HOANG, K. Shared computer-integrated manufacturing for various types of production environment. **International Journal of Operations & Production Management**, v.15, n.5, p.95-108, 1995.

SELLITTO, M.A. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Produção**, v.15, n.1, p.44-59, 2005a.

SELLITTO, M.A. **Medição e controle de desempenho estratégico em sistemas de manufatura**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2005b.

SELLITTO, M.A. **Notas de aula - Disciplina de Metodologia de Pesquisa**. Programa de Pós Graduação Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo: UNISINOS, 2009.

SELLITTO, M.A.; WALTER, C. Avaliação do desempenho de uma manufatura de equipamentos eletrônicos segundo critérios de competição. **Produção**, v.16, n.1, p.34-47, 2006.

SHAH, R.; WARD, P.T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v.25, p.785-805, 2007.

SHIELDS, K.P.; MALHOTRA, M.K. Manufacturing managers' perceptions of functional power in manufacturing organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, v.28, n.9, p.858-874, 2008.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system**. Portland: Productivity Press, 1986.

SILVA, E.H.D.R.; LIMA, E.P.; COSTA, S.E.G. Análise da produção acadêmica brasileira em medição de desempenho e modelo de gestão. **Revista Gestão Industrial**, v.05, n.3, p.198-218, 2009.

SILVA, E.Z. **Autonomação e a eliminação das perdas: a base de uma estratégia de produção para assegurar uma posição competitiva na indústria**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

SILVA, M.G. A autonomação analisada à luz dos fatores determinantes da competitividade. **Anais do VI CNEG**, Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2010.

SILVA, M.G.; SANTOS, A.R. Conceitos e práticas da autonomação em uma empresa eletrônica: um estudo de caso. **Anais do XXX ENEGEP**, Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, 2010.

SILVA, M.G.; SELLITTO, M.A. Impactos da autonomação em sistemas produtivos: análise com apoio da Árvore da Realidade Atual. **Revista Gestão Industrial**, v.06, n.1, p.198-215, 2010.

SILVA, M.G.; SILVA, M. A autonomação e a valorização das pessoas. **Anais do XVI SIMPEP**, Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, 2009.

SKINNER, W. Manufacturing – missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, v.47, n.3, p.136-145, May-June, 1969.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos – princípios e práticas de impacto estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SPRING, M.; DALRYMPLE, J.F. Product customisation and manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v.20, n.4, p.441-467, 2000.

STAKE, R.E. The case study method of social inquiry. **Educational Researcher**, v.07, n.2, p.5-8, 1978.

SUAREZ, F.F.; CUSUMANO, M.A.; FINE, C.F. An empirical study of manufacturing flexibility in printed-circuit board assembly. **Operations Research**, v.44, n.1, p.223-240, January-February, 1996.

TRIANANTAPHYLLOU, E.; MANN, S.H. Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. **International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice**, v.02, n.1, p.35-44, 1995.

VAIDYA, O.S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: an overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v.169, p.1-29, 2006.

VEIGA, G.L. **Uma discussão sobre o papel estratégico do modelo de produção enxuta**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Curitiba, 2009.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WHEELWRIGHT, S.C. Manufacturing strategy: defining the missing link. **Strategic Management Journal**, v.05, p.77-91, 1984.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e método**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YURDAKUL, M. AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection. **Journal of Materials Processing Technology**, v.146, p.365-376, 2004.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos; gênese, lógica e difusão do modelo japonês de organização da produção**. São Paulo: FAPESP: Annablume, 1999.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Considera-se que os seguintes fatores representam as práticas de Autonomia na DATACOM. Qual o seu julgamento sobre a situação atual de aplicação na DATACOM de cada um dos fatores a seguir?

Alternativas de Respostas	
Pontuação	Categoria
1	Péssima
2	Ruim
3	Média
4	Boa
5	Ótima

1. Layout da área das máquinas adequado para a operação.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
2. Máquinas sincronizam o fluxo de produção automaticamente.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
3. Operador trabalha simultaneamente com mais de uma máquina.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
4. Possibilidade de adaptar a capacidade produtiva a partir da redistribuição da equipe de operadores.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
5. Existência de dispositivo visual ou sonoro para indicação de paralisação de máquina.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
6. Máquinas dotadas de dispositivos que detectam problemas funcionais.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
7. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam problemas funcionais.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
8. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando detectam alguma anormalidade relativa à segurança no trabalho.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5

9. Máquinas param automaticamente o fluxo produtivo quando o limite de produção programado é atingido.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
10. Máquinas possuem dispositivos para redução de consumo energético.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
11. Máquinas possuem dispositivos de inspeção atuando nas causas geradoras dos defeitos de montagem dos produtos.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
12. Máquinas dotadas de dispositivos que detectam anormalidades na montagem dos produtos em regime de inspeção 100%, parando automaticamente o fluxo produtivo quando alguma anormalidade é detectada.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
13. Operador com autonomia de parar o processo quando detecta alguma anormalidade na montagem do produto.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5
14. Incentivo para ações imediatas de melhorias.
() 1 / () 2 / () 3 / () 4 / () 5