

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR *Isa Maria P. Madeira Perroni*  
*Isa Maria P. Madeira Perroni* E APROVADA  
PELA COMISSÃO JULGADORA EM *15/07/2011*  
*Apelido*  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Autor: **Isa Maria da Penha Madeira Perroni**

**Proposta de Modelo para Análise da  
Integração da Cadeia de Suprimentos  
Utilizando-se Índices de Automação**

Campinas/2011

Autor: **Isa Maria da Penha Madeira Perroni**

# **Proposta de Modelo para Análise da Integração da Cadeia de Suprimentos Utilizando-se Índices de Automação**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Orientador: Oswaldo Luiz Agostinho

Campinas  
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

P429p

Perroni, Isa Maria da Penha Madeira

Proposta de modelo para análise da integração da cadeia de suprimentos utilizando-se índices de automação / Isa Maria da Penha Madeira Perroni. -- Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Oswaldo Luiz Agostinho.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Sistema de fabricação integrada por computador.  
2. Automação. 3. Cadeia de suprimento - Administração. I. Agostinho, Oswaldo Luiz. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Proposed model for analysis of supply chain integration applying indices of automation

Palavras-chave em Inglês: Computer integrated manufacturing system, Automation, Supply chain - Managemnet

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Mestre em Engenharia Macânica

Banca examinadora: Antônio Batocchio, Silvio Roberto Ignácio Pires

Data da defesa: 15/07/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Macânica

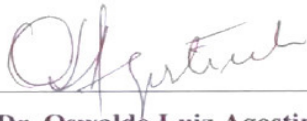
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO**

# **Proposta de Modelo para Análise da Integração da Cadeia de Suprimentos Utilizando-se Índices de Automação**

**Autor: Isa Maria da Penha Madeira Perroni  
Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Luiz Agostinho**

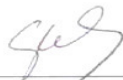
A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



**Prof. Dr. Oswaldo Luiz Agostinho, Orientador  
DEF/FEM/UNICAMP**



**Prof. Dr. Antônio Batocchio  
DEF/FEM/UNICAMP**



**Prof. Dr. Silvio Roberto Ignacio Pires  
UNIMEP/Piracicaba**

Campinas, 15 de Julho de 2011.

De nada valem as idéias sem homens que possam pô-las em prática.

Karl Marx

### **Dedicatória:**

Dedico este trabalho ao meu marido, Bruno, e aos meus pais, meus maiores incentivadores.

## **Agradecimentos:**

À Deus por toda força e proteção.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Oswaldo Luiz Agostinho, que me mostrou as melhores direções para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos profissionais das empresas, que direta ou indiretamente contribuíram com esta pesquisa.

As colegas Rita e Gislaíne que me deram apoio quando eu mais precisei.

## Resumo

Perroni, Isa Maria da Penha Madeira, *Proposta de Modelo para Análise da Integração da Cadeia de Suprimentos Utilizando-se Índices de Automação*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2011, 90 p. Dissertação.

As organizações reconhecem que a integração intra e inter sistemas de manufatura é fundamental para manter-se não apenas competitivo, mas à frente da concorrência. O Sistema de manufatura pode ser visto como o conjunto de relações entre as atividades de Engenharia, Chão de Fábrica, Negócios e Suporte e suas sub atividades e, a sua Integração, entendida como o fluxo sinérgico de informação, pode ser alcançada ao se aplicar recursos de automação. Uma forma de analisar esta integração é através de Índices de Automação. O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos baseado em índices de automação e para isto, considera a relação entre os sistemas de manufatura da empresa foco e seus primeiro nível de fornecedores. São apresentadas nove arquiteturas, divididas entre arquiteturas com capacidade de integração e arquiteturas sem capacidade de integração entre fornecedor e empresa. A aplicação do modelo de integração da cadeia de suprimento foi em uma Empresa foco do ramo de máquinas e implementos agrícolas e em três fornecedores primários, utilizando um questionário estruturado em 12 questões de múltipla escolha, referentes ao grau de automação das sub atividades de cada sistema de manufatura. A relação de integração da cadeia de suprimentos estudada se enquadra na arquitetura na qual a empresa foco não apresenta integração estrutural no sistema de manufatura e o primeiro nível de fornecedores apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura. Na conclusão, são propostas alternativas de integração para a cadeia de suprimentos e sugeridos trabalhos futuros.

Palavras-chave: Sistema de Fabricação integrada por computador, Automação, Cadeia de Suprimentos



## **Abstract**

Perroni, Isa Maria da Penha Madeira, *Proposed Model for Analysis of Supply Chain Integration Applying Indices of Automation*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2011, 90 p. Dissertação.

The organizations recognize that integration within and between manufacturing systems is critical to maintain itself not only competitive, but ahead of the competition. The manufacturing system can be viewed as the set of relations between the activities of Engineering, Floor Factory, Business and Support and its sub-activities and their Integration, understood as the flow of synergistic information can be achieved by applying resources automation. A qualitative way to analyze this integration is through indices Automation. This paper proposes the development of a model for analysis of supply chain integration based on levels of automation and for this, consider the relationship between the manufacturing systems of the main company and its suppliers. Nine architectures are presented, divided in architectures with capability of integration between supplier and company and architectures without capability of integration between supplier and company. The application of the model of the supply chain integration will be in a main company of the field of agricultural machinery and implements and in three primary suppliers, using a questionnaire structured in 12 multiple choice questions, regarding to automation degree of the sub-activities of each manufacturing system. The relationship of integration of the studied supply chain fits in the architecture in which the main company has no structural integration in the manufacturing system and the supplier presents the structural integration of activities in the manufacturing system. In the conclusion, integration alternative for the supply chain are proposed and it is suggested future works.

**Keywords:** Computer Integrated Manufacturing System, Automation, Supply Chain

## **Lista de Quadros:**

Quadro 1: Substituição dos atributos humanos conforme o grau de automação .....	16
Quadro 2: Graus de automação programável .....	25
Quadro 3: Índices de automação para a atividade de Engenharia.....	25
Quadro 4: Índices de automação para a atividade de Chão de fábrica.....	26
Quadro 5: Índices de automação para a atividade de Negócios.....	26
Quadro 6: Índices de automação para a atividade de Suporte .....	27

## Lista de Ilustrações:

Figura 1 - Visão departamental X Visão por processos .....	7
Figura 2: Representação de um Sistema .....	8
Figura 3: Sistema de Manufatura.....	9
Figura 4: Índices de Automação .....	21
Figura 5: Arquitetura de Engenharia.....	28
Figura 6: Arquitetura de Chão-de-fábrica .....	29
Figura 7: Arquitetura de Negócios.....	29
Figura 8: Arquitetura de Suporte .....	30
Figura 9: Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades .....	31
Figura 10: Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades .....	32
Figura 11: Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total. ....	33
Figura 12: Níveis da Cadeia de Suprimentos .....	36
Figura 13: Cadeia de Suprimentos – visão simplificada .....	42
Figura 14: Cadeia de suprimentos como relação entre sistemas de manufatura.....	44
Figura 15: Cadeia de suprimentos e índices de automação dos sistemas de manufatura.....	45
Figura 16: Ea e Fn com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura .....	46
Figura 17: Ea e Fn com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura com valores de iAP aproximadamente iguais entre os sistemas de manufatura.....	47
Figura 18: Ea com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e Fn com integração estrutural no sistema de manufatura .....	48
Figura 19: Ea com integração estrutural do sistema de manufatura Fn com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura .....	49
Figura 20: Figura 3.8 Ea e Fn com integração estrutural total .....	50
Figura 21 : Integração da Cadeia de Suprimentos .....	51

Figura 22: Ea e Fn sem integração estrutural no sistema de manufatura .....	52
Figura 23: Ea sem integração estrutural no sistema de manufatura e Fn com integração estrutural das atividades no sistema de manufatura. ....	53
Figura 24: Ea sem integração estrutural no sistema de manufatura e Fn com integração estrutural no sistema de manufatura.....	54
Figura 25: Ea com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e Fn sem integração estrutural das atividades no sistema de manufatura .....	55
Figura 26: Ea com integração estrutural no sistema de manufatura e Fn sem integração estrutural no sistema de manufatura.....	56
Figura 27: Cadeia de suprimentos integrada .....	58
Figura 28: Cadeia de suprimentos sem integração .....	59
Figura 29: Arquitetura do Sistema de Manufatura da Empresa Foco. ....	61
Figura 30: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 1.....	62
Figura 31: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 2.....	63
Figura 32: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 3 .....	64
Figura 33: Relação entre a empresa foco e fornecedor 1 .....	65
Figura 34: Relação entre a empresa principal e fornecedor 2 .....	66
Figura 35: Relação entre a empresa foco e fornecedor 3 .....	67
Figura 36: Relação de integração da cadeia de suprimentos .....	68

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Metodologia de Pesquisa.....	3
1.4 Conteúdo do Trabalho.....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 Processos de Negócio.....	6
2.2 Sistema de Manufatura.....	8
2.2.1. Engenharia.....	10
2.2.2. Chão-de-Fábrica.....	11
2.2.3. Suporte.....	12
2.2.4. Negócios.....	13
2.3 Automação.....	14
2.3.1 Automação Rígida ou Fixa.....	17
2.3.2 Automação Programável.....	18
2.4 Índices de Automação.....	19
2.4.1 Índices de Automação Rígida.....	20
2.4.2 Índices de Automação Programável.....	20
2.5 Integração do Sistema de Manufatura.....	22
2.6 Modelo de integração do sistema de manufatura utilizando os índices de automação.....	24
2.7 Cadeia de Suprimentos.....	33
2.7.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	38
2.7.2 Efeito Chicote.....	39

3. PROPOSTA DE MODELO .....	42
3. 1 Modelo para Análise de Integração da Cadeia de Suprimentos utilizando índices de automação.....	42
3.1.1 Arquiteturas com capacidade de integração entre fornecedor e empresa.....	46
3.1.1.1 $E_a$ e $F_n$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura .....	46
3.1.1.2 $E_a$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e $F_n$ com integração estrutural no sistema de manufatura.....	47
3.1.1.3 $E_a$ com integração estrutural do sistema de manufatura $F_n$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura.....	49
3.1.1.4 $E_a$ e $F_n$ com integração estrutural total .....	50
3.1.2 Arquiteturas sem capacidade de integração entre fornecedor e empresa .....	51
3.1.2.1 $E_a$ e $F_n$ sem integração estrutural no sistema de manufatura .....	52
3.1.2.2 $E_a$ sem integração estrutural no sistema de manufatura e $F_n$ com integração estrutural das atividades no sistema de manufatura.....	52
3.1.2.3 $E_a$ sem integração estrutural no sistema de manufatura e $F_n$ com integração estrutural no sistema de manufatura .....	54
3.1.2.4 $E_a$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e $F_n$ sem integração estrutural das atividades no sistema de manufatura .....	55
3.1.2.5 $E_a$ com integração estrutural no sistema de manufatura e $F_n$ sem integração estrutural no sistema de manufatura .....	56
3.1.3 Integração da cadeia de suprimentos.....	57
4. APLICAÇÃO DO MODELO.....	60
4.1 Aplicação de questionário .....	60
4.2 Resultados e discussões.....	61
5. CONCLUSÕES .....	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICE A .....	78

## **1. INTRODUÇÃO**

Com a competitividade global, as empresas estruturaram suas operações de forma sistêmica e integrada, fatores estes que só são possíveis com uma visão por processos (ALVARENGA NETTO 2008).

Um dos fatores para aumentar a competitividade, gerar maior flexibilidade e prover o fluxo sinérgico de informação no processo produtivo pode ocorrer através da automação dos processos (ZAGO E COSTA, 2006). Além disso, cada atividade ou subatividade do Sistema de Manufatura contém um certo grau de automação, seja rígida ou programável.

Segundo Agostinho (2010), a integração do Sistema de Manufatura é pré-requisito para que se obtenham os atributos que irão prover a competitividade necessária para o Sistema de Manufatura. A integração representa um estado de organização, refletido na capacidade de transitar informações sinergicamente entre as atividades e subatividades.

A necessidade da integração pode ser encontrada a vários níveis. O nível inter-empresa é quando se considera a manufatura numa perspectiva de colaboração entre várias empresas. O processo produtivo não é mais assegurado na sua totalidade por empresas isoladas. Pelo contrário, numa rede de empresas, cada nó contribui com uma parcela para a cadeia de valor. (CAMARINHA-MATOS, 2001).

A integração, tanto entre empresas como dentro da própria organização, é fundamental para manter-se não apenas competitivo, mas à frente da concorrência. Portanto, a identificação dos pontos de integração entre as empresas tornou-se uma tarefa essencial no estabelecimento da colaboração, na manutenção de mercados e na flexibilidade para atender alterações de demanda.

## **1.1 Justificativa**

Observa-se que práticas de comércio adversário entre as empresas podem aumentar custos, reduzir o acesso a novas oportunidades de negócios e criar uma atmosfera de tensão constante. De acordo com Bowersox (1986) no ambiente competitivo emergente atual, o resultado para o sucesso de uma única organização poderia depender da capacidade de gerenciamento para integrar-se a uma rede complexa de empresas.

A Cadeia de Suprimentos consiste em todas as etapas do atendimento das demandas do cliente (CHOPRA E MEINDL, 2003), o que pode ser representado pelo fluxo de materiais e informações que flui através da empresa, desde a atividade de compras, passando pela produção e indo até os clientes (SLACK et al, 1999).

A integração traz como benefícios a melhoria no desenvolvimento e na transferência de tecnologia; melhoria na eficiência operacional; melhoria na gestão dos métodos internos e no trabalho multifuncional; maior motivação da gerência e menos conflitos interfuncionais; número reduzido de auditorias; aumento da confiança dos clientes e da imagem positiva na comunidade e no mercado, redução de custos e reengenharia mais eficiente (Barbeiro, 2005).

Ressalta-se que a organização como um todo deve pensar em termos de processo de negócio para que se possa obter uma visão holística da empresa, da qual parte a integração. Os índices de automação são mecanismos para verificação da integração em um sistema de manufatura e ampliando esta visão, em uma cadeia de suprimentos.

## **1.2 Objetivo**

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos baseado em índices de automação.

Para isto, serão considerados os seguintes objetivos específicos:



- Desenvolver modelo de integração da cadeia de suprimentos, levando-se em conta o estado organizacional do sistema de manufatura;
- Aplicar o modelo considerado em organizações existentes, buscando o grau de aderência para com as situações reais.
- Aplicando-se o modelo proposto para componentes da cadeia, verificar o estado atual de integração interna de cada um e da cadeia.
- Realizar um diagnóstico do nível de automação.

### **1.3 Metodologia de Pesquisa**

A pesquisa científica, segundo Silva e Menezes (2000), desenvolve-se mediante a formulação adequada do problema proposto à pesquisa. A pesquisa objetiva pôr em discussão possíveis soluções para ampliar as perspectivas do problema.

Existem dois tipos de abordagem de pesquisa: qualitativa e quantitativa.

A abordagem quantitativa se mostra apropriada quando existe a possibilidade de medidas quantificáveis de variáveis e inferências a partir de amostras da população. Esse tipo de pesquisa usa medidas numéricas ou usa padrões numéricos relacionados a conceitos cotidianos. Em contrapartida, a abordagem qualitativa se caracteriza, principalmente, pela ausência de medidas numéricas e análises estatísticas, examinando aspectos mais profundos do tema em estudo (DIAS, 1999).

O presente trabalho será de cunho qualitativo, pois busca uma visão holística e diagnóstica da integração.

Quanto aos objetivos da pesquisa, segundo Andrade (2002), esta pode classificar-se, dentre outras, em:

Exploratória: É a fase preliminar da pesquisa cuja finalidade consiste em proporcionar maiores informações sobre o assunto que se vai investigar e orientar a fixação dos objetivos e a conseqüente formulação das hipóteses.

Descritiva: Nesse tipo de pesquisa, os fatos são observados, registrados e analisados sem que o pesquisador neles interfira.

Este trabalho utilizou-se da metodologia da pesquisa exploratória e descritiva, que segundo SILVA e MENEZES (2000) e GIL (1999), o estudo exploratório é o passo inicial para o processo de pesquisa, sendo recomendável nos casos em que há poucos conhecimentos sobre o problema a ser estudado.

Para Thiollent (1986), “a metodologia é entendida como disciplina que se relaciona com a epistemologia ou a filosofia da ciência. Além de ser uma disciplina, a metodologia também é considerada como modo de conduzir a pesquisa. Neste sentido, a metodologia pode ser vista como conhecimento geral e habilidade que são necessários ao pesquisador para se orientar no processo de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados”. Metodologia, então, implica em algo que define procedimentos, regras documentadas (ou o estudo das mesmas) para a regulamentação de uma determinada disciplina. Metodologia nos ensina a pesquisar e estudar algo.

A modelagem pode ser usada, de maneira mais abstrata, para descrever o estado espacial de um sistema ou de um ambiente no qual um sistema opera. Um modelo inclui uma série de conceitos e relacionamentos que abstraem os aspectos mais relevantes do processo que está sendo analisado. Um modelo é uma descrição metafórica de alguma realidade, seja esta descrição matemática ou não.

Portanto, propõe-se o desenvolvimento de um modelo conceitual, visando a análise de integração da cadeia de suprimentos, utilizando-se índices de automação.

## **1.4 Conteúdo do Trabalho**

No capítulo 1, é feita uma introdução, situando o trabalho no contexto da Integração do Sistema de Manufatura. Em seguida, apresenta a justificativa e o detalhamento dos objetivos, e na seqüência a metodologia de desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 2, são apresentados os conceitos necessários para o desenvolvimento do modelo proposto. Nele são estudados os princípios de processos de negócio, integração da manufatura, automação e cadeia de suprimentos.

No capítulo 3 é definido o modelo de integração. Neste capítulo apresentam-se os principais passos envolvidos no desenvolvimento do modelo de análise de uma Cadeia de Suprimentos integrada utilizando-se índices de automação.

No capítulo 4, é apresentada a aplicação do modelo de integração da cadeia de suprimentos, a qual foi desenvolvida em uma empresa do ramo de máquinas e implementos agrícolas, considerada como a empresa foco da cadeia analisada, e em três fornecedores de primeiro nível: uma empresa fornecedora de materiais plásticos; uma empresa fornecedora de tubos de aço e, uma empresa fornecedora de mangueiras de borracha.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões desenvolvidas a partir dos objetivos propostos na formulação da dissertação. No final do capítulo são sugeridos alguns temas a serem abordados em futuros estudos.

Por fim são citadas as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração do trabalho em questão e os anexos da dissertação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta os conceitos necessários ao desenvolvimento deste trabalho, englobando processos de negócio, integração da manufatura, automação e cadeia de suprimentos, mostrando seus contextos e características.

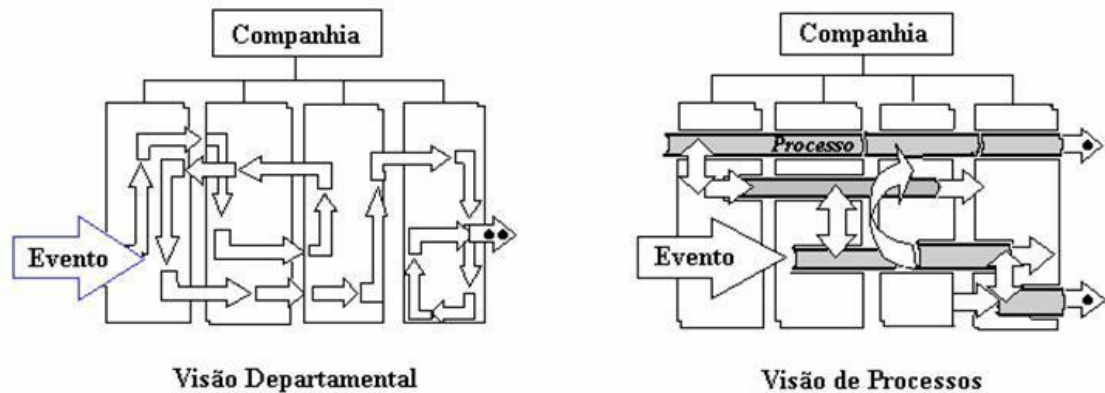
### 2.1 Processos de Negócio

Com a competitividade global, as empresas estruturaram suas operações de forma sistêmica e integrada, fatores estes que só são possíveis com uma visão por processos (ALVARENGA NETTO 2008).

Existem três categorias básicas de processos empresariais: os processos de negócio (ou de cliente) são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando no produto ou serviço que é recebido por um cliente externo; os processos organizacionais ou de integração organizacional são centralizados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio; e os processos gerenciais são focalizados nos gerentes e nas suas relações e incluem as ações de medição e ajuste do desempenho da organização (GARVIN, 1998).

Para Lizarelli et al (2006), as estruturas funcionais apresentam características que priorizam as funções de cada departamento em detrimento dos processos essenciais, ao adotarem o critério da otimização do funcionamento das áreas funcionais e apresentarem estruturas hierárquicas rígidas e pesadas, o que resultam na execução de pedaços fragmentados de processos de trabalho. A perspectiva de processo implica uma visão horizontal do negócio, que envolve toda a organização, diferente da visão vertical, que se caracteriza pela ênfase na estrutura funcional (MATTOS E LAURINDO, 2008).

A comparação gráfica entre as visões departamental e por processos pode ser vista na figura 1.



**Figura 1 - Visão departamental X Visão por processos**  
Fonte: Malamut (2005).

A visão holística de uma empresa é como se ter uma imagem sintética de todos os elementos da empresa, abrangendo suas estratégias, atividades, informações, recursos, organização e inter-relações (ROZENFELD 2001) e, o que mais se aproxima dessa visão holística é pensar na empresa como conjunto de processos de negócio (MATTOS E LAURINDO, 2008).

A conceituação de processos de negócio pode ser entendida como a generalização, para o conjunto de atividades do sistema de manufatura, dos roteiros de fabricação elaborados na fabricação de peças e/ou produtos; a atividade correspondente á operação do roteiro tem a mesma conceituação das atividades dos diversos estágios do Sistema de Manufatura (AGOSTINHO, 2010). Um processo de negócio é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (HAMMER, 2005).

Os processos de negócio são ligados à essência do funcionamento da organização, são típicos da empresa em que operam e são muito diferentes de uma organização para outra (DREYFUSS, 1996).

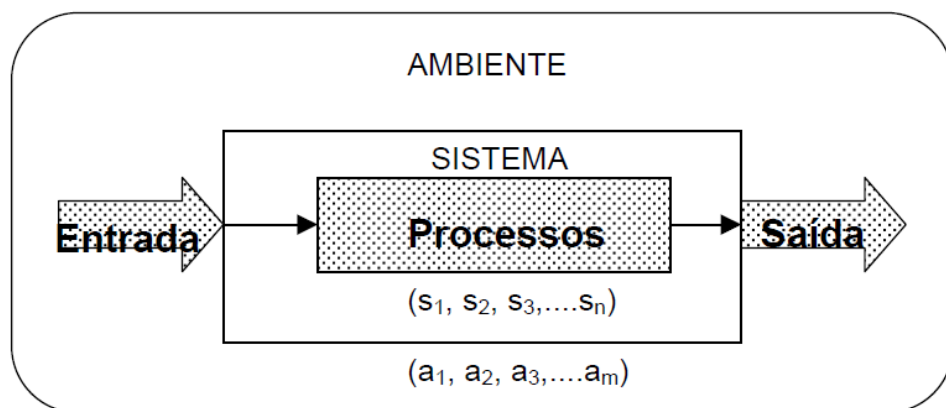
Segundo Jeston e Nelis (2006), a gestão exclusivamente por processos em todas suas atividades seria apenas um modelo idealizado. Na prática, há empresas que “tenderiam a ser centradas em processos”, caminhando para uma maior maturidade em processos, mas com departamentos e com certa visão funcional, coexistindo com a visão de processos.

Segundo O’Connell, Pyke e Whitehead (2006), processos de negócios envolvem pessoas, comunicações de vários tipos e mudanças, não somente poderosos softwares e máquinas.

## 2.2 Sistema de Manufatura

O modelo mais usado para representar um sistema é o de entradas e saídas, conforme a figura 2.

Caracteriza-se um sistema definindo seus limites (o que está dentro dele e o que está fora) e seus processos (o que ele faz). Quando se estuda um negócio ou um processo industrial, começa-se por caracterizá-lo como um sistema, isto é, definindo quais são seus elementos próprios, quais os elementos em seu ambiente, suas entradas e saídas e as relações entre eles (RIOS, 2002).



**Figura 2: Representação de um Sistema**  
**Fonte: Muscat, 1998; Rodrigues 2004.**

Segundo Agostinho (2009) o sistema de manufatura pode ser entendido como composição do conjunto de processos de negócio de Engenharia, Chão-de-fábrica, Negócios e Suporte e suas atividades componentes, como pode ser visto na figura 3. Cada uma dessas macroatividades pode ser desmembrada em subatividades que, dependendo do critério de dimensionamento, empregam recursos de automação rígida ou programável.

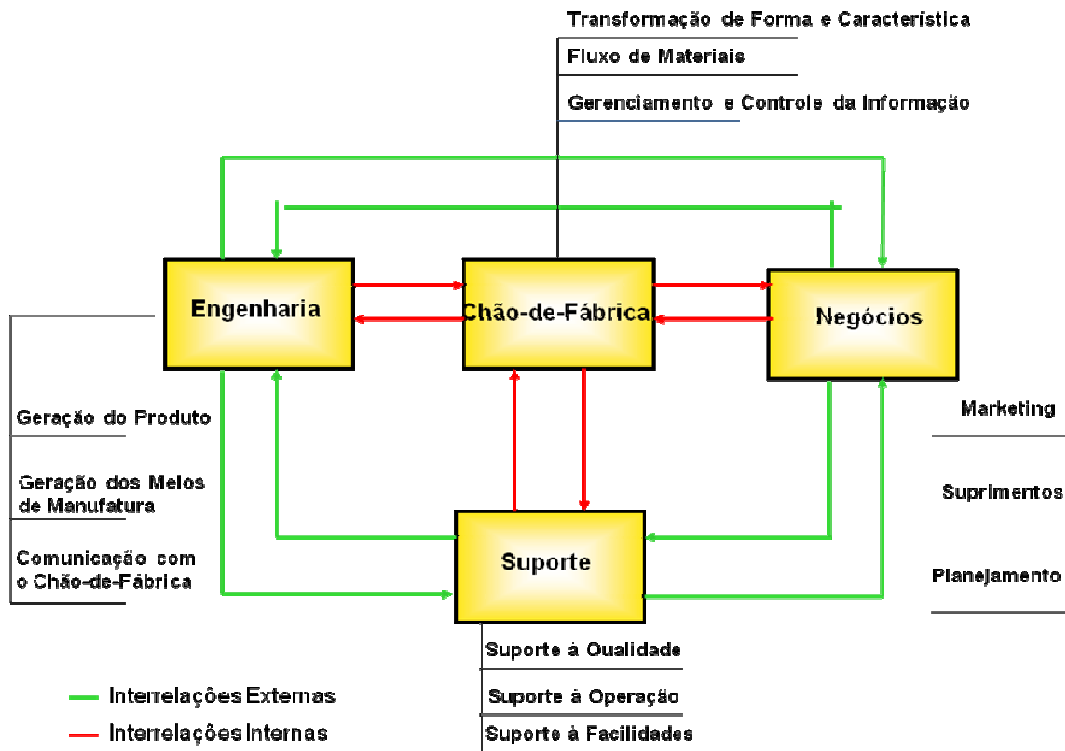


Figura 3: Sistema de Manufatura

Fonte : Agostinho, 2009

As definições de atividades e subatividades do Sistema de Manufatura, utilizadas no decorrer desta dissertação, foram as apresentadas por Agostinho (1995) em sua tese de livre docência e descritas a seguir.

### 2.2.1. Engenharia

A atividade correspondente à Engenharia é responsável pela criação e desenvolvimento dos produtos a serem fabricados, assim como o desenvolvimento dos meios de manufatura necessários (processos de fabricação, ferramental, equipamentos, etc.).

A atividade de Engenharia pode ser desdobrada em subatividades principais:

- Geração do produto

Na subatividade de geração do produto, pode-se estabelecer outras subatividades a ela subordinadas, tais como: Projeto Conceitual, onde são feitas as interações com o mercado e definidas as características preliminares do produto; Projeto Básico, que envolve o uso de conhecimentos tecnológicos e ciência básica, que serão incorporados ao produto, para cumprimento de suas funções, além dos cálculos de dimensionamento; Projeto Preliminar, que envolve a concepção preliminar do produto, e avaliação de sua viabilidade, através de interação com as áreas de engenharia de manufatura; Projeto Detalhado, que corresponde ao detalhamento dos desenhos e o tipo de conhecimento empregado é de conteúdo tecnológico e, Projeto Teste Funcional e Comprovação de Confiabilidade correspondente à fase de testes de campo, sob condições de operação.

- Geração dos Meios de Manufatura

Na subatividade de geração dos meios de manufatura pode-se estabelecer outras subatividades a elas subordinadas, tais como: Definição do Roteiro de Manufatura, onde se estabelece a lógica geral de passagem das especificações do produto até a fabricação da peça, leva em conta, como consequência, os recursos e limitações de máquinas e equipamentos disponíveis; Definição do Processo de Manufatura, a partir do roteiro, estabelecem-se os documentos detalhados, que fixam dimensões intermediárias, ferramental utilizado; Determinação das Condições Operacionais e Tempos de Manufatura, que inclui a determinação



de tempos de montagem (*set-up*), tempos padrões para as operações do roteiro, condições operacionais (usinagem, montagem, etc).

- Comunicação com o Chão-de-Fábrica

A subatividade de comunicação com o chão-de-fábrica proverá os meios de se repassar, para o chão-de-fábrica, as tecnologias de produto e manufatura estabelecidas nos itens anteriores. Essa comunicação poderá ser feita por meios manuais, na forma de papel, ou através de formas eletrônicas ou computacionais.

### 2.2.2. Chão-de-Fábrica

As atividades correspondentes a Manufatura, também conhecidas como "Chão-de-Fábrica" ou "*Shop Floor*", são responsáveis por fabricar os produtos determinados nos prazos e quantidades determinadas. Os recursos disponíveis, além das máquinas e equipamentos, são também a mão-de-obra direta (operadores) e indireta (suporte diretamente relacionado à manufatura). Atividades de suporte direto à manufatura, seja tecnológico ou administrativo, fazem parte destas atividades.

A atividade correspondente ao chão-de-fábrica pode ser subdividida em 3 subatividades:

- Transformação de Forma e Características das Peças

A subatividade de transformação de forma e característica inclui tecnologias de máquinas ferramenta, processos, ferramentas, dispositivo, sensores e controle, utilizados para fabricar e montar um determinado produto, além do próprio pessoal empregado. Inclui também tecnologias de carga e descarga.

- Fluxo de Materiais

A subatividade de fluxo de inclui tecnologias de armazenagem e transporte, destinadas aos processos de suprimento, administração de inventários e remoção de resíduos.

- Gerenciamento e Controle da Informação

O gerenciamento e controle da informação incluem tecnologias de planejamento, programação, supervisão, monitoramento, coordenação, análise e reportagem; são utilizadas para controle de processos, de fluxo de material direto, status de reportagem de manufatura, e análise de desempenho da manufatura, aqui entendida no chão-de-fábrica.

### 2.2.3. *Suporte*

O Suporte às atividades de chão-de-fábrica é responsável por manter o seu desempenho e característica; tanto de qualidade quanto operacionais dos equipamentos. Assim ela poderá ser subdividida nas subatividades:

- Suporte à Qualidade

Deve prover meios para manter controlada e estável a qualidade dos produtos; a qualidade dos produtos é sempre expressa na forma de especificações nos desenhos, tais como dimensões, tolerâncias, materiais, tratamentos térmicos, etc. Deve incluir tecnologias de controle estatístico do Processo de Fabricação, sensoreamento, medição "*on-line*", etc.

- Suporte à Operação

Deve prover meios para manter os equipamentos e instalações do chão-de-fábrica em condições operacionais adequadas; normalmente essas atividades são entendidas como manutenção, tanto dos equipamentos, quanto das instalações.

- Suporte à Facilidades

Deve prover meios para manter as facilidades do chão-de-fábrica em condições operacionais adequadas. Entende-se por facilidades: ar comprimido, energia elétrica, etc.

#### *2.2.4. Negócios*

A atividade de Negócios deve ser a interface do Sistema de Manufatura com o mundo exterior, tanto do mercado consumidor (clientes) quanto do mercado supridor (fornecedores). Assim, ela compreenderá as subatividades de:

- Marketing

Provê a conexão entre o Sistema de Manufatura e o mercado consumidor, sendo responsável por pesquisas de mercado, definição das necessidades do mercado, com participação ativa na definição conceitual dos produtos. Deve prover informações sobre estabilidade dos produtos produzidos, tendência à diversificação, vida útil dos produtos e alterações de quantidades nos curto, médio e longo prazos.

- Suprimentos

Provê a conexão entre o Sistema de Manufatura e o mercado supridor. É sempre diretamente afetado pelas subatividades de Marketing e atividade de Engenharia; deverá suprir respostas para variação de especificações, materiais e peças conseqüentes da queda de vida dos produtos e sua diversificação; desenvolvimento de confiabilidade de suprimento em termos de qualidade, quantidades e prazos de entrega.

- Planejamento

A atividade de planejamento e controle da manufatura será responsável pela ligação da atividade de negócios ao Chão-de-Fábrica. Em vários casos, em empresas com conceitos de integração de funções mais definido, as atividades de planejamento fino e controle da manufatura podem estar integradas às atividades de manufatura.

### **2.3 Automação**

Um dos fatores para aumentar a competitividade, gerar maior flexibilidade e prover o fluxo sinérgico de informação no processo produtivo pode ocorrer através da automação dos processos (ZAGO E COSTA, 2006).

O conceito de automação remonta a milênios. Os Gregos, buscando a libertação do trabalho rotineiro e da fadiga, criaram dispositivos que poderiam assumir certas tarefas. Automação é um termo freqüentemente utilizado principalmente quando sua aplicação está relacionada a processos de manufatura. A palavra automação é a síntese de duas outras palavras de origem grega *auto* e *matos* e carrega exatamente o significado de agir por si próprio, ou seja, uma ação sem necessidade de influência humana. Desde a explosão da Revolução Industrial, diversos modelos e estágios de automação e uso de tecnologias têm sido utilizados em busca de incremento de produtividade e qualidade (Quintella 1998).

Segundo Aurélio Buarque de Holanda Ferreira (1993) em seu dicionário básico da língua portuguesa, automação é um sistema automático pelo qual os mecanismos controlam seu próprio funcionamento, quase sem a interferência do homem.

A palavra automação foi usada pela primeira vez no início dos anos 50 para designar movimentação automática de materiais. A medida que a tecnologia de automação progrediu, o termo foi usado num senso mais abrangente (BLACK, 1998).

Segundo Agostinho (2010), devemos separar os conceitos de mecanização e automação ou automatização. Mecanização é o conjunto de atributos tecnológicos destinados à substituição

dos atributos físicos do homem (energia, sentidos, etc.), enquanto automação (ou automatização) é o conjunto de atributos tecnológicos destinados à substituição ou auxílio ao esforço mental humano.

A automação pode ser definida como um desenvolvimento posterior à mecanização onde um sistema em que os processos operacionais em fábricas são controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, substituindo o trabalho humano (LUZ e KUIAWINSKI, 2004).

Para Black (1998), o conceito de automação é definido como a técnica de tornar um processo ou sistema automático e refere-se tanto a serviços executados como a produtos fabricados automaticamente e às tarefas de intercâmbio de informações. Automação é a ciência que se preocupa com a aplicação de sistemas mecânicos, eletrônicos e computacionais para operação e controle da produção (FELDENS, 2008). Somente começa ocorrer a automação quando o instrumento passa a dispensar o comando humano da manipulação, incorporando, dentro de si, os meios que registram os movimentos necessários para atuar sobre o objeto de trabalho (PRADO, 1989).

Dentro de um processo de fabricação em um sistema de manufatura o grau de automação está baseado nos atributos humanos que foram mecanizados ou automatizados. À medida que a máquina em um processo de fabricação assume atributos humanos em níveis mais elevados, há uma maior intensidade de automação (RODRIGUES, 2004).

Black (1998), Rodrigues (2004) e Agostinho (2009), separam os níveis de automação conforme o grau de atributos realizados pela máquina, conforme quadro 1. Quanto mais atributos humanos são realizados pela máquina, maior é o seu “grau de automatismo”.

Segundo Agostinho (2009) entende-se que até o grau 1, a substituição dos atributos humanos é feita através da mecanização, enquanto que o grau 2 já envolve automação. Nota-se

que a substituição dos atributos humanos vai até o grau 5. A partir do grau 6 os atributos são exclusivamente humanos.

**Quadro 1: Substituição dos atributos humanos conforme o grau de automação**  
**Fonte: Black 1998; Rodrigues 2004; Agostinho 2009**

<b>Graus de Automação</b>	<b>Atributo Humano Substituído</b>	<b>Exemplos</b>
A (0)	<b>Nenhum:</b> alavanca, chave de fenda, roldana	Ferramentas manuais, máquinas manuais
A (1)	<b>Energia:</b> músculos substituídos	Máquinas e ferramentas energizadas
A (2)	<b>Destreza:</b> Auto-alimentação	Máquinas automáticas de ciclo único
A (3)	<b>Diligência:</b> sem realimentação	Repetição de ciclos. Torno copiador
A (4)	<b>Julgamento:</b> realimentação posicional	Controladores de processo com auto-medição e auto-coreção
A (5)	<b>Avaliação:</b> controle por computador, análise dedutiva	Robôs de montagem
A (6)	<b>Aprendizado</b>	
A (7)	<b>Análise</b>	
A (8)	<b>Criatividade</b>	
A (9)	<b>Domínio</b>	

Os objetivos a se atingir com a automação podem se enquadrar em dois grandes níveis: segurança e mercado. No primeiro, pretende-se a melhoria das condições de trabalho e segurança das pessoas e dos equipamentos. No segundo, pretende-se aumentar a competitividade global dos produtos e das empresas. (BAPTISTA, 2008).

Agostinho (2010) agrupa os tipos de automações em Automação fixa ou rígida e Automação programável ou flexível, fazendo uma relação com os atributos humanos que são substituídos quando da implantação de uma ou outra automação.

### *2.3.1 Automação Rígida ou Fixa*

Para Agostinho (2010) a automação fixa ou rígida ocorre quando o atributo humano decorrente ao seu esforço mental é substituído por equipamentos mecânicos.

A automação fixa é caracterizada pela rigidez da configuração do equipamento (BAPTISTA, 2008) e é usada quando o volume de produção é muito elevado sendo, portanto, adequado projetar equipamento especializado para processar o produto de modo muito eficiente e a elevadas taxas de produção (GROOVER, 1989), as operações envolvidas são simples, mas a integração e a coordenação destas operações são complexas (FELDENS, 2008).

Justifica-se o uso da automação rígida do ponto de vista econômico quando se pretende produzir em alta escala, pois a alta demanda permite dissolver o investimento inicial por um número grande de unidades produzidas. Entretanto a pouca flexibilidade é uma grande limitação (FELDENS, 2008) junto com a impossibilidade de prever alterações nos produtos (BAPTISTA, 2008).

Isto explica o fato da automação rígida não ter se difundido significativamente nas indústrias que operam sistemas de produção sob encomenda ou por ordens individuais na produção seriada em pequenos lotes (PRADO 1989).

Para Rodrigues (2004), são características da Automação Fixa:

- Custo elevado de investimento;
- Ritmo de produção elevado, apropriado a produtos de alta demanda, produção em massa;
- Processos com atividades seqüenciais e simples;
- Baixa flexibilidade para modificações das atividades, quando da mudança de produtos. Alterações são difíceis e de alto custo.

### *2.3.2 Automação Programável*

Na automação programável ou flexível o atributo humano decorrente ao seu esforço mental é substituído por um programa de instruções residente em um computador. Este será o conceito de automação utilizado para a definição dos índices de automação (AGOSTINHO, 2010).

A automação programável é usada quando o volume de produção é relativamente baixo e há uma variedade de produtos a serem fabricados. Neste caso o equipamento de produção é projetado para ser adaptável a variações na configuração do produto. (GROOVER, 1989). A seqüência de operações é controlada por um programa e para cada produto terá que realizar-se um novo programa. (BAPTISTA, 2008).

Para Rodrigues (2004), são características da Automação Programável:

- Custo de investimento elevado (maior que da automação fixa);
- Capacidade de modificação da seqüência das atividades no processo para diferentes produtos;
- Flexibilidade, que permite ao sistema se adaptar a produção em pequenos lotes de diferentes produtos;
- Ritmo de produção baixo, quando comparado a com a automação fixa.



## 2.4 Índices de Automação

Os índices de automação utilizados nesta dissertação foram desenvolvidos por Agostinho (1995) em sua tese de Livre Docência, e segundo o autor para que se possa definir corretamente os índices de automação e fazê-lo variar entre valores numéricos que possam ser analisados com certa facilidade, define-se como ausência de automação a situação na qual o homem perfaz, com seus atributos intelectuais, completamente uma determinada atividade.

Diante disso e para melhor quantificação da automação nas atividades, define-se como Índice de Automação a relação:

$$i_A = \frac{n_A}{n_T}$$

onde:

$i_A$  = índice de automação

$n_A$  = número de atividades do homem, substituídas por dispositivos ou aparelhos com conceito de automação

$n_T$  = número total de atividades exercidas pelo homem

Pode-se afirmar que:

$$0 \leq i_A \leq 1$$

Portanto, nas condições limites, pode-se dizer que:

$i_A = 0$  todas as atividades são exercidas pelo homem

$i_A = 1$  todas as atividades exercidas pelo homem são substituídas pelos dispositivos de automação

#### 2.4.1 Índices de Automação Rígida

Partindo-se das definições anteriores de automações rígida e programável, define-se:

$$i_{A_R} = \frac{n_{A_R}}{n_T}$$

Onde:

$i_{A_R}$  = índice de automação rígida

$n_{A_R}$  = número de atividades do homem substituídas por dispositivos de automação rígida.

$n_T$  = número total de atividades exercidas pelo homem

Com,

$$-1 \leq i_{A_R} \leq 0$$

#### 2.4.2 Índices de Automação Programável

Da mesma maneira,

$$i_{A_P} = \frac{n_{A_P}}{n_T}$$

onde:

$i_{A_p}$  = índice de automação programável

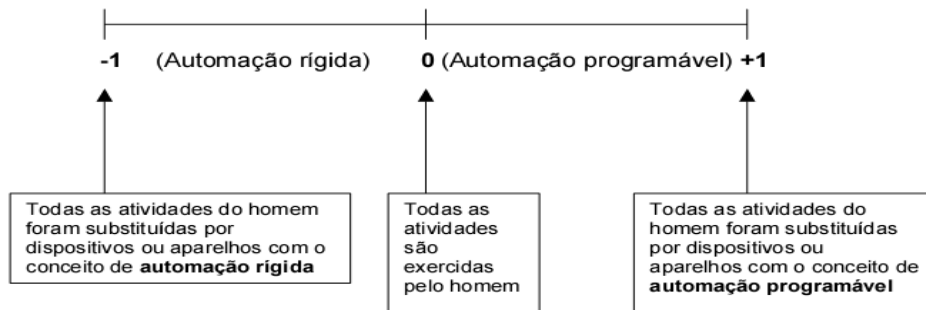
$n_{A_p}$  = número de atividades do homem substituídas por dispositivos

$n_T$  = número total de atividades exercidas pelo homem

Analogamente:

$$0 \leq i_{A_p} \leq 1$$

Para efeito de modelamento do nível de automação do Sistema de Manufatura, convencionase que o índice de automação será **positivo**, quando a substituição das atividades do homem for exercida através de automação programável, e será **negativo**, quando a substituição das atividades do homem for substituída por automação rígida, como mostra a figura 4.



**Figura 4: Índices de Automação**  
Fonte: Agostinho 1995

Ainda segundo Agostinho (1995), a avaliação do índice de automação, seja rígida ou programável, deve sempre ser feita sem a necessidade de grandes cálculos ou algoritmos. Deve ser

possível para o avaliador determinar o valor do índice de automação através de visão holística, ou seja, com poucos detalhes e/ou complementos.

Ressalta-se que o valor do índice de automação está diretamente relacionado a substituição dos atributos humanos, correspondentes aos graus de automação. Visto que o limite de substituição dos atributos humanos está definido até o grau 6, este deverá ser considerado como 100, ou seja, quando todas as atividades humanas ( $n_T$ ) foram substituídas por recursos de automação, grau 6 na avaliação, o valor de  $i_A = 1$ .

## **2.5 Integração do Sistema de Manufatura**

A Integração da Manufatura é o caminho para as empresas de manufatura atingirem os objetivos de suas estratégias (ROZENFELD, 2001). Integrar é tornar inteiro, completar e, a visão holística da empresa é uma condição para que se possa integrar (FERREIRA, 1975).

Qualquer que seja sua forma, a integração de Sistemas, sempre leva a um Sistema mais eficiente (KARAPETROVIC E WILLBORN, 1998). Os maiores benefícios trazidos pela integração, como citado anteriormente na justificativa para este trabalho, são: melhoria no desenvolvimento e na transferência de tecnologia; melhoria na eficiência operacional; melhoria na gestão dos métodos internos e no trabalho multifuncional; maior motivação da gerência e menos conflitos interfuncionais; número reduzido de auditorias; aumento da confiança dos clientes e da imagem positiva na comunidade e no mercado/ redução de custos e reengenharia mais eficiente (Barbeiro, 2005).

Particularizando para o domínio dos sistemas de manufatura e automação industrial pode-se dizer que integração é o processo pelo qual um conjunto de componentes tais como máquinas ferramentas, robôs, sensores, alimentadores, transportadores, programas de aplicação, pessoas, etc., também designados por recursos, se reúnem para formar recursos ou sistemas /sub-sistemas de ordem mais elevada. Implícita nessa reunião estará uma noção de complementaridade entre componentes e uma “fluída” interoperação entre eles. Isto é, a criação de condições para que os

vários componentes, independentemente do seu nível de autonomia, possam dialogar e cooperar com vista a atingir os objetivos do sistema de manufatura. Considerando um sistema de manufatura como um conjunto de entidades físicas e lógicas organizadas para a realização de determinados objetivos (produção de produtos materiais ou virtuais), o processo de integração visa contribuir para uma otimização da cooperação entre essas entidades (CAMARINHA MATOS, 2009).

A integração no início era apenas entendida no chão de fábrica, integrando os equipamentos; depois surgiu a integração de diversas tarefas dentro de uma atividade, e atualmente temos a integração de todo o negócio, incluindo o fornecedor e o cliente (GEORGES E BATOCCHIO, 2000).

Segundo Camarinha-Matos (2001), a integração de sistemas, enquanto facilitadora do fluxo de informação, representa um importante pré-requisito para garantir a flexibilidade, capacidade de adaptação rápida para o suporte de diferentes processos; Agilidade, capacidade de resposta rápida a alterações imprevistas, quer do ambiente externo, quer do interno; Eficiência, ao evitar atividades desnecessárias e também ao permitir uma melhor chegada da informação a todas as áreas da empresa, constitui base para uma maior participação de todos os envolvidos e; Qualidade, a automatização dos processos de troca de informação, contribui para o aumento da qualidade ao reduzir potenciais erros causados pela introdução manual da informação. O fluxo sinérgico da informação também contribui para um aumento da qualidade em termos de tempos de resposta do sistema e pelo fato de as decisões poderem ser tomadas com base em informações atualizadas.

Segundo Agostinho (2010), a integração do Sistema de Manufatura é pré-requisito para que se obtenham os atributos de competitividade, ou seja, Inovação e Capacidade de Resposta que irão prover a competitividade necessária para o Sistema de Manufatura, nos mercados a que se propõe. Representa um estado de organização, refletido na capacidade de transitar informações sinérgicamente entre suas atividades e subatividades. Além disso, de acordo com os conceitos de

automação, cada atividade ou subatividade do Sistema de Manufatura contém um certo grau de automação, seja rígida ou programável.

A necessidade da integração pode ser encontrada a vários níveis. O nível inter-empresa é quando se considera a manufatura numa perspectiva de colaboração entre várias empresas. O processo produtivo não é mais assegurado na sua totalidade por empresas isoladas. Pelo contrário, numa rede de empresas, cada nó contribui com uma parcela para a cadeia de valor. A materialização deste paradigma requer a definição de uma arquitetura de referência para a cooperação e o desenvolvimento de infraestruturas abertas de suporte bem assim como os respectivos protocolos de comunicação e cooperação (CAMARINHA-MATOS, 2001).

## **2.6 Modelo de integração do sistema de manufatura utilizando os índices de automação**

O modelo de integração do sistema de manufatura utilizando índices de automação foi proposto por Agostinho (1995) em sua tese de Livre Docência.

Adotando-se o modelo do Sistema de Manufatura proposto na figura 3, e fazendo-se análise individualizada por atividades, são empregados a elas, recursos de automação rígida ou programável, dependendo do critério de dimensionamento.

As atividades do Sistema de Manufatura serão representadas por três eixos triortogonais onde cada eixo representa as respectivas subatividades. A automação será quantificada, para cada uma das subatividades, pelo valor do índice de automação  $i_A$ . Assim, o valor será positivo, quando a automação for programável (índice  $i_{A_P}$ ), até o valor máximo de 1, e o valor será negativo, quando a automação for rígida (índice  $i_{A_R}$ ), até o valor mínimo de -1. A origem dos eixos cartesianos representará automação nula, ou seja, as subatividades são feitas pelo homem.

Para que se tenha sinergia, no fluxo das informações, será necessário que a automação inerente a qualquer das subatividades, seja de mesmo tipo, só programável ou só rígida, pois, uma arquitetura onde haja simultaneamente índices de automação de diferentes tipos, configuram a

incapacidade de trânsito sinérgico da informação, devido a interfaces de comunicação com tecnologia de automação diferentes, conforme figura 3.

Ainda segundo Agostinho (1995), para efeito de estudo de alternativas, será considerado somente o emprego de automação programável, devido a sua maior aplicação. Assim, a configuração da arquitetura das subatividades do Sistema de Manufatura, ter-se-á, então o emprego de automação flexível nos três eixos das subatividades

O quadro 2 exemplifica os graus de automação relacionados a cada índice de automação e os quadros 3; 4; 5 e 6 apresentam os índices de automação referentes aos graus de automação das atividades e subatividades do sistema de manufatura. .

**Quadro 2: Graus de automação programável**  
Fonte Agostinho (1995)

Graus de automação programável	
$0 \leq i_A \leq 0,3$	Automação Manual
$0,4 \leq i_A \leq 0,7$	Semi-automático
$0,8 \leq i_A \leq 1$	Automático

**Quadro 3: Índices de automação para a atividade de Engenharia**  
Fonte Agostinho (1995)

	Engenharia		
	$0 \leq i_A \leq 0,3$	$0,4 \leq i_A \leq 0,7$	$0,8 \leq i_A \leq 1$
Comunicação com Chão de Fábrica	A <sub>p</sub> = Documentação manual, distribuição na forma de papel	B <sub>p</sub> = Uso individual dos computadores, transferência isolada de dados	C <sub>p</sub> = Conexão das máquinas CNC em rede
Geração dos meios de manufatura	D <sub>p</sub> = Processos manuais, prancheta	E <sub>p</sub> = Uso individual dos computadores	F <sub>p</sub> = Geração de processos de fabricação via computadores
Geração do produto	G <sub>p</sub> = Prancheta, tabela	H <sub>p</sub> = Uso individual dos computadores	I <sub>p</sub> = Uso de computadores no Produto e Manufatura

**Quadro 4: Índices de automação para a atividade de Chão de fábrica**  
**Fonte Agostinho (1995)**

	Chão de Fábrica		
	$0 \leq i_A \leq 0,3$	$0,4 \leq i_A \leq 0,7$	$0,8 \leq i_A \leq 1$
Transformação de forma e característica	A <sub>p</sub> = Máquinas simples, carga e descarga manual	B <sub>p</sub> = Máquinas CNC, carga e descarga manual	C <sub>p</sub> = Máquinas CNC, carga e descarga robotizada, células flexíveis de manufatura
Fluxo de materiais	D <sub>p</sub> = Transporte manual, estocagem manual	E <sub>p</sub> = Transporte automatizado, estocagem manual	F <sub>p</sub> = Transporte automatizado, armazenagem programada
Gerenciamento e controle da informação	G <sub>p</sub> = Controle de produção manual (cartões)	H <sub>p</sub> = Uso de computadores isolados, alimentação CNC manual	I <sub>p</sub> = Ligação DNC, MRP

**Quadro 5: Índices de automação para a atividade de Negócios**  
**Fonte Agostinho (1995)**

	Negócios		
	$0 \leq i_A \leq 0,3$	$0,4 \leq i_A \leq 0,7$	$0,8 \leq i_A \leq 1$
Suprimentos	A <sub>p</sub> =Documentação manual, tabelas, listas	B <sub>p</sub> =Uso individual dos computadores	C <sub>p</sub> =Interligação em rede com outras atividades e clientes
Planejamento	D <sub>p</sub> =Controle manual, listas	E <sub>p</sub> =Uso individual dos computadores	F <sub>p</sub> =MRP II
Marketing	G <sub>p</sub> =Tabelas, listas	H <sub>p</sub> =Uso individual dos computadores	I <sub>p</sub> =Interligação em rede com outras atividades e clientes



**Quadro 6: Índices de automação para a atividade de Suporte**  
**Fonte Agostinho (1995)**

	Suporte		
	$0 \leq i_A \leq 0,3$	$0,3 \leq i_A \leq 0,7$	$0,7 \leq i_A \leq 1$
Suporte à operação	A <sub>p</sub> = Manutenção corretiva	B <sub>p</sub> = Manutenção preventiva, uso individual dos computadores	C <sub>p</sub> = Manutenção preditiva, com sensoriamento em tempo real, ligação com rede
Suporte à facilidades	D <sub>p</sub> = Manutenção manual à instalação	E <sub>p</sub> = Monitoramento com computadores isolados	F <sub>p</sub> = Sensoriamento em tempo real, interligação com rede
Suporte à qualidade	G <sub>p</sub> = Inspeção manual	H <sub>p</sub> = Controle estatístico de processo individual, uso isolado de computadores	I <sub>p</sub> = Sensoriamento em tempo real

Dá análise dos quadros 2; 3; 4; 5 e 6 , pode-se concluir:

- Atribui-se um índice de automação de 0 a 1 de acordo com o grau de automação encontrado no sistema de manufatura.
- Uma arquitetura com possibilidades de integração será aquela na qual a automação nos três eixos é programável, pois, neste caso as interfaces de comunicação com tecnologias de automação são do mesmo tipo.
- Quanto mais automatizada for cada subatividade maior será o grau de automação relacionada a ela;
- quanto mais próximos forem os índices de automação entre as subatividades mais sinérgico será o fluxo de informações e portanto mais integrada será a atividade do sistema de manufatura relacionada;
- Se as atividades integradas tiverem índices de automação iguais ou próximos entre si, o sistema de manufatura será estruturalmente integrado;
- Para que se tenha a integração da cadeia de suprimentos, cada empresa deve ser internamente integrada e os índices de automação entre as empresas devem ser iguais ou muito próximos.

As figuras 5; 6; 7 e 8 apresentam, respectivamente, as arquiteturas das atividades de engenharia, chão de fábrica, negócios e suporte respectivamente, com o emprego de automação flexível.

Nesse caso, como as interfaces de comunicação são de mesma espécie, para se prover integração com trânsito sinérgico das informações, será necessário que os valores dos índices de automação sejam iguais ou aproximadamente iguais.

Consequentemente, um estado de organização sem características de integração será caracterizado por valores do índice de automação  $I_{A_p}$  diferentes, mesmo que aquela seja de mesmo tipo, nos três eixos da subatividade.

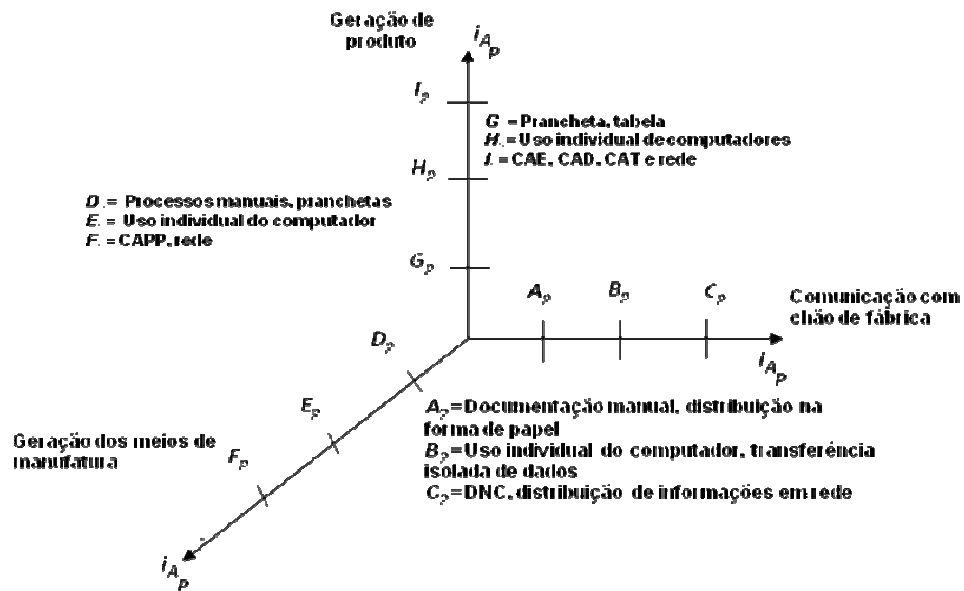


Figura 5: Arquitetura de Engenharia  
Fonte: Agostinho 1995

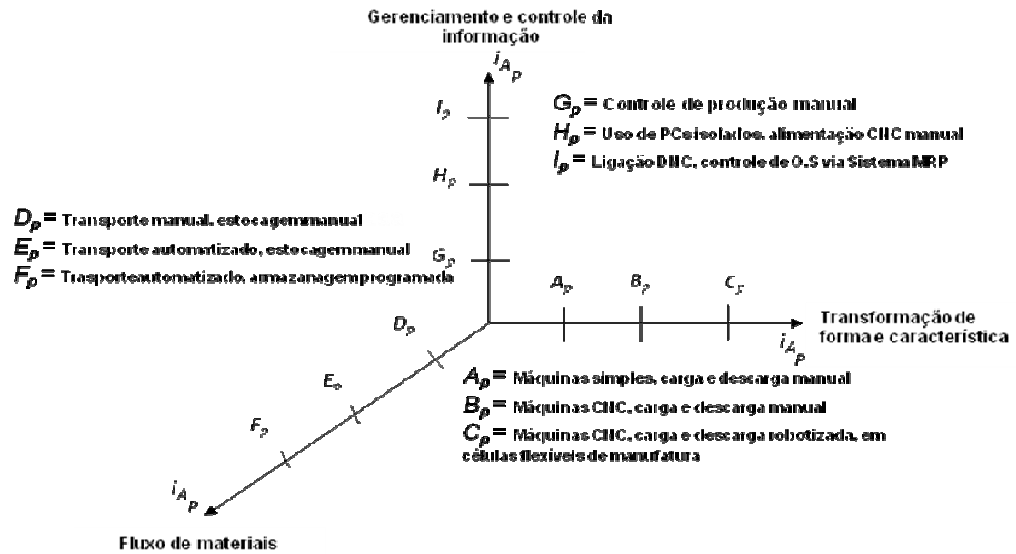


Figura 6: Arquitetura de Chão-de-fábrica  
 Fonte: Agostinho 1995

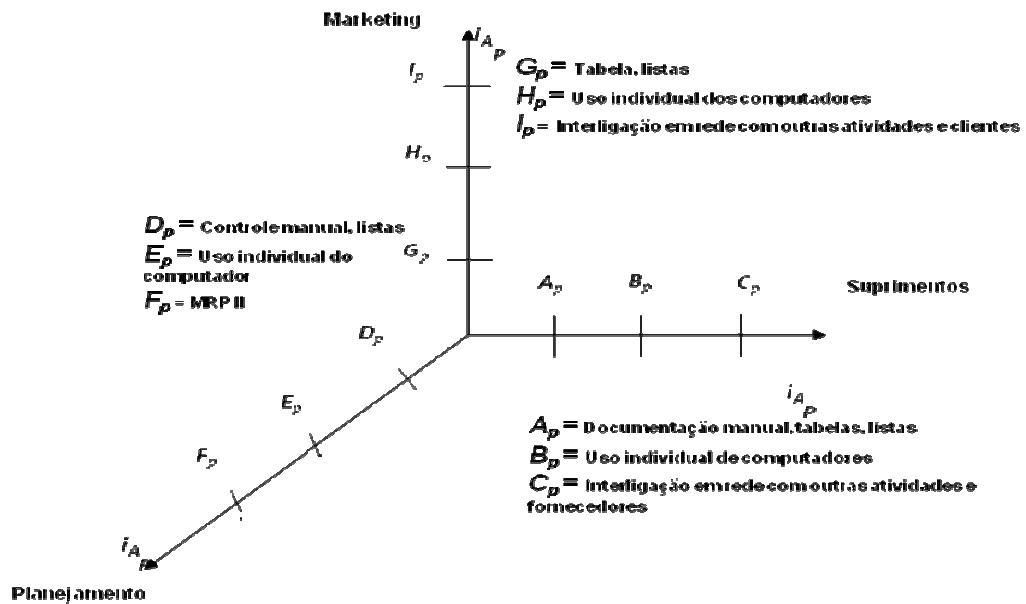


Figura 7: Arquitetura de Negócios  
 Fonte: Agostinho 1995

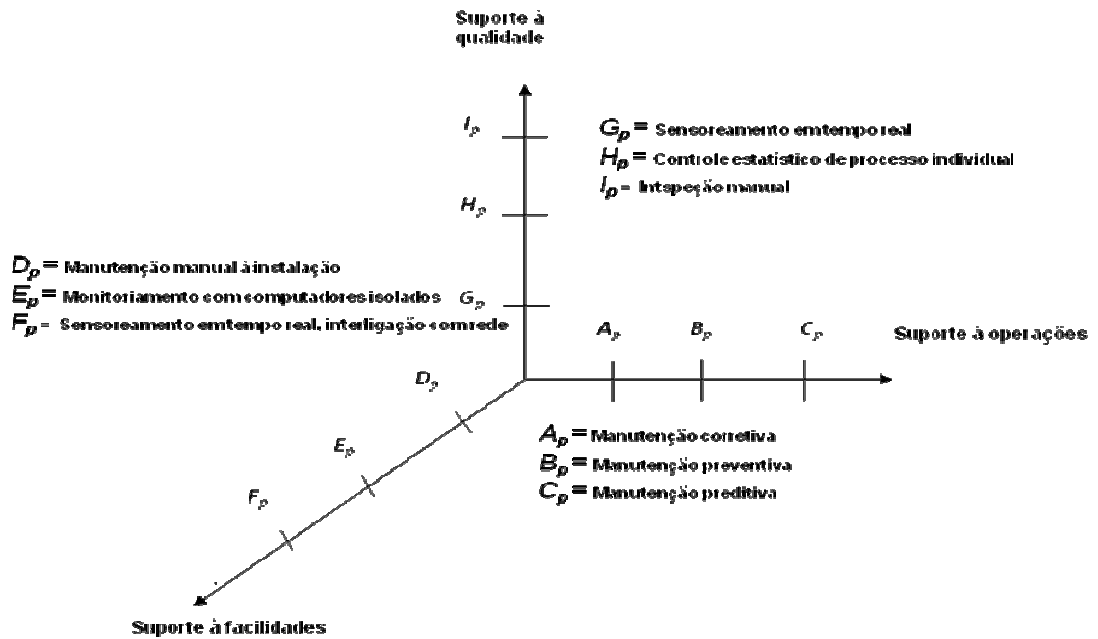


Figura 8: Arquitetura de Suporte  
 Fonte: Agostinho 1995

A falta de Integração dar-se-á por dificultar-se o trânsito de informações, pois o grau de automação é diferente nos 3 eixos coordenados. A solução de automação adotada para o eixo da subatividade com maior valor de  $A_p$  tende a se isolar, e a comunicação e trânsito das informações são feitas pelas interfaces contidas nos eixos das subatividades com o mesmo valor de  $A_p$ .

A Integração Estrutural obtida para cada atividade, quando os índices de automação têm valores numéricos próximos, deve ser entendida como localizada à atividade; isto não implica que o Sistema de Manufatura esteja com características de Integração estrutural.

Será então necessário considerar a atuação conjunta das quatro atividades, com suas inter-relações internas e externas, com suas respectivas automações, onde a representação do modelo de aplicação de automação, agrupa os modelos desenvolvidos nas atividades isoladas numa só representação.

Adotando-se este modelo completo das atividades e subatividades do Sistema de Manufatura, podem ocorrer três alternativas de arquitetura.

1ª Alternativa - As três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{AP}$  próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura, como observado na figura 9.

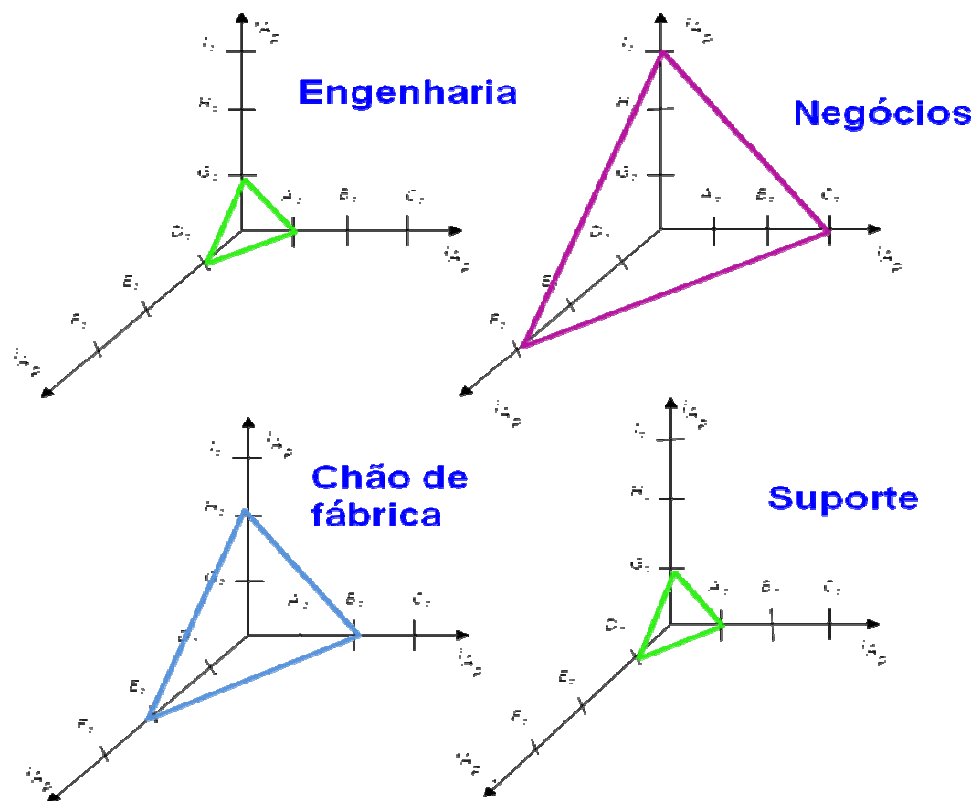
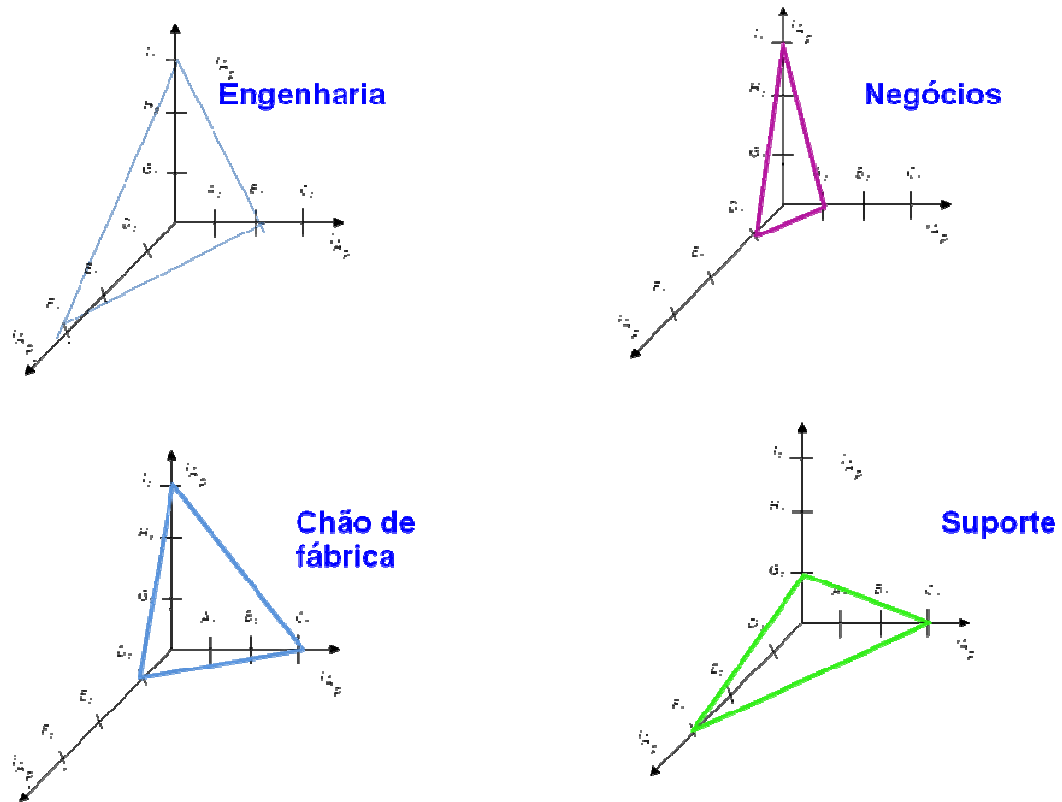


Figura 9: Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades  
Fonte: Agostinho (1995)

2ª Alternativa- As três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $iA_p$  diferentes entre si, e diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades, e também falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura, como mostra a figura 10.

3ª. Alternativa - As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $iA_p$  próximos entre si, e próximos entre as atividades. Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total, como ilustrado na figura 11.



**Figura 10: Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades**  
 Fonte: Agostinho (1995)

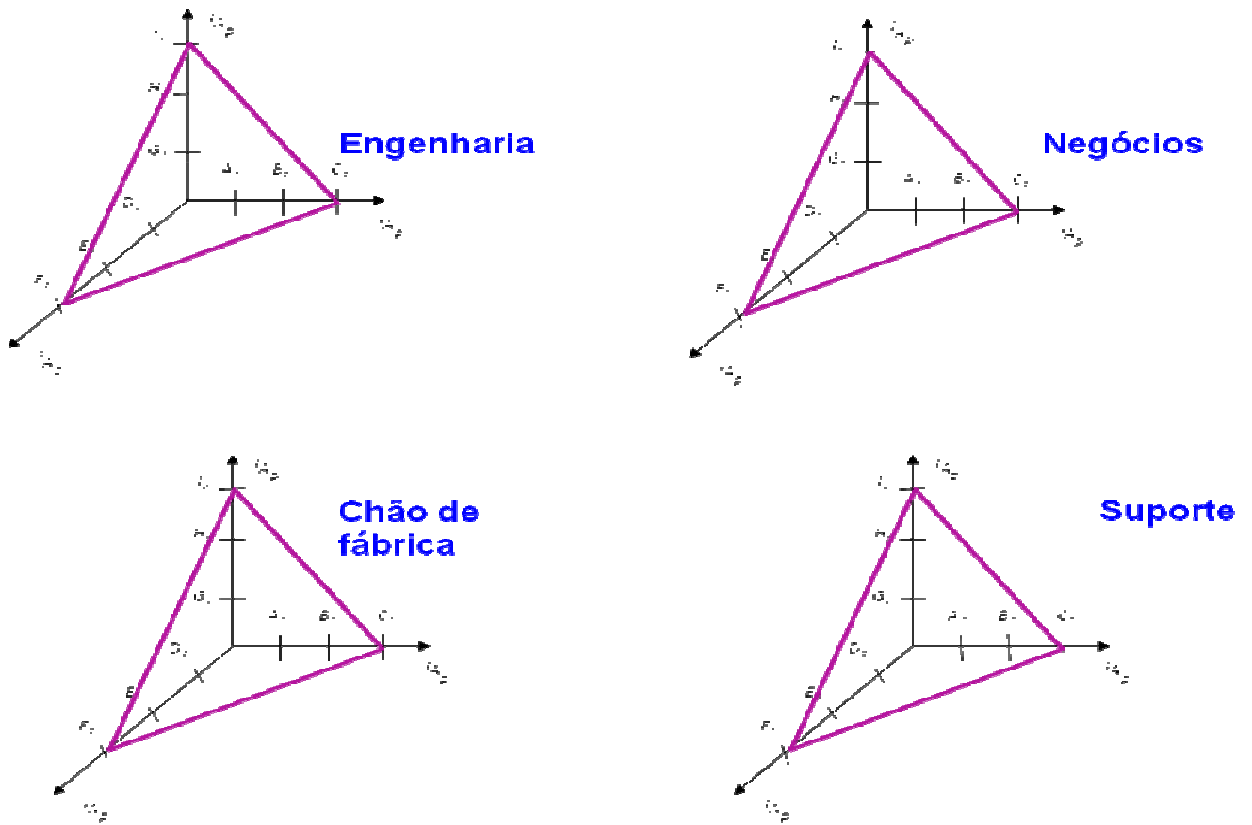


Figura 11: Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total.  
 Fonte: Agostinho (1995)

## 2.7 Cadeia de Suprimentos

Segundo Azevedo (2000), para se manterem competitivas, as empresas tendem a evoluir progressivamente para formas de organização mais globais, com uma especial preocupação no que respeita à maior variabilidade da procura, à proliferação de novas tecnologias (que permitem reduzir substancialmente os tempos de desenvolvimento e produção de novos produtos, cada vez mais complexos), às novas exigências no tempo de resposta às solicitações dos clientes e ao aumento substancial da qualidade.

De acordo com Bowersox (1986) no ambiente competitivo emergente atual, o resultado para o sucesso de uma única organização poderia depender da capacidade de gerenciamento para integrar-se a uma rede complexa de empresas.

Este quadro geral conduziu naturalmente a novos paradigmas organizacionais, caracterizados por uma maior concentração das empresas nas suas competências e atividades principais e pelo estabelecimento de redes de cooperação com entidades externas, desde fornecedores a clientes, em que as atividades de coordenação e colaboração assumem naturalmente uma enorme importância (AZEVEDO, 2000).

Com a manufatura moderna excluiu-se grande parte do excesso de tempo e custos do processo de produção, assim há pouca vantagem a ser ganha na fábrica, mas as cadeias de suprimentos podem oferecer novas oportunidades para a conquista de vantagem competitiva (TAYLOR, 2005).

Cadeia de Suprimentos consiste em todas as etapas do atendimento das demandas do cliente (CHOPRA E MEINDL, 2003). O fluxo de materiais e informações que flui através da empresa, desde a atividade de compras, passando pela produção e indo até os clientes (SLACK et al, 1999).

Segundo (BALLOU, 2004), esta definição quando trata do fluxo de informações, está baseada no compartilhamento de informações referentes ao produto entre os participantes, com o objetivo de integrar as diversas atividades para um gerenciamento da cadeia de suprimentos.

As funções de compras e desenvolvimento de fornecedores consideram o fluxo de informações do comprador para o fornecedor. A distribuição física considera o movimento físico do fornecedor para o comprador. Juntos, eles formam elos na cadeia de suprimentos. Qualquer cadeia de suprimentos consistirá em uma seqüência desses elos comprador-fornecedor (SLACK et al, 1999).



Para Alves Filho et al. (2004), a estrutura da cadeia diz respeito ao papel das empresas e como o trabalho e processos são divididos e realizados entre as empresas. Então, posicionar bem a empresa na cadeia é primordial para obtenção de vantagens competitivas.

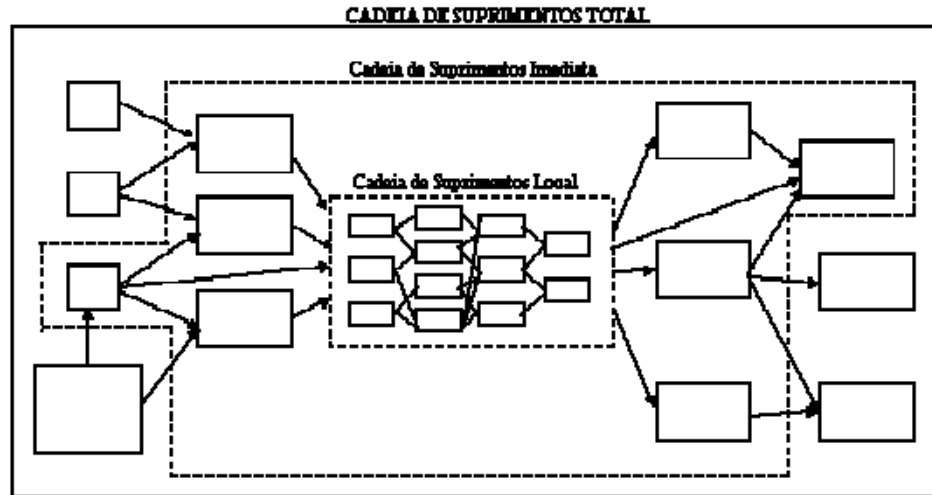
No sentido de compreender a estrutura das cadeias identificam-se três dimensões estruturais de uma cadeia de suprimentos, (LAMBERT, COOPER E PAGH 1998):

- Estrutura horizontal - Definida pelo número de níveis da cadeia de suprimentos para produção de um produto ou serviço;
- Estrutura vertical - Definida pelo número de empresas em cada nível da cadeia de suprimentos; e
- Posição da empresa foco - Definida pela posição horizontal da empresa foco ao longo da SC. Conforme mencionado por Lazzarini (2008), é possível exercer laços de cooperação na cadeia, tanto no sentido horizontal como no vertical de sua estrutura.

Lambert, Cooper e Pagh (1998) também sugerem a classificação dos membros de uma cadeia de suprimentos em primários e de apoio. Os membros primários são representados por aquelas empresas que executam atividades, e agregam valor ao longo da cadeia de um determinado produto (e/ou serviço). Já os membros de apoio são aquelas empresas ou unidades de negócios que fornecem recursos, conhecimento e, suportam os membros primários, mas não participam diretamente do processo de agregação de valor. Assim, uma empresa pode, simultaneamente, realizar atividades primárias e de apoio na mesma cadeia ou em cadeias de suprimentos distintas.

De acordo com Slack (1991), as cadeias ou redes de suprimento podem ser vistas em três níveis (ver figura 12). A cadeia de suprimentos total é aquela que envolve todas as relações cliente-fornecedor desde a extração da matéria prima até a compra do produto pelo consumidor final. Já a cadeia de suprimentos imediata é aquela em que estão os fornecedores e consumidores com os quais a empresa faz negócio diretamente. Finalmente, dentro da empresa em si está a

cadeia de suprimentos local, com os fluxos internos de materiais e informações entre departamentos, células ou setores da operação.



**Figura 12: Níveis da Cadeia de Suprimentos**  
Fonte Slack (1991)

A empresa chave numa cadeia de suprimentos é aquela mais forte, que está na posição de influenciar e dirigir as demais, de forma que trabalhem juntos na causa comum de obter e reter os clientes finais (SLACK et al, 1999).

A companhia precisa estabelecer a dimensão de sua cadeia de suprimentos assim como o tipo de relacionamento desejado com seus parceiros. Normalmente, a integração dos processos de negócio leva uma organização ao estabelecimento de relacionamento de longo prazo com fornecedores e clientes, mas sem a obrigação de manter o mesmo vínculo com todos os membros de sua cadeia produtiva. Jarillo (1995), ratifica que uma estratégia de rede possibilita a vantagem da organização integrar e controlar todas as atividades da cadeia produtiva, sem os males tradicionais de uma companhia integrada verticalmente, ou seja, elevada burocracia, falta de inovação, custos elevados e falta de responsabilidade de seus membros.

Sílvia Pires e Mário Sacomano Neto (2010), mostram que quando se discorre sobre as relações na cadeia de suprimentos está implícita a análise da intensidade do relacionamento entre pares ou do conjunto de empresas, ao resumirem as idéias de Lambert, Emmelhainz, Gardner (1996). Para eles as parcerias são subdivididas em três tipos:

- Tipo 1: As empresas envolvidas se reconhecem mutuamente como parceiras e, dentro de determinados limites, coordenam, conjuntamente, o planejamento e atividades. Geralmente são parcerias de curto prazo e envolvem uma divisão ou área funcional dentro de cada empresa;
- Tipo 2: As empresas envolvidas avançam da coordenação de atividades para a integração de atividades. Embora sem essa pretensão, geralmente acabam tendo uma longa duração e envolvem várias divisões em cada uma das empresas participantes;
- Tipo 3: As empresas compartilham um significativo nível de integração operacional, cada uma vê a outra como uma extensão dela própria, e mantêm uma longa duração.

Segundo Souza, Carvalho, Liboreiro (2006), a integração externa, significa desenvolver relacionamentos cooperativos com os diversos participantes da cadeia de suprimentos, baseados na confiança, capacitação técnica e troca de informações. A integração externa permite eliminar duplicidades, reduzir custos, acelerar o aprendizado e customizar serviços.

Uma das principais estratégias para obtenção de vantagens competitivas é o gerenciamento do fluxo de produção e do fluxo de informações entre todos os membros da cadeia (HILSDORF, 2007). Redução dos custos tem sido obtida, através da diminuição do volume de transações de informações e papéis, dos custos de transporte e estocagem, e da diminuição da variabilidade da demanda de produtos e serviços, dentre outros. Mais valor tem sido adicionado aos produtos, através da criação de bens e serviços customizados, do desenvolvimento conjunto de competências distintas; através da cadeia produtiva e dos esforços para que, tanto fornecedores como clientes, aumentem mutuamente a lucratividade (BARROS, 2009).

A gestão do fluxo de informações em toda a cadeia permite aos executivos avaliar, pontos fortes, e pontos fracos na sua cadeia de fornecimento, auxiliando a tomada de decisões que resultam na redução de custos, aumento da qualidade, entre outros, aumentando a competitividade do produto e/ou criando valor agregado e diferenciais em relação a concorrência (NASCIMENTO, 2006).

Em uma Cadeia de Suprimentos cada empresa membro pode ser vista como um sistema de manufatura, com suas atividades e subatividades que podem receber recursos de automação.

### *2.7.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos*

O gerenciamento da cadeia de suprimentos passou de função de suporte para habilidade essencial, envolvendo a empresa como um todo (TAYLOR, 2005). Apesar da nítida importância da gestão da cadeia de suprimentos (BALLOU et al., 2000; CHRISTOPHER, 2001; BOWERSOX e CLOSS, 2001; GUNASEKARAN et al., 2004), existe falta de coerência no uso do termo e se associam diferentes conceitos a ele (PÉSSOA e STORCH, 2008).

A gestão da cadeia de suprimentos pode ser definida como “a gestão da cadeia de completa de suprimento de matérias-primas, manufatura, montagem e distribuição ao consumidor final” (SLACK et al, 1999) e reconhece que a integração interna por si não é suficiente.

Na gestão da cadeia de suprimentos o foco é a integração de cada componente, com maximização da eficiência determinando maior satisfação do cliente e conseqüentemente o aumento do *market share* (OLIVEIRA E LONGO, 2008). O objetivo principal no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos é conseguir estabelecer um fluxo organizado de produtos, da extração de matérias-primas até a chegada do produto ao cliente (TAYLOR, 2005).

No atual ambiente de negócios, a gestão da cadeia de suprimentos pode ser vista como uma ferramenta que permite ligar o mercado, a rede de distribuição, o processo de produção e a atividade de compra de tal modo que os consumidores tenham um alto nível de serviço ao menor

custo total, simplificando assim o complexo processo de negócios e ganhando eficiência (BALLOU et al., 2000; CHRISTOPHER, 2001; BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A implementação da gestão da cadeia de suprimentos requer a transição da estrutura funcional para a estrutura focada em processos de negócio, inicialmente dentro de cada organização e em seguida entre cada membro da cadeia (HILSDORF, 2007). Aragão et al (2004) também identificaram a integração dos processos de negócio como requisito crítico para o sucesso de uma cadeia de suprimentos, além da necessidade da identificação de sua estrutura, do compartilhamento de informações entre seus membros chave e, da adoção de medidas de desempenho apropriadas que abranjam toda a cadeia.

Segundo a Supply Chain Council (PÉSSOA e STORCH, 2008) a gestão da cadeia de suprimentos inclui quatro processos básicos: o planejamento, gestão de recursos, manufatura e distribuição. Basicamente abrange a gestão das atividades envolvidas no fornecimento e compras; o abastecimento de matérias-primas e peças; a fabricação e montagem; a armazenagem e o monitoramento de inventários; a gestão das entradas e saídas; a distribuição através de todos os canais e a entrega ao cliente final. Também inclui a coordenação e colaboração com o canal de parceiros que podem ser fornecedores, intermediários, terceiras partes prestadoras de serviços e clientes.

Ressalta-se que a organização como um todo deve pensar em termos de processo de negócio para que se possa obter uma visão holística da empresa, da qual parte a integração. Os índices de automação são mecanismos para verificação da integração em um sistema de manufatura e ampliando esta visão, em uma cadeia de suprimentos.

### *2.7.2 Efeito Chicote*

Ao longo da cadeia de suprimentos observa-se um aumento da variabilidade e uma amplificação da demanda que é chamado de efeito chicote (Lee et al., 2008). O efeito chicote (bullwhip effect) foi descoberto por Forrester em 1961 e também é conhecido por efeito Forrester.

O efeito chicote ocorre quando cada estágio da cadeia de suprimentos prioriza os seus objetivos sem pensar no impacto que vai causar na cadeia inteira. Segundo Chopra e Meindl (2003) diversas medidas de desempenho podem ser discutidas, como:

- O aumento do custo de fabricação, custo de estoque e custo de transporte causado pelo efeito chicote;
- O prolongamento do Lead Time de ressuprimento;
- O crescimento dos custos de mão-de-obra para embarque e recebimento;
- O nível de disponibilidade do produto que é prejudicado aumentando as chances de esgotamento de estoque na cadeia de suprimentos e
- Os relacionamentos entre os diversos estágios da cadeia de suprimentos que são prejudicados pelo mal desempenho de cada estágio

Com isso, pode-se observar que o efeito chicote reduz o lucro da cadeia de suprimento tornando mais cara a oferta de um determinado nível de disponibilidade de produto.

Para Simchi-Levi et al, (2003), as causas do efeito chicote podem ser identificadas e quantificadas buscando reduzir ou eliminar seus impactos. Existem métodos para lidar com o efeito chicote, como:

- Redução de incertezas utilizando informações centralizadas de demanda;

Centralizar a demanda faz com que cada estágio da cadeia utilize os dados da demanda real do cliente para elaborar previsões mais precisas ao invés de confiarem nos pedidos dos estágios anteriores, o que pode variar mais que a demanda do cliente.

- Redução da variabilidade inerente à demanda do mercado;

Pode ser utilizada a estratégia de preço baixo todo dia. Essa estratégia elimina as promoções de preços levando a padrões de demanda menos variáveis.

- Redução do Lead Time;

A redução é importante já que este aumenta a variabilidade das demandas ao longo da cadeia. O lead time pode ser de pedido ou de informação, sendo que o de pedido pode ser reduzido por meio do intercâmbio eletrônico de dados.

- Alianças estratégicas.

Mudar a forma com a qual as informações são compartilhadas e os estoques são gerenciados dentro da cadeia de suprimentos sendo possível eliminar o impacto do efeito chicote.

A se discorrer sobre os temas desta dissertação observa-se que o Sistema de Manufatura integrado internamente e com outros Sistemas de Manufatura possui os atributos de flexibilidade e capacidade de resposta, que são atributos de competitividade. O Sistema de manufatura pode ser visto como o conjunto de relações entre as atividades de Engenharia, Chão de Fábrica, Negócios e Suporte e suas subatividades. A Integração, entendida como o fluxo sinérgico de informação, pode ser alcançada ao aplicar-se recursos de automação fixa ou programável nas atividades e subatividades do Sistema de Manufatura e, uma forma qualitativa de analisar esta integração é através de Índices de Automação.

Quanto mais os índices de automação se aproximam de zero, mais atividades são realizadas pelo homem sem o auxílio de recursos de automação e, quanto mais próximos de 1, as atividades são realizadas com um maior grau de automação. A relação entre uma empresa, seus fornecedores e consumidores pode ser vista como uma cadeia de suprimentos e o melhor gerenciamento desta cadeia pode ser alcançado com a integração dos sistemas de manufatura participantes da cadeia, como será mostrado no próximo capítulo.

### 3. PROPOSTA DE MODELO

Após a análise da bibliografia existente feita no capítulo 2, este capítulo apresenta a proposta do modelo de integração da cadeia de suprimentos utilizando índices de automação.

O trabalho estará focado na integração da cadeia de suprimentos e, para efeito de simplificação, será considerada como Cadeia de Suprimentos a relação entre o sistema de manufatura da empresa foco e o sistema de manufatura de seus fornecedores de primeiro nível. O exemplo pode ser visto na figura 13.

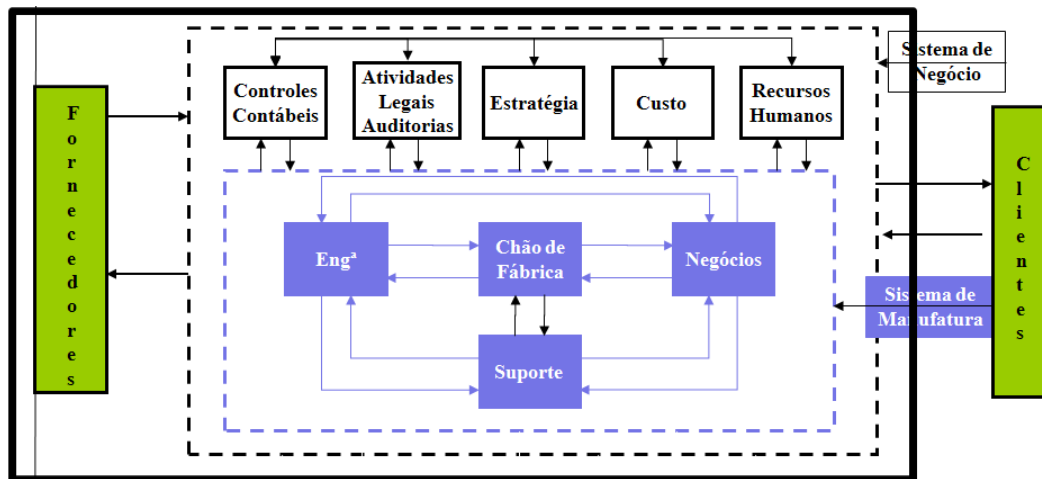


Figura 13: Cadeia de Suprimentos – visão simplificada

#### 3.1 Modelo para Análise de Integração da Cadeia de Suprimentos utilizando índices de automação

Como em um Sistema de Manufatura integrado, a Cadeia de Suprimentos integrada representa um estado de organização, refletido não apenas na capacidade de transitar informações sinergicamente entre atividade e subatividades internas ao sistema de manufatura, mas também entre sistemas de manufatura.



Partindo-se do pressuposto de que cada empresa é um sistema de manufatura, sendo ela fornecedora ou cliente, adotando o modelo do Sistema de Manufatura proposto na figura 2.3 e ampliando-o para a cadeia de suprimentos, tem-se a cadeia de suprimentos representada pela relação entre sistemas de manufatura, como mostra a figura 14.

No modelo para análise de integração, a cadeia de suprimentos será apresentada como um conjunto de sistemas de manufatura, onde cada uma das quatro atividades – engenharia, chão de fábrica, negócios e suporte – são representadas por três eixos triortogonais e cada eixo representa as respectivas subatividades do sistema de manufatura, como mostra a figura 15.

Conforme os conceitos de automação, cada atividade ou subatividade do sistema de manufatura contem um certo grau de automação, seja rígida ou programável. Apenas a automação programável será usada para efeito de estudo de alternativas, como pôde ser visto na figura 3. Entretanto, as mesmas configurações valem para o emprego de automação rígida.

Ainda para efeito de estudo, será considerada a relação de um elo da cadeia de suprimentos, ou seja, a relação entre a empresa foco e o primeiro nível de seus fornecedores. As considerações feitas a partir desta relação poderão ser ampliadas posteriormente para a cadeia como um todo. Serão apresentadas nove arquiteturas representando a relação entre fornecedor e empresa divididas entre arquiteturas com capacidade de integração e arquiteturas sem capacidade de integração entre fornecedor e empresa.

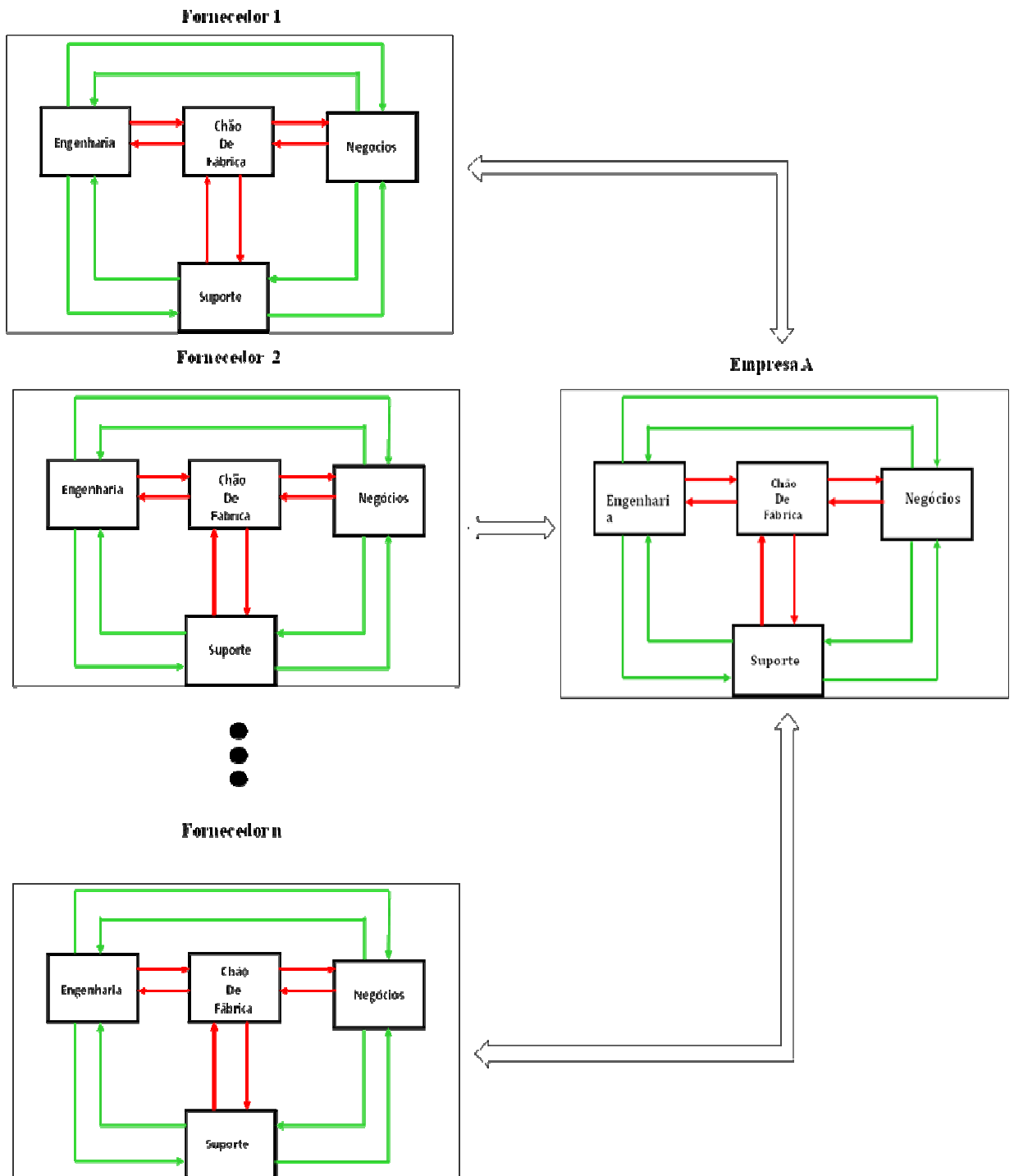


Figura 14: Cadeia de suprimentos como relação entre sistemas de manufatura.

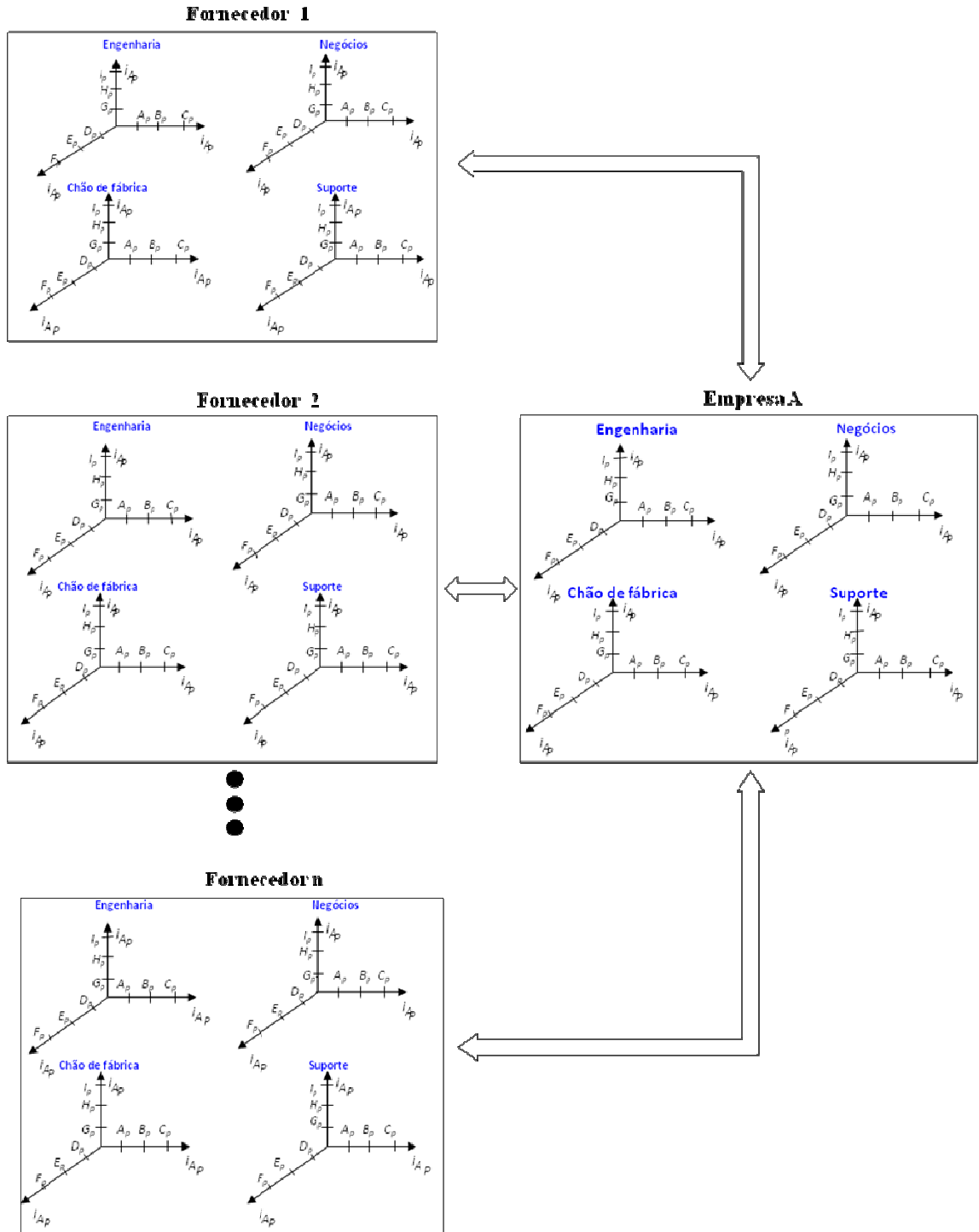


Figura 15: Cadeia de suprimentos e índices de automação dos sistemas de manufatura

### 3.1.1 Arquiteturas com capacidade de integração entre fornecedor e empresa

Os índices de automação programáveis são iguais ou aproximadamente iguais e as interfaces para passagem de informação são aproximadamente as mesmas, com isso, as informações transitam em ambientes com aproximadamente o mesmo grau tecnológico de automação, seja nas atividades, sistemas de manufatura ou cadeia de suprimentos.

#### 3.1.1.1 $E_a$ e $F_n$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura

Em  $E_a$  e  $F_n$  as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{AP}$  iguais ou próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural dos Sistemas de Manufatura  $E_a$  e  $F_n$ , como mostra a figura 16.

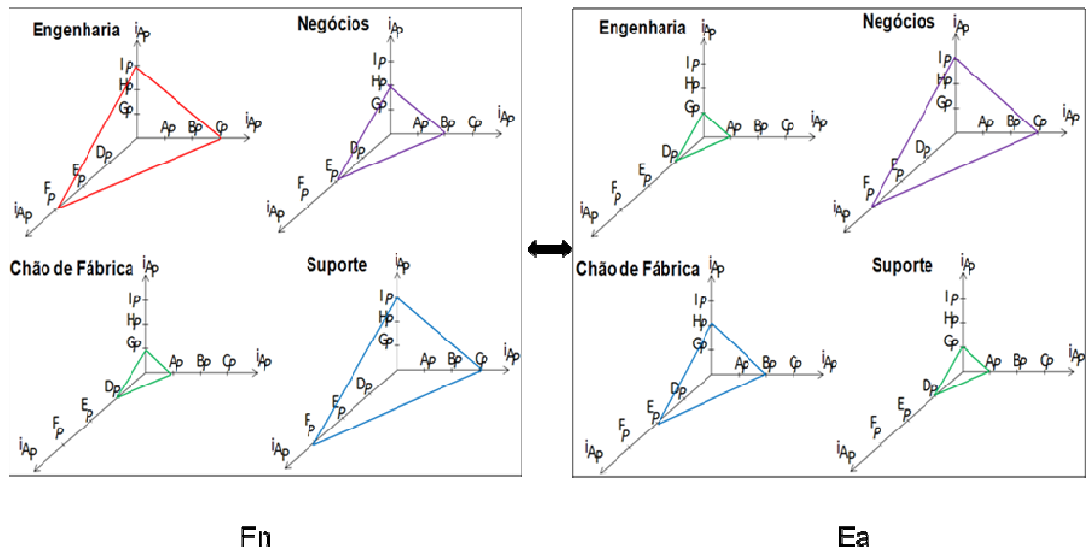
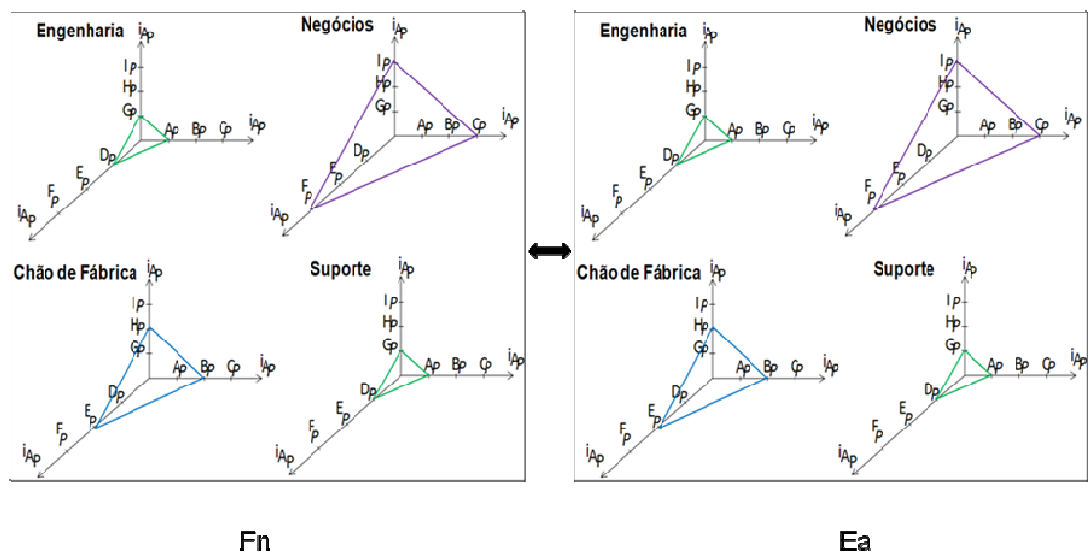


Figura 16:  $E_a$  e  $F_n$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos tanto em  $E_a$  quanto em  $F_n$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade, e baixa entre as atividades; o que facilita o surgimento de "ilhas isoladas de automação". Entretanto, devido à interfaces de comunicação

completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

Caso as atividades integradas apresentem valores de  $i_{AP}$  iguais ou próximos nos sistemas de manufatura  $E_a$  e  $F_n$ , haverá integração estrutural das atividades entre os sistemas de manufatura, mas isto não significa que os sistemas de manufatura ou a cadeia de suprimentos esteja integrada, como mostra a figura 17.

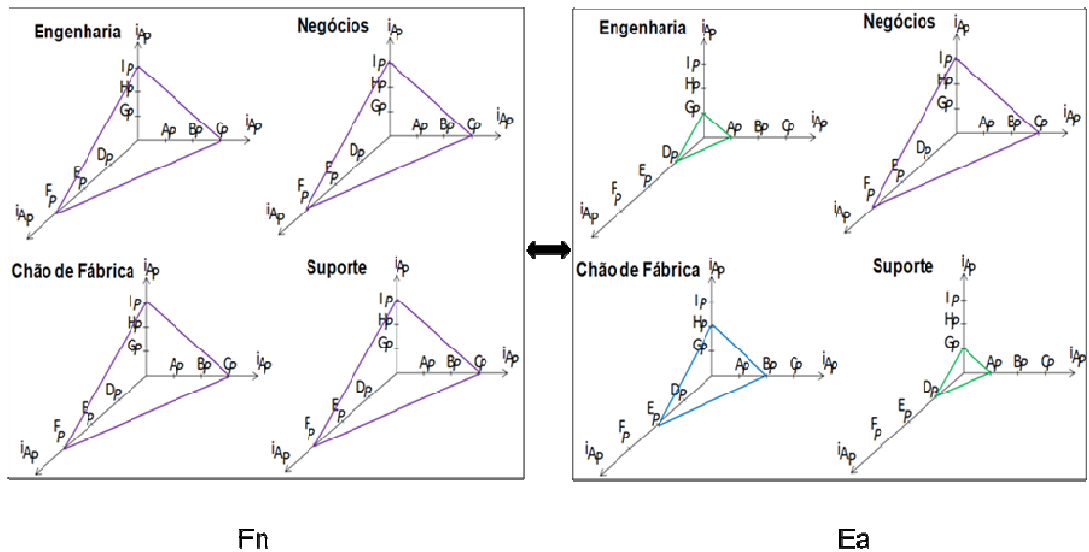


**Figura 17:  $E_a$  e  $F_n$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura com valores de  $i_{AP}$  aproximadamente iguais entre os sistemas de manufatura.**

### 3.1.1.2 $E_a$ com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e $F_n$ com integração estrutural no sistema de manufatura

Em  $E_a$  as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{AP}$  iguais ou próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $E_a$ , como mostra a figura 18.

As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $i_{A_P}$  iguais ou próximos entre si, e próximos entre as atividades em  $F_n$ . Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total em  $F_n$ .



**Figura 18: E<sub>a</sub> com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e F<sub>n</sub> com integração estrutural no sistema de manufatura**

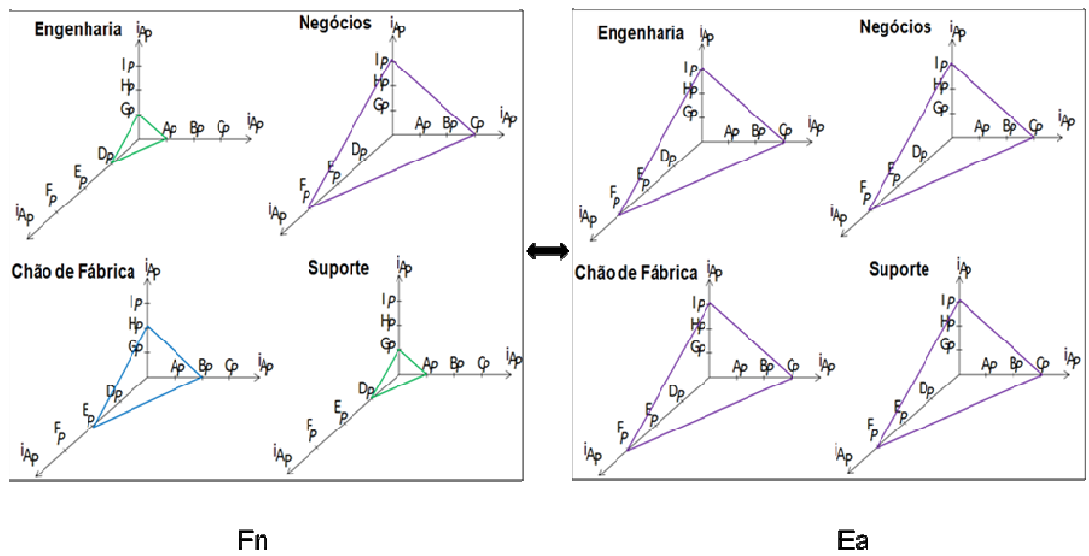
Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos em  $E_a$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade, e baixa entre as atividades; o que facilita o surgimento de "ilhas isoladas de automação". Mas, em  $F_n$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade e entre as atividades, fazendo com que o sistema de manufatura  $F_n$  seja estruturalmente integrado. Entretanto, devido à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

Caso as atividades integradas apresentem valores de  $i_{A_P}$  iguais ou próximos nos sistemas de manufatura  $E_a$  e  $F_n$ , haverá integração estrutural das atividades mas isto não significa que ambos os sistemas de manufatura ou a cadeia de suprimentos esteja integrada

3.1.1.3  $E_a$  com integração estrutural do sistema de manufatura  $F_n$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura

As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $i_{Ap}$  iguais ou próximos entre si, e próximos entre as atividades em  $F_n$ . Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total em  $F_n$ , como mostra a figura 19.

Em  $E_a$  as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{Ap}$  iguais ou próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura



**Figura 19:  $E_a$  com integração estrutural do sistema de manufatura  $F_n$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura**

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade e entre as atividades, fazendo com que o sistema de manufatura  $E_a$  seja estruturalmente integrado. Mas, em  $F_n$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade, e baixa entre as atividades; o que facilita o surgimento de "ilhas isoladas de automação" .

Devido à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

Caso as atividades integradas apresentem valores de  $i_{AP}$  iguais ou próximos nos sistemas de manufatura  $E_a$  e  $F_n$ , haverá integração estrutural das atividades mas isto não significa que ambos os sistemas de manufatura ou a cadeia de suprimentos esteja integrada.

### 3.1.1.4 $E_a$ e $F_n$ com integração estrutural total

As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $i_{AP}$  iguais ou próximos entre si, e próximos entre as atividades em  $E_a$  e  $F_n$ . Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total em  $E_a$  e  $F_n$ , como mostram as figuras 20 e 21.

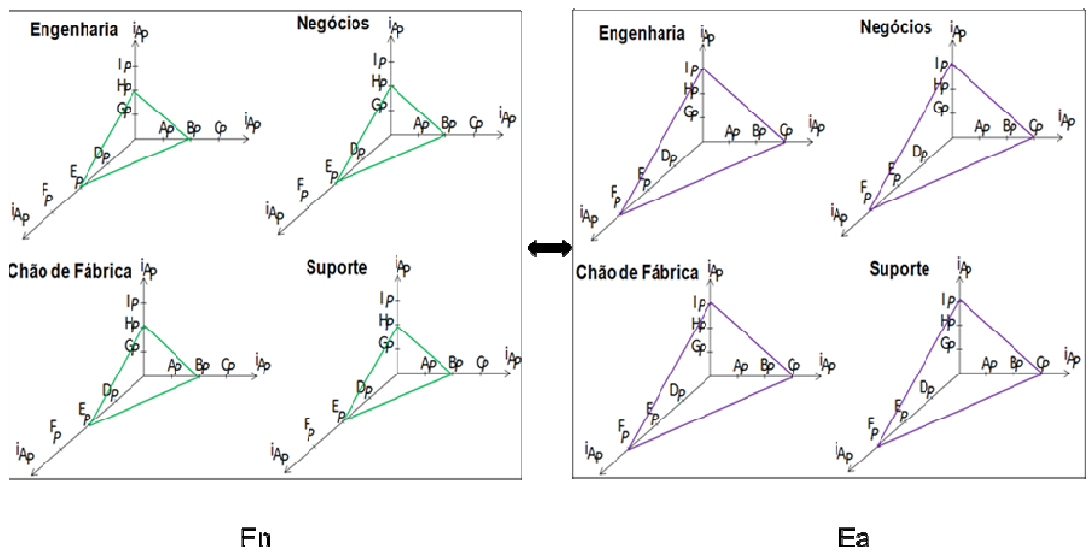
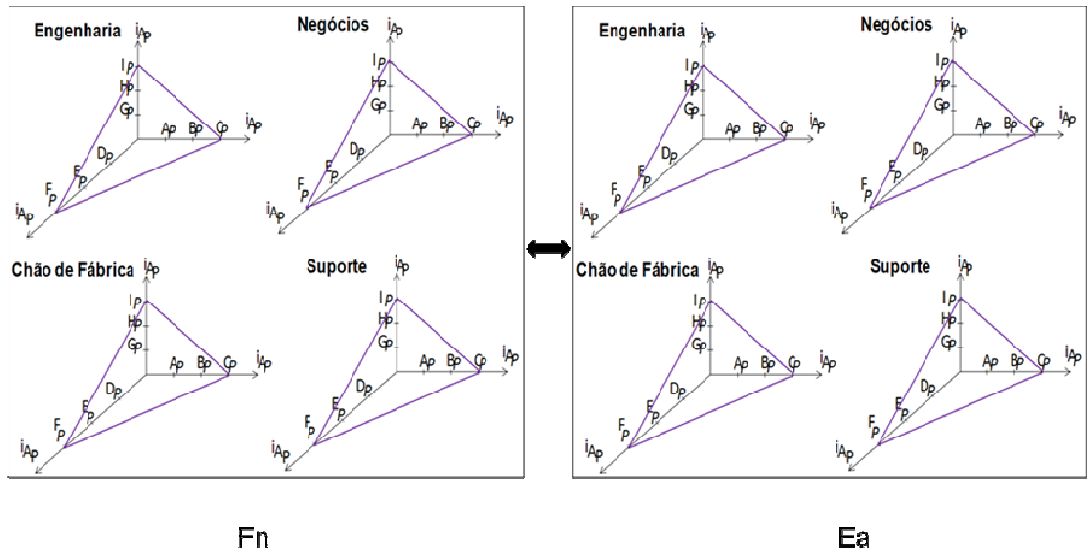


Figura 20: Figura 3.8  $E_a$  e  $F_n$  com integração estrutural total





**Figura 21 : Integração da Cadeia de Suprimentos**

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade e entre as atividades, fazendo com que o sistema de manufatura  $E_a$  e  $F_n$  sejam estruturalmente integrados. Haverá integração estrutural da cadeia de suprimentos se houver integração estrutural dos sistemas de manufatura  $E_a$  e  $F_n$  com valores de  $i_{A_p}$  próximos entre si, caso contrário, não haverá integração estrutural da cadeia de suprimentos e sim integração estrutural do sistema de manufatura  $E_a$  e integração estrutural do sistema de manufatura  $F_n$ .

O modelo deverá ser aplicado a todos os  $n$  fornecedores da empresa avaliando a integração em todos os elos da cadeia de suprimentos.

### 3.1.2 Arquiteturas sem capacidade de integração entre fornecedor e empresa

A falta de integração irá dificultar o trânsito sinérgico de informações, pois o grau de automação é diferente entre subatividades e atividades do sistema de manufatura ou entre os sistemas de manufatura da cadeia de suprimentos.

3.1.2.1  $E_a$  e  $F_n$  sem integração estrutural no sistema de manufatura

Em  $E_a$  e  $F_n$ , as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{Ap}$  diferentes entre si. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades e também falta de Integração Estrutural dos Sistemas de Manufatura  $E_a$  e  $F_n$  e portanto, falta de integração estrutural da cadeia de suprimentos, como mostra a figura 22.

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos, a sinergia do fluxo das informações é baixa entre as subatividades, entre as atividades (inter-relação externas e internas) e entre os sistemas de manufatura  $E_a$  e  $F_n$ . A dificuldade de trânsito das informações é devida à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes.

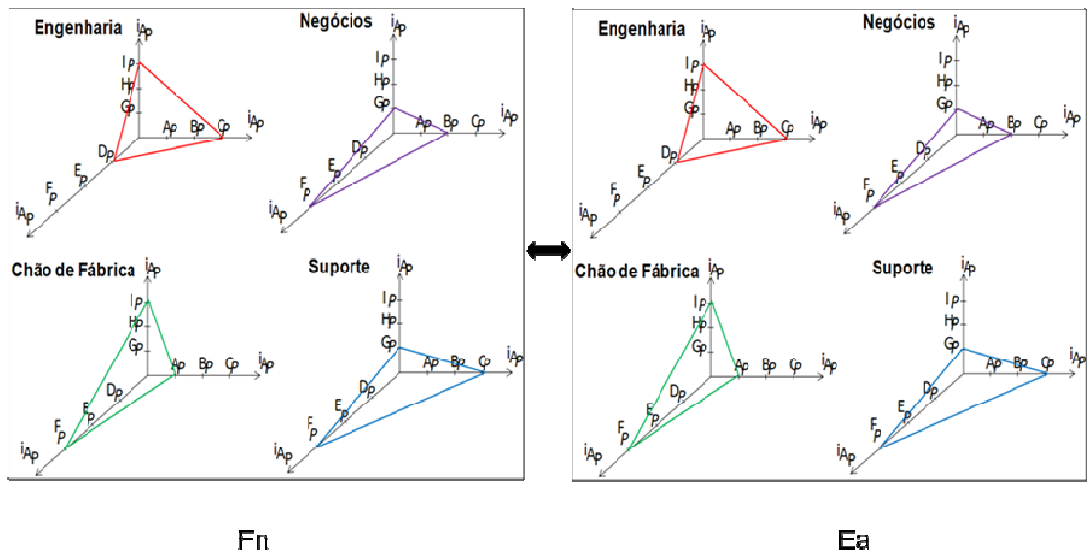
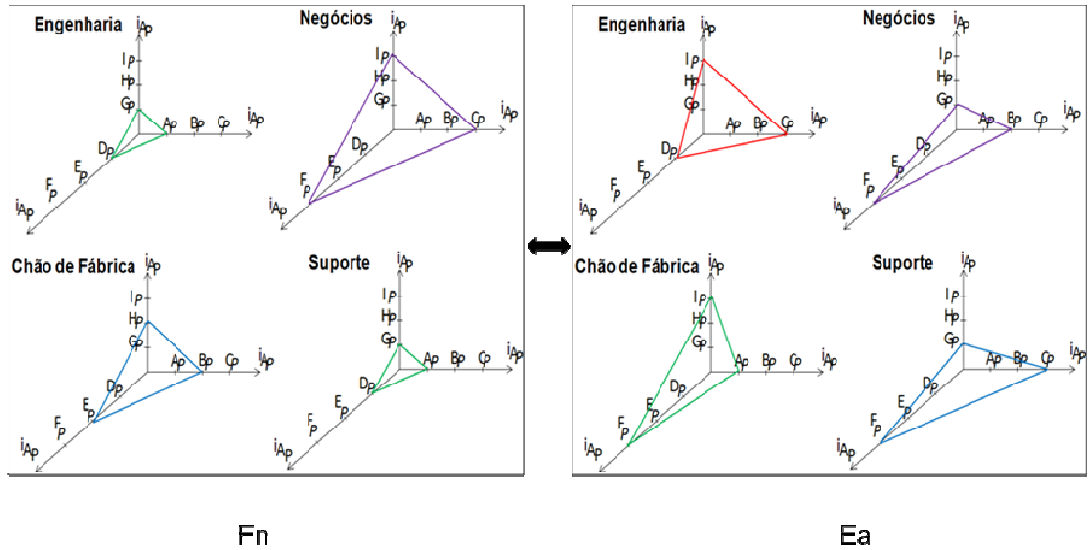


Figura 22:  $E_a$  e  $F_n$  sem integração estrutural no sistema de manufatura

3.1.2.2  $E_a$  sem integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  com integração estrutural das atividades no sistema de manufatura.

Em  $E_a$ , as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{Ap}$  diferentes entre si. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades, e também falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $E_a$ .

Em  $F_n$  as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{Ap}$  próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura, como mostra a figura 23.



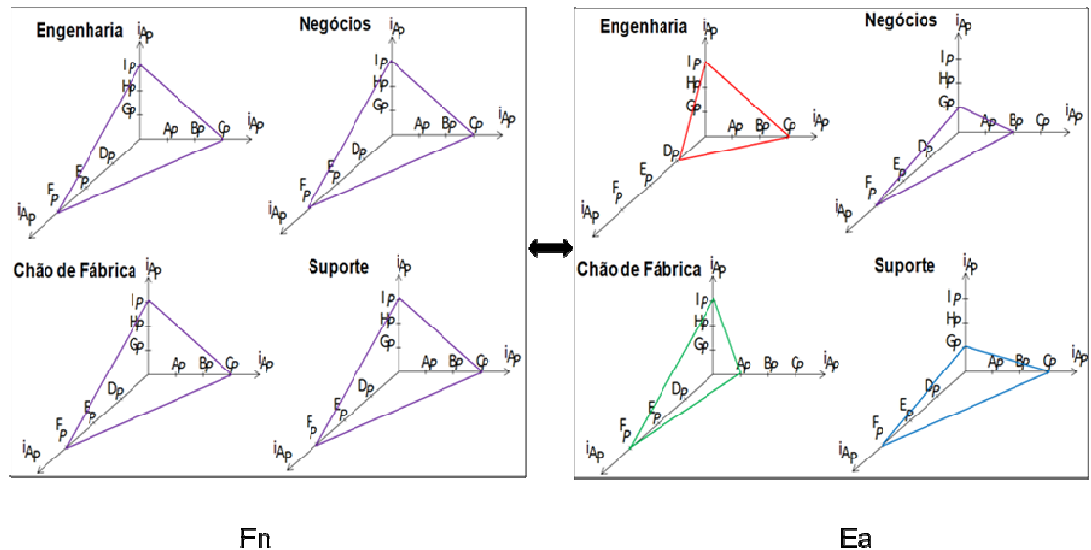
**Figura 23:  $E_a$  sem integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  com integração estrutural das atividades no sistema de manufatura.**

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos, em  $E_a$ , a sinergia do fluxo das informações é baixa entre as subatividades e entre as atividades o que gera dificuldade de trânsito das informações. Mas, em  $F_n$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade, e baixa entre as atividades; o que facilita o surgimento de "ilhas isoladas de automação". Devido à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

3.1.2.3  $E_a$  sem integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  com integração estrutural no sistema de manufatura

Em  $E_a$ , as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{A_p}$  diferentes entre si. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades, e também falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $E_a$ .

As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $i_{A_p}$  iguais ou próximos entre si, e próximos entre as atividades em  $F_n$ . Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total em  $F_n$ , como mostra a figura 24.



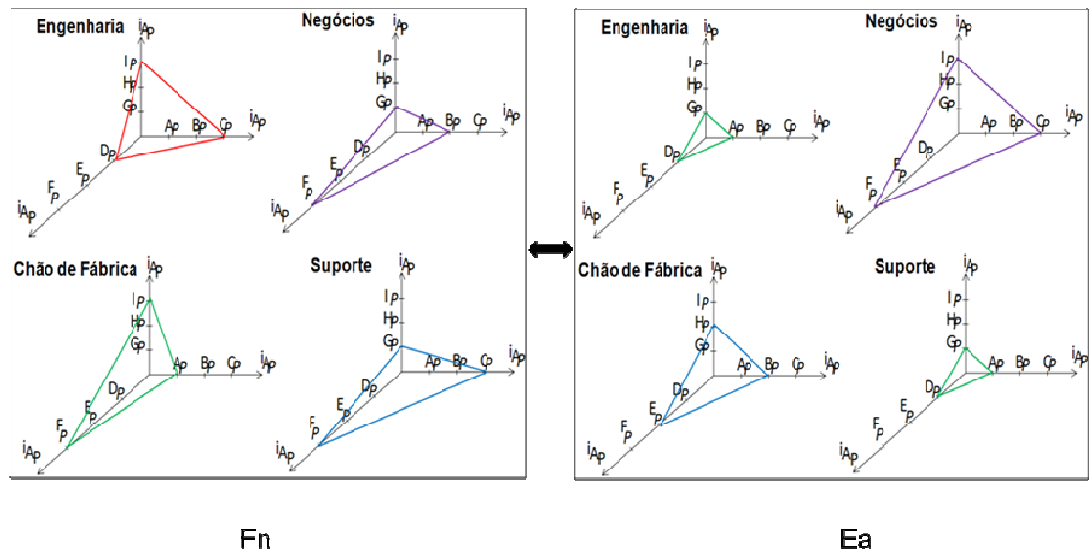
**Figura 24:**  $E_a$  sem integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  com integração estrutural no sistema de manufatura

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos, em  $E_a$ , a sinergia do fluxo das informações é baixa entre as subatividades e entre as atividades o que gera dificuldade de trânsito das informações. Mas, em  $F_n$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade e entre as atividades, fazendo com que o sistema de manufatura  $F_n$  seja estruturalmente integrado. Entretanto, devido à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

3.1.2.4  $E_a$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e  $F_n$  sem integração estrutural das atividades no sistema de manufatura

Em  $E_a$  as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{A_p}$  próximas entre si, porém diferentes entre as atividades. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural nas atividades, porém falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $E_a$ .

Em  $F_n$ , as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{A_p}$  diferentes entre si. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades, e também falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $F_n$ , como mostra a figura 25.



**Figura 25:  $E_a$  com integração estrutural nas atividades do sistema de manufatura e  $F_n$  sem integração estrutural das atividades no sistema de manufatura**

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos em  $E_a$  haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade, e baixa entre as atividades; o que facilita o surgimento de "ilhas isoladas de automação". Em  $F_n$ , a sinergia do fluxo das informações é baixa entre as subatividades e entre as atividades o que gera dificuldade de trânsito das informações. Entretanto, devido à interfaces de

comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

3.1.2.5  $E_a$  com integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  sem integração estrutural no sistema de manufatura

As três atividades correspondentes a cada atividade tem valores de  $i_{AP}$  próximos entre si, e próximos entre as atividades em  $F_n$ . Esta situação caracteriza a Arquitetura do Sistema de Manufatura com Integração Estrutural total em  $F_n$ .

Em  $E_a$ , as três subatividades correspondentes a cada atividade têm valores de  $i_{AP}$  diferentes entre si. Esta situação caracteriza Arquitetura do Sistema de Manufatura com falta de Integração Estrutural nas atividades, e também falta de Integração Estrutural do Sistema de Manufatura  $E_a$ , como mostra a figura 26.

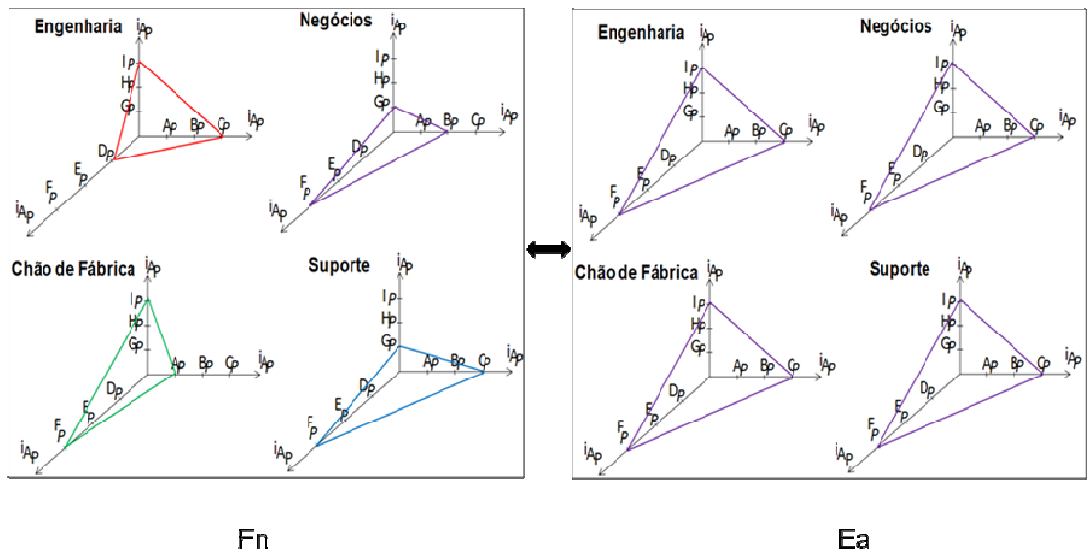


Figura 26:  $E_a$  com integração estrutural no sistema de manufatura e  $F_n$  sem integração estrutural no sistema de manufatura

Nesta arquitetura da cadeia de suprimentos haverá sinergia alta do fluxo das informações internamente à atividade e entre as atividades, fazendo com que o sistema de manufatura  $E_a$  seja

estruturalmente integrado. Em  $F_n$ , a sinergia do fluxo das informações é baixa entre as subatividades e entre as atividades o que gera dificuldade de trânsito das informações. Entretanto, devido à interfaces de comunicação completamente distintas, com tecnologia de automação diferentes entre os sistemas de manufatura, não há integração estrutural da cadeia de suprimentos.

### *3.1.3 Integração da cadeia de suprimentos*

A figura 27 representa uma cadeia de suprimentos, onde os elos são representados pela relação da empresa foco e primeiro nível de seus fornecedores. A cadeia será integrada se todos os sistemas de manufaturas forem integrados e com  $^iA_p$  iguais.

No exemplo da figura 28 nota-se que o F1 não apresenta integração nas atividades e no sistema de manufatura; F2 apresenta integração nas atividades, mas não no sistema de manufatura e F3 apresenta o sistema de manufatura integrado. Ela também apresenta um sistema de manufatura integrado. Entretanto, os  $^iA_p$  de F3 e Ea são diferentes, o que torna esta cadeia de suprimentos sem integração.

Neste Capítulo, mostrou-se o modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos e as arquiteturas com capacidade de integração e as arquiteturas sem capacidade de integração entre fornecedor e empresa. Assim, criou-se os pressupostos para a aplicação do modelo em situações reais que serão apresentadas no capítulo 4.

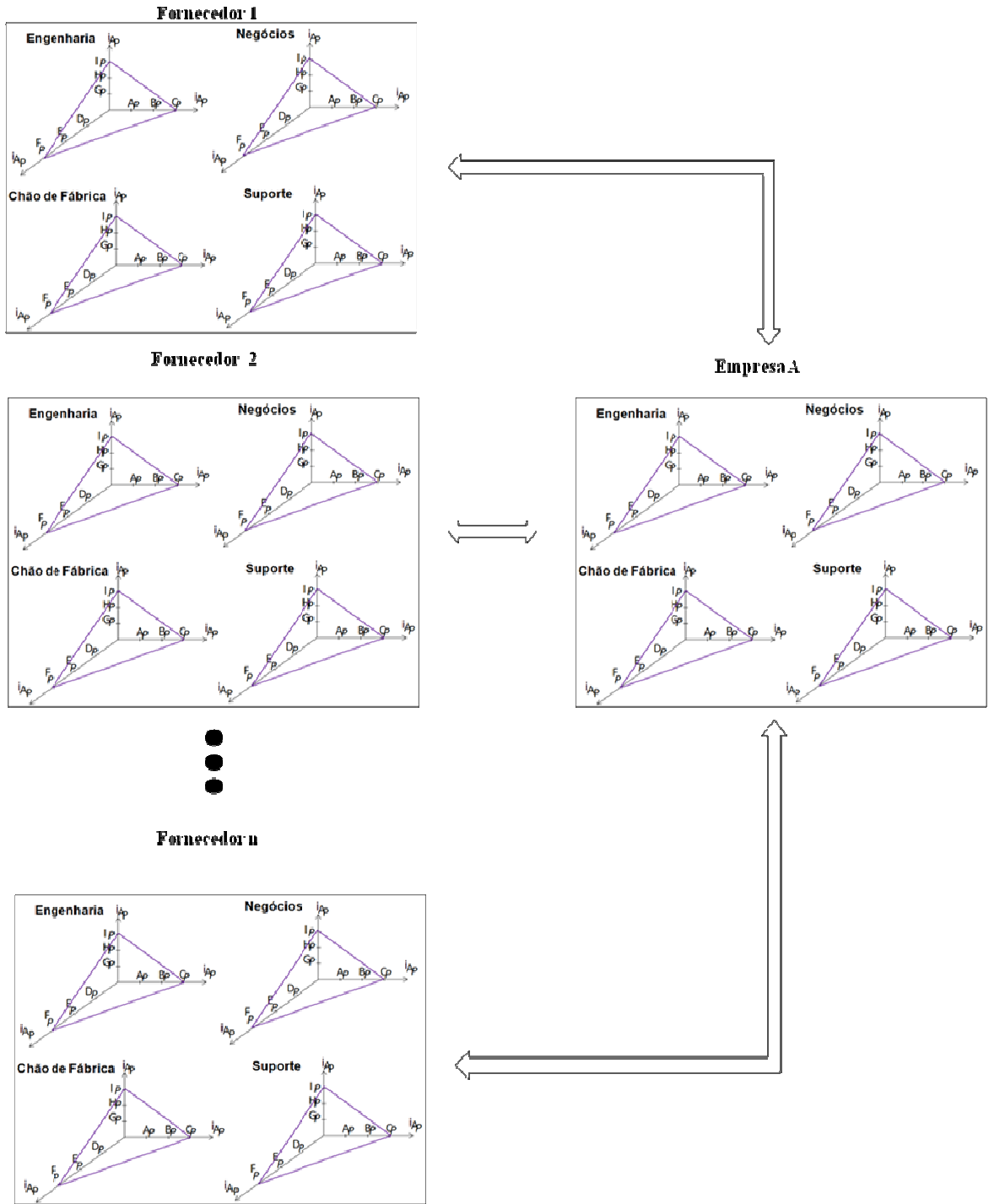


Figura 27: Cadeia de suprimentos integrada



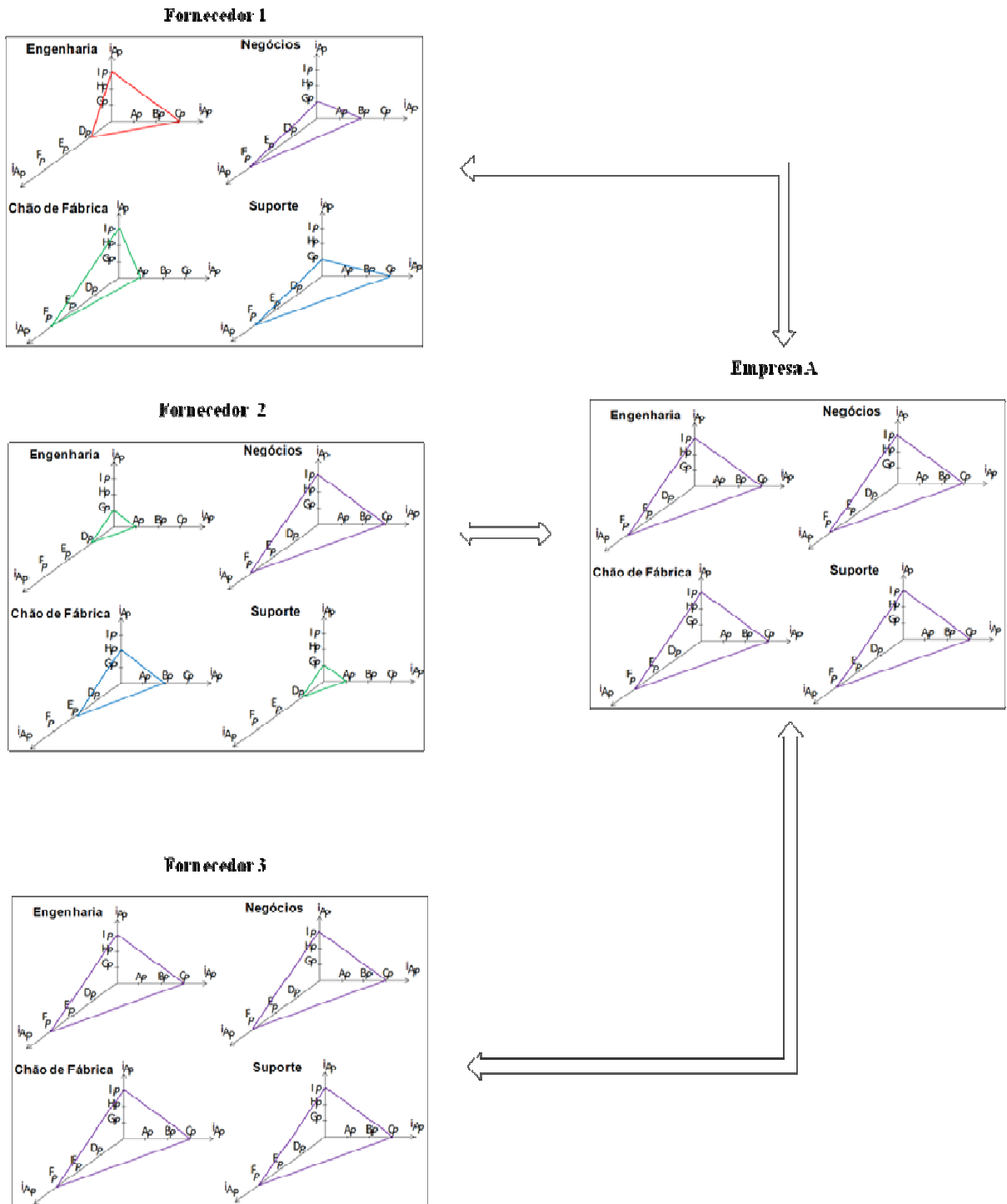


Figura 28: Cadeia de suprimentos sem integração

## **4. APLICAÇÃO DO MODELO**

Neste capítulo, a aplicação do modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos, proposto no capítulo 3, será centrado na relação fornecedor / empresa de uma cadeia de suprimentos real, onde a EMPRESA FOCO é uma empresa localizada na região de Campinas, do ramo de máquinas e implementos agrícolas. Os três fornecedores são primários e estão localizados em um raio de 100 km da empresa foco, sendo eles, o FORNECEDOR 1, uma empresa fornecedora de materiais plásticos; FORNECEDOR 2, uma empresa fornecedora de tubos de aço e, FORNECEDOR 3, uma empresa fornecedora de mangueiras de borracha. Os resultados serão analisados e discutidos a seguir.

### **4.1 Aplicação de questionário**

Foi realizada uma visita à cada organização selecionada com entrevistas estruturadas . O questionário elaborado para aplicação do modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos utilizando-se índices de automação em uma cadeia de suprimentos real encontra-se no Apêndice A.

O questionário está estruturado em 12 questões de múltipla escolha referentes ao grau de automação das subatividades do sistema de manufatura (empresa foco ou fornecedor). Cada questão apresenta as alternativas a, b, c e d que, respectivamente correspondem aos índices de automação  $0 \leq i_A \leq 0,3$ ;  $0,4 \leq i_A \leq 0,7$ ;  $0,8 \leq i_A \leq 1$  e  $i_A = 0$ , conforme quadros 2.3; 2.4; 2.5 e 2.6 apresentados no capítulo 2.

Depois de respondidas as questões, os valores referentes aos índices de automação foram representados graficamente e analisados segundo os critérios propostos pelo modelo de integração da cadeia de suprimentos no capítulo 3.

## 4.2 Resultados e discussões

Após realizadas as entrevistas e analisados os dados, os resultados da aplicação dos Índices de Automação a empresa foco e o seu primeiro nível de fornecedores podem ser vistos nas figuras abaixo.

A Empresa foco apresenta baixos e diferentes índices de automação. Não há integração estrutural das atividades do sistema de manufatura assim como não há integração estrutural do sistema de manufatura.

A figura 29 apresenta a arquitetura do Sistema de Manufatura da Empresa Foco.

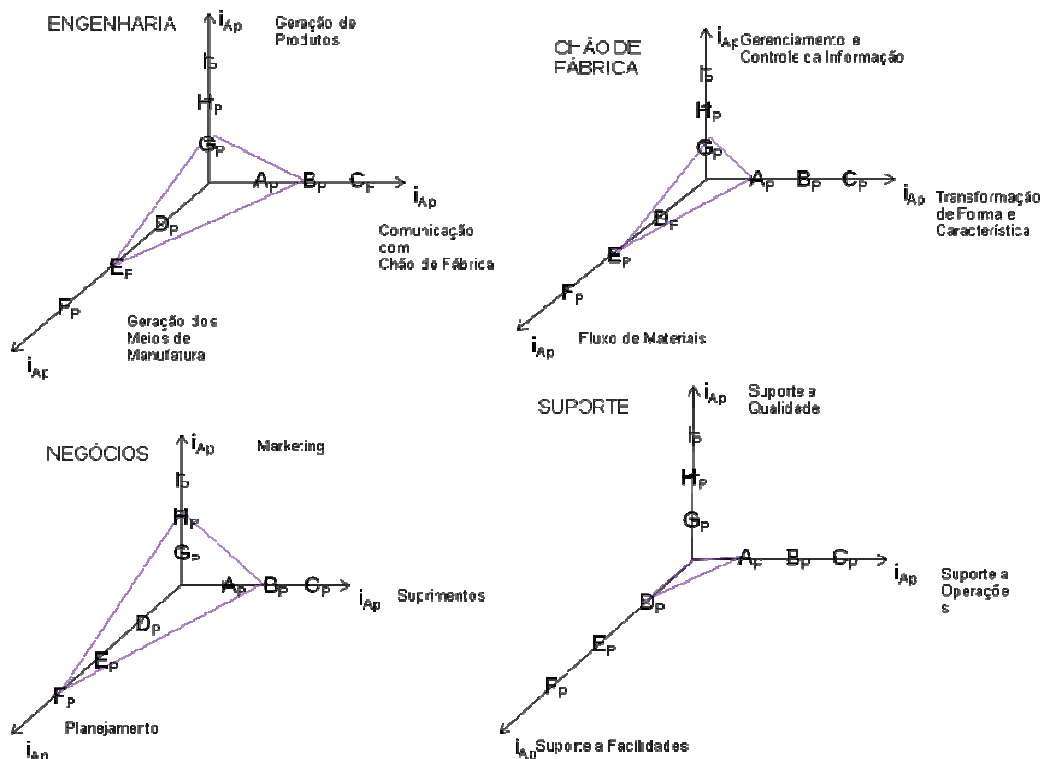


Figura 29: Arquitetura do Sistema de Manufatura da Empresa Foco.

O Fornecedor 1 apresenta altos índices de automação e, as atividades dos sistema de manufatura (exceto Suporte) apresentam índices de automação iguais ou muito próximos, sendo portanto, internamente integradas. Entretanto, como a atividade de Suporte não está internamente integrada, não há integração do Sistema de Manufatura. A arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 1 é apresentada pela Figura 30.

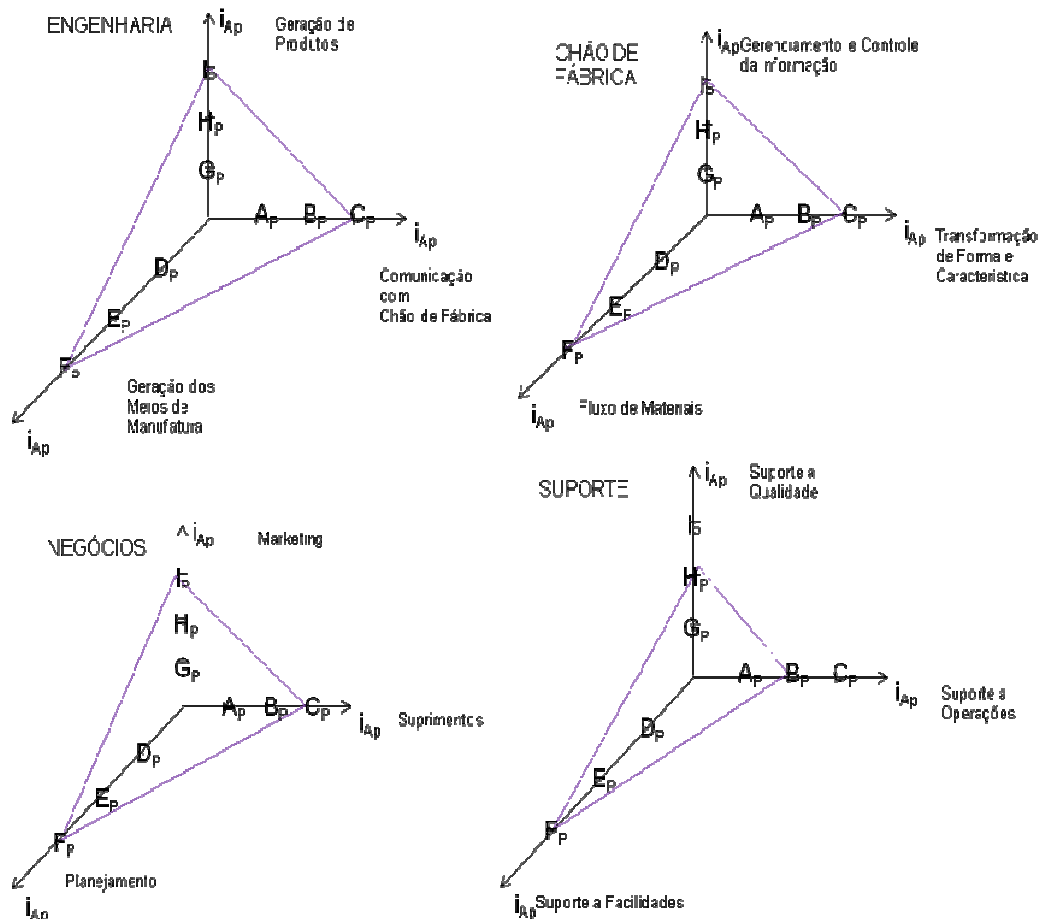


Figura 30: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 1.

A figura 31 apresenta a arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 2. O Fornecedor 2 apresenta altos índices de automação e, as atividades de Engenharia a Suporte apresentam índices de automação iguais ou muito próximos, sendo portanto, internamente integradas. Entretanto, como as atividades de Chão de Fábrica e Negócios não estão internamente integradas, não há integração do Sistema de Manufatura.

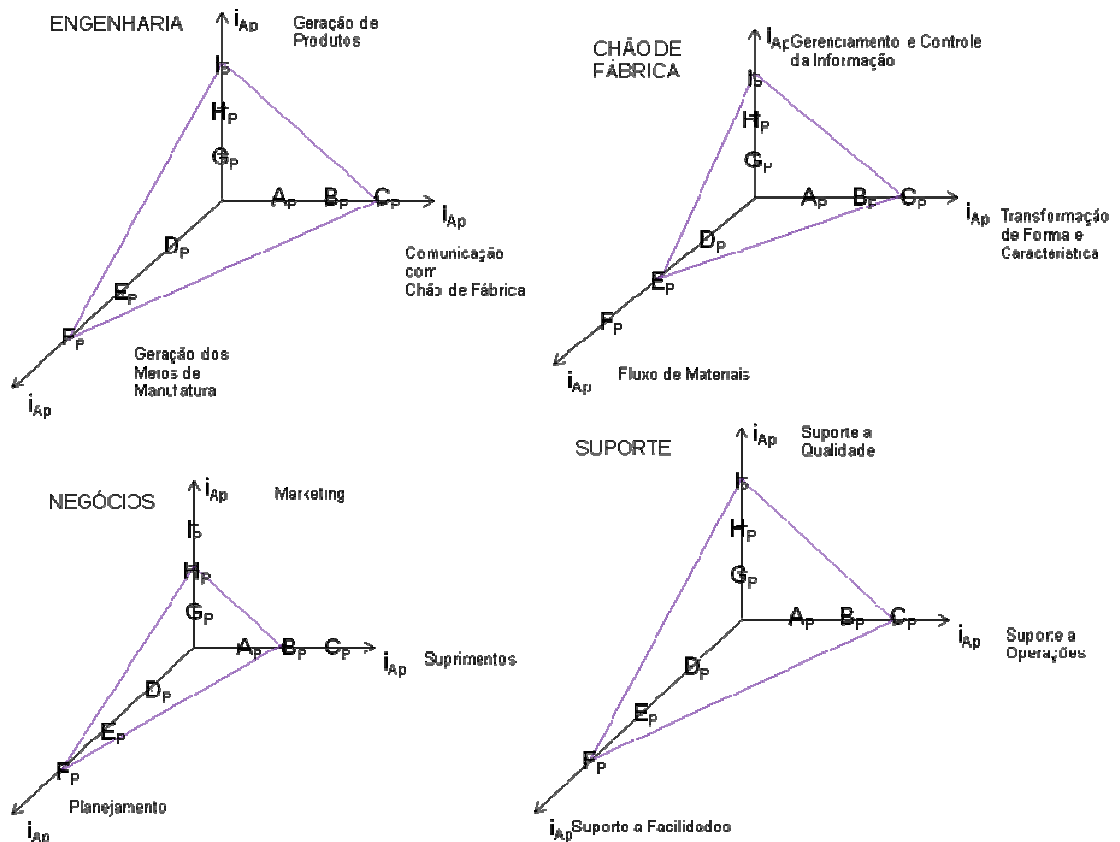


Figura 31: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 2.

O Fornecedor 3 também não apresenta integração do Sistema de Manufatura. Embora os índices de automação sejam altos e as atividades do sistema de manufatura de Suporte e Engenharia apresentem índices de automação iguais ou muito próximos, sendo portanto, internamente integradas, as atividades de Chão de Fábrica e Negócios não estão internamente integradas. Ver figura 32.

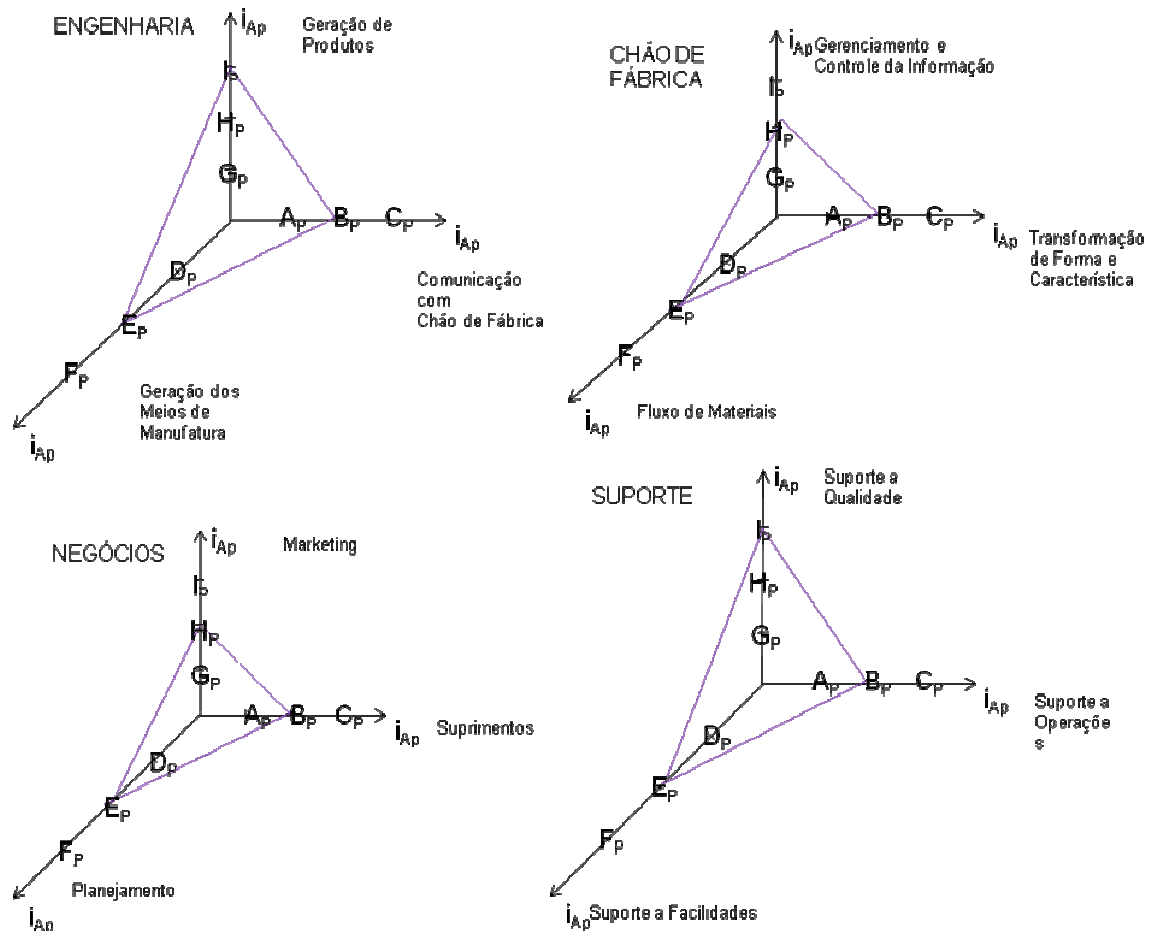
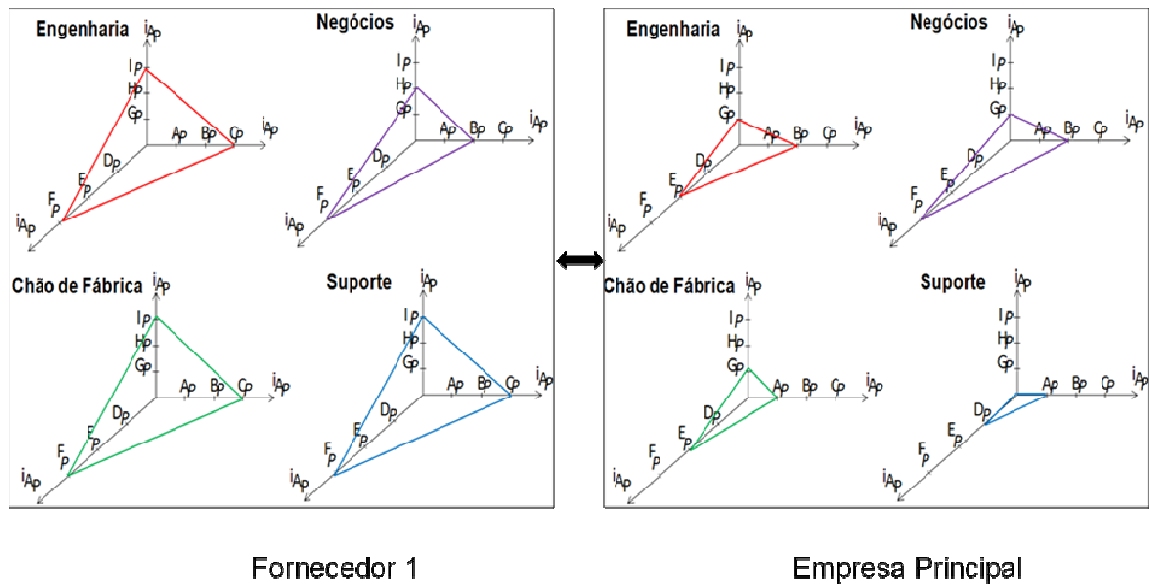


Figura 32: Arquitetura do Sistema de Manufatura do Fornecedor 3

Após a apresentação individual da arquitetura de integração da empresa foco e o primeiro nível de seus fornecedores, a relação de integração entre o Fornecedor 1 e a empresa foco está representada abaixo, na figura 33.



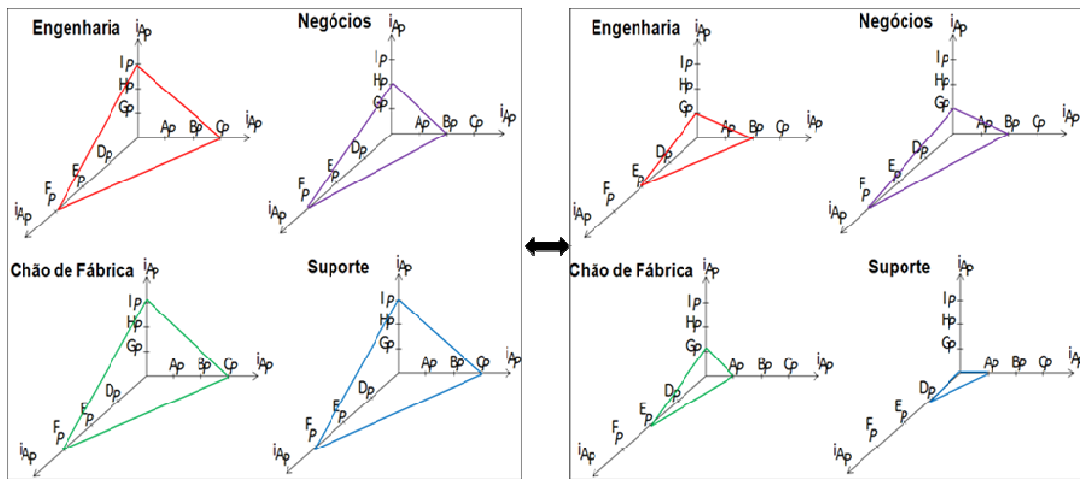
**Figura 33: Relação entre a empresa foco e fornecedor 1**

A partir da análise da figura 33 pode-se concluir:

- A empresa foco não apresenta integração das atividades do sistema de manufatura e, portanto, não apresenta integração do sistema de manufatura;
- Existem ilhas isoladas de automação em todas as atividades do sistema de manufatura da empresa foco;
- O fornecedor apresenta as atividades de Engenharia, Chão de fábrica e Suporte integradas e com índices de automação iguais,  $i_{Ap} = 0,9$ ;
- Apenas a atividade de Negócios não está integrada; mas apresenta índices de automação variando de  $i_{Ap} = 0,6$  a  $i_{Ap} = 0,9$ .

A relação entre a Empresa Foco e o Fornecedor 1 se enquadra na arquitetura 3.2.2.2, proposta no capítulo 3, onde a empresa foco não apresenta integração estrutural no sistema de manufatura e o fornecedor apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura.

A relação entre a o Fornecedor 2 e a empresa foco está representada abaixo, na figura 34.



Fornecedor

Empresa Principal

Figura 34: Relação entre a empresa principal e fornecedor 2

A partir da análise da figura 34 pode-se concluir:

- A empresa foco não apresenta integração das atividades do sistema de manufatura e, portanto, não apresenta integração do sistema de manufatura;
- Existem ilhas isoladas de automação em todas as atividades do sistema de manufatura da empresa foco;
- O fornecedor apresenta as atividades de Engenharia e Suporte integradas e com índices de automação iguais,  $i_{Ap} = 0,9$ ;
- As atividades de Chão de Fábrica e Negócios não estão integradas, mas apresentam índices de automação variando de  $i_{Ap} = 0,6$  a  $i_{Ap} = 0,9$ .

A relação entre a Empresa Foco e o Fornecedor 2 se enquadra na arquitetura 3.2.2.2, proposta no capítulo 3, onde a empresa foco não apresenta integração estrutural no sistema de manufatura e o fornecedor apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura. A partir da análise da figura 35 pode-se concluir:

- A empresa foco não apresenta integração das atividades do sistema de manufatura e, portanto, não apresenta integração do sistema de manufatura;



- Existem ilhas isoladas de automação em todas as atividades do sistema de manufatura da empresa foco;
- O fornecedor apresenta as atividades de Chão de fábrica e Negócios integradas e com mesmos índices de automação,  ${}^iA_p = 0,6$ .
- As atividades de Engenharia e Suporte não estão integradas, mas apresentam índices de automação variando de  ${}^iA_p = 0,6$  a  ${}^iA_p = 0,9$ .

A relação entre a o Fornecedor 3 e a empresa foco está representada abaixo, na figura 35.

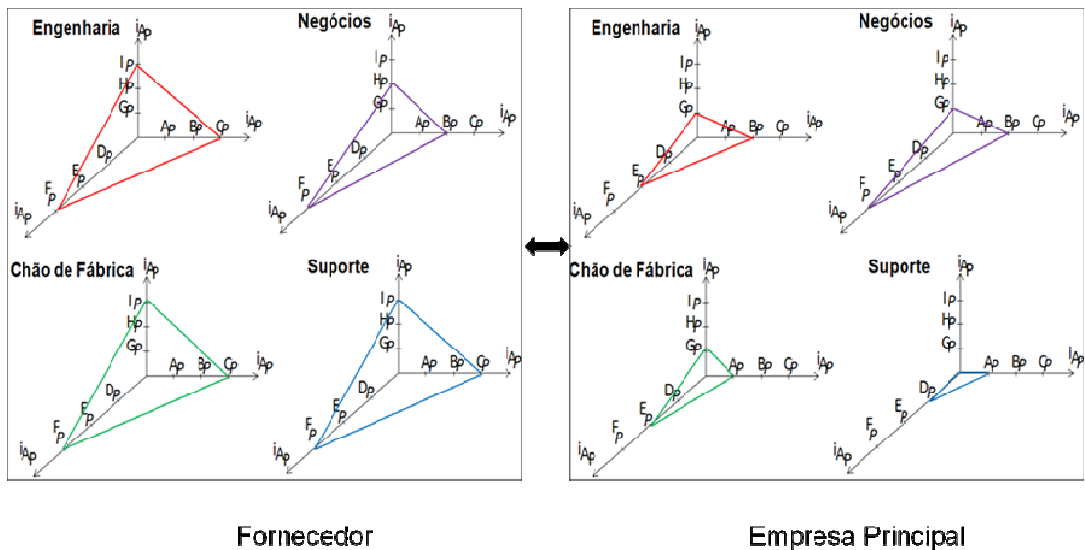


Figura 35: Relação entre a empresa foco e fornecedor 3

A relação entre a Empresa Foco e o Fornecedor 3 se enquadra na arquitetura 3.2.2.2, proposta no capítulo 3, onde a empresa foco não apresenta integração estrutural no sistema de manufatura e o fornecedor apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura.

Após a análise da relação de cada fornecedor com a empresa foco, chega-se a relação de integração da cadeia de suprimentos, representado pela empresa e seus três fornecedores de primeiro nível, como pode ser visto na figura 36.

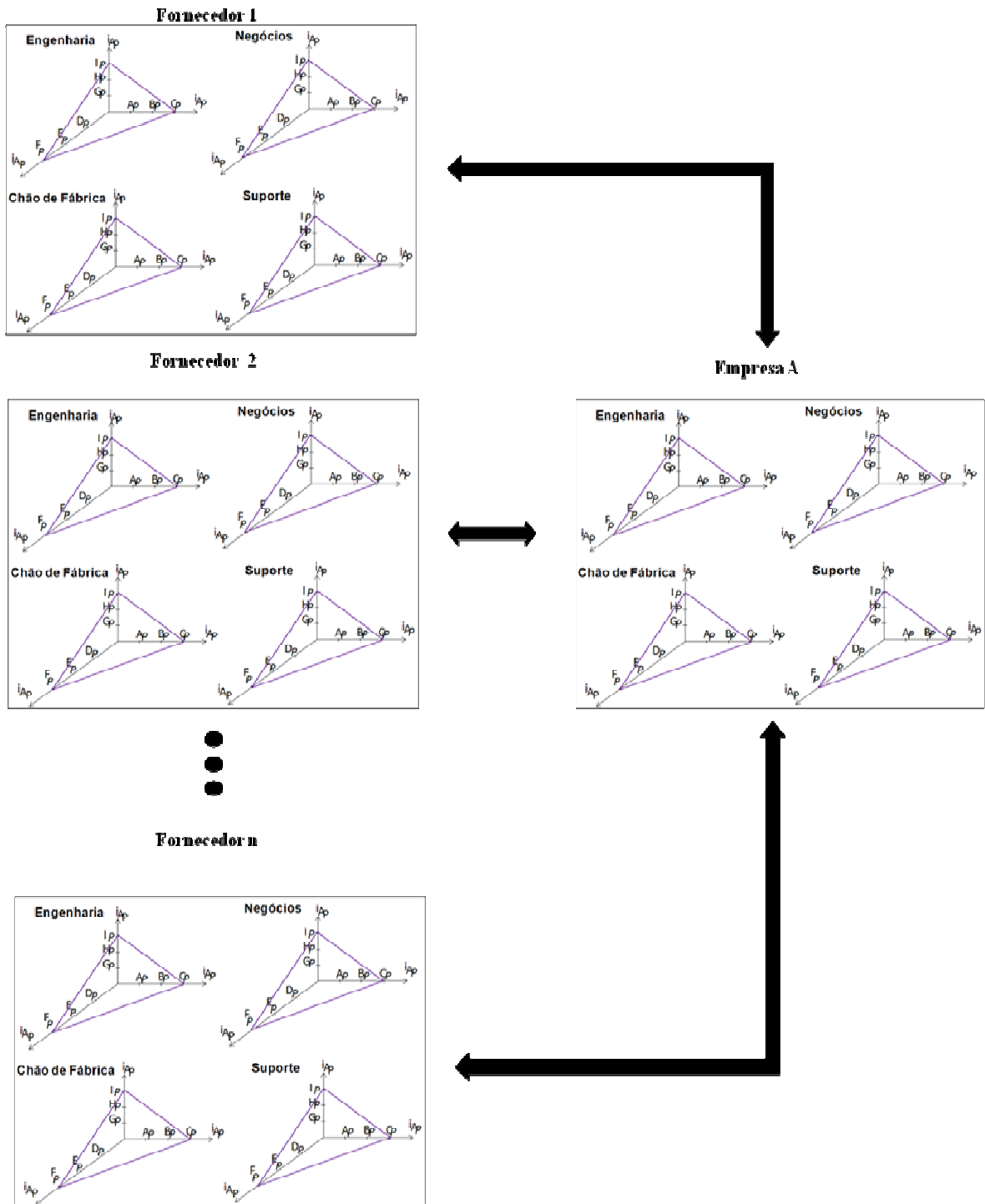


Figura 36: Relação de integração da cadeia de suprimentos

A análise da figura 36 mostra que os baixos índices de automação e a falta de integração das atividades e subatividades dos sistemas de manufatura da empresa foco dificultam o fluxo sinérgico de informações, impedindo a integração intra e inter sistemas de manufatura.

A primeira alternativa para a empresa foco é fazer com que todos os seus índices de automação sejam iguais ou muito próximos de  $i_a = 0,3$ , para que a empresa possa operar integrada mesmo que com um baixo índice de automação. A partir disto, com planejamento e investimento, deve ser decidido e implantado o recursos de automação para que se possa aumentar os índices de automação.

Os três fornecedores apresentam uma arquitetura próxima da integração interna, pois, algumas atividades já se apresentam integradas, com  $i_a = 0,9$ , e as que ainda não são, a diferença entre os índices de automação pode ser minimizada ou excluída com planejamento e investimento, uma vês que os índices de automação variam de  $i_a = 0,6$  a  $i_a = 0,9$ . Entretanto, pode-se dizer que os três fornecedores apresentam uma arquitetura de integração interna, com  $i_a = 0,6$ , caso se considere que todos apresentam índices de automação iguais ou maiores que  $i_a = 0,6$ . Mas, isto significa que todo o investimento feito para que algumas atividades e subatividades apresentassem índices de automação iguais a  $i_a = 0,9$  não está sendo aproveitado e apenas resultaram em ilhas isoladas de automação.

Os três fornecedores podem optar por manter o sistema, subutilizando as áreas que apresentam índices de automação  $i_a = 0,9$  e assim trabalhar com um sistema de manufatura integrado mas que apresenta índices de automação  $i_a = 0,6$  ou fazer um planejamento e investir nas áreas que apresentam  $i_a = 0,6$  fazendo com que os índices de automação alcancem  $i_a = 0,9$ . A opção correta é aquela que satisfazer as necessidades da empresa, da cadeia de suprimentos e o mercado do qual ela faz parte.

A relação entre a Empresa Foco e o Fornecedor 1, Fornecedor 2 e Fornecedor 3 se enquadra na arquitetura 3.2.2.2, proposta no capítulo 3, onde a empresa foco não apresenta integração estrutural

no sistema de manufatura e o fornecedor apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura, embora algumas atividades apresentem ilhas isoladas de automação.

## 5. CONCLUSÕES

A Integração, proveniente do fluxo sinérgico de informação, pode ser alcançada ao aplicar-se recursos de automação fixa ou programável nas atividades e subatividades do Sistema de Manufatura e, uma forma de analisar esta integração é através de Índices de Automação propostos por Agostinho (1995).

Para isto, desenvolveu-se o modelo para análise de integração da cadeia de suprimentos utilizando-se índices de automação, que apresenta arquiteturas com capacidade de integração e as arquiteturas sem capacidade de integração entre o primeiro nível de fornecedores e a empresa foco.

A integração entre a empresa foco e um fornecedor de primeiro nível se dará quando os índices de automação das atividades do Sistema de Manufatura forem iguais ou aproximadamente iguais.

Após a aplicação do modelo, notou-se que os baixos índices de automação e a falta de integração das atividades e subatividades dos sistemas de manufatura da empresa foco dificultam o fluxo sinérgico de informações, impedindo a integração intra e inter sistemas de manufatura. Como alternativa, propôs-se que empresa foco tornasse suas atividades integradas com índices de automação iguais ou muito próximos de  $i_a = 0,3$ , para que a empresa possa operar integrada mesmo que com um baixo índice de automação. A partir disto, com planejamento e investimento, deveria ser decido e implantado o recursos de automação para que se possa aumentar os índices de automação.

Os três fornecedores apresentam uma arquitetura próxima da integração interna, pois, algumas atividades já se apresentam integradas, com  $i_a = 0,9$ . Pode-se dizer que os três

fornecedores apresentam uma arquitetura de integração interna, com  $i_a = 0,6$ , caso se considere que todos apresentam índices de automação iguais ou maiores que  $i_a = 0,6$ . Mas, isto significa que todo o investimento feito para que algumas atividades e subatividades apresentassem índices de automação iguais a  $i_a = 0,9$  não está sendo aproveitado e apenas resultaram em ilhas isoladas de automação. A opção é operar internamente integrada com índices de automação  $i_a = 0,6$  ou  $i_a = 0,9$ , ou seja, com a opção de automação que satisfizer as necessidades da empresa, da cadeia de suprimentos e o mercado do qual ela faz parte.

A integração da cadeia de suprimentos, se dará quando a empresa foco e todos os fornecedores estiverem com seus níveis de atividade com índices de automação com valores iguais ou próximos.

A relação da cadeia de suprimentos analisada, Empresa Foco, Fornecedor 1, Fornecedor 2 e Fornecedor 3, se enquadra na arquitetura 3.2.2.2, proposta no capítulo 3, onde a empresa foco não apresenta integração estrutural do sistema de manufatura e o fornecedor apresenta integração estrutural das atividades no sistema de manufatura. Portanto, a cadeia de suprimentos analisada não está integrada, pois as diferenças de recursos automação, representadas pelas diferenças entre índices de automação, não permite o fluxo sinérgico de informações.

Com esta situação, a cadeia de suprimentos deixa de utilizar os todos os recursos de automação implantados e passa a funcionar abaixo do que poderia se investisse e tornasse todos os seus índices de automação iguais ou muito próximos. Outra alternativa é que a cadeia não investisse para aumentar os recursos de automação de apenas algumas subatividades e se mantivesse integrada com um menor índice de automação, facilitando o fluxo sinérgico da informação, mesmo que com a redução da sua flexibilidade.

A principal contribuição do modelo de integração da cadeia de suprimentos é análise e definição dos objetivos de cada sistema de manufatura quanto ao grau de automação e referente índice de automação necessário para adquirir a integração interna e ainda a integração com a cadeia de suprimentos da qual faz parte.

### **5.1 Sugestão de trabalhos futuros**

No presente trabalho estudou-se a relação entre a empresa foco de uma cadeia de suprimentos e sua relação de integração com o seu primeiro nível de fornecedores. Sugere-se que o trabalho seja ampliado de forma a mostrar a relação de integração de toda a cadeia de suprimentos, ou seja, fornecedores/empresa/consumidores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, O.L. - **Integração Estrutural dos Sistemas de Manufatura como Pré Requisito de Competitividade** , Tese de Livre Docência, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

AGOSTINHO, O. L. – Notas de Aula “**Integração do Sistema de Manufatura**”, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

AGOSTINHO, O. L.– **Sistemas de Manufatura**, vol I e vol II, Apostilas de Curso, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

ALVARENGA-NETTO, C. A. A. Definindo gestão por processos: características, vantagens, desvantagens. In: **Gestão Integrada de Processos e da Tecnologia da Informação**. São Paulo: Atlas, 2008. Pag 14-37.

ALVES FILHO, A. G. CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; NETO, M. S.; BONADIO, P. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. *Gestão e Produção*, v. 11, n. 3, p. 275-288, 2004.

ARAGÃO A. B, et al. Modelo de análise de cadeia de suprimentos: fundamentos e aplicação às cadeias de cilindros de GNV. **Gestão e produção**, São Carlos. V.11, n.3, p.199-311, set/dez. 2004.

AZEVEDO, A.L. A Emergência da Empresa Virtual e os Requisitos para os Sistemas de Informação. **Gestão & Produção** v.7, n.3, p.208-225, dez. 2000.

BALLOU, Ronald H.; GILBERT, Stephen M.; MUKHERJEE, Ashok. New Managerial Challenges from Supply Chain Opportunities. *Industrial Marketing Management*. 29, p.7-18, 2000.

BALLOU, R. H. **Business Logistics / Supply Chain Management**. 5 ed. Pearson Education, inc. 2004.

BAPTISTA, L. F. Introdução à automação naval. Apostila de aula. Portugal: Escola Náutica Infante D. Henrique, 2008. Acesso em 23/01/2011. Disponível em: [www.enautica.pt](http://www.enautica.pt).

BARBEIRO, Cristiane F. C.. **O Sistema Integrado de Gestão da Qualidade e de Gestão Ambiental numa empresa do ramo de autopeças**, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 112 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

BARROS, M. S., A importância dos Sistemas de Informação na Gestão das Empresas. Revista eletrônica FTEC. Acesso em 23/01/2011. Disponível em: <http://www.tec-rs.com.br/felipe/revista1/index.php/FTEC/article/view/19>

BLACK, T. J. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1998.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; HELFERICH, Omar K. **Logistical Management: A Systems Integration of Physical Distribution, Manufacturing, Support and Materials Procurement**. 3º Ed. New York: Macmillan, 1986.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.

CAMARINHA-MATOS, Luís M. Integração de Sistemas de Manufatura: Das Ilhas de Automação às Empresas Virtuais. Revista **INGENIUM** (Ordem dos Engenheiros), 2º série, nº 56, Mar 2001.

CAMARINHA-MATOS, LUIS; AFSARMANESH H.; GALEANO N.; MOLINA A. Collaborative networked organizations – Concepts and practice in manufacturing enterprise. **Computers& Industrial Engineering**, 2009.

CHOPRA, S.; MEINDEL, P.. **Gerenciamento de cadeia de suprimentos**. São Paulo: Prentice-Hall, p. 465, 2003.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

DREYFUSS, Cassio. **As redes e a gestão das organizações**. Rio de Janeiro: Guide, 1996.

FELDENS, L. F. **Sistemas Robotizados: Automação e Robótica**. Apostila de aula. Rio Grande do Sul: PUCRS, 2008.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. **Novo dicionário da língua portuguesa - Século XXI**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2º ed., 1993

GARVIN, David. The processes of organization and management. **Sloan Management Review**, v. 39, n. 4, Summer 1998.

GEORGES, M. R. R.; BATOCCHIO, A.. Gerenciamento da Indústria Manufatureira para a Competitividade Mundial. Acesso em 23/01/2011. Disponível em: <ftp://www.puccampinas.edu.br/pub/professores/cea/marcos.georges/Adm.%20Produ%E7%E3o%20II/aula01%20-%20artigo%20gerenciamento.PDF>



GUNASEKARAN, A. PANTEL, C. MCGAUGHEY, R. E. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**. 87, p.333-347, 2004

GROOVER, M. P. **Robótica: Tecnologia e Programação**. São Paulo: MacGraw Hill, 1989.

HAMER, Michael .**Operational Collaboration in the Supply Chain: Creating the Extended -** Harvard Business School Publishing Virtual Seminar CD, Single User, 2005

HILSDORF, Wilson de Castro. **A integração de processos na cadeia de suprimentos e o desempenho no serviço ao cliente: um estudo na cadeia calçadista**. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de engenharia de produção. 2007.

JARILLO, J. C.. **Strategic Networks: Creating the borderless organization**. Butterworth-Heinemann Ltd., 1995.

JESTON, J.; NELIS, J. **Business Process Management: practical guidelines to successful implementations**. Oxford: Elsevier, 2006.

KARAPETROVIC, S., WILLBORN, W. Integration of quality and environmental management systems. **The TQM Magazine**, 10 no. 3, pp. 204-213, 1998.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.

LAZZARINI, S. G. **Empresas em rede**. São Paulo: CENGAGE, 2008.

LEE, H. L. A cadeia de suprimentos dos três As. In Bastos, Ricardo. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: os melhores artigos da Harvard Business Review**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. Pag 89 – 118.

LUZ, G. B.; KUIAWINSKI, D. L. Mecanização, Automação e Automação – Uma Revisão Conceitual e Crítica. **Anais - XIII SIMPEP Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006**.

MALAMUT, Gilberto. Processos aplicados a sistemas integrados de gestão. In: 1º Seminário Brasileiro de Gestão de Processos, Rio de Janeiro, **Anais**. Rio de Janeiro; SAGE-COPPEUFRJ. Volume único, p. 1-20. 02 ago. 2005.

MATTOS, C. A.; LAURINDO F. J. B. Framework holístico de análise de processos e de TI: desdobrando os FCS em aplicações de TI. In: **Gestão Integrada de Processos e da Tecnologia da Informação**. São Paulo: Atlas, 2008. Pag 98-118.

NASCIMENTO, R. P; SEGRE, L. M. Competitividade no setor automobilístico: um modelo de análise de flexibilidade no Brasil. **Revista Gestão Industrial**. Paraná: V.02, n. 03: p. 154-173, 2006.

O'CONNELL, John; PYKE, Jon; WHITEHEAD, Roger. **Mastering your organization's processes**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

OLIVEIRA, M. B.; LONGO, Q.C. Gestão da Cadeia de Suprimentos. **Anais - IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Rio de Janeiro, jul/ago 2008.

PÊSSOA, M.; STORCH, S. Escolhas tecnológicas para o gerenciamento por processos. In: Laurindo, F; Rotondaro, R. **Gestão integrada de processos e da tecnologia da informação**. São Paulo: Ed. Atlas, 2008.

PIRES, Sílvio Roberto Ignácio; NETO, Mário Sacomano. **Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística**. Produção, v. 20, n. 2, p. 172-185, abr./jun. 2010.

PRADO, A. J. C. **A difusão da automação flexível na indústria brasileira de autopeças**. Dissertação de mestrado. IE: UNICAMP, 1989.

QUINTELLA, H. L. M. M. Automação da Produção e Mudança Organizacional: Modelos de Análise e o caso Brasil. In: IV International Congress of Industrial Engineering, 1998, Niterói. **Anais- IV International Congress of Industrial Engineering**. Niterói : ABEPRO UFF, 1998.

ROZENFELD, Henrique. Desenvolvimento de produtos na manufatura integrada por computador. In **Manufatura Classe Mundial: Conceitos, Estratégias e Aplicações**. Páginas 70 à 95. São Paulo, Atlas, 2001.

RIOS, José A. D. **Organizações, Negócios e Gerência**. Apostila de Aula. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 2002, p.1-8.

RODRIGUES, Luis Henrique. **Interferência do índice de automação no lead time e na mão-de-obra direta, em processos de fabricação de fios de fibras descontínuas curtas**. Dissertação de Mestrado. Campinas: FEM, UNUCAMP, 2004.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKY, Philip; **Cadeia de Suprimentos: projeto e gestão**. Porto Alegre: Brookman, 2003.

SLACK, N. **The Manufacture Advantage**. London: Mercury Books, 1991.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SOUZA, G. D., CARVALHO, M. S.; LIBOREIRO M.. Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação. **Revista de Administração Pública** vol. 40 nº 4. Rio de Janeiro. Julho e agosto de 2006.

TAYLOR, David A. **Logística na Cadeia de Suprimentos: uma perspectiva gerencial**. São Paulo: Person Addison-Wesley, 2005.

ZAGO, S.; COSTA, H.G. Definição do grau de automação para fabricação de carroçaria bruta de automóveis a partir da aplicação da análise multicritério. **Anais - XXVI ENEGEP**. Fortaleza, 2006.

## APÊNDICE A

### **Questionário: Índices de automação**

#### Dados do entrevistado

Nome:

Cargo:

#### Dados da Empresa

Nome:

Ramo de atividade:

Número de funcionários:

Principais produtos e serviços:

Empresa foco da cadeia ( ) Fornecedor ( )

As respostas devem estar de acordo com o grau de automação das atividades e subatividades da empresa.

1. Na atividade de engenharia, como são realizadas as subatividades de:

#### 1.1 Engenharia de Produto

- a. ( ) Prancheta, tabela
- b. ( ) Uso individual dos computadores
- c. ( ) Uso de computadores no Produto e Manufatura
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

#### 1.2 Geração dos meios de manufatura

- a. ( ) Processos manuais, prancheta
- b. ( ) Uso individual dos computadores
- c. ( ) Geração de processos de fabricação via computadores
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

### 1.3 Comunicação com Chão de Fábrica

- a. ( ) Documentação manual, distribuição na forma de papel
- b. ( ) Uso individual dos computadores, transferência isolada de dados
- c. ( ) Conexão das máquinas CNC em rede
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

2. Na atividade de Chão de Fábrica, como são realizadas as subatividades de :

#### 2.1 Gerenciamento e controle da informação

- a. ( ) Controle de produção manual (cartões)
- b. ( ) Uso de computadores isolados, alimentação CNC manual
- c. ( ) Ligação DNC, MRP
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

#### 2.2 Fluxo de materiais

- a. ( ) Transporte manual, estocagem manual
- b. ( ) Transporte automatizado, estocagem manual
- c. ( ) Transporte automatizado, armazenagem programada
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

#### 2.3 Transformação de forma e característica

- a. ( ) Máquinas simples, carga e descarga manual
- b. ( ) Máquinas CNC, carga e descarga manual
- c. ( ) Máquinas CNC, carga e descarga robotizada, células flexíveis de manufatura
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

3. Na atividade de Negócios, como são realizadas as subatividades de :

### 3.1 Marketing

- a. ( ) Tabelas, listas
- b. ( ) Uso individual dos computadores
- c. ( ) Interligação em rede com outras atividades e clientes
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

### 3.2 Planejamento

- a. ( ) Controle manual, listas
- b. ( ) Uso individual dos computadores
- c. ( ) MRP II
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

### 3.3 Suprimentos

- a. ( ) Documentação manual, tabelas, listas
- b. ( ) Uso individual dos computadores
- c. ( ) Interligação em rede com outras atividades e clientes
- d. ( ) Nenhuma das alternativas

4. Na atividade de Suporte, como são realizadas as subatividades de :

#### 4.1 Suporte à qualidade

- a.  Inspeção manual
- b.  Controle estatístico de processo individual, uso isolado de computadores
- c.  Sensoriamento em tempo real
- d.  Nenhuma das alternativas

#### 4.2 Suporte à facilidades

- a.  Manutenção manual à instalação
- b.  Monitoramento com computadores isolados
- c.  Sensoriamento em tempo real, interligação com rede
- d.  Nenhuma das alternativas

#### 4.3 Suporte à operação

- a.  Manutenção corretiva
- b.  Manutenção preventiva, uso individual dos computadores
- c.  Manutenção preditiva, com sensoriamento em tempo real, ligação com rede
- d.  Nenhuma das alternativas