



**COPPE/UFRJ**

**GESTÃO ESTRATÉGICA DE CADEIAS DE SUPRIMENTO COM BASE NO  
MODELO LOGÍSTICO DE INCERTEZA: O CASO DO PÓLO INDUSTRIAL DE  
MANAUS (PIM)**

Fabiana Lucena Oliveira

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientador(es):

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

Prof. Waltair Vieira Machado, Ph.D.

Rio de Janeiro

Fevereiro de 2009

GESTÃO ESTRATÉGICA DE CADEIAS DE SUPRIMENTO COM BASE NO  
MODELO LOGÍSTICO DE INCERTEZA: O CASO DO PÓLO INDUSTRIAL DE  
MANAUS (PIM)

Fabiana Lucena Oliveira

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Aprovada por:

---

Elton Fernandes, Ph.D.

---

Waltair Vieira Machado, Ph.D.

---

Marcio Peixoto Sequeira Santos, Ph.D.

---

Licínio da Silva Portugal, D.Sc.

---

Ricardo Rodrigues Pacheco, D.Sc.

---

Eliana Consoni Rossi, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO DE 2009

Oliveira, Fabiana Lucena

Gestão Estratégica das Cadeias de Suprimento com base no modelo de incerteza: o caso do Pólo Industrial de Manaus (PIM) Fabiana Lucena Oliveira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

XV, 143 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Elton Fernandes

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2009.

Referencias Bibliográficas: p. 140-143.

1. Logística, Modelo de Incerteza. 2. Cadeias de Suprimento. 3. Pólo Industrial de Manaus (PIM) I. Fernandes, Elton. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Minhas mães queridas, Maria do Socorro Lucena, Edite Pontes de Lima e Cirene Pontes de Souza, o meu MUITO OBRIGADA sempre! Obrigada pelos ensinamentos diários, e por acreditar e financiar os meus sonhos!

Às minhas amigas Tânia Maria da Rocha Oliveira, e Diva Alves da Rocha a minha sincera reverência pelo carinho e apoio constantes, em todas as etapas. Vocês são um porto seguro, e eu sempre lembrarei com carinho do entusiasmo nas minhas pequenas vitórias. Muito obrigada!

Aos amigos eternos, José Paiva Borges, Ruy e Regina Pacheco pelo entusiasmo, cada um a seu modo, em cada uma das etapas da minha vida.

À minha família (irmãos), cunhados, tios (as), primos(as) pela paciência nas minhas ausências. Aline, Nathalie e Flávia, vocês em especial sentiram minha ausência. Minhas sinceras desculpas e meu agradecimento pelo apoio.

Aos amigos novos e aos antigos, e aqui não citarei os nomes, com receio de ser injusta, sintam-se todos reverenciados, pelo apoio em todos os momentos. Àqueles amigos que me acompanham desde os estudos da escola fundamental, e àqueles amigos que entraram em minha vida no momento desta pesquisa, o meu sincero agradecimento, pelas horas dispendidas e por acreditar nos meus projetos.

À Suframa (Superintendência da Zona Franca de Manaus), representada aqui pela Superintendente Flávia Skrobot Barbosa Grosso, e pelo Prof. D.Sc., José Alberto da Costa Machado, instituição financiadora deste Programa de Doutorado, que acreditou que seria possível qualificar a mão-de-obra da Amazônia, e que, através deste financiamento, entrega agora à sociedade os pesquisadores que terão como missão contribuir com as novas gerações, o meu muito obrigada.

AO PET/COPPE/UFRJ e à FTUFAM pelo trabalho em conjunto, e por também viabilizar este projeto. Em nome de todos os professores e técnicos, parabéns os professores Elton Fernandes e Waltair Machado pela iniciativa e coragem. Tenham certeza de que o exemplo de coragem e determinação de vocês foi uma semente plantada!

Professor Elton Fernandes, terei sempre orgulho de ter sido sua aluna. Obrigada pelos ensinamentos que certamente me ajudaram a melhorar como profissional, pela paciência em muitos momentos, e pela oportunidade. Lembro do meu compromisso durante a entrevista para o início da pesquisa, e espero não tê-lo decepcionado.

Professor Doutor Eduardo Jardim, suas contribuições com minhas pesquisas ainda no mestrado, e sua receptividade foram decisivas. Obrigada pela disponibilidade, pela recomendação para o Programa de Doutorado, e pelo carinho fraterno.

Em nome de Mauro Correia e Marciel Perez agradeço aos times envolvidos nos levantamentos de dados, e apoio nas entrevistas da empresa utilizada como universo de pesquisa. Meu sincero agradecimento a vocês também pela paciência e transparência durante os vários momentos de pesquisa e testes.

Zilmara, obrigada pelo levantamento de dados, pelas informações! Você sempre foi uma entusiasta deste projeto! Em seu nome, quero agradecer aos times que tão gentilmente buscaram todas as informações que precisei.

Ao Guilherme Bastos pelo apoio no início deste projeto, durante minhas ausências do posto de trabalho, e pelas informações fornecidas. Jamais esquecerei sua compreensão. O seu nome não poderia ficar de fora.

Rosângela, Talita, Andrezza, Sammy, Valéria e Socorro muito obrigada pela compreensão de vocês, e pelos dados levantados! Aprendi e aprendo muito com vocês todos os dias. A cada um, o meu respeito e a minha admiração.

E por fim, ao meu marido, (e muito importante!) Aristides da Rocha Oliveira Junior, pelo apoio incondicional em todas as etapas ... e é incondicional mesmo!

Obrigada por não me deixar desistir das pesquisas ainda durante o mestrado ... valeu a pena!

Entraremos numa nova fase em breve, e saiba desde já que sou uma mulher privilegiada por ter você como marido.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

GESTÃO ESTRATÉGICA DE CADEIAS DE SUPRIMENTO COM BASE NO  
MODELO LOGÍSTICO DE INCERTEZA: O CASO DO PÓLO INDUSTRIAL DE  
MANAUS (PIM)

Fabiana Lucena Oliveira

Fevereiro/2009

Orientador: Elton Fernandes

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho apresenta uma avaliação da gestão estratégica das cadeias de suprimento, à luz do Modelo de Incerteza, com particular atenção às cadeias de suprimento ágeis, uma de suas categorias de classificação. A pesquisa realizada no Pólo Industrial de Manaus (PIM), uma aglomeração econômica, situada na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, composta por vários tipos de cadeias de suprimentos, partilhando a mesma infra-estrutura de suporte logístico – transporte, manuseio e armazenagem e desembaraço aduaneiro. O Estado da Arte aborda a gestão estratégica das cadeias de suprimento, o Modelo de Incerteza, o fator agilidade, o Pólo Industrial de Manaus e a legislação aduaneira brasileira, apresentando as características conceituais de cada um e suas particularidades. Busca-se testar a adequação das cadeias de suprimentos ágeis ao Pólo Industrial de Manaus, de modo que os processos logísticos fossem o fator de atratividade e sustentação destas cadeias de suprimento. Os resultados obtidos e apresentados confirmam a hipótese de que a configuração atual do sistema logístico de apoio ao PIM é capaz de viabilizar o funcionamento de cadeias de suprimentos ágeis (na classificação do Modelo de Incerteza), desde que feitas algumas adaptações.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

Strategic Supply Chain Management for Uncertainty Supply  
Chain Model: an analysis of Manaus Industrial Pole

Fabiana Lucena Oliveira

February/2009

Advisor: Elton Fernandes

Department: Transport Engineering

This file presents an evaluation of Strategic Supply Chain Management, using Uncertainty Supply Chain Model, analysing in detail Agile Supply Chains, which is a result of Uncertainty Supply Chain Model, with special attention to Manaus Industrial Pole. This research was done at Manaus Industrial Pole, which is a model of industrial agglomerations, based in Manaus, State of Amazonas (Brazil), which contemplates different supply chains and strategies sharing same infrastructure of transport, handling and storage and clearance process. The state of art contemplates supply chain management, uncertainty supply chain model, agile supply chains, Manaus Industrial Pole and Brazilian legislation, and presents concepts and features, of each one. Was tested adequacy of agile supply chains to Manaus Industrial Pole, in order to demonstrate that logistics processes are able to attract and keep these supply chains, on this industrial pole. The results obtained are presented confirms the hypothesis of logistics processes are able to guarantee attractiveness, since some changes were done in current model.

## ÍNDICE DO TEXTO

### **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

1.1. Apresentação .....	1
1.2. Objetivos .....	4
1.3. Hipótese .....	5
1.4. Justificativa .....	5
1.5. Estrutura do Trabalho .....	7

### **CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA**

2.1. A Logística Empresarial no ambiente contemporâneo.....	9
2.2. O papel dos modelos logísticos na competitividade sistêmica das Aglomerações Econômicas .....	20
2.3. O Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS) .....	26
2.3.1 Aspectos teóricos definidores do MICs .....	26
2.4. Gestão estratégica das Cadeias de Suprimento .....	30
2.5. O fator agilidade nas Cadeias de Suprimento .....	49
2.6. Natureza dos processos logísticos do MICs no Brasil .....	56
2.7. O Pólo Industrial de Manaus (PIM) como objeto de aplicação do MICS .....	60
2.7.1 O Pólo Industrial de Manaus (PIM): evolução, dinâmica recente e breve caracterização .....	60
2.7.2 Aspectos específicos do sistema logístico de suporte às atividades do PIM .....	66
2.7.2.1 .Manuseio e Armazenagem.....	67
2.7.2.2 Processo Aduaneiro.....	71
2.7.2.3 Sistema de Transportes Regional.....	77

### **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA**

3.1. Considerações iniciais .....	83
3.2. Delimitação da pesquisa .....	85

3.3.	Caracterização da Metodologia .....	87
3.3.1	Tipo de Pesquisa .....	87
3.3.2	Universo e Amostra .....	87
3.3.3	Coleta de dados .....	88
3.3.4	Análise dos dados .....	88
3.3.5	Limitações do método .....	89

#### **CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO**

4.1.	O gerenciamento da cadeia de suprimentos do Modelo de Incerteza (MICs) no PIM .....	91
4.2	Estratégia de Adaptação das Cadeias de Suprimento Ágeis : Modelo de Hub de Fornecedor .....	94
4.3.	A Matriz do Modelo de Incerteza, e suas cadeias de suprimento aplicadas ao Pólo Industrial de Manaus (PIM) .....	101
4.4	O desempenho do processo de desembaraço aduaneiro atual, e os possíveis ganhos com a implementação do RECOF no PIM .....	106

#### **CAPÍTULO 5 – DISCUSSÕES**

5.1.	Desafios do transporte internacional ( <i>inbound</i> ).....	120
5.2.	Custos de transporte (frete).....	127
5.3.	Métricas de eficiência .....	131

#### **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

6.1	Conclusões .....	134
6.2	Recomendações .....	136
6.3	Direcionamento para futuras pesquisas .....	137

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>140</b>
--------------------------	------------

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Produtos Funcionais X Produtos Inovadores: Características da demanda..	29
Figura 02. Estratégias das Cadeias de Suprimento .....	33
Figura 03. Cruzando Cadeias de Suprimento com Produtos .....	34
Figura 04. A Matriz de Incerteza do MICs .....	37
Figura 05. Estratégias das Cadeias de Suprimento .....	44
Figura 06. Ágil ou <i>Lean</i> ? .....	51
Figura 07. Classificação de importância das diferentes características de produtividade (lean) e agilidade .....	53
Figura 08. Classificação de importância das diferentes métricas de produtividade (lean) e agilidade .....	55
Figura 09. Comparação dos modais em termos de dimensões de serviços .....	78
Figura 10. Estratégias das cadeias de suprimento .....	81
Figura 11. Fluxo de entrada de matéria-prima no <i>hub de fornecedor</i> existente no PIM .....	97
Figura 12. Fluxo de saída de matéria-prima do “hub de fornecedor” e chegada ao processo de manufatura no PIM .....	99
Figura 13. A Matriz de Incerteza do PIM .....	102
Figura 14. Fluxo gerencial da cadeia de suprimentos do modelo de incerteza no PIM .....	108
Figura 15. Fluxo do RECOF no Brasil .....	112

Figura 16. Fluxo proposto para o gerenciamento da cadeia de suprimentos ágil no PIM, através de adaptação do EIZOF .....	115
Figura 17. Rota de transporte aéreo para cadeias de suprimento ágeis, presentes no PIM.....	121
Figura 18. Rota de transporte marítimo-aéreo para cadeias de suprimento ágeis, presentes no PIM .....	125
Figura 19. Comparativo de custo de transporte aéreo (frete) por quilo, de cargas originárias da Ásia: Manaus e México .....	127
Figura 20. Métrica de eficiência: tempo de transporte e manuseio entre o Aeroporto Internacional de Manaus e o armazém alfandegado onde está o estoque consignado .....	132
Figura 21. Métrica de eficiência: tempo de retorno de matéria-prima pela não utilização na manufatura (demandas voláteis) .....	133

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 01. Características de Produtos Classificados segundo o MICs: funcionais versus Inovadores .....	45
Quadro 02. Variáveis do Modelo de Incerteza em Aglomerações Industriais .....	59
Quadro 03. Exportação X Importação do Pólo Industrial de Manaus .....	63
Quadro 04. Aquisição de insumos de produção do Pólo Industrial de Manaus .....	64
Quadro 05. Participação dos subsetores de atividades no faturamento do Pólo Industrial de Manaus .....	65

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01. Evolução dos Modelos de Gestão Estratégica das Cadeias de Suprimento .....	14
Tabela 02. Variáveis Logísticas identificadas das Teorias Clássicas de Localização Industrial .....	21
Tabela 03. Comparação entre fornecimento <i>lean</i> e fornecimento ágil: as características distintivas .....	52
Tabela 04. Indicadores de desempenho recente do PIM (2000 – 2007) .....	62
Tabela 05. Custos de Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos Ágil no PIM .....	92
Tabela 06. Custo Anual por utilização do m <sup>2</sup> do armazém em estoque consignado de uma Cadeia de Suprimentos Ágil no PIM .....	93
Tabela 07. Desempenho dos processos logísticos em diferentes países .....	101
Tabela 08. Representação da simulação dos custos de frete da Cadeia de Suprimentos Ágil do PIM .....	130

**LISTA DE SIGLAS**

COPPE - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia.

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus;

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

FT – Faculdade de Tecnologia

MICs – Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos

PIM – Pólo Industrial de Manaus

EADI – Estação Aduaneira de Interior

EIZOF – Entrepasto Internacional da Zona Franca de Manaus

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação**

A dinâmica das economias modernas impõe desafios enormes aos sistemas de suporte logístico diante da constante evolução tecnológica industrial. As sociedades desenvolvidas demandam cada vez mais, em seu modelo de vida moderno, com carros, televisores coloridos, sistemas de comunicação sofisticados, mobilidade e acessibilidade facilitados, trazendo consigo os desafios de atendimento a estas demandas. Os sistemas de suporte logístico para atendimento a estas demandas são exigidos à exaustão, para que estejam de acordo com a velocidade exigida pela dinâmica da vida moderna.

Com o fenômeno da globalização, um grande número de países antes alheios às modernizações da indústria, e portanto, ao consumo de massa estão agora inseridos no mercado internacional, com suas economias emergentes e demandas crescentes, num mercado consumidor em franco crescimento e ávido por novidades. Um bom exemplo deste fenômeno, é a entrada do Brasil, Índia, Rússia e China (os países do BRIC) no mercado internacional, representando a entrada de mercados consumidores potenciais, num modelo de sociedade dinâmica.

Num cenário em que não somente as economias desenvolvidas, mas também as economias emergentes expandiram suas demandas, a discussão sobre os sistemas de suporte logístico para atendimento a estas demandas, veio à tona. Neste contexto, a discussão sobre os sistemas de suporte logístico, com suas variáveis de transporte, distribuição, movimentação e armazenagem passou a ser de vital importância para o bom atendimento e desenvolvimento das economias globalizadas.

A velocidade da produção industrial, movida pela evolução tecnológica, que é por sua vez movida pela crescente demanda dos diferentes mercados consumidores, impôs a necessidade de processos ágeis de movimentação e atendimento da produção industrial, bem como do consumidor final.

Se há cinquenta anos, um produto considerado inovador demorava alguns anos para ser efetivamente lançado no mercado (entre pesquisas, testes, produção e distribuição), e portanto, contemplava uma vida útil mais longa, a fim de que pudesse ser apreciado e consumido, hoje a vida útil dos produtos “inovadores” é muito curta, reflexo do aumento das exigências da sociedade, e da corrida tecnológica.

Alguns bons exemplos de produtos inovadores são os computadores *high tech*, e os produtos de telecomunicações, em particular o telefone celular, produtos resultantes da necessidade moderna de comunicação com qualidade e veloz. Há apenas duas décadas, os computadores *high tech*, e os telefones celulares eram produtos restritos a um pequeno público, e suas inovações em função das pesquisas, eram lentas. Hoje, ambos os produtos são consumidos em massa, o que significa produção em escala, e modelo de distribuição ampliado.

Neste sentido, o presente trabalho discute os desafios impostos aos sistemas de suporte logístico nos últimos anos, por um processo industrial veloz, e um mercado consumidor exigente, e à infra-estrutura existente nas economias emergentes.

Foram identificadas algumas variáveis do sistema logístico para análise, tais como: transporte, movimentação/manuseio, armazenagem e desembaraço aduaneiro, apresentando dados primários ilustrativos do comportamento destas variáveis num processo ágil, bem como suas oportunidades de melhoria.

A partir da identificação do fator agilidade como fundamental para o gerenciamento dos processos logísticos, buscou-se na literatura disponível, um modelo estratégico logístico que considerasse esta variável, a agilidade, como parte integrante do processo das cadeias de suprimento. Desta análise, identificou-se o Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos, como sendo o mais adequado às análises aqui detalhadas. Os demais modelos estratégicos de gerenciamento das cadeias de suprimentos, não consideravam o vetor agilidade como primordial em suas análises, e esta vêm sendo uma dificuldade enfrentada pelos modelos logísticos de gerenciamento em atividade no Brasil.

Discute-se ainda, como o Brasil (uma das economias emergentes identificadas) vêm preparando seus modelos logísticos de gestão e infra-estrutura, para atratividade e manutenção dos modelos industriais de alta tecnologia, e portanto, ágeis.

O Brasil contempla diferentes modelos industriais, distribuídos isoladamente e em aglomerações econômicas, tais como pólos industriais e *clusters*, e enfrenta tal como os demais países, os desafios de atratividade e desenvolvimento destes modelos industriais. Análises e discussões primárias apontam para dificuldades no gerenciamento dos modelos industriais de alta tecnologia, e que portanto exigem, um grau de customização elevada, e também alto grau de agilidade nos processos logísticos, não podendo ser tratada num contexto de gerenciamento padrão, isto é, todas as cadeias de suprimentos, e portanto, os produtos por cada delas representado, como iguais.

A atratividade e manutenção dos modelos industriais de alta tecnologia, de que são exemplo os computadores e os produtos de telecomunicações, são muito importantes para o desenvolvimento a longo prazo, dos modelos industriais no Brasil, já que a tendência da indústria moderna internacional é de que cada vez mais produtos sofram modernizações tecnológicas, num prazo cada vez mais curto.

Através da identificação das dificuldades enfrentadas no Brasil, e em particular em seus modelos de aglomeração econômica, usou-se como amostra de pesquisa, um modelo de cadeia de suprimentos ágil, inserido num modelo de aglomeração econômica no Brasil, o Pólo Industrial de Manaus (PIM).

O PIM é um modelo de aglomeração econômica, situado na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, fruto de uma política de desenvolvimento da Região Amazônica, liderada pelo Governo Federal, representado pelos governos militares das décadas de sessenta e setenta, e que teve sua assinatura em 1967, criando a Zona Franca de Manaus, uma área geograficamente delimitada com regime aduaneiro especial e atípico.

Desta situação, pergunta-se:

Como se pode planejar e gerir estrategicamente o sistema logístico do Pólo Industrial de Manaus, de modo a que este possa se adequar o Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos, viabilizando competitivamente as indústrias de fronteira tecnológica que se enquadram neste modelo de aglomerações?

## **1.2 Objetivos**

- Propor um modelo de adequação entre o Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos e o sistema logístico que envolve o Pólo Industrial de Manaus (PIM), de modo a testar a viabilidade competitiva das indústrias de fronteira tecnológica que se enquadram neste modelo.
- Identificar os processos logísticos de suporte aduaneiro já desenvolvidos no Brasil, que adéquam o Modelo de Incerteza à legislação vigente.
- Validar, através de dados primários ferramentas de análise para cada categoria componente da estratégia de adequação do sistema logístico do PIM ao MICs.

### 1.3 Hipótese

Planejar e gerir estrategicamente as cadeias de suprimento presentes no PIM, de modo que este seja competitivo e atrativo aos modelos industriais de fronteira tecnológica é de vital importância para continuidade deste modelo de desenvolvimento.

Assim, o gerenciamento logístico do PIM deve apresentar as seguintes mudanças:

- Transportes: a infra-estrutura de suporte do modo aéreo deveria ser melhorada, visando à sazonalidade das indústrias de alta tecnologia;
- Processos Aduaneiros: agilização nos processos de importação, e quebra do monopólio dos EADIs;
- Manuseio/Armazenagem: redução dos tempos totais previstos na legislação aduaneira brasileira, de modo a garantir agilidade aos modelos de manufatura de alta tecnologia.

### 1.4 Justificativa

A urgência de transformar o sistema logístico do PIM em fator concreto de competitividade inter-regional, isto é, Manaus *versus* São Paulo, e internacional comparando Manaus *versus* México e China, por exemplo, justifica uma pesquisa mais detalhada sobre as variáveis envolvidas neste sistema logístico.

Partindo da premissa de que os incentivos fiscais do PIM se encerram no ano de 2023<sup>1</sup>, é necessário definir um modelo logístico que permita ao PIM estar no mesmo nível de competitividade de outras regiões do país, e mesmo de outros países que possuam empresas de mesmo porte, com os mesmos tipos de produtos e também operam num sistema de aglomerações industriais.

---

<sup>1</sup> Já está em discussão no Governo Brasileiro, a extensão dos benefícios do PIM até o ano de 2033.

A definição do modelo logístico do PIM depende do conhecimento aprofundado dos condicionantes que conformam as cadeias de suprimento tais como tipos de produto, sazonalidade, tempos de trânsito, transporte, manuseio e armazenagem, e desembaraço aduaneiro, por exemplo.

Recentemente o PIM tem sido confrontado com perda de competitividade por questões fiscais e logísticas, que se impõem como fundamentais na solução do desafio de estar competitivo principalmente naqueles produtos de fronteira tecnológica, como por exemplo, telefones celulares e, computadores *high tech* (computadores de fronteira tecnológica).

Ciente deste fato, o presente trabalho busca comprovar a adequação do Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos, e em particular das Cadeias de Suprimento Ágeis, ao Pólo Industrial de Manaus, de modo a evitar o deslocamento das unidades fabris integrantes deste modelo ágil, e conseqüentemente desta cadeia de suprimentos, para outras regiões do Brasil, ou outros países, e também identificar os pontos de melhoria de competitividade nos sistemas logísticos identificados para este pólo industrial.

No presente estudo, levou-se em consideração que alguns modelos teóricos tais como SWOT, por exemplo, contemplam produtos de fronteira tecnológica, e portanto já caracterizam as cadeias de suprimento por produtos. No entanto, este modelo estratégico de gerenciamento da cadeia de suprimentos, ainda não considera o fator agilidade. O que se percebe é que, para alguns tipos de produto, a agilidade se apresenta o principal vetor a ser considerado numa estratégia de gerenciamento de sucesso, não importando o custo mais alto de atendimento de determinada necessidade, por exemplo, já que os produtos gerenciados por estas cadeias de suprimento, costumam ter alto nível de lucratividade, ou seja, margem de retorno alta.

A adequação da estratégia logística do PIM ao Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS) deve contemplar os seguintes elementos: a) Missão do sistema logístico do PIM; b) Visão do sistema logístico do PIM, considerando que os incentivos fiscais vigentes terão como prazo final o ano de 2023; e, c) os valores monetários envolvidos no sistema logístico do PIM.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

O capítulo 1 contextualiza o gerenciamento das cadeias de suprimento num ambiente moderno, bem como cita as dificuldades enfrentadas para se adequar aos desejos de um mercado consumidor cada vez mais exigente. Discute-se por conseguinte, os objetivos e motivações do presente trabalho, bem como a hipótese abordada e a justificativa para desenvolvimento do texto em questão.

O capítulo 2 discute o estado da arte a partir da leitura de modelos conceituais já existentes e amplamente utilizados, tais como as teorias de aglomerações econômicas, os modelos conceituais que deram origem ao Modelo de Incerteza, bem como de sua Matriz de Incerteza, e as cadeias de suprimentos ágeis em especial, e apresenta-se o Pólo Industrial de Manaus, escolhido como universo de pesquisa. Discute-se ainda, os fatores que compõem o sistema logístico de suporte ao PIM – transporte, manuseio, armazenagem e desembaraço aduaneiro - como ponto de partida para adequação dos modelos escolhidos.

No capítulo 3 são apresentados os aspectos metodológicos inerentes à pesquisa. São explicados o universo explorado, amostra para coleta de dados, o detalhes sobre o tratamento dos dados, tais como coleta e análise, bem como as limitações do método escolhido.

Já no capítulo 4 é apresentado o estudo de caso, com todas as análises comparativas a partir da coleta de dados na amostra escolhida, bem como é feita a adaptação do modelo

sugerido à luz dos modelos conceituais e operacionais já existentes, de modo a melhorar o seu universo de atuação e efetividade no Pólo Industrial de Manaus (PIM).

No capítulo 5 são discutidos alguns aspectos especiais de avaliação de eficiência e controle de custos, bem como desafios no gerenciamento de transportes para o PIM, ilustrados por iniciativas em uso, na empresa utilizada como estudo de caso.

E por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões e recomendações para pesquisas futuras, uma vez que o presente trabalho aprofunda uma das características do modelo de incerteza, as cadeias de suprimentos ágeis, mas ainda têm como analisar num futuro próximo, pelo menos mais três características definidoras deste mesmo modelo de incerteza.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 A Logística Empresarial no ambiente contemporâneo**

A Logística Empresarial, enquanto conjunto de técnicas e atividades-meio que dão suporte às operações produtivas das empresas, representa área de pesquisa e intervenção técnico-profissional de crescente relevância à competitividade sistêmica de países, regiões, aglomerações econômicas, setores ou companhias individuais. Esta crescente relevância de que a Logística Empresarial foi se revestindo, especialmente ao longo dos últimos trinta anos, justifica-se a partir de um contexto global marcado por pelo menos quatro grandes fenômenos:

(I) a internacionalização comercial e produtiva das empresas (em particular as transnacionais), cujo espraiamento de suas filiais por diversos países têm modificado sobremaneira a composição do comércio internacional, o qual passa a ter como parcela significativa aquela oriunda do comércio intra-firma.

(II) a formação de blocos regionais de comércio e a aceleração do processo de integração econômica, política e cultural intra e inter-blocos (NAFTA, MERCOSUL, União Européia, ASEAN, etc.);

(III) a radical e célere mudança tecnológica promovida pelo advento das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), cujos produtos de fronteira são a Internet, a telefonia celular e a transição para a plataforma de convergência digital entre aparelhos e equipamentos de informática, telecomunicações e eletrônica de consumo, os quais, em conjunto, modificam a maneira pela qual pessoas e empresas vivem, trabalham e produzem; e

(IV) a nova geografia global dos fluxos de Investimentos Diretos Estrangeiros (IDE), na medida em que a decisão locacional das firmas transnacionais é condicionada pela busca por competitividade nas TIC's as empresas têm buscado as economias emergentes para basear suas fábricas, na tentativa de garantir mão-de-obra mais barata, menor carga tributária, e demais vantagens de atratividade oferecidas pelos governos de cada economia emergente.

Este cenário, caracterizado sob a definição geral de “globalização”, gera impactos sobre a atividade empresarial, exigindo modos inovadores de gerenciamento de seus processos internos, de modo a otimizar ganhos e reduzir falhas e perdas, ao mesmo tempo em que impõe aos governos, nacionais e subnacionais, a concepção e implementação de políticas, programas e projetos públicos orientados ao suporte e à competitividade sistêmica de países e regiões, ações normalmente ligadas à constituição de infra-estrutura (transportes, comunicações, educação, etc.), linhas especiais de financiamento, incentivos fiscais, estruturação de sistemas locais de ciência, tecnologia & inovação, etc.

Assim, *modelos logísticos* constituem parte integrante dos pacotes de soluções oferecidos por governos nacionais ou subnacionais a empresas, regiões e países, no sentido de equalizar ou superar as condições competitivas vigentes no mercado. A variável logística incorporou-se definitivamente nas agendas econômicas públicas e privadas. *Modelo logístico* deve ser aqui compreendido como um sistema planejado e integrado de operações de transportes, despacho aduaneiro, armazenagem, bem como suprimento de materiais, informação e serviços a instalações produtivas, objetivando viabilizar as operações empresariais sob os parâmetros mensuráveis de minimização de *lead times* (tempo de processo), minimização de custos e maximização dos padrões de qualidade. (DORNIER, 2000).

À medida que as empresas transitaram da condição de *locais* para *transnacionais*, o desafio da logística foi sendo incrementado. Se, no início do desenvolvimento das indústrias modernas, logística era uma atividade agregada a vendas e *marketing*, a partir da década de 60, ela passou a se configurar como atividade fundamental à sobrevivência das empresas através do controle de armazenagem, estoques e movimentação de material. (BALLOU, 1993).

A indústria moderna, especialmente as de elevado coeficiente de agregação tecnológica, é cada vez mais rápida em seus processos de movimentação de materiais, a fim de atender um mercado consumidor ansioso por novidades. A existência de muitas marcas de um mesmo produto, por exemplo, deixou o consumidor mais livre em suas escolhas, e forçou as indústrias a buscar seus próprios diferenciais competitivos.

Neste ambiente, as empresas desenvolvem suas estratégias logísticas, planejando e implementando as melhores práticas disponíveis de gerenciamento de suas respectivas cadeias de suprimento.

Em *aglomerações econômicas regionais*, as estratégias e modelos logísticos podem ser analisadas e confrontadas entre si, visando a sua customização às particularidades de cada produto/empresa individualmente. A literatura especializada em Economia Regional e Urbana e Organização Industrial pontua diferentes taxonomias para as aglomerações econômicas – *Clusters*, Arranjos Produtivos Locais - APL's, Complexos Industriais, Pólos Industriais, Tecnópolis, etc. – e estuda suas características distintivas. (LASTRES et al, 2003)

Nestes modelos, que almejam representar, de modo abstrato, diferentes configurações organizacionais, técnico-produtivas e geográficas para conjuntos de atores econômicos (empresas, cooperativas, empreendedores) de um mesmo setor, de setores complementares

ou até mesmo com nenhuma relação de troca direta entre si, mas com impactos mútuos indiretos), observados empiricamente em diversas regiões do mundo, as estratégias logísticas (abrangendo compras, transportes, despacho aduaneiro, armazenagem, movimentação de materiais, serviços de apoio, etc.) parecem desempenhar papel muito variável, tanto do ponto de vista explicativo, como do ponto de vista de sua importância para a própria configuração de cada um desses modelos. (OLIVEIRA, 2006)

Estudos recentes que envolvem comparação internacional de aglomerações econômicas espaciais induzidas pelo Estado [RIVAS & FREITAS (2006) e SÁ (2004)] sugerem fortemente *a universalização de mecanismos de atração e fixação de empreendimentos industriais homogêneos* (ex: concessão de incentivos fiscais e creditícios, vendas de lotes industriais a preços subsidiados, instrumentos de proteção cambial, etc.), especialmente os de natureza tributária. Sendo concreta essa presença cada vez mais universalizada do Estado como indutor do desenvolvimento das aglomerações econômicas, outras variáveis terminam por desempenhar papel diferencial e decisivo na competição por aqueles empreendimentos, especialmente aqueles pertencentes a segmentos *high-tech* (petroquímica e química fina, eletrônica de consumo e entretenimento, tecnologias de informação e comunicação, etc.).

O destaque, aqui, se direciona à infra-estrutura e ao formato do sistema logístico de apoio a essas aglomerações econômicas induzidas pelo Estado, particularmente aquelas orientadas para a exportação. Vejam-se os casos exemplares das Zonas Econômicas Especiais (ZEE's) da China, Cingapura, Taiwan e Coréia do Sul, dos Distritos Industriais no entorno do Porto de Antuérpia (Bélgica), ou mesmo das *Free Trade Zones* (FTZ's) norte-americanas, sediadas em *clusters* petroquímicos; todas essas aglomerações são dotadas de infra-estrutura portuária, aeroportuária, integração multi ou inter-modal, regime de

despacho aduaneiro expresso e simplificado, áreas de armazenagem completas (refrigeração, dispositivos de movimentação de cargas, etc.), além dos incentivos tributários e financeiros disponíveis. (FISHMAN, 2005)

A tarefa de modelagem da logística geral a ser utilizada em uma cadeia de valor ou em uma aglomeração econômica (*cluster*, pólo industrial, etc.) envolve o uso de modelos analíticos, ferramentas de planejamento e gestão de transportes, estoques, produção, além da interlocução com agentes governamentais para a implantação de uma infra-estrutura pública de suporte logístico adequada, auxiliando sobremaneira os *decision-makers* governamentais ou empresariais neste processo de customização.

Serão apresentadas a seguir, as características teóricas básicas de uma dessas propostas de modelagem logística – o *Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS)* – e sua aplicabilidade no caso específico do Pólo Industrial de Manaus (PIM), aglomeração econômica calcada na atração e fixação de indústrias *high-tech* que completou, em 2007, 40 anos de existência. A natureza dos processos produtivos praticados no PIM gera desdobramentos específicos na confecção das estratégias logísticas (de compras, transportes, armazenagem e distribuição física) que lhe dão suporte. Esta discussão será sucedida pela análise de enquadramento do PIM no MICS, e, como objeto mais específico da presente investigação, o seu *cluster* fabricante de telefones celulares. Mais adiante, o foco da análise se direcionará à adequação do processo de despacho aduaneiro ao MICS, de modo a favorecer as decisões de localização empresariais para o PIM.

#### *Modelos de Gestão das Cadeias de Suprimento*

Dentre os muitos modelos de gestão estratégica das Cadeias de suprimentos, o que melhor enfatiza a variável incerteza é o MICS.

A tabela 01 apresenta uma síntese evolutiva recente dos modelos de gestão das cadeias de suprimento, a partir da parametrização de produtos, adequação de operações e grau de influência.

**Tabela 01. Evolução dos Modelos de Gestão Estratégica das Cadeias de Suprimento**

<b>Parâmetros</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>
Tipos de Produtos	Fisher	1997
Adequação de Operações	Fine	1999
Grau de Influência	Harland <i>et AL</i>	2001
Agilidade e Incerteza	Lee <i>et AL</i>	2002

Fonte: Elaboração própria

O modelo de Fisher publicado em 1997 classifica as cadeias de suprimento de acordo com a dinâmica de seus produtos. Neste modelo, as estratégias a serem adotadas devem respeitar o tipo de produto a ser produzido, e assim cada processo de manufatura deveria estar alinhado através do produto resultante à sua respectiva cadeia de suprimentos.

Segundo Fisher (1997), existirão dois tipos de cadeias suprimentos: as eficientes e as responsivas. As eficientes adequam-se melhor aos produtos considerados “padrão”, e que portanto exigem um grau mínimo de customização. Já as responsivas irão adequar-se melhor aos produtos considerados inovadores, e que portanto, exigirão um alto grau de customização e agilidade em suas cadeias de gerenciamento.

O modelo de Fine publicado em 1999 diz que a decisão mais importante para a sobrevivência de uma empresa, é a definição de sua competência essencial, e por conseguinte suas definições e decisões de terceirização.

Segundo Fine (1999), uma vez tomada esta decisão, as empresas envolvidas poderiam ganhar em produções em escala e por conseguinte, alcançar resultados melhores em suas operações. Daí, o parâmetro utilizado que é o de Adequação de Operações.

Numa segunda etapa do modelo proposto, Fine ainda indica parecer existir uma lógica cíclica nos movimentos de integração e verticalização das empresas, ocorrendo sempre uma pressão para que a empresa se movimente no sentido contrário do atual. As pressões dos competidores de nicho, da complexidade dimensional da organização e da inflexibilidade das grandes organizações são os responsáveis pelas pressões por terceirização, ou seja, desintegração; já os avanços técnicos, o poder de mercado dos fornecedores e a rentabilidade dos sistemas patenteados os responsáveis pelas pressões de integração. (MARQUES *et al*, 2008)

O modelo de Harland *et al*(2001) propõe um modelo taxonômico baseado no grau de influência da empresa focal e na dinâmica do processo. Segundo este modelo há quatro tipos de cadeias de suprimento (MARQUES *et al*, 2001):

- **Empresas dinâmicas e com baixo grau de influência:** estas precisam motivar seus parceiros, e administram as cadeias de suprimento num processo de liderança, uma vez que seus parceiros não conseguem administrá-las. Busca-se uma partilha de riscos e benefícios;
- **Empresas dinâmicas e com alto grau de influência:** estas conseguem selecionar seus parceiros, e tomar as decisões ativamente, uma vez que administram e possuem o controle da cadeia de suprimentos que administram. As integrações acontecem através de recursos humanos, e inovações decorrentes de mudanças tecnológicas e lançamento de novos produtos.
- **Empresas rotinizadas e com baixo grau de influência:** são caracterizadas pela ação motivadora e incentivadora da partilha de riscos e benefícios, com integração de equipamentos, e processamento de informações tendo, portanto, uma integração

mais limitada que as do tipo dinâmico, por exemplo. As empresas deste tipo apenas reagem às cadeias de suprimento, e não as gerenciam.

- **Empresas rotinizadas e com alto grau de influência:** através de seu modelo de gestão, compartilham equipamentos e informações e tomam decisões em rede, de modo a alcançar uma maior competitividade. Estas empresas selecionam ainda melhor os seus parceiros, são focadas na excelência operacional, e através de suas associações, conseguem resultados ainda melhores através de seus parceiros.

O modelo de Lee publicado em 2002 buscou na classificação de Fisher (1997) suas bases conceituais. Através das classificações de produtos entre “padrão” e “inovadores”, proposta por Fisher, e conseqüentemente suas cadeias de suprimentos eficientes e responsivas, a partir do tipo de produto, foi adicionada pelo modelo de incerteza, a variável fornecimento.

Demonstra-se então, no Modelo de Incerteza, o comportamento dos diferentes produtos frente às variáveis de demanda e fornecimento, e classifica-se estes produtos à luz destas variáveis de modo que o gerenciamento das cadeias de suprimento respeite estas condições, e possa administrá-las.

Um produto padrão exigirá um comportamento mais eficiente de sua cadeia de suprimentos, e esta poderá contar com um processo mais estável de demanda e fornecimento para o seu gerenciamento interno. Estes produtos, segundo o modelo de incerteza, contam com um nível entre médio e alto de estabilidade, o que implica numa melhor programação para o atendimento das cadeias de suprimento, isto é, estabilidade para o seu tempo de resposta às necessidades do produto. O produto padrão é representado por produtos produzidos em escala, e que possuem um ciclo de vida longo, não

dependendo portanto, de modismos para sua montagem. Bons exemplos são fogões, geladeiras e televisores a cores.

Um produto inovador exigirá um comportamento ágil e responsivo de sua cadeia de suprimentos. Responsivo aqui, significa flexível e ágil de modo que o desejo do cliente seja atendido no local, quantidade e hora adequados. Este produto inovador, em função de sua característica de vida muito curta, traz uma instabilidade que será gerenciada pela cadeia de suprimentos, e esta coordenará as instabilidades (incertezas) da demanda e do fornecimento. O produto inovador costuma ser representado por produtos de alta tecnologia, em especial os computadores, semicondutores e produtos de telecomunicações.

O Modelo de Incerteza foi escolhido como base para análise do presente trabalho, por considerar como um de seus parâmetros a instabilidade, e por consequência, a agilidade, e também por tratar de produtos de alta tecnologia, já caracterizados pelo modelo de Fisher, como inovadores.

Este modelo é portanto, a derivação de um modelo básico de classificação por tipo produtos, e a partir daí, classificação de variáveis externas como demanda e fornecimento.

#### *O Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS)*

O Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS) foi apresentado pela primeira vez à comunidade acadêmica em 2002, e através de sua matriz de incerteza caracterizou os processos de fornecimento de matéria-prima e demanda (mercado consumidor) através de algumas características intrínsecas de cada produto. (LEE, 2002)

O MICS foi escolhido como referência nesta análise por melhor se adequar a um modelo de aglomerações industriais diversificadas, e que abriga em seu portfólio empresas multinacionais e transnacionais de produtos funcionais, tais como alimentos, linha branca

(fogões e geladeiras) e, televisores, bem como produtos inovadores, tais como computadores, telefones celulares, e áudio e vídeo com apelos de moda.

Neste cenário, a maior empresa exportadora do modelo de aglomerações aqui analisado é exatamente um fabricante de produtos *high tech*, que vêm enfrentando muitas dificuldades de adequação de sua estratégia de cadeia de suprimentos ao modelo regulamentador existente no país, exatamente por ter em sua dinâmica a variável incerteza, aplicada a cem por cento de seus produtos.

Sendo assim, determinar o Modelo de Incerteza como modelo adequado a este estudo nos permitiu discutir o desenvolvimento e atratividade do Pólo Industrial de Manaus (PIM), de modo a evidenciar sua efetiva viabilidade na atração de mais empresas dependentes da variável incerteza.

Em linhas gerais, o modelo de incerteza prevê que há alguns produtos que dada sua característica de estabilidade (demanda e fornecimento) terão uma estratégia logística mais simplificada, e que há alguns produtos que dada sua característica de instabilidade (demanda e fornecimento), ciclo de vida muito curto e alta agregação tecnológica exigirão estratégias logísticas de gerenciamento especiais.

A indústria moderna, em função da dinâmica do mercado consumidor, é muito rápida em sua movimentação, a fim de atender a este mercado num ambiente cada vez mais competitivo. A existência de muitas marcas de um mesmo produto, por exemplo, deixou o consumidor mais livre em suas escolhas, e forçou as indústrias a buscar seus próprios diferenciais competitivos, que acabou por ser o bom gerenciamento de sua cadeia de suprimentos (fornecimento e demanda).

Neste ambiente, desenvolveram-se as estratégias logísticas das empresas, de modo a identificar as melhores formas de gerenciamento de suas respectivas cadeias de suprimento. Estas estratégias logísticas são confrontadas entre si, quando temos um aglomerado de empresas atuando num ambiente de cooperação ou mesmo de aglomeração econômica, de modo a se desenvolver estratégias logísticas diferenciadas atuando num mesmo ambiente, respeitando as particularidades de cada produto/empresa individualmente.

O desafio é coordenar as diferentes estratégias logísticas, num modelo de aglomerações industriais em que os fatores externos de influência são os mesmos. Partindo-se do pressuposto de que produtos diferentes exigirão estratégias diferenciadas, tentar-se-á coordenar estas diferentes necessidades de modo que todas sejam atendidas plenamente.

### ***O Pólo Industrial de Manaus como objeto de aplicação do MICS***

A aglomeração econômica que será focalizada no presente estudo é o Pólo Industrial de Manaus (PIM), um modelo nascido a partir da necessidade do Governo Federal brasileiro ainda na década de sessenta de reduzir as desvantagens logísticas de desenvolvimento da Região Amazônica.

O PIM sustenta-se em incentivos fiscais e é responsável hoje pela irradiação de atividade econômica gerada em Manaus, onde está o seu Distrito Industrial, para as demais cidades e estados integrantes da Região Amazônica. Os indicadores de desempenho do PIM consideram um faturamento de vinte e cinco bilhões de dólares, para um universo de duzentos e cinquenta empresas aproximadamente, gerando em torno de cem mil empregos diretos, o que dá uma dimensão da importância deste modelo de aglomerações.

Alguns segmentos e/ou empresas do PIM parecem, a um olhar preliminar, contextualizados pelas características do MICS. No entanto, conforme de detalhará no

estudo de caso, diversos entraves logísticos são facilmente detectados ao funcionamento desses segmentos e empresas segundo as características atribuíveis pelo MICS ao tipo de negócio que praticam. Ganham destaque os entraves infraestruturais da matriz de transportes do PIM e o processo aduaneiro correntemente observado. A matriz de transporte do PIM por exemplo, está sendo analisada em trabalhos recentes, a fim de se identificar as oportunidades e as maiores ameaças. Já o processo aduaneiro no PIM, considera todos os produtos de todas as empresas nele instaladas como padrão.

## **2.2. O papel dos modelos logísticos na competitividade sistêmica das Aglomerações Econômicas**

A revisão das temáticas constantes neste tópico constitui-se em etapa necessária para, *a posteriori*, se buscar uma caracterização do Pólo Industrial de Manaus (PIM), objeto da presente investigação, enquanto modelo aglomerativo e que implica em decisões de localização empresariais, com desdobramentos específicos na confecção das estratégias logísticas (de compras, transportes, armazenagem e distribuição física) que lhe dão suporte. (OLIVEIRA, 2005)

Existem, segundo a literatura especializada em Economia Regional e Urbana e Organização Industrial (LASTRES et al,2003), diferentes taxonomias das aglomerações econômicas: *Clusters*, APL's, Complexos Industriais, Pólos, etc. Nestes modelos, os quais procuram representar diferentes configurações organizacionais e geográficas para conjuntos de empresas de mesmo setor, de setores complementares ou com nenhuma relação de troca entre si, observados empiricamente em diversas regiões do mundo, as estratégias logísticas parecem desempenhar papel muito variável, tanto do ponto de vista explicativo, como do ponto de vista de sua importância para a própria configuração de cada um desses modelos.

### a) *Teorias da Localização Industrial*

Segundo Vasconcellos *et al* (2003), a concentração da atividade industrial, pelos encadeamentos estabelecidos dentro do próprio setor secundário e com outras atividades econômicas e conseqüentes efeitos multiplicadores, se transformou, desde há muito, em objeto particular de atenção de diversos pesquisadores. Os trabalhos considerados integrantes da assim denominada Teoria Clássica da Localização Industrial, têm por autores Johann Heinrich Von Thünen (1780-1850), Alfred Weber (1868-1958), August Losch (1906-1945) e Walter Isard (1906-1945).<sup>2</sup>

Nas quatro teorias Clássicas de Localização Industrial vamos encontrar variáveis logísticas e operacionais comuns, identificadas na Tabela 02:

**Tabela 02.** Variáveis logísticas Identificadas nas Teorias Clássicas de Localização Industrial

Variáveis	Custos de Transporte	Custos de Movimentação de mão-de-obra/insumos	Custos de Produção
<b>Autores</b>			
Von Thunen	X	X	X
Alfred Weber	X	X	
Losch		X	X
Walter Isard	X		X
Masterli	X	X	X

Fonte: Elaboração própria.

Há ainda as contribuições mais modernas, de onde destacamos os Modelos Empíricos de Localização de Projetos Industriais, como o modelo *Masterli*, que data de 1971, quando uma equipe de pesquisadores franceses e italianos foi contratada para o desenvolvimento do *Masterli – Modelo de assetto territoriale e di localizzazione industriale*. O *Masterli* definiu e classificou os fatores estratégicos para cada indústria como Cruciais (A), Condicionantes (B), Pouco Condicionantes (C) e Irrelevantes (D), e a partir daí criou uma

<sup>2</sup> CAVALCANTE (2002).

matriz de demanda (tipo de indústria *versus* fatores estratégicos) em que a classificação é substituída por critérios de pesos e observando algumas premissas

Este modelo deu origem a outros modelos centrados no confronto entre demanda de fatores pelas atividades econômicas e oferta dos mesmos fatores pelas unidades territoriais de certa região. O desenvolvimento e a aplicação de modelos empíricos de localização das atividades econômicas no Brasil teve início na COPPE/UFRJ em 1975, juntamente com a *Società per la Matematica e l'Economia Applicate (Itália) – Somea e Consultoria de Ciência Social Aplicada – Concisa*. (CLEMENTE & COSENZA, 1998).

Segundo Clemente *et al* (1998) o Modelo de Potencial baseia-se numa analogia com a Física, em que o potencial de um ponto no espaço depende das cargas elétricas dispostas no seu entorno, com a contribuição de cada carga elétrica sendo diretamente proporcional a sua grandeza e inversamente proporcional a distância. Essa idéia foi levada diretamente a estudos de localização fazendo-se as cargas elétricas corresponderem a lugares de demanda ou de oferta de bens e serviços. A **Teoria da Localização Discreta** leva em consideração o conjunto de possíveis localizações antecipadamente, sendo necessário portanto, a identificação de subconjuntos para estas localizações. Entre as variáveis mais importantes deste modelo, estão o custo de transporte, tempo de viagem e acessibilidade. A **Localização de Unidades de Capacidade Ilimitada** supõe que a capacidade de uma locação escolhida é ilimitada, podendo atender qualquer número de clientes. Para isso duas características são apontadas : (a) custo-fixo não negativo a cada localização potencial, e (b) o número de localizações a serem escolhidas não é predefinido. Já os **Problemas de Designação Quadrática** destinam-se a descobrir o arranjo ótimo em um espaço predeterminado onde as alternativas de localização podem receber qualquer das unidades e serem localizadas (mas apenas uma delas). Esses problemas baseiam-se no conceito de

matriz de conexão, cujos elementos representam a importância da proximidade entre duas unidades quaisquer.

São também importantes contribuições modernas o Modelo de Potencial (1), a Teoria da Localização Discreta (2), a Localização de Unidades de Capacidade Ilimitada (3) e os Problemas de Designação Quadrática (4).

Conforme demonstrado na Tabela 1, o *Masterli* é uma contribuição moderna que contempla todas as variáveis listadas nas Teorias Clássicas de Localização Industrial, daí sua importância ao aglutinar num único modelo, todas as contribuições anteriores.

#### ***b) Taxonomia das Aglomerações Econômicas***

No caso de aglomerações econômicas, espaços onde operam diversos produtores com vínculos diferenciados de fornecimento, é preciso analisar se a decisão de localização da unidade produtiva e, portanto, a montagem de estratégias logísticas (de compras, transportes, armazenagem e distribuição física) apropriadas, serão condicionadas por um conjunto maior ou similar de variáveis. Mais especificamente, tentar-se-á identificar neste tópico o *locus* da logística de transportes nas teorias sobre as aglomerações.

Lastres *et al.* (2003) apresentam as definições sobre os tipos de aglomerações mais comun:

- **Agglomeração:** produtiva, científica, tecnológica e/ou inovativa – tem como aspecto central a proximidade territorial de agentes econômicos, políticos e sociais (empresas e outras instituições e organizações públicas e privadas).
- **Cluster:** o termo associa-se à tradição anglo-americana e, genericamente, refere-se a aglomerados territoriais de agentes econômicos, desenvolvendo atividades similares.

Ao longo do desenvolvimento do conceito, ganhou nuances de interpretação sobre o que melhor caracteriza essa forma de aglomeração produtiva.

- **Distrito Industrial:** conceito introduzido pelo economista inglês Alfred Marshall, em fins do século XIX. Deriva de um padrão de organização comum à Inglaterra do período, onde pequenas firmas concentradas na manufatura de produtos específicos, em atividades econômicas como têxtil, gráfica e cutelaria, aglomeravam-se em geral na periferia dos outros produtores. As características básicas dos modelos clássicos de distritos industriais indicam, em vários casos: alto grau de especialização e forte divisão de trabalho; acesso à mão-de-obra qualificada; existência de fornecedores locais de insumos e bens intermediários; sistemas de comercialização e de troca de informações técnicas e comerciais entre os agentes. A organização do distrito industrial permite às empresas obter ganhos de escala, reduzindo custos, bem como gerando economias externas particularmente significativas (como por exemplo, acesso à mão de obra qualificada), ressaltando a eficiência e competitividade das pequenas firmas de uma mesma atividade localizadas em um mesmo espaço geográfico.
- **Pólos Regionais:** são entendidos como núcleos proeminentes dos processos de aglomeração que caracterizam o desenvolvimento regional.<sup>3</sup> Segundo a literatura, existem duas classificações de pólos:
  - a) *Pólo e Parque Científico e Tecnológico:* Também chamados de **tecnópolis**, são grandes áreas com infra-estrutura necessária para unidades produtivas que realizam atividades de baixa ou grande escala, baseadas em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. As tecnópolis combinam, em uma área pré-estabelecida, os seguintes grupos de elementos: 1- instituições de pesquisa e ensino; 2- empresas avançadas

---

<sup>3</sup> LASTRES *et al*(2003).

tecnologicamente e inovativas, a maioria de porte pequeno e médio; 3- instituições e agências, públicas e privadas, com missão de garantir e fomentar o estabelecimento de acordos colaborativos entre os agentes mencionados acima, de forma a maximizar criatividade e atividades inovativas, assim como elevar a competitividade da região. Os mesmos autores usam o termo “pólo tecnológico” como sinônimo de “parques tecnológicos”.

- b) *Pólo de Crescimento e de Desenvolvimento*: Noções difundidas, nas décadas de 1960 e 1970, com os trabalhos do economista francês François Perroux, tendo sido largamente adotadas nas práticas de planejamento regional em várias partes do mundo.<sup>4</sup> Segundo Perroux [*apud* Lastres *et al.* (2003)], o crescimento não surge em toda a parte ao mesmo tempo; manifesta-se com intensidades variáveis em pontos ou pólos de crescimento; propaga-se segundo vias diferentes e com efeitos finais variáveis no conjunto da economia. Perroux trabalhou com a idéia de que as economias nacionais compõem-se de “zonas ativas”, ou seja, pólos capazes de dinamizar setores relacionados; e de “zonas passivas”, cujo dinamismo decorre de condições externas. Nos pólos de crescimento (englobando um conjunto de agentes, empresas ou segmentos), determinadas atividades econômicas dominantes – geralmente associadas à noção de *indústria motriz* – exibem a capacidade de *alavancar quantitativamente a expansão de outros conjuntos de atividades em determinadas regiões*. Já os pólos de desenvolvimento, segundo Perroux, apresentam a capacidade de *engendrar uma mudança qualitativa nas estruturas econômicas e sociais*. Perroux já reconhecia que o comportamento econômico está incrustado em *instituições, normas e valores*, territorialmente moldados, e que uma

---

<sup>4</sup> Ibid, p.22

das características mais importantes das interações mercado é a assimetria das relações de poder entre atores.

Há que observar, portanto, que não foram identificadas na literatura pesquisada referências diretas ao fluxo de pessoas e/ou materiais (cadeia de suprimentos) no contexto das aglomerações, em especial nos “Pólos Industriais”, modelo precípua do objeto deste trabalho. Isto se configura como um vácuo teórico entre o material disponível sobre a cadeia de suprimentos, estratégias logísticas e aglomerações industriais, em especial Pólos Industriais. (OLIVEIRA, 2006)

Neste sentido, as cadeias de suprimento precisam ser analisadas a partir dos produtos por elas representados, respeitando assim suas características intrínsecas, e ajustando as variáveis externas às necessidades de cada produto, de modo a respeitar que as cadeias de suprimento são diferentes entre si, e sofrem motivações diferentes, ainda que detenham a mesma definição conceitual de movimentação de materiais e/ou pessoas.

### **2.3. O Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS)**

#### **2.3.1 Aspectos teóricos definidores do MICS**

O Modelo de Incerteza da Cadeia de Suprimentos (MICS) foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Logística e Cadeia de Suprimentos da Universidade da Califórnia em Stanford e apresentado pela primeira vez à comunidade acadêmica em 2002, através do trabalho *Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties* publicado no *California Management Review*. (LEE, 2002)

O referido trabalho têm sua fundamentação no estudo elaborado por Fisher (1997), onde se vê o desenvolvimento das estratégias das cadeias de suprimento ao nível correto de incerteza de demanda dos produtos considerados.

Muitos são os estudos recentes sobre as estratégias adequadas às cadeias de suprimento. Contribuições modernas apontam para a necessidade de adequação dos pilares “demanda” e “fornecimento” de modo tal que os consumidores sejam atendidos na quantidade, preço e local adequados. A contribuição de Fisher através do estudo “*What is the right supply chain for your product?*” publicado no ano de 1997, na *Harvard Business Review* foi classificar os produtos a partir de suas demandas, caracterizando-os de modo que as necessidades intrínsecas de cada grupo consumidor fossem respeitadas, bem como classificar as cadeias de suprimento através das estratégias melhor adequadas para cada uma delas, respeitando o fato de que alguns produtos exigirão mais de algumas variáveis e menos de outras, e que a composição de necessidades dependerá do tipo de produto analisado.

Segundo Fisher (1997), o primeiro passo para o efetivo desenvolvimento da estratégia de uma cadeia de suprimentos, é considerar a natureza da demanda do produto envolvido. Muitos aspectos são importantes, por exemplo – ciclo de vida do produto, previsibilidade da demanda, variedade de produtos, e padrões de mercado para *lead times* e serviços (a quantidade demandada deve ser preenchida com a quantidade de produto em estoque).

O estudo de Fisher analisa a cadeia de suprimentos, de modo que a diversidade de produtos esteja de acordo com o desejo dos consumidores, já que modernamente, a partir de um portfólio cada vez maior de produtos, o fator demanda é cada vez mais decisivo à escolha da estratégia adequada ao gerenciamento da cadeia de suprimentos. Os produtos são ainda caracterizados de acordo com sua previsibilidade de demanda, sendo *inovadores* ou *funcionais*. Cada um destes produtos exigirá um tipo de Cadeia de Suprimentos, isto é, o gerenciamento se dará a partir do tipo de produto envolvido, de modo que ele atenda às necessidades dos consumidores.

Ainda segundo Fisher (1997), a causa raiz de muitos problemas no gerenciamento das cadeias de suprimento é a mistura que se faz entre os diversos modelos de gerenciamento, de modo a não respeitar que cada produto, sejam eles funcionais ou inovadores, irão exigir sua própria cadeia de suprimentos com características especiais.

*Produtos funcionais* são aqueles que do ponto de vista de demanda são estáveis, e representam baixo risco de gerenciamento da cadeia de suprimentos, uma vez que não exigem rápidas mudanças ou adaptações no gerenciamento de suprimentos. Costumam ser representados por produtos com longo ciclo de vida, e são comprados em quantidades diversas, em lojas de distribuição, tais como armazéns e/ou mercearias, e postos de gasolina. Tais produtos satisfazem necessidades básicas, e portanto, não mudam de característica, são estáveis, de demanda previsível e ciclos de vida longos. Porém, sua estabilidade convida à competição, o que frequentemente significa baixas margens de lucro. (FISHER, 1997)

A fim de evitar as baixas margens de lucro, algumas empresas têm investido na diferenciação de seus produtos, de modo a torná-los mais atrativos aos consumidores. Tal diferenciação vêm acompanhada por inovações tecnológicas, dando aos consumidores uma razão a mais para o consumo. Computadores pessoais *high end* e aparelhos *fashion* são bons exemplos.

Portanto, *produtos inovadores* são aqueles que do ponto de vista de demanda são instáveis, curto ciclo de vida (em função de suas inovações tecnológicas), e representam alto risco de gerenciamento da cadeia de suprimentos, uma vez que exigem rápidas mudanças e/ou adaptações no gerenciamento de suprimentos. Costumam ser representados por produtos com alta margem de lucro e alto risco de obsolescência.

Apesar de ser ótimo do ponto de vista de lucratividade, os produtos inovadores nos trazem a imprevisibilidade, e a incerteza para o processo. Esta imprevisibilidade vem do fornecimento – matérias-primas com inovação tecnológica constante – e da demanda, uma vez que o mercado consumidor trata a “novidade” num curto período de tempo, sendo exigidas cada vez mais inovações, num período de tempo cada vez mais curto.

**Figura 01. Produtos Funcionais X Produtos Inovadores: Características da demanda**

Características da Demanda	Funcionais (Demanda Previsível)	Inovadores (Demanda Imprevisível)
Ciclo de Vida do Produto	Mais de dois anos	3 meses a 1 ano
Margem de Contribuição* (expresso em %)	5% a 10%	20% a 60%
Variedade de Produtos	Baixo (10 a 20 variantes por categoria)	Alto (frequentemente milhões de variantes por categoria)
Margem de erro em previsibilidade para Plano de Produção	10%	40% a 100%
Taxa média de material faltante	1% a 2%	10% a 40%
Média de queda de preço ao final de uma estação de consumo	0%	10% a 25%
Lead Time solicitado para produção <i>made-to-order</i>	6 meses a 1 ano	1 dia a 2 semanas

\* Margem de contribuição = (preço - custo variável)/preço

Fonte: Fisher (1997)

Ainda segundo Fisher, as cadeias de suprimento desempenham duas funções: (1) Física e (2) Mediadora de Mercado. A função física é facilmente identificada e corresponde à conversão de matéria-prima em partes e peças, também em produto acabado, e transporte de um ponto a outro da cadeia. Menos visível mas, igualmente importante é a função de mediadora de mercado, cujo propósito é assegurar que a variedade de produtos está de acordo com as necessidades dos consumidores nos diferentes mercados.

Cada uma dessas funções, possui custos distintos. Custos físicos são os custos de produção, transporte e armazenagem. Custos de mediação de mercado acontecem quando a oferta excede a demanda, e ao final de uma estação, por exemplo, os produtos sofrem queda de preço para ser vendidos, ou quando por falha na cadeia de suprimentos, os

produtos não atendem o mercado consumidor em tempo hábil e vendas são perdidas, significando a insatisfação dos clientes. (FISHER, 1997)

Por sua vez, estes produtos irão se “cruzar” com os diferentes tipos de cadeias de suprimento, sendo elas classificadas como eficientes ou sensíveis. Ainda segundo Fisher (1997), cadeias de suprimento eficientes são aquelas que combinam estratégias e têm o melhor desempenho de custos das cadeias de suprimento, sempre em busca de eficiência, acuracidade e controle de custos. Já as cadeias de suprimento sensíveis são aquelas que atendem às necessidades dos clientes através da customização de produtos, através de sua capacidade de trabalhar num sistema contra os pedidos dos clientes (*make to order*), num ambiente de flexibilidade.

#### **2.4 Gestão estratégica das cadeias de suprimento**

Neste sentido, as diferentes estratégias das cadeias de suprimento, no que diz respeito às demandas são (NAYLOR, 1999):

- *Buy to order*, isto é, contra ordens de compra. Seria muito apropriado se todos os produtos fossem exclusivos e não necessariamente contivessem as mesmas matérias-primas, e o consumidor final estivesse preparado para aceitar longos *lead times* e demandas altamente variáveis. Se a cadeia de suprimentos “segura” estoques, eles correm o risco de se tornar obsoletos. Não há responsabilidade da cadeia de suprimentos nos casos em que o produto não chega ao mercado em tempo hábil. No entanto, este tipo de estratégia também não será capaz de reagir tão rapidamente às alterações nas demandas.

Os exemplos que ilustram este tipo de estratégia são produtos exclusivos e feitos sob encomenda, tais como partes e peças para construções especiais, tratores e, caminhões

feitos sob encomenda e com um propósito específico, quando se tem megaconstruções, e carros feitos sob encomenda.

- *Make to Order*, isto é, contra pedidos dos clientes. Adequado às mudanças para diferentes produtos, desde que estes sejam compostos da mesma matéria-prima. Também atende às diferentes localizações, volumes e *mix* de produtos. Neste modelo, o *lead time* é reduzido, mas o consumidor final talvez venha a enfrentar uma longa espera para ter o produto em atendimento ao seu desejo. A demanda pode ser variável e com alto nível de customização. Este modelo de gerenciamento somente é exposto ao risco de “segurar” matéria-prima e componentes como estoque.

Alguns exemplos que ilustram este tipo de estratégia são produtos produzidos em escala, mas com um certo grau de customização na sua finalização, de modo a atender os desejos específicos dos clientes. Automóveis produzidos em escala, e encomendados através da internet são bons exemplos.

- *Assemble to order*, isto é, “montado” contra pedidos dos clientes. Nesta estratégia, a customização é postergada ao máximo ao longo da cadeia de suprimentos. Deste modo, a cadeia de suprimentos será capaz de responder a uma variedade de produtos onde haja customização preferencialmente, ou não. Os *lead times* são consideravelmente reduzidos, em comparação aos demais modelos estratégicos, e irão depender do ponto da cadeia onde a montagem será executada. Como riscos, são indicados ligeiros excessos e faltas de produtos, mas desta vez não mais de matéria-prima, mas de “produtos montados”. Assim, a cadeia de suprimentos é completamente protegida contra os riscos de obsolescência. Este modelo

estratégico é ainda capaz de atender em várias partes do mundo e, em *mix* de produtos variados.

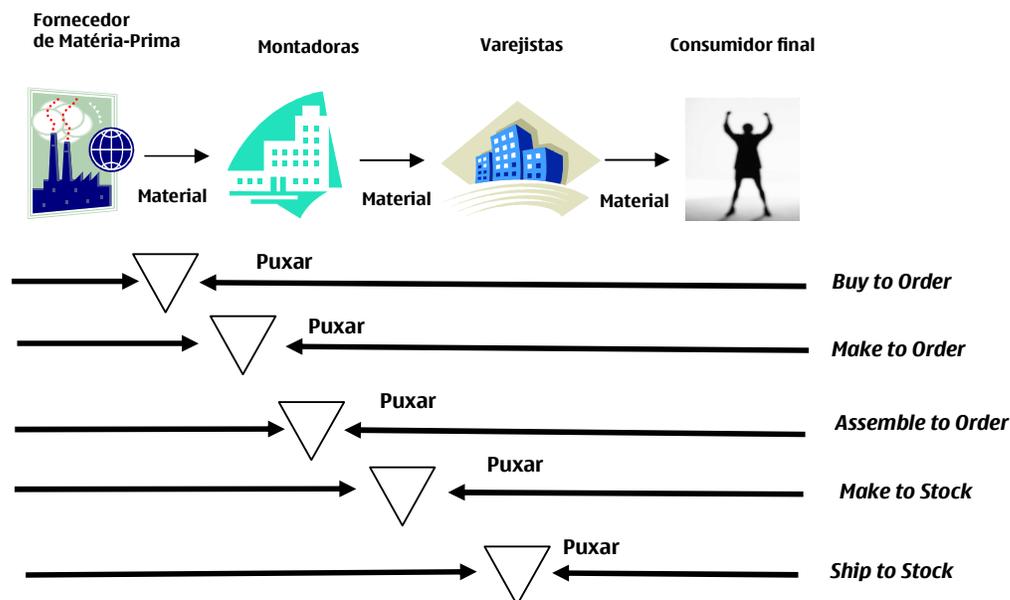
Como ilustração desta estratégia, temos os aparelhos de telefone celular montados nas indústrias e vendidos às operadoras de telefonia, de acordo com suas necessidades de *marketing* e vendas ao consumidor final, atendendo às especificidades de cada operadora, e ágil o bastante para atender às oscilações de demanda. Também são bons exemplos, os produtos oriundos da indústria de roupas, que postergam ao máximo a confecção de modo a atender às flutuações de demanda.

- *Make to stock*, isto é, contra estoque e *Ship to Stock*, isto é, embarque contra estoque são modelos estratégicos que consideram produtos funcionais, ou seja, com estabilidade de demanda e oferta na cadeia de suprimentos. Somente assim, os embarques para estoque se justificam, uma vez que as demandas são previsíveis, tanto quanto o fluxo de material ao longo da cadeia.

Todos os produtos alimentícios que não sofrem alterações em suas composições, eletrodomésticos não dependentes de apelos de moda (fogões e geladeiras, por exemplo), carros utilitários e, motocicletas por exemplo.

Na figura 02 um modelo representativo e comparativo entre estes diferentes modelos estratégicos:

**Figura 02. Estratégias das Cadeias de Suprimento**



Fonte: Naylor (1999)

Conforme demonstrado na figura 02, as estratégias inerentes às cadeias de suprimento variam de acordo com as demandas, e portanto, da flexibilidade e confiabilidade do processo envolvido. Quanto maior for a incerteza, maior terá que ser a flexibilidade da cadeia de suprimentos, e neste caso ela virá desde o fornecedor de matéria-prima. Ao contrário, quanto menor for a incerteza, menor será a necessidade de flexibilidade da cadeia de suprimentos, que por sua vez, transfere a flexibilidade para o varejista, um ponto muito próximo do consumidor final, por exemplo.

Desta observação, nascem muitas estratégias para transferência de flexibilidade ao longo das cadeias de suprimento, e um dos melhores exemplos são os *hubs de fornecedores*, um modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos que cria depósitos de matéria-prima/insumos consignado fora dos seus domínios de origem, de modo que haja flexibilidade para o produtor de bens finais, e flexibilidade para o fornecedor de matérias-primas/insumos, em atendimento às flutuações de demanda num ambiente de incerteza.

Uma vez que entendemos as particularidades de gerenciamento das cadeias de suprimentos, a partir dos seus respectivos produtos, e já sabemos que estes produtos podem ser inovadores ou funcionais, veremos que as cadeias de suprimento irão se adequar de acordo, de modo a atender a demanda no momento e local adequados.

A figura 03 é uma representação gráfica da cadeia de suprimentos, e seus produtos já identificados.

**Figura 03. Cruzando Cadeias de Suprimento com Produtos**

	Produtos Funcionais	Produtos Inovadores
Cadeias de Suprimento Eficientes	Compatível	Incompatível
Cadeias de Suprimento Sensíveis	Incompatível	Compatível

Fonte: Fisher (1997)

Através da figura 03 é possível identificar como se definem as diferentes estratégias das cadeias de suprimento, sempre em concordância com os diferentes tipos de produtos selecionados.

*Produtos funcionais*, por exemplo, serão compatíveis com cadeias de suprimento eficientes em função de sua previsibilidade e estabilidade de demandas. Uma das características mais marcantes dos produtos funcionais, é a estabilidade no mercado, uma vez que estes sofrem pequenas intervenções tecnológicas a médio e longo prazos, isto é, num universo a partir de um ano.

No entanto, os mesmos produtos funcionais serão incompatíveis com as cadeias de suprimento sensíveis, uma vez que estas terão como pilares a agilidade, e custos de gerenciamento mais altos, em comparação com as eficientes. Isto ocorre porque as cadeias de suprimentos sensíveis, desenvolverão métodos próprios para garantir a agilidade necessária ao processo, e esta agilidade representa custos mais altos de transporte, o modo

aéreo, por exemplo, é utilizado com larga frequência, estoques consignados (os custos de armazenagem são distribuídos ao longo da cadeia), e sistemas de informação mais sofisticados uma vez que, fornecedores, produtores e distribuição precisam estar muito alinhados quanto aos volumes de produção e entrega.

Já os *produtos inovadores* são compatíveis com as cadeias de suprimento sensíveis, dada sua característica de constantes agregações tecnológicas, alterando as características dos produtos, e portanto influenciando as alterações na demanda. Do mesmo modo, assim como demonstram compatibilidade com as cadeias de suprimento sensíveis, os produtos inovadores são incompatíveis com as cadeias de suprimento eficientes, exigindo delas um atendimento ágil, e por vezes customizado dadas as suas características especiais.

Sendo assim, num modelo de aglomeração industrial, por exemplo, que contempla tanto produtos inovadores quanto funcionais e, conseqüentemente, exige cadeias de suprimento eficientes e cadeias de suprimento sensíveis, *considerar as variáveis externas de sistemas de informação, fiscalizações e processos de despacho aduaneiros como padrões para ambas as cadeias de suprimento, apresentará dificuldades de gerenciamento, principalmente aos produtos inovadores, que dada sua característica de agilidade, não serão atendidos com a prioridade necessária às suas demandas.*

O que se verifica portanto, é que as estratégias de gerenciamento das cadeias de suprimento serão subdivididas quanto à demanda (as estratégias citadas anteriormente demonstram esta subclassificação), e quanto ao fornecimento, e suas respectivas peculiaridades.

Sabendo-se da incerteza e das características especiais no que diz respeito à demanda, o estudo apresentado pelo Grupo de Pesquisas em Logística e Cadeia de Suprimentos da Universidade da Califórnia em *Stanford*, introduziu o vetor “fornecimento” ao estudo de

incerteza das estratégias de cadeias de suprimentos. Entende-se por fornecimento, as cadeias de suprimentos, e os modelos de gerenciamento responsáveis pelas matérias-primas necessárias à montagem do produto final. Estas cadeias de suprimento intermediárias foram exaustivamente estudadas, de modo a esclarecer suas características intrínsecas e também visando atender suas necessidades, respeitando sua importância vital para o bom atendimento do cliente final.

Através da construção de uma Matriz de Incerteza, este modelo permite caracterizar os processos de fornecimento de matéria-prima e demanda (mercado consumidor) a partir das peculiaridades mercadológicas intrínsecas de cada produto.

Em linhas gerais, o MICS categoriza produtos que, dada sua característica de estabilidade e previsibilidade de demanda (mercado), exigem uma estratégia logística mais simplificada (transportes, fiscalização/burocracia alfandegária reduzida e sistemas de informação), enquanto categoriza outros que, dada sua característica de instabilidade e incerteza (mercado), ciclo de vida muito curto e alta agregação tecnológica, exigirão estratégias logísticas de gerenciamento especiais (transportes, fiscalização/burocracia alfandegária e sistemas de informação especiais).

Estabilidade ou instabilidade, previsibilidade ou incerteza de mercado, no MICS, são definições associadas à natureza da demanda por produtos acabados e do fornecimento de insumos.

**Figura 04. A Matriz de Incerteza do MICS**

		Incerteza de Demanda	
		Baixo (Produtos Funcionais)	Alto (Produtos Inovadores)
Incerteza de Fornecimento	Baixo (Processo Estável)	Doces, básicos, aparelhos comuns, alimentação, óleo e gás. (I)	Aparelhos da moda ( <i>Fashion apparel</i> ), computadores, áudio, vídeo (II)
	Alto (Processo de Desenvolvimento)	Aparelhos hidro-elétricos, alguns segmentos de alimentação (III)	<i>Telecom</i> , computadores <i>high-end</i> , semicondutores (IV)

Fonte: *Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties*. LEE (2002)

A figura 04 reproduz a Matriz de Incerteza publicada no artigo *Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties* (LEE, 2002).

Diferentes produtos foram classificados segundo a natureza de suas cadeias de suprimento, em funcionais ou inovadores (= produtos de fronteira tecnológica). Para cada um destes produtos foi apresentada uma proposta de gerenciamento logístico diferenciado.

A matriz do MICS demonstrou que a fabricação dos produtos tem relação direta com o seu ciclo de vida e, com a sua funcionalidade para o consumidor. Produtos funcionais (*functional products*), isto é, produtos que usem tecnologias-padrão de processo ou *design*, precisam ter um gerenciamento logístico diferenciado daquele utilizado para produtos considerados inovadores (*innovative products*). Estes últimos são conceituados, no MICS, como aqueles que possuem curto ciclo de vida, alto valor agregado, poucos fornecedores de matéria-prima e alta incerteza de demanda, o que significa dizer que o mercado consumidor destes produtos é instável.

Produtos de fronteira tecnológica possuem processos instáveis do ponto de vista da demanda (mercado consumidor) e fornecimento (matéria-prima), sendo portanto, aqueles

produtos com maior nível de exigência de flexibilidade e adaptabilidade da cadeia de suprimentos.

Os quadrantes demonstrados na figura 4, foram categorizados de acordo com as variáveis de incerteza de demanda e incerteza de fornecimento. Observa-se que diferentes produtos, e portanto com características diferentes, são apontados como exemplo, de modo a demonstrar que a matriz de incerteza, classifica modelos de gerenciamento tanto para produtos inovadores, quanto para produtos funcionais.

O quadrante I, por exemplo, apresenta os produtos com baixa incerteza de fornecimento, e baixa incerteza de demanda, e, portanto, considerados como produtos funcionais já que não estão sujeitos a inovações tecnológicas constantes nas cadeias de suprimento e demanda. São dados como exemplos, produtos alimentícios, óleo e gás, e aparelhos comuns. Produtos alimentícios são bons exemplos de produtos funcionais, porque, de fato, não irão modificar suas características essenciais, de acordo com mudanças tecnológicas, por exemplo. Óleo e gás também não sofrerão alterações em suas características essenciais como produtos, uma vez que são frutos de uma matriz (petróleo) que não depende de variações tecnológicas.

Entende-se aqui como aparelhos comuns, os aparelhos eletro-eletrônicos, de uso cotidiano nas residências, tais como: geladeiras, fogões, liquidificadores, lavadoras de roupas e lavadoras de louças, por exemplo. Estes produtos são considerados comuns porque apesar de sofrerem algumas inovações em seu formato, efetuam as mesmas tarefas para a qual foram criados há 50, 40 ou 30 anos. Isto quer dizer que fogões e geladeiras por exemplo, têm a mesma característica de matéria-prima e componentes eletrônicos há cinquenta anos, dando à cadeia de suprimentos a previsibilidade adequada ao seu modelo de eficiência. No que diz respeito à demanda, o mercado consumidor também é previsível, uma vez que o

consumidor final comprará um nova geladeira, em sua maioria, por exemplo, somente no momento em que o seu aparelho atual não estiver em condições de uso, o que por sua vez, é previsto pela indústria fabricante através do tempo de vida útil do produto fabricado.

O quadrante II apresenta os produtos com baixa incerteza de fornecimento, e alta incerteza de demanda, e, portanto, considerados como “aparelhos da moda”, já que sua tendência à inovação é acentuada, o seu ciclo de vida é curto (menos de um ano), e o nível de exigência de rapidez no gerenciamento da cadeia de suprimentos é acentuado, em função da curta vida útil do produto e da incerteza do mercado consumidor.

Os exemplos apresentados para este tipo de produto são os eletro-eletrônicos como computadores, áudio e vídeo. Estes produtos apresentam um ciclo de vida curto – até um ano – e detêm esta característica de fornecimento, porque apesar de suas inovações tecnológicas, já possuem cadeias de fornecimento consolidadas ao longo das últimas décadas, e as matérias primas utilizadas possuem pequenas variações quando comparadas à matriz inicial. Um bom exemplo disso, é observarmos que este tipo de produto muda de cor, por exemplo, mas altera sua configuração original, como placa de circuitos impressos. Promoções de venda em períodos de Jogos Olímpicos ou Copas do Mundo de Futebol, são bons exemplos.

Já sob o aspecto da demanda, estes produtos eletro-eletrônicos, justamente por apresentarem inovações tecnológicas, apresentam incerteza de demanda, isto é, o nível de consumo ainda é desconhecido e, pode variar além de cinquenta por cento.

O quadrante III apresenta os produtos com alta incerteza de fornecimento e baixa incerteza de demanda, considerados, portanto, como funcionais, já que, apesar de sua incerteza de fornecimento, exibem estabilidade de demanda, o que dá uma dinâmica mais “estável” ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, no que diz respeito ao quesito rapidez.

Aqueles produtos com alta incerteza de fornecimento e baixa incerteza de demanda são representados pelos aparelhos hidroelétricos (equipamentos geradores de energia elétrica, equipamentos para usinas hidrelétricas, cabos e conexões e aparelhos de mineração, por exemplo) e alguns segmentos de alimentação que agregam matéria-prima específica. As fontes de fornecimento de matéria-prima para a fabricação destes produtos são limitadas, daí a incerteza de fornecimento, uma vez que a demanda é estável e a necessidade de produção mantém-se constante de uma fonte de fornecimento escassa. (LEE, 2002)

Os exemplos apresentados na matriz original conforme a figura quatro, são os produtos hidro-elétricos, e alguns grupos de alimentos. Os aparelhos hidro-elétricos (bombas hidráulicas e equipamentos de sucção, por exemplo) são considerados como alta incerteza de fornecimento porque costumam necessitar de customização para serem fornecidos, isto é, são fabricados sob encomenda, o que provoca a incerteza da fonte de fornecimento, e sob o aspecto da demanda são estáveis já que o mercado consumidor destes produtos é conhecido, e costuma trabalhar com reposições de peças e/ou obras de grande porte, com cronogramas de construção e montagem amplamente divulgados.

Os grupos de alimentos aqui mencionados podem ser aqueles em que necessita de peixes, carnes e ou legumes/verduras disponíveis somente em determinadas épocas e em determinadas regiões do planeta. Os grupos de alimentos derivados destas matérias-primas sofrem com a incerteza de fornecimento, uma vez que precisam administrar períodos de estiagem e entressafra, por exemplo, a fim de atender aos restaurantes e, conseqüentemente, aos consumidores finais.

Do ponto de vista da demanda, estes grupos de alimentos apresentam a estabilidade do consumo, uma vez que sendo produtos especiais e raros em sua maioria, possuem um mercado consumidor pequeno e constante, e portanto disposto a pagar mais caro pelo

atendimento, se necessário. Estas variáveis garantem estabilidade de demanda ao produto, respeitando suas características de escassez.

O quadrante IV apresenta os produtos com alta incerteza de fornecimento e alta incerteza de demanda, ou seja, aqueles considerados inovadores, já que são caracterizados por matéria-prima de inovação tecnológica, ciclos de vida curtos e volatilidade de demanda, já que os consumidores destes aparelhos seguem as tendências de inovação, e são muito rápidos em seus novos desejos, o que nos remete a uma exigência de rapidez no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Já os bens com alta incerteza de demanda e alta incerteza de fornecimento, são representados pelos produtos de telecomunicações, computadores *high-end* (*computadores de fronteira tecnológica*) e semicondutores.

Estes produtos possuem fontes de fornecimento ainda mais escassas e, por vezes, monopolizadas por algumas poucas empresas. Sob o aspecto da demanda, os produtos de telecomunicações, representados em grande escala pela telefonia celular, possuem um ciclo de vida curto, alta competitividade, e uma incerteza alta quanto ao desejo de compra do consumidor.

A agilidade no gerenciamento desta cadeia de suprimento é vital para a sobrevivência da fabricação do produto. Uma aglomeração econômica, por exemplo, que deseje contemplar empresas classificadas nos quadrantes inferiores (III e IV) do Modelo de Incerteza, precisa considerar como um de seus pilares de desenvolvimento, a agilidade.

Considerando que os computadores *high end*, e os semicondutores, por exemplo, são itens de fronteira para a tecnologia, isto é, são objeto de contínuo processo de inovação, desenvolver atratividade para estas empresas pode se revelar estratégia interessante para regiões ou países na medida em que, cada vez mais, a tecnologia avança, e os produtos

considerados hoje estáveis, perderão sua competitividade para produtos mais modernos, e de ciclos de vida mais curtos, e que, portanto, exigem uma cadeia de suprimentos com gerenciamento adequado.

Segundo estudo de Christopher *et al* (2006), levantamento recentes da indústria eletro-eletrônica demonstram que, no que diz à acuracidade das previsões de demanda, verifica-se o seguinte comportamento:

- Acuracidade e previsões de demanda de aproximadamente um mês: +/-5%
- Acuracidade e previsões de demanda de aproximadamente dois meses: +/-20%
- Acuracidade e previsões de demanda de aproximadamente três meses: +/-50%

A partir destes números é possível comprovar o grau de dificuldade no gerenciamento das cadeias de suprimento, principalmente naquelas em que o grau de acuracidade varia além de vinte por cento, como é o caso dos produtos identificados no quadrante IV, isto é, produtos de alta tecnologia.

A partir da matriz de incerteza, com seus produtos funcionais e inovadores, construíram-se estratégias classificadas segundo quatro tipos: (1) Cadeias de suprimentos eficientes, (2) Cadeias de suprimentos com cobertura de risco, (3) Cadeias de Suprimento sensíveis e (4) Cadeias de Suprimento ágeis.

Assim, segundo Lee (2002):

- **Cadeias de Suprimento Eficientes** são aquelas que combinam estratégias e têm o melhor desempenho de custos das cadeias de suprimento. A fim de que um melhor desempenho seja atingido, atividades sem valor agregado devem ser eliminadas, economias de escala devem ser perseguidas, técnicas de otimização devem ser desenvolvidas a fim de melhorar a utilização de capacidade na

produção e distribuição, e melhorias no sistema de informação devem garantir maior eficiência, acuracidade e controle de custos na cadeia de suprimentos.

- **Cadeias de Suprimento com Cobertura de Risco** são aquelas com incerteza em sua cadeia de fornecimento. O termo “cobertura de risco” vem do fato de que as empresas nesta condição trabalham em parceria, a fim de minimizar os seus impactos de excesso ou falta de estoques, por exemplo. Usuários de matéria-prima comum, estas empresas trabalham em parceria a fim de que numa situação de escassez de produtos, possam dividir os seus estoques, e numa situação de excesso possam redistribuí-los, de modo que os prejuízos sejam reduzidos.
- **Cadeias de Suprimento Sensíveis** são aquelas sensíveis a ponto de atender às necessidades dos clientes através da customização de produtos. Sua característica primordial é a capacidade de trabalhar num sistema de produção contra pedidos dos clientes (*make to order*), num ambiente de flexibilidade. A capacidade de se adaptar a novas exigências do mercado deve ser um de seus objetivos principais, e para tanto, o ambiente externo também deve estar de acordo com esta flexibilidade, isto é, a legislação vigente deve estar de acordo com esta realidade.
- **Cadeias de Suprimento Ágeis** são aquelas que utilizam estratégias combinadas para atender as necessidades dos clientes, e simultaneamente gerenciar as flutuações de escassez e excesso de produtos (matérias-primas) para atendimento do produto final. São consideradas ágeis porque têm a capacidade de responder às mudanças, diversidade, demandas imprevisíveis dos clientes, enquanto minimizam os riscos de interrupções no fornecimento.

A figura 05 apresenta um resumo destas classificações de cadeias de suprimento:

**Figura 05. Estratégias das Cadeias de Suprimento**

<b>Incerteza de Fornecimento</b>	<b>Baixo (Processo Estável)</b>	<b>Baixo (Produtos Funcionais)</b> Cadeias de suprimento eficientes	<b>Alto (Produtos Inovadores)</b> Cadeias de Suprimento Sensíveis
	<b>Alto (Processo de Desenvolvimento)</b>	Cadeias de Suprimento com Cobertura de Risco	Cadeias de Suprimento Ágeis

Fonte: Lee (2002).

### **Cadeia de Suprimentos do MICS e suas principais variáveis**

Segundo Grieger (2002), as variáveis mais importantes a serem analisadas para as Cadeias de Suprimentos do MICS são: a) Rápido Ciclo de Vida do Produto; b) Produção em *Just in Time*; c) Liderança de Custos; e d) Competição Global.

**a) Rápido Ciclo de Vida do Produto:** cada vez mais, as cadeias de suprimento são compelidas a se ajustar a produtos de vida curta e de alto valor agregado. Ainda segundo este autor, outros fatores como qualidade, tempo de entrega e customização são muitas vezes mais importantes do que a determinação de preço, numa cadeia de suprimentos.

A matriz do modelo de incerteza classifica os produtos como inovadores e tradicionais. O objeto específico deste estudo são os produtos inovadores, aqueles com curto ciclo de vida, alta inovação tecnológica e *fashion contents*, isto é, características e/ou componentes de moda e que tem como resultado tem uma demanda imprevisível. (Lee, 2002).

O ciclo de vida de um produto é determinado pelo tempo de vida útil de um produto, desde a sua fabricação até o seu consumo pelo cliente final. Os produtos considerados funcionais têm como característica principal um ciclo de vida longo, que vai de um a dois anos, sem alteração no seu processo de fabricação. Nesta situação sua cadeia logística se estabiliza do ponto de vista do fornecimento, já que não haverá alteração do tipo de matéria-prima a ser

fornecida e, havendo tempo para que os procedimentos envolvidos nos processos de transporte e armazenagem, por exemplo, adquiram regularidade e institucionalidade.

O quadro 01 apresenta um comparativo disponibilizado pela literatura, entre uma empresa com produto considerado Funcional/Tradicional e uma empresa com produto Inovador.

**Quadro 01. Características de Produtos classificados segundo o MICS: Funcionais versus Inovadores**

<b>Produto Funcional</b>	<b>Produto Inovador</b>
Baixa Incerteza de Demanda	Alta Incerteza de Demanda
Demanda mais previsível	Difícil de prever
Demanda Estável	Demanda Instável
Produto de Vida Longa	Curta estação de venda
Baixo Custo de Inventário	Alto Custo de Inventário
Baixa margem de lucro	Alta margem de lucro
Baixa variedade de produto	Alta variedade de produto
Alto volume por “kit pré montados”	Baixo volume por “kit pré montados”
Baixo custo de “falta de estoque”	Alto custo de “falta de estoque”
Baixa Obsolescência	Alta Obsolescência

Fonte: Lee (2002).

Um produto funcional pode ser representado por uma tv a cores, por exemplo. Uma TV em cores do tipo CRT (tubo de imagem) convencional, não sofre com grandes oscilações na demanda, o que a torna mais previsível. O ciclo de vida é de pelo menos dezoito meses, as margens de lucro são menores, as matérias-primas utilizadas são em grande parte padronizadas, e, portanto, o custo de inventário costuma ser mais baixo.

Um produto inovador pode ser representado pelo telefone celular. Este produto tem um mercado consumidor (demanda) instável, ciclo de vida muito curto (entre seis e oito meses), e alto nível de envelhecimento já que ele agrega novas tecnologias muito rapidamente.

As margens de lucro são altas, uma vez que este produto exige alto valor agregado, o qual implicará num alto valor de inventário a ser gerenciado.

**b) Produção em *Just in Time*:** um produto com demanda instável exige entregas rápidas e uma mobilidade superior aos produtos considerados funcionais, isto é, tradicionais. Mais uma vez, a exigência da cadeia de suprimentos deste tipo de produto inovador, será maior. A possibilidade de se entregar produtos diferenciados, num curto espaço de tempo forçará a busca por soluções logísticas também inovadoras.

Neste sentido, uma das alternativas que têm sido amplamente utilizada, pelas maiores cadeias de suprimento do mundo, é o modelo de consignação de estoques, confirmando a estratégia de montagem contra pedidos (*assemble to order*), apresentada e discutida anteriormente.

Apenas como ilustração, o modelo utilizado têm sido o *hub* de fornecedor. Trata-se de um modelo de consignação de matéria-prima e/ou produtos acabados em que o fornecedor entrega a mercadoria, e só receberá o seu respectivo pagamento, após o consumo e/ou utilização de sua mercadoria pela empresa compradora.

Muito adequado às cadeias de suprimento cujos produtos são inovadores, e portanto com demandas voláteis, este é um processo de gerenciamento de cadeia de suprimentos desenvolvido a fim de se atender a produtos inovadores, e a idéia principal é eliminar o tempo de ressuprimento, através da disponibilização da matéria-prima o mais próximo da fábrica, em tempo real.

As primeiras publicações remontam este modelo ao início da década de noventa, quando a corrida tecnológica passou a ditar as regras em parcela crescente das indústrias, e levantou-se a possibilidade de disponibilização de matéria-prima em estoques próximos às fábricas numa política de consignação, já que a demanda era instável. O modelo proposto ficou conhecido como *Hub* de fornecedor, que por sua vez, tem suas raízes no modelo *Vendor Management Inventory* (VMI), utilizado por muitas empresas produtoras de produtos

tecnologicamente avançados, sendo o mais famoso, o VMI utilizado pela Dell Computadores.

c) **Liderança de Custos:** é imperativo à sobrevivência das empresas controlar custos. Esta é uma característica fundamental na diferenciação de produtos funcionais e produtos inovadores. Enquanto os produtos funcionais possuem baixos custos de inventário e baixos custos de obsolescência, isto é, baixo custo de envelhecimento de matéria-prima, os produtos inovadores possuem, em função de sua instabilidade e de sua inovação tecnológica, altos custos de inventário e altos custos de obsolescência. Uma das formas de se minimizar estes altos custos é consignar a matéria-prima aos fornecedores, de modo que o produtor final só compre a matéria-prima efetivamente, no momento de sua necessidade real.

Neste aspecto, também o *hub* de fornecedor foi uma solução a este problema de controle de custos. Uma vez que o inventário está consignado a cada fornecedor, transfere-se o controle do inventário e do risco de obsolescência a cada um deles, de modo que o produtor final tenha seus próprios custos minimizados. Este método foi capaz de distribuir os custos ao longo da cadeia de suprimentos, de modo que fosse viável a produção sem o efeito escassez e/ou de superoferta.

Outras eficiências foram garantidas nas cadeias de suprimento, como por exemplo, a redução de incerteza do canal de entrega. Se do ponto de vista do produtor final, esta foi uma medida para redução de custos, do ponto vista do fornecedor de matéria-prima esta foi uma metodologia interessante de disponibilização de matéria-prima para o produtor final em fluxo regular, sem o risco de falta de material, o que provocaria penalidades financeiras e/ou contratuais, e permitindo que em caso de sobra de material, em função de alteração de

demanda, este material pudesse ser remetido a outra unidade produtiva, por exemplo, reduzindo o custo da obsolescência.

**d) Competição Global:** em um cenário econômico internacional fortemente caracterizado pelas empresas multinacionais, estar preparado para a competição global é imperativo à sobrevivência. Cada vez mais, as cadeias de suprimento são comparadas entre os países, e a vantagem se define para aquele país que consegue adaptar melhor a sua legislação aos modernos gerenciamentos das cadeias de insumos e produtos acabados.

Esta prática têm se constituído em atrativo muito importante na definição de novos investimentos, haja vista o que vêm acontecendo com a China, a Índia e o Brasil, por exemplo. A China adequou a sua legislação a fim de facilitar a operacionalização das empresas multinacionais ali instaladas, numa tentativa de fortalecer os investimentos em suas Zonas Econômicas Especiais (ZEEs). A burocracia nos processos, é hoje quase inexistente se compararmos com a realidade das décadas de setenta e oitenta.

Um processo de recebimento de mercadoria vinda do exterior, e desembaraço aduaneiro, na China por exemplo, pode durar de uma a duas horas, para que o produto esteja disponível para consumo (intermediário e/ou final). (CRISTOPHER, 2000)

Existem, no entanto, iniciativas das economias emergentes no sentido de se adequar sua atratividade às cadeias de suprimento do modelo de agilidade, por exemplo.

Uma dessas iniciativas no Brasil, é o *Regime de Entrepasto Industrial sob Controle Informatizado* (RECOF), instrumento integrante da Política Industrial brasileira para atração e desenvolvimento das indústrias com tecnologias de fronteira, fomentando em especial as atividades industriais dos setores: aeronáutico, automotivo, informática e telecomunicações, semicondutores e componentes de alta tecnologia para informática e

telecomunicações, o qual pode tornar-se fonte de vantagem competitiva para as empresas dos setores acima mencionados. (SILVA, 2006).

O Modelo RECOF será melhor detalhado no estudo de caso, capítulo quatro.

## **2.5 O fator agilidade nas cadeias de suprimento**

Todas as cadeias de suprimento apresentadas pela Matriz do Modelo de Incerteza são igualmente importantes para o bom desenvolvimento de uma estratégia logística integrada e completa.

No entanto, o presente trabalho apresenta análises mais aprofundadas sobre as Cadeias de Suprimento Ágeis, por entender que o estudo de caso aqui apresentado, está classificado no modelo das Cadeias de Suprimentos Ágeis.

Assim, segundo Christopher *et al* (2002), muitos mercados hoje são altamente voláteis e de demanda imprevisível. A acelerada mudança tecnológica aliada às tendências de moda resultou em ciclos de vida cada vez mais curtos dos produtos. Neste novo ambiente, indisponibilidade significa que um evento de não fornecimento em particular, significa oportunidade de vendas perdidas para sempre. Consequentemente, o foco principal da cadeia de suprimentos deve se deslocar de custos, para atendimento ao mercado consumidor. A consequência é que a ênfase principal das cadeias de suprimentos, num futuro próximo, será a agilidade.

Agilidade implica na capacidade da cadeia de suprimentos em reagir rapidamente às alterações na demanda – sejam elas no volume, variedade ou *mix*. As cadeias de suprimento ágeis são descritas na tabela 2, mas é útil comparar agilidade com a filosofia de operações *lean*. Filosofia *lean* é frequentemente associada à indústria automobilística e ao modelo japonês em particular. Agilidade e filosofia *lean* não são opostas, e sim um tanto complementares conforme tabela 2. (CHRISTOPHER *et al*, 2002)

Agilidade não pode confundida com processo enxuto, isto é, *lean*. *Lean* significa fazer mais com menos. O termo *lean*, é frequentemente utilizado como conexão entre o processo de manufatura ao definir “zero de inventário”, e adoção de processo *just-in-time*. Paradoxalmente, muitas empresas que adotaram o processo de manufatura *lean* como prática, são ágeis em sua cadeia de suprimentos. A indústria automobilística, ilustra este exemplo. A origem do processo de manufatura *lean*, remonta ao Sistema Toyota de Produção (TPS), com foco na redução e eliminação de desperdício. (CRISTOPHER, 2000)

As lições aprendidas com o Modelo Toyota de Produção têm profundo impacto nos processos de manufatura modernos. É importante comparar as idéias de agilidade e produção *lean*, uma vez que a indústria tem como um de seus pilares, os custos enxutos da filosofia *lean*, e também a disponibilidade conforme o foco principal da cadeia de suprimentos de agilidade.

Há determinadas condições onde a abordagem *lean* faz sentido. Em particular onde a demanda é previsível e a variedade de pedidos é baixa, e o volume é alto. Os problemas surgem quando se tenta implementar a filosofia *lean* num processo onde a demanda é menos previsível, os pedidos por variedade são altos, e conseqüentemente o volume individual de estoques é baixo. Em outras palavras, as empresas têm tido dificuldades em adotar a filosofia *lean*, em processos não adequadas às demandas previsíveis. (CRISTOPHER, 2000)

A figura 06 apresenta as três dimensões críticas para adoção de processos *lean* ou ágeis: variedade, previsibilidade e volume.

**Figura 06. Ágil ou Lean ?**

<b>Variedade</b>	Alto	Ágil	
	Baixo		<i>Lean</i>
		Baixo	Alto
		<b>Previsibilidade</b>	

Fonte: Christopher (2000)

A agilidade é necessária em processos menos previsíveis onde a demanda é volátil e a demanda por variedade é alta. O processo *lean* trabalha melhor em altos volumes, baixa variedade e previsibilidade.

Há que se considerar, no entanto, que há indicações e adequações para as três dimensões variedade, previsibilidade e volume, no que diz respeito às estratégias, mas que estas adequações não são mandatórias e que existem exceções e combinação entre processos ágeis e processos *lean*.

O que se verifica, portanto, é a adaptação das estratégias de acordo com os produtos processos a serem atendidos. A busca constante por modelos ágeis e de custos enxutos será vital para sobrevivência das empresas diante da competitividade global, num ambiente em que o ciclo de vida dos produtos é curto, e o mercado é volátil, por exemplo.

A tabela 03 nos apresenta um comparativo entre os processos *lean* e ágil, e caracteriza-os de modo a esclarecer os objetivos finais de cada fornecimento/suprimento, de modo a facilitar a adoção das estratégias, respeitando os produtos e atividades-fim de cada processo analisado.

**Tabela 03. Comparação entre fornecimento lean e fornecimento ágil: as características distintivas**

<b>Atributos Distintivos</b>	<b>Fornecimento <i>Lean</i></b>	<b>Fornecimento Ágil</b>
Produtos típicos	<i>Commodities</i>	Mercadorias de Moda ( <i>Fashion Goods</i> )
Demanda de Mercado	Previsível	Volátil
Variedade de Produtos	Baixa	Alta
Ciclo de vida do produto	Longo	Curto
Motivadores de consumo	Custo	Disponibilidade
Margens de lucro	Baixa	Alta
Custos dominantes	Físicos	Comercialização
Penalizações por falta de estoque	Contratos de Longo Prazo	Imediata e Volátil
Política de Compras	Comprar itens (matérias-primas)	Atribuir capacidade
Informações de enriquecimento	Altamente desejável	Obrigatória
Mecanismo de previsão	Algorítmica	Consultivo

Fonte: Mason-Jones, Naylor and Towill (2002)

Conforme apresentado, os motivadores entre os processos *lean* e ágeis são diferentes, mas por vezes complementares entre si. Não há como excluir processos *lean* de processos ágeis, e vice-versa, uma vez que a competitividade dos mercados forçará as empresas a ser eficientes em ambos os processos.

Neste sentido, as características *lean* e ágeis são classificadas entre essenciais, desejáveis e arbitrárias de acordo com o tipo de produto e cadeia de suprimento envolvida. Este método foi desenvolvido por Naylor (1999), e nos ajuda a entender as características mais importantes na cadeia de suprimentos para classificação de processos

A figura 06, classifica algumas características fundamentais das cadeias de suprimento (de acordo com o produto envolvido), a fim de que se saiba se suas características adequam-se melhor aos processos *lean* ou aos processos ágeis. Há, no entanto, situações em que a combinação entre os processos será a melhor alternativa para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

**Figura 07. Classificação de importância das diferentes características de produtividade (*lean*) e agilidade**

Palavra-chave	Enxuto ( <i>lean</i> )	Ágil
Utilização de conhecimentos do mercado	○ ○ ○	○ ○ ○
Fluxo de Valor/Cadeia de Suprimentos Integrada	○ ○ ○	○ ○ ○
Redução de tempo de processamento	○ ○ ○	○ ○ ○
Eliminação de <i>Muda</i>	○ ○ ○	○ ○
Reconfiguração rápida	○ ○	○ ○ ○
Robustez	○	○ ○ ○
Demanda Previsível/Agendada	○ ○ ○	○

Fonte: Naylor (1999)

Legenda:

Essencial = ○ ○ ○

Desejável = ○ ○

Arbitrário = ○

A seguir são comentadas cada um das características demonstradas na figura 05:

- **Utilização de conhecimentos do mercado:** Se os conhecimentos de mercado não são explorados, e a cadeia de suprimentos é mais sensível do que os riscos assumidos pelos membros da cadeia de suprimentos, por exemplo, produz-se uma ampla variedade de produtos num curto prazo quando há demanda insuficiente, e justifica-se os custos extras. (NAYLOR, 1999)
- **Fluxo de Valor/Cadeia de suprimentos integrada:** A meta de uma cadeia de suprimentos integrada é remover todas as fronteiras e facilitar o fluxo de material, dinheiro, recursos e informação. Com a cadeia de suprimentos integrada todas as informações de fluxo de material serão simplificadas, e otimizadas de modo a reduzir desperdícios e tempo.

- **Redução de tempo de processamento:** em tempos atuais a redução de tempo, têm sido uma demanda freqüente. Isto demonstra-se essencial, em todos os modelos de gerenciamento sejam eles *lean*, ou ágeis. Isto se verifica na medida em que o mercado consumidor mais exigente, tende a ser cada vez mais exigente com prazos de fabricação e entrega por exemplo, não disposto a aguardar um tempo longo para ter seus pedidos atendidos, e isto também se reflete na redução de tempo do fluxo de informação.
- **Eliminação de Muda:** *Muda* é uma terminologia derivada do Sistema Toyota de Produção, que significa eliminação de tudo o que não está adicionando valor a um processo ou a um serviço. A utilização de uma cadeia de suprimentos integrada é essencial se a eliminação de desperdício é o objetivo final. A eliminação de todos os processos que não adicionam valor irá inevitavelmente reduzir o custo do produto. Isto indica que o custo é uma forma pela qual, a cadeia de suprimentos que emprega o processo de manufatura *lean*, diferencia seus produtos de uma cadeia de suprimentos ágil. (NAYLOR, 1999)
- **Reconfiguração rápida:** a habilidade de rápida reconfiguração é essencial no processo de produção. No processo de manufatura *lean* a habilidade de mudar de produtos rapidamente é também chave, assim como todo o tempo desperdiçado durante o processo de *set up*, que deverá ser eliminado. A habilidade de reconfiguração rápida é também fundamental para que se tenha a flexibilidade necessária ao atendimento das demandas de mercado.
- **Robustez:** um fabricante ágil deve ser capaz de sobreviver a variações e perturbações, e também deve ser capaz de tomar vantagem dessas flutuações, maximizando seus lucros. Se um fabricante *lean* precisar ser tão sensível, quanto

um fabricante de processo ágil, será inevitável que a demanda por produtos não seja estável. Esta é uma direta contradição com as demais características da cadeia de suprimentos. (NAYLOR, 1999)

- **Demanda previsível/agendada:** o processo *lean* precisa de demandas previsíveis para estabelecer seus parâmetros de controle internos na cadeia de suprimentos, e identificar os pontos de otimização. Já os processos ágeis, trabalham com a volatilidade das demandas, e precisam ser muito eficientes para mudar de produtos quando necessário, sem comprometer o nível de serviços e de produção.

A partir de todas estas características, foram determinadas métricas de controle e avaliação no gerenciamento das cadeias de suprimento *lean* e ágeis. Estas métricas são importantes para esclarecer o que é chave, o que é secundário bem como o que é irrelevante na avaliação de performance das cadeias de suprimento envolvidas. A correta classificação e identificação melhora o nível dos serviços prestados, sejam eles, ágeis ou *lean*.

**Figura 08. Classificação de importância das diferentes métricas de produtividade (lean) e agilidade**

Métrica	Ágil	Enxuta ( <i>lean</i> )
Tempo de resposta ( <i>lead time</i> )	○ ○ ○	○ ○ ○
Serviço	○ ○ ○	○ ○
Custos	○ ○	○ ○ ○
Qualidade	○ ○ ○	○ ○ ○

Fonte: Naylor (1999)

Legenda:

Métrica Essencial = ○ ○ ○  
 Métrica Secundária = ○ ○  
 Métrica Arbitrária = ○

É importante salientar que a figura nos apresenta características comparadas que comprovam que custos, por exemplo, são essenciais num processo de gerenciamento *lean*, mas que são secundários num processo de gerenciamento ágil, uma vez que o objetivo final e mais importante, de um processo ágil é a disponibilidade aliada à flexibilidade. Isto se confirma também na métrica de serviço, uma vez que em processos ágeis ele é essencial, e em processos *lean*, é secundário.

## **2.6 Natureza dos Processos Logísticos do MICs no Brasil**

Verifica-se aqui, características que precisam ser consideradas para o gerenciamento da cadeia de suprimentos no sistema de produção de cada produto. Os produtos funcionais são estáveis e seus custos de inventário e obsolescência, por exemplo, em função desta estabilidade são menores. Já os produtos inovadores, muito sensíveis à agilidade e, conseqüentemente, à variável custo de inventário e obsolescência, exigem um gerenciamento especial em sua cadeia de suprimentos, e este caráter especial nos remete à adequação de processos internos de gerenciamento e adequação da legislação vigente de cada país, de modo que esta atenda ao propósito inicial de agilidade no processo logístico.

Agilidade é uma capacidade ampla de negócio que contempla estruturas organizacionais, sistemas de informação, processos logísticos e em particular, mudanças de mentalidade. A característica chave de uma organização ágil é flexibilidade. Neste sentido, as origens da agilidade como um conceito de negócio, contrapõem-se parcialmente ao *sistema de manufatura flexível (FMS)*. Inicialmente, imaginou-se que a flexibilidade era fruto da capacidade de *set ups* rápidos nas linhas de produção, garantindo assim maior capacidade de produção em quantidade e variedade de produtos. Mais tarde, a idéia de manufatura flexível foi estendida a um contexto de negócios mais amplo, e então o conceito de agilidade como orientação organizacional nasceu. (CHRISTOPHER, 2000)

Parte integrante do processo de agilidade, os processos logísticos contemplam transportes (em território internacional e nacional), desembarço aduaneiro, movimentação, armazenagem e entrega. Cada etapa destes processos têm isoladamente, características próprias de controle e desempenho, e num contexto de globalização não há como desconsiderar as comparações entre as cadeias logísticas e os países. Segundo, Fisher (1997) os países não competem entre si, mas sim as cadeias de suprimentos, e seus respectivos tipos de gerenciamento.

Como parte do processo logístico, o desembarço aduaneiro de mercadorias é uma das etapas que identificam a agilidade adequada às cadeias de suprimento dos produtos inovadores. Comparativamente, um processo ágil será finalizado em duas horas, por exemplo, como já acontece em algumas regiões do Brasil, e em alguns modelos de aglomerações econômicas da China, da Europa e dos EUA.

Esta etapa do processo é importante porque identifica o quão dispostas estão as autoridades governamentais de determinado país, em rever os procedimentos e legislações, de modo a estar preparado e recepcionar/atraindo modelos de produção de alta tecnologia, aqui identificados pelas cadeias de suprimentos ágeis, e portanto produtos inovadores. Temos que considerar, no entanto, que tal adaptação significa custos extras em sistemas de informação, na maioria das vezes, investimentos em infra-estrutura.

O quadro 02, apresenta um comparativo de três variáveis, inerentes a uma cadeia de suprimentos do processo ágil, em três diferentes países, e integrantes de modelos de aglomerações industriais. As coletas de dados foram realizadas nas respectivas unidades, que são multinacionais, com estratégia logística global unificada, e fabricantes do mesmo produto, aqui modelo inovador, telefonia celular.

Foram escolhidas como variáveis: custo, agilidade e nível de obsolescência.

A variável custos considera todas as despesas que o país possui ao receber as mercadorias (matérias-primas, equipamentos e produtos acabados) dentro do país. Estes custos contemplam, portanto, o que chamamos na cadeia de suprimentos, custos de *inbound*, isto é, os custos de entrada do produto, divididos em: transporte (frete), movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem.

Entende-se por custo a somatória de valores e preços agregados ao processo de desembaraço, ainda se considerando que tempo é custo, já que mercadoria parada no processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos é alto custo agregado, bem como a ausência de infra-estrutura adequada, de modo a auxiliar a agilização dos processos. (HARRISON, 2005)

A segunda variável é exatamente a agilidade. Para que os dados fossem comparados, foram identificadas a flexibilidade de atendimento às variações de demanda em mix e volume (1), o tempo de processamento das entregas dos pedidos ao clientes (aqui o tempo de trânsito na entrega foi novamente considerado) (2), também o tempo de desembaraço aduaneiro das mercadorias em cada país mencionado. Também influenciam variável agilidade, os sistemas de informação adotados por cada país, e a integração dos mesmos entre as diferentes agências fiscalizadoras, e a infra-estrutura disponível como suporte à movimentação e armazenagem das mercadorias.

A terceira variável apresentada pelo quadro 2, é a obsolescência. Entende-se como obsolescência o envelhecimento da matéria-prima de boa qualidade, não utilizada no processo produtivo, bem como produtos acabados em bom estado, que já não têm mais o apelo de vendas no mercado consumidor, por terem sido substituídos por modelos mais “novos”. Matérias-primas em bom estado, do ponto de vista de uso, são obsoletas a partir

de sua não aplicabilidade nos processos de manufatura, de produtos novos, e em lançamento no mercado.

Uma matéria-prima tenderá a ter um alto nível de obsolescência naqueles países em que suas cadeias de suprimento contemplarem altos níveis de estoques, e longos tempos de trânsito e movimentação, e portanto, assumirem o risco da não utilização de componentes em função do rápido ciclo de vida dos produtos acabados. As cadeias de suprimento ágeis têm sido as mais afetadas pelo efeito da obsolescência, dada a volatilidade de seus produtos. (HARRISON, 2005)

**Quadro 02. Variáveis do Modelo de Incerteza em Aglomerações Industriais**

	<b>Brasil</b>	<b>México</b>	<b>China</b>
Custo	Alto	Médio	Baixo
Agilidade	Baixa	Alta	Alta
Obsolescência	Alta	Alta	Baixa

Fonte: Avaliação feita por companhias multinacionais de telefonia celular presentes no Brasil, México e China.

Elaboração própria.

O desafio é coordenar a estratégia logística unificada nas três unidades, instaladas em modelos de aglomerações industriais, em países diferentes, considerando os fatores externos de influência. Diferentes países possuem diferentes legislações aduaneiras, por exemplo, que influenciam na agilidade, taxas locais próprias que influenciam nos custos, e características de armazenagem (depósitos especiais ou não) próprias que também influenciarão nos resultados e desempenho das cadeias de suprimentos dos diferentes países. Partindo-se do pressuposto de que os produtos são os mesmos, os diferentes resultados de desempenho exigirão estratégias locais diferenciadas, e tentar-se-á coordenar estas diferentes necessidades de modo que todas sejam atendidas plenamente, e o

consumidor seja atendido em sua necessidade volátil, sem identificar se o seu produto foi fabricado na China, no Brasil ou no México.

A partir comportamento das variáveis expostas acima, é possível entender porque o Brasil, e em particular o modelo de aglomerações industriais, vêm enfrentando dificuldades no gerenciamento da Cadeia de Suprimentos Ágil, frente aos seus concorrentes globais.

O alto nível de obsolescência desta empresa no Brasil, por exemplo, em grande parte se justifica pela baixa agilidade nos processos logísticos, sejam para recebimento (importação) de matéria-prima, ou reexportação desta matéria-prima não utilizada no processo produtivo, o que explica o alto custo envolvido numa cadeia de suprimentos lenta e burocrática.

Considerando uma empresa fabricante de um produto inovador num contexto de Pólo Industrial, a gestão dessa aglomeração terá de considerar como uma de suas estratégias logísticas, agilidade e custos baixos, isto é a combinação entre processos logísticos *lean* e ágeis. Um dos maiores desafios, é adequar uma estratégia logística específica, para atendimento de um determinado produto, em meio às estratégias logísticas diversificadas de produtos estáveis, como parece ser o caso do Pólo Industrial de Manaus (PIM), por exemplo, uma vez que os produtos fabricados são funcionais e inovadores, sendo a sua maioria identificada por produtos inovadores, o que significa, portanto, instabilidade do ponto de vista da demanda.

## **2.7 O Pólo Industrial de Manaus como objeto de aplicação do MICS**

### **2.7.1 O Pólo Industrial de Manaus (PIM): Evolução, Dinâmica Recente e breve caracterização**

O Pólo Industrial de Manaus (PIM) é um modelo de aglomeração industrial, em que a principal dinâmica econômica é apoiada pelo Modelo Zona Franca de Manaus (ZFM),

política do Governo Federal efetivada a partir de 1967, com enfoque geopolítico (ocupação econômica do território amazônico) e baseado em incentivos fiscais à atividade empresarial pertinente aos três setores (Industrial, Comercial e Agropecuário), como meios de compensação das desvantagens logísticas inerentes à região da Amazônia Ocidental. Seus benefícios fiscais (IPI, Imposto de Importação e ICMS) estendem-se, segundo regimes diferenciados, pelos Estados do Amazonas, Acre, Roraima, Rondônia e Áreas de Livre Comércio de Macapá e Santana, no Amapá. Este modelo, administrado pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) há mais de 40 anos, atraiu para o PIM cerca de 450 indústrias, muitas delas portadoras de marcas internacionalmente conhecidas<sup>5</sup>, que, juntas, representam algo em torno de **US\$ 25,7 bilhões** em investimentos fixos acumulados até o presente, estando distribuídas em vários subsetores fabris, dos quais os principais são o eletroeletrônico, informática, veículos de duas rodas (bicicletas e motocicletas), químico, termoplástico e relojoeiro.

O desempenho recente do PIM pode ser vislumbrado por meio da Tabela 04:

---

<sup>5</sup> Algumas dessas marcas são NOKIA, GILLETTE, COCA-COLA, SAMSUNG, LG, HONDA, SONY, PANASONIC, VIDEOLAR, SIEMENS, PHILLIPS, etc.

**Tabela 04. Indicadores de desempenho recente do PIM (2000 – 2007)**

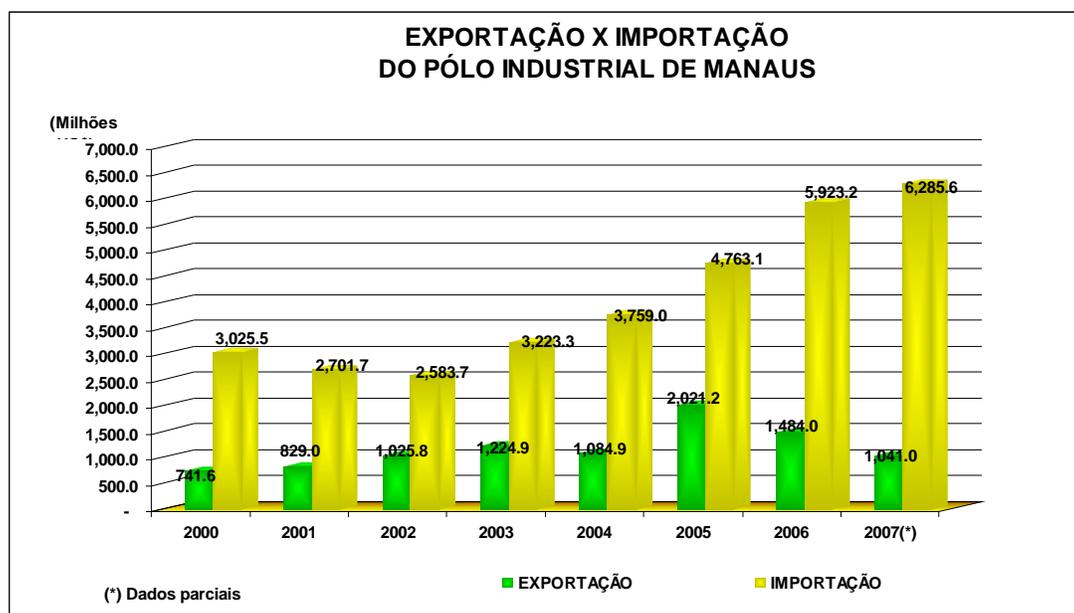
Indicadores	Unidades	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Var. %
1. PIB (AM)	R\$ 1.000,00	18,873,000.00	20,736,000.00	21,791,000.00	24,977,000.00	30,314,000.00	33,359,000.00	ND	ND	76.76
2. PIB per capita (AM)	R\$ / pessoa	6,625.00	7,086.00	7,253.00	8,100.00	9,658.00	10,320.00	ND	ND	55.77
3. Faturamento	US\$ 1.000,00	10,392,606.88	9,130,863.52	9,104,766.46	10,531,230.30	13,961,238.00	18,964,109.11	22,858,368.67	25,677,762.31	147.08
4. Grau de Regionalização das Compras de Insumos	%	22.73	24.52	27.75	29.25	32.36	32.57	31.90	29.47	29.65
5. Balança Comercial	US\$ 1.000,00	(2,283,848.10)	(1,872,635.70)	(1,557,933.00)	(1,998,399.20)	(2,674,100.50)	(2,741,879.50)	(4,439,282.20)	(5,244,586.20)	129.64
5.1. Exportações	US\$ 1.000,00	741,625.60	829,042.10	1,025,799.20	1,224,940.00	1,084,893.60	2,021,195.50	1,483,954.00	1,041,043.20	40.37
5.2. Importações	US\$ 1.000,00	3,025,473.70	2,701,677.80	2,583,732.20	3,223,339.20	3,758,994.10	4,763,075.00	5,923,236.20	6,285,629.40	107.76
6. Empregos Diretos	Pessoas	50,003	54,762	57,823	64,969	79,380	89,224	98,194	98,244	96.48
7. Arrecadação Tributária Total	R\$ 1.000,00	4.074.834.24	4.895.023.96	5.896.974.77	6.441.889.00	8.448.617.00	9.413.065.90	10.987.232.46	12.502.010.94	206.81
7.1. Federal	R\$ 1.000,00	2,199,572.00	2,721,307.00	3,256,135.00	3,749,196.00	5,187,712.00	5,707,905.89	6,770,302.18	7,838,798.94	256.38
7.2. SUFRAMA (TSA)	R\$ 1.000,00	139,300.00	122,119.00	133,092.00	156,051.00	192,306.00	211,693.20	240,266.67	245,028.38	75.90
7.3. Estado do Amazonas (ICMS recolhido)	R\$ 1.000,00	1,434,323.00	1,689,268.00	2,075,957.00	2,345,522.00	2,778,634.00	3,204,904.00	3,595,951.86	3,991,536.53	178.29
7.4. Município de Manaus (IPTU + ISS + Taxas)	R\$ 1.000,00	301,639.24	362,329.96	431,790.77	191,120.00	289,965.00	288,562.82	380,711.74	426,647.10	41.44

Extraído de: Rivas et al (2008)

As informações apresentadas na tabela 03, identificam que o PIM converteu-se em pólo de desenvolvimento para a Região Amazônica. Este pólo tem sua sede baseada na cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas e têm sido irradiador de novas atividades econômicas e desenvolvimento para toda a região Norte do país.

O quadro 03 apresenta o volume de importações e exportações do PIM no período compreendido entre 2000-2007, e comprova o alto nível de envolvimento das cadeias de suprimento no comércio exterior, bem como justifica os estudos para melhoria no gerenciamento destas cadeias de suprimento.

### Quadro 03. Exportação X Importação do Pólo Industrial de Manaus



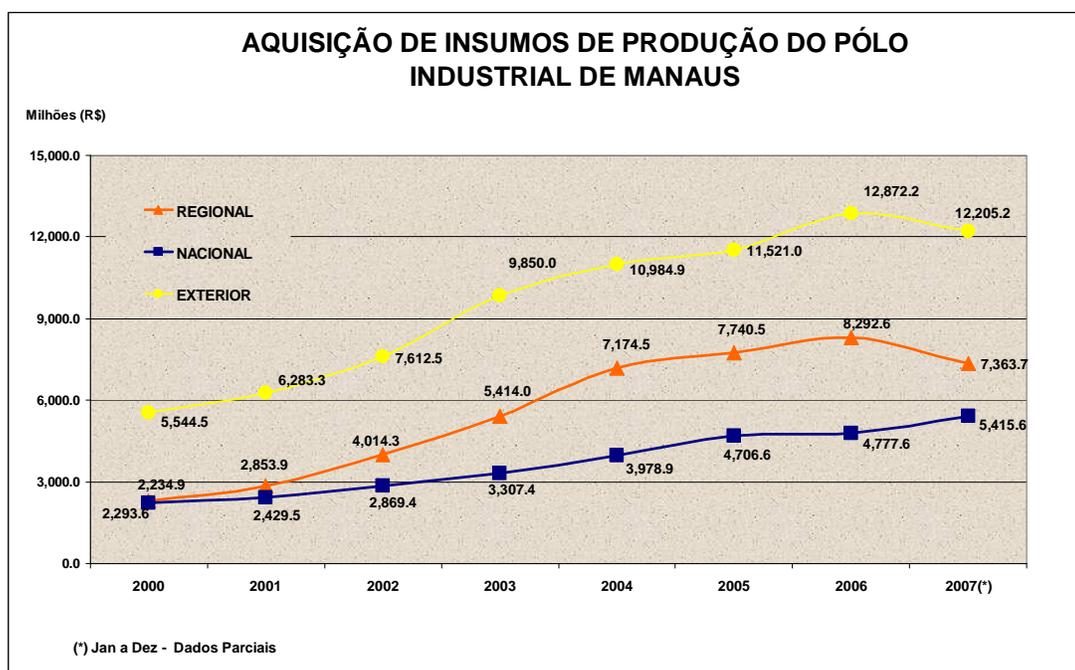
Fonte: Suframa/SAP/CGPRO/COISE (2008)

Ao administrar aproximadamente 400 indústrias entre pequeno, médio e grande porte, a Suframa enfrenta desafios cotidianos frente à infra-estrutura disponível, legislações vigentes, e necessidades especiais de diferentes modelos estratégicos logísticos, e consequentemente de diferentes produtos.

O portfólio de produtos a ser gerenciados, contempla produtos funcionais e produtos inovadores, partilhando a mesma infra-estrutura de suporte logístico, bem como os mesmos processos alfandegários.

O quadro 04 apresenta o comportamento da aquisição de insumos do PIM, no período de 2000 a 2007, refletindo o comportamento das cadeias de suprimento nas compras de insumos regionais, nacionais e internacionais. Os insumos oriundos do comércio exterior representam sozinhos (em valores monetários) o somatório dos insumos nacionais e regionais (em valores monetários), apontando o nível de dependência das indústrias instaladas no PIM das variáveis de transporte por exemplo, já que os insumos necessários vêm de diferentes partes do mundo.

#### Quadro 04. Aquisição de insumos de produção do Pólo Industrial de Manaus



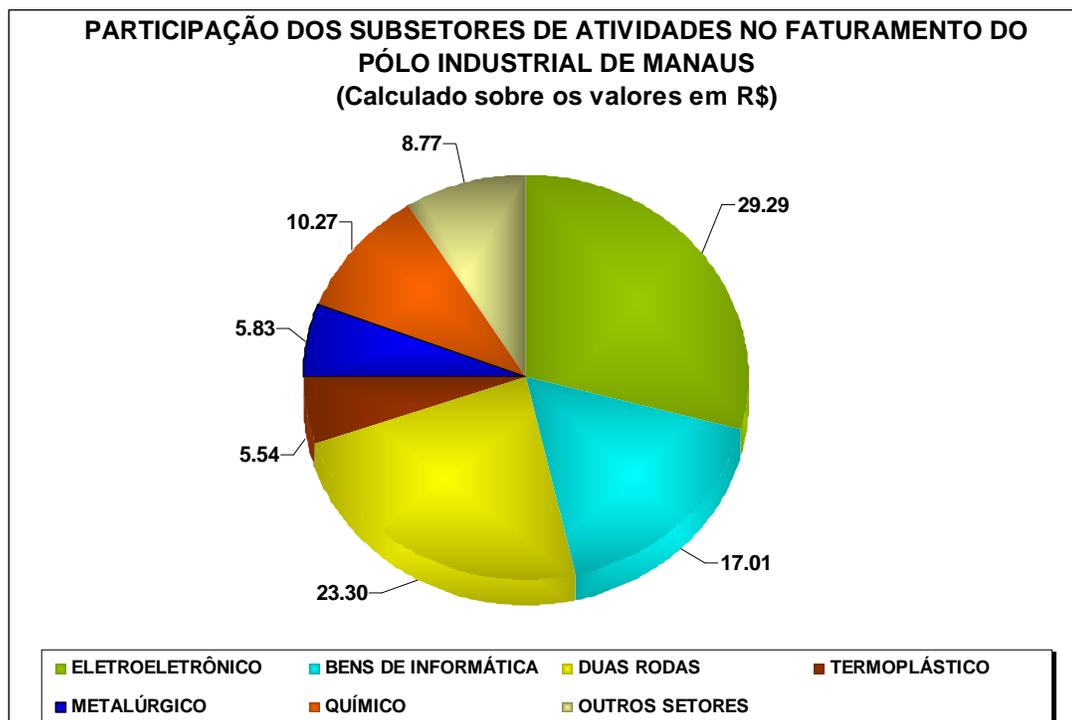
Fonte: Suframa/SAP/CGPRO/COISE (2008)

As dez empresas responsáveis pelos maiores faturamentos do PIM no ano de 2007 são multinacionais dos setores de duas rodas, eletro-eletrônico e alimentício, e cada um destes

produtos, assim como demonstrado pela matriz do modelo de incerteza, possui características diferenciadas em seu modelo de gerenciamento logístico. Unidades industriais, participantes do modelo de agilidade, por exemplo, sediadas no Brasil e em particular no Pólo Industrial de Manaus (PIM), enfrentam dificuldades na compatibilização da sua estratégia logística à legislação aduaneira vigente, e ao suporte fornecido pelos diferentes agentes, quando consideram os produtos fabricados como tendo características semelhantes.

O quadro 05 apresenta os principais subsetores do PIM, e seus respectivos faturamentos percentuais na composição do faturamento total.

**Quadro 05. Participação dos subsetores de atividades no faturamento do Pólo Industrial de Manaus.**



Fonte: Suframa/SAP/CGPRO/COISE (2008)

Percebe-se então, que os subsetores eletroeletrônico e bens de informática, representam juntos 46,30% do total do faturamento do PIM, justificando a pesquisa para adequação das cadeias de suprimento de produtos de alta tecnologia.

### **2.7.2 Aspectos específicos do sistema logístico de suporte às atividades do PIM**

Parte integrante do processo de gerenciamento das cadeias de suprimentos, sejam elas inerentes aos produtos funcionais ou inovadores, os processos logísticos contemplam transporte, movimentação/manuseio, desembaraço aduaneiro e armazenagem.

Num ambiente globalizado, as cadeias de suprimento são comparadas entre si, e por consequência os processos logísticos de cada um delas. Empresas globais e multinacionais, e suas cadeias de suprimento, estão espalhadas em diferentes lugares do mundo através de suas subsidiárias, e cada uma destas subsidiárias se submete à legislação vigente do país em que está estabelecida.

Desse modo, os processos de manuseio e armazenagem, transporte e desembaraço aduaneiro serão impactados de acordo com a infra-estrutura disponível, legislação aduaneira pertinente, e desempenho das agências fiscalizadoras envolvidas nos processos logísticos, de cada país.

São abordados em particular, os processos logísticos e suas características de operacionalização no PIM. Muitas dessas características são específicas deste modelo de aglomerações, respeitando os regimes aduaneiros a que o PIM está submetido. Também são observados os aspectos inerentes às estratégias logísticas de transporte, seguindo a classificação do modelo de incerteza, com foco especial nas cadeias de suprimentos ágeis.

Ainda segundo a SUFRAMA(2006), a estratégia logística do PIM é caracterizada por:

- a) **Entrada de Insumos:** modo marítimo e aéreo (insumos importados, oriundos da Ásia, seguidos pela Europa, e Estados Unidos) e, rodo-fluvial (insumos nacionais, vindos em sua maioria da região Sudeste do Brasil);
- b) **Saída de produtos acabados:** é realizada através de: a) modo rodo-fluvial, com distribuição a partir de Manaus, via Belém (via fluvial) e entrega em São Paulo/Rio de Janeiro em Centros de Distribuição (via rodoviária). Há ainda o envio de produtos acabados via modo aéreo, direto para a Região Sudeste. Aqui, o custo de frete, e a falta de companhias aéreas em vôos cargueiros, são limitantes para o envio de produtos acabados via aérea.
- c) **Estratégias logísticas** são definidas por cada empresa individualmente, de acordo com as suas próprias necessidades de mercado, tipos de negócio bem como, prazos de entrega. Neste modelo de aglomerações industriais, como existem empresas globais, multinacionais, locais e de pequeno porte, as estratégias logísticas também podem ser globais ou locais, por exemplo. Não há ainda iniciativas de se definir uma ou algumas estratégias logísticas para todo o PIM, e se considerarmos a diversidade de empresas instaladas, será fácil identificar que muitas delas, não têm produtos em comum ou mercados comuns, o que dificulta a definição de uma melhor estratégia logística que atenda ao Pólo Industrial como um todo. Uma das conseqüências da falta de estratégias definidas, por exemplo, é a não priorização das obras de infraestrutura, tais como aeroportos, portos, portos secos, etc.

### 2.7.2.1 Manuseio e Armazenagem

O manuseio de materiais consiste no transporte a curta distância que ocorre no interior ou em torno de uma edificação como um centro de distribuição ou uma fábrica. Para um

centro de distribuição isso significa carregar e descarregar veículos de transporte ou *dispatch* ou cancelar as mercadorias para o estoque, ou a partir dele. (ARNOLD, 1999)

Os objetivos principais do processo de manuseio são: (a) aumentar a utilização espacial, utilizando a altura da edificação e reduzindo a necessidade de espaço de corredores, tanto quanto seja possível; (b) melhorar a eficiência operacional, reduzindo o manuseio. Aumentar a carga por transporte resulta em menor número de viagens; e (c) melhorar o atendimento, aumentando a velocidade de resposta às necessidades dos clientes.

Os muitos tipos de equipamentos utilizados para manuseio de materiais podem ser agrupados nas categorias de esteiras, caminhões industriais e guindastes/gruas.

Para que se tenha portanto, um bom desempenho no manuseio (movimentação) de materiais de um determinado ponto para outro, por exemplo, dos portos ou aeroportos aos armazéns ou portos secos, há que estabelecer uma infra-estrutura de caminhões e movimentação através de pessoas, e trâmites burocráticos simplificados, a fim de que se confirme a agilidade e transparência nos processos.

Do mesmo modo, o processo logístico de armazenagem também estará submetido às legislações vigentes, e infra-estrutura disponível.

Armazenagem é o processo de estocagem de materiais e suprimentos que uma empresa ou instituição mantém, seja para vender ou para fornecedor insumos ou suprimentos para o processo de produção. Todas as empresas e instituições precisam manter estoques. Frequentemente, os estoques constituem uma parte substancial dos ativos totais. Em termos financeiros, os estoques são muito importantes para as empresas de manufatura. No Balanço Patrimonial, eles representam de 20% a 60% dos ativos totais. À medida que os

estoques não sendo utilizados, seu valor se converte em dinheiro, o que melhora o fluxo de caixa e o retorno sobre o investimento. Existe um custo de estocagem dos estoques, que aumenta os custos operacionais e diminui os lucros. A boa administração dos estoques é essencial. (ARNOLD, 1999)

Dentre os muitos objetivos fins da administração de estoques, podemos destacar: (a) excelência no atendimento aos clientes, (b) operação de fábrica de baixo custo, e (c) investimento mínimo em estoque.

A excelência no atendimento aos clientes é a habilidade que a empresa tem de satisfazer a necessidade dos clientes. Neste sentido, existem várias estratégias que podem ser adotadas, e modelo de estoque consignado, é uma delas. Estoque consignado significa matérias-primas ou mercadorias, disponíveis ao processo de manufatura, ou ao distribuidor, mas ainda não compradas (faturadas) à empresa compradora ou ao distribuidor. A vantagem desta transação é a flexibilidade no atendimento das matérias-primas, por exemplo, em casos de flutuação de demanda e/ou fornecimento nos processos de manufatura, bem como flutuações nas demandas.

Os custos de estocagem e armazenagem, por sua vez, incluem todas as despesas que a empresa incorre em função do volume de estoque mantido. À medida que o estoque aumenta, aumentam também esses custos, que podem ser subdivididos em três categorias: (ARNOLD, 1999)

- Custos de capital: o dinheiro investido em estoques não está disponível para outras utilizações e por isso representa o custo de uma oportunidade perdida. O custo mínimo seriam os juros perdidos por não investir aquele dinheiro às taxas de juros vigentes, que

poderiam ser bem mais altas, dependendo das oportunidades de investimento disponíveis para a empresa.

- Custos de armazenamento: O armazenamento do estoque requer espaço, funcionários e equipamentos. À medida que aumenta o estoque, aumentam também esses custos.

- Custos de risco: os riscos de se manter um estoque, podem ser: obsolescência, danos, pequenos furtos e deterioração.

O processo logístico de armazenagem no PIM, segue o processo tradicional de movimentação para os depósitos das unidades importadores e exportadores, se considerarmos os produtos funcionais, tal como descrito na matriz do modelo de incerteza.

No que diz respeito aos produtores inovadores do PIM, o processo de armazenagem já considera a presença de um estoque consignado, e portanto, uma etapa adicional no processo logístico completo, representando custos adicionais, aumento nos tempos de movimentação e na própria armazenagem.

O estoque consignado no PIM em função das regras da legislação aduaneira brasileira, é monopólio de um porto seco, e detém as licenças de armazém público alfandegado, e Entrepasto Internacional da Zona Franca de Manaus (EIZOF), como veremos a partir de agora.

### **2.7.2.2 Processo Aduaneiro**

Conhecer a legislação aduaneira dos países em que as empresas estão instaladas é fundamental para que se tenha a compreensão do impacto, e das limitações impostas aos processos logísticos.

Aqui, são apresentadas as características da legislação aduaneira brasileira, a fim de que sejam base para o estudo de caso, apresentado no capítulo a seguir. É importante salientar que a legislação aduaneira brasileira, não considera diferenças entre as cadeias de suprimento, num modelo de aglomerações industriais. Os processos logísticos são considerados padrão a todos os tipos de cadeias de suprimento, e conseqüentemente aos produtos integrantes de cada uma delas.

A tradição burocrática do Estado Brasileiro nos remete a uma análise de nossa história política, e nos apresenta um estado controlador e centralizador, e que tem dificuldades de adaptação às novas necessidades das cadeias de suprimento internacionais. (SILVA et al, 2006)

O comércio exterior cada vez mais ágil, complexo e globalizado nos impõe a necessidade de uma legislação que facilite o trânsito de mercadorias estrangeiras em território nacional, com vistas a se atender às empresas com sua diversidade de produtos, muitos deles com característica de demanda instável.

Cada vez mais, a cadeia de suprimentos no âmbito global considera redução de custos a partir da eficiências dos processos logísticos, isto é, redução de tempos de trânsito, controle de inventário, e conseqüentemente, dos tempos de suprimento e ressuprimento nas unidades produtivas.

Analisando a legislação aduaneira brasileira e considerando a entrada (transporte e movimentação) e trânsito de mercadorias estrangeiras em território nacional, é possível

constatar que existem regimes aduaneiros especiais previstos e criados, com o objetivo de facilitar a circulação das mercadorias estrangeiras destinadas à produção industrial e ao comércio, e tornar a cadeia de suprimentos mais ágil, por exemplo.

As autoridades alfandegárias brasileiras, foram ao longo das últimas décadas ajustando alguns procedimentos e exigências internas do país, de modo a facilitar e melhorar o desempenho logístico das indústrias aqui instaladas. Assim, foram criados “regimes aduaneiros especiais”, de modo a atender as necessidades e particularidades de uma indústria sempre em movimento. Tais iniciativas têm como objetivo final, atrair e manter as indústrias instaladas no Brasil, de modo que ao serem comparadas no cenário internacional, sejam atrativas aos atuais, e futuros investidores. Todas as mudanças e modernizações efetuadas na legislação aduaneira brasileira são contempladas e previstas no planejamento da política industrial e de comércio exterior do Governo Brasileiro.

Uma iniciativa relevante, contemplada na legislação aduaneira brasileira, é a utilização dos entrepostos aduaneiros pelas empresas estrangeiras, com o intuito de garantir a disponibilidade de suas matérias-primas importadas em território nacional, reduzindo os tempos necessários ao suprimento tradicional.

Desse modo, o tempo de espera no processo tradicional de desembaraço aduaneiro, por exemplo, estaria eliminado, já que a mercadoria necessária à produção estaria entrepostada no país consignatário das cargas, próximas às unidades de fabricação. (Modelo de estoque consignado)

A legislação brasileira prevê a seguinte tipologia de regimes aduaneiros especiais:

**(1) Entrepósito Aduaneiro:** pode ser utilizado na importação e na exportação de matéria-prima e produtos acabados. Este regime é o que permite a armazenagem de mercadoria estrangeira em recinto alfandegado de uso público (Portos Secos), com suspensão de

pagamento de impostos incidentes na importação. O tempo de permanência das mercadorias neste regime é de um ano, podendo ser prorrogado por mais um ano, ou em situações especiais, prorrogável por até três anos. Os recintos alfandegados podem ser de importação e/ou exportação (armazenagem com suspensão de tributos), de uso público ou privativo em portos, aeroportos e portos secos. Quando o recinto alfandegado for credenciado para atividades de industrialização denomina-se aeroporto industrial, plataforma portuária industrial (porto ou instalação portuária) ou porto seco industrial.

Segundo MUTO (2005), o regime de entrepostagem é um regime antigo instituído pelo Decreto-Lei nº 37/66. O sistema tradicional manteve-se até a década de 70, quando o país dependia totalmente das importações, inclusive, de manufaturas. Com a adoção da política de substituição de importações, o regime de entreposto ficou praticamente restrito à exportação, ao entreposto industrial, e só em alguns casos, à importação de insumos grandes empresas. Só recentemente, o governo autorizou o retorno do regime com o objetivo de incrementar o uso dos recintos alfandegados, especialmente nos aeroportos e portos secos (ex-EADIs - Estações Aduaneiras Interiores).

A Medida Provisória 2158-35, de 24/08/2001, no art.69, veio trazer modificações ao Decreto-lei nr 1455/76:

(...) Art.9 O regime especial de entreposto aduaneiro na importação permite a armazenagem de mercadoria estrangeira em local alfandegado de uso público, com suspensão do pagamento dos impostos incidentes na importação” (NR)

Art. 10. O regime de entreposto aduaneiro na exportação compreende as modalidades de regimes comum e extraordinário e permite a armazenagem de mercadoria destinada à exportação, em local alfandegado:

I – de uso público, com suspensão do pagamento de impostos, no caso da modalidade de regime comum;

II – de uso privativo, com direito a utilização dos benefícios fiscais previstos para incentivo à exportação, antes de seu efetivo embarque para o exterior, quando se tratar da modalidade de regime extraordinário. (...)

**(2) Portos Secos:** são terminais aduaneiros de uso público, que prestam serviços públicos de movimentação e armazenagem de mercadorias que estejam sob controle aduaneiro. A principal função de um Porto Seco é receber mercadoria importada ou exportar sob controle fiscal, utilizando um dos regimes especiais para os quais está habilitado. O controle dos Portos Secos, bem como o licenciamento de novos usuários, é feito no Brasil pela Secretaria da Receita Federal.

As normas legais e a regulamentação que dispõem sobre o funcionamento de portos secos são: Leis nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e nº 9.074, de 7 de julho de 1995; Decretos nº 1.910, de 21 de maio de 1996; nº 2.168, de 28 de fevereiro de 1997; nº 2.763, de 31 de agosto de 1998; e nº 4.543, de 26 de dezembro de 2002, com as alterações do Decreto nº 4.765, de 24 de junho de 2003; e Instruções Normativas SRF nº 55, de 23 de maio de 2000; nº 109, de 8 de dezembro de 2000; nº 70, de 24 de agosto de 2001; ntnº 212, de 7 de outubro de 2002; e nº 241, de 6 de novembro de 2002.

**(3) EIZOF – Entrepasto Internacional da Zona Franca de Manaus:** regime criado pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), nos moldes dos entrepostos aduaneiros, com vistas ao atendimento exclusivo das empresas instaladas no Pólo Industrial de Manaus (PIM), a fim de que estas gozassem do benefício de flexibilizar a entrada de insumos destinados à produção no PIM. A idéia foi garantir às empresas do PIM, uma alternativa de armazenagem mais barata, bem como a possibilidade de ter o insumo importado disponível em território nacional, sem ônus para o estoque do contratante.

(...) disposto no Inciso V do Art. 147 e no Inciso II do Art. 50, ambos do Decreto nr. 99.244, de 10 de maio de 1990 e tendo em vista o disposto no Art 8 do Decreto nr. 98.097, de 30 de agosto de 1989 e ainda no Art. 10 do Decreto-Lei nr 288, de 28 de fevereiro de 1967 e no Art. 2 do Decreto nr. 205 de 5 de setembro de 1991, e considerando

a) que a Zona Franca de Manaus é uma área de livre comércio, de exportação e importação de incentivos

fiscais (Art.40 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias);

b) que a administração de suas instalações e serviços é exercida pela Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA (Art. 10 do Dec. Lei nr 288/67);

c) que as alterações previstas na Lei nr. 8.387 de 30 de dezembro de 1991, objetivam, fundamentalmente, a implementação de um conjunto de ações que aumentem a competitividade das empresas instaladas na Zona Franca de Manaus e a utilização da infra-estrutura da região;

d) a necessidade relevante de que seja viabilizada, do ponto de vista aduaneiro, a implementação desse conjunto de ações e, bem assim, de que os serviços aduaneiros sejam dotados de mecanismos capazes de atender a novas exigências do comércio exterior no âmbito da Zona Franca de Manaus, RESOLVEM:

Art 1 - Fica instituído o regime aduaneiro especial de Entrepasto Internacional da Zona Franca de Manaus – EIZOF, que se regerá por esta Portaria.

Parágrafo Único – O regime aduaneiro especial de que trata este artigo permite o depósito, com suspensão de tributos, de mercadorias estrangeiras e nacionais, inclusive as produzidas na Zona Franca de Manaus, para as destinações específicas previstas no Artigo 5 desta Portaria.

Art 2 – O EIZOF será instalado em área isolada, proposta e delimitada pela Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, e previamente aprovada pelo Departamento da Receita Federal – DpRF.

Parágrafo único – A área do EIZOF destinar-se-á a uso público facultada a instalação em seu interior, de depósitos de uso privativo dos beneficiários de regime. (...)

Parágrafo único – Os recintos dos depósitos de uso privativo estabelecidos no EIZOF serão alfandegados pela autoridade aduaneira local, em atendimento a solicitação da empresa interessada, à medida em que forem concluídas as suas instalações.

**(4) RECOF – Regime de Entrepasto Industrial sob Controle Informatizado:** resultado da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) desenvolvida a partir da década de noventa no Brasil, que objetivava aumentar a capacidade de inovação das empresas brasileiras e expandir as exportações, através do estímulo ao

desenvolvimento das vantagens competitivas, abrindo caminhos para inserção nos setores mais dinâmicos dos fluxos de troca internacionais. (Silva, 2006 *apud* MDIC, 2005).

O RECOF foi desenvolvido para suportar os modelos industriais de tecnologia da informação e semicondutores, num primeiro momento, nos processos de desembaraço aduaneiro e fomento das exportações, de modo que a necessidade de agilização de processos fosse atendida.

Assim, o RECOF é um instrumento da política industrial brasileira destinado a fomentar as atividades industriais dos setores aeronáutico, automotivo, informática e telecomunicações, semicondutores e componentes de alta tecnologia para informática e telecomunicações, de modo a garantir a vantagem competitiva destas cadeias de suprimento no âmbito internacional.

Em seu conceito original o RECOF destina-se prioritariamente a subsidiar àquelas empresas que têm como meta aumentar suas exportações, ou aos grandes exportadores já instalados no Brasil, de modo a criar um benefício tributário e logístico aos grandes exportadores, a partir da facilitação da importação de matérias-primas, principalmente daqueles insumos de alta tecnologia, cujo valor agregado é maior e cuja política de estoques é mais acelerada para consumo imediato, por exemplo.

Desse modo, o RECOF beneficiará um número reduzido de empresas, mas que são importantíssimas para o equilíbrio da balança comercial brasileira pois possuem um alto valor agregado em sua cadeia de suprimentos, e produtos que uma vez exportados, representam divisas substanciais aos cofres públicos.

Os regimes aduaneiros especiais aqui demonstrados representam o entendimento e flexibilização das autoridades brasileiras, frente aos processos logísticos diferenciados existentes dentre as diversas cadeias de suprimento.

Estes regimes aduaneiros especiais, tal como mencionado anteriormente, contemplam procedimentos e condições especiais de atendimento aos processos de transporte, movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem, ou seja, as quatro etapas do processos logísticos de uma cadeia de suprimentos.

No entanto, estes regimes aduaneiros especiais também apresentam falhas de aplicabilidade e, em algumas circunstâncias, monopólios que ajudam a travar o bom desenvolvimento das cadeias de suprimento no Brasil. Também são longos os prazos necessários à atualização dos regimes aduaneiros especiais, frente a modelos industriais em constante mudança e voláteis como as demandas do mercado.

As cadeias de suprimento ágeis, são as que frequentemente recorrem e solicitam atualizações dos procedimentos e legislações vigentes, a fim de garantir a sua flexibilidade frente ao mercado consumidor. Cadeias de suprimento, cujos produtos são funcionais e portanto, detém estabilidade nos processos de atendimento ao mercado consumidor, costumam ser menos sensíveis à demora na atualização da legislação aduaneira.

### **2.7.2.3 Sistemas de Transporte Regional**

O transporte é um ingrediente essencial para o desenvolvimento econômico de qualquer área produtiva. Reúne as matérias-primas para a produção de *commodities* e comercializáveis e distribui os produtos da indústria no mercado. Como tal, é um dos principais componentes do tecido econômico-social de um grupo humano, ajudando no desenvolvimento econômico de áreas regionais. (ARNOLD, 1999)

Assim, os modais de transporte estão divididos em: ferroviário, rodoviário, aéreo, hidroviário e dutoviário, e cada um destes meios de transporte com características de

serviços, classificadas conforme demonstrado na figura 09, comparando os modais em termos de dimensões de serviço:

**Figura 09. Comparação dos modais em termos das dimensões de serviços**

-	<b>Dutoviário</b>	<b>Aquaviário</b>	<b>Velocidade</b> <b>Ferrovário</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Aéreo</b>	<b>+</b>
-	<b>Aéreo</b>	<b>Aquaviário</b>	<b>Consistência</b> <b>Ferrovário</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Dutoviário</b>	<b>+</b>
-	<b>Dutoviário</b>	<b>Aéreo</b>	<b>Capacitação</b> <b>Rodoviário</b>	<b>Ferrovário</b>	<b>Aquaviário</b>	<b>+</b>
-	<b>Dutoviário</b>	<b>Aquaviário</b>	<b>Disponibilidade</b> <b>Aéreo</b>	<b>Ferrovário</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>+</b>
-	<b>Aquaviário</b>	<b>Aéreo</b>	<b>Freqüência</b> <b>Ferrovário</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Dutoviário</b>	<b>+</b>

Fonte: Fleury, 2000

Segundo FLEURY (2000), definidas as formas de transporte, é necessário avaliar o modo adequado, de acordo com as cinco dimensões mais importantes:

- **Velocidade** : o modo aéreo é o mais veloz. Levando-se em consideração o tempo gasto de porta-a-porta, a vantagem do aéreo só ocorre para distâncias médias e grandes, devido aos tempos de coleta e entrega que devem ser considerados.
- **Consistência** : representa a capacidade de cumprir os tempos previstos. O transporte dutoviário é o que melhor representa esta dimensão, uma vez que é o menos sensível a mudanças climáticas ou congestionamentos, por exemplo.
- **Capacitação** : está relacionada à possibilidade de um determinado modo de transporte trabalhar com diferentes volumes e variedades de produtos. Nessa dimensão, o destaque é para o modo aquaviário, que praticamente não tem limites

sobre o tipo de produto que pode transportar, assim como do volume, que pode atingir centenas de milhares de toneladas.

- Disponibilidade: refere-se ao número de localidades onde o modo de transporte se encontra presente. Aqui, aparece a vantagem do rodoviário, que quase não tem limites de aonde pode chegar. Os demais modais, implicam no desenvolvimento de infra-estrutura necessária.

- Frequência: representa o número de vezes em que o modo de transporte pode ser utilizado em dado horizonte de tempo. Nesta dimensão, o modo dutoviário é o melhor, pois pode trabalhar 24h, 7 dias por semana.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos precisa considerar que cada uma das dimensões anteriormente descritas será mais importante, de acordo com o modal escolhido para aquele modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos.

A velocidade do modo aéreo, por exemplo, representa custos comparativos de transporte mais altos. O custo deste modo é o maior dentre os demais disponíveis, sendo amplamente utilizado por cadeias de suprimento cujos produtos buscam agilidade, têm alto valor agregado, e neste sentido, as cadeias de suprimento com produtos de alta tecnologia são bons exemplos.

O modo aéreo para a região amazônica, onde se localiza o Pólo Industrial de Manaus (PIM), objeto do presente estudo de caso, será discutido em maiores detalhes nos próximos capítulos.

A literatura nos traz ainda as diferentes formas possíveis de transporte, segundo Fleury (2000):

- **UNIMODAL:** quando a unidade de carga é transportada diretamente, utilizando um único veículo, em uma única modalidade de transporte e com apenas um contrato de transporte. É a forma mais simples de transporte.
- **SUCESSIVO:** quando para alcançar seu destino final, a unidade de carga necessita ser transportada por um ou mais veículos da mesma modalidade de transporte, abrangidos por um ou mais contratos de transporte.
- **SEGMENTADO:** quando se utilizam veículos diferentes, de uma ou mais modalidades de transporte, em vários estágios, sendo todos os serviços contratados separadamente a diferentes transportadores, que terão a seu cargo a condução da unidade de carga do ponto de expedição até o destino final.
- **MULTIMODAL:** quando a unidade de carga é transportada em todo percurso utilizando duas ou mais modalidades de transporte, abrangidas por um único contrato de transporte.

Conhecer quais as possíveis formas de transporte, e adaptá-las de acordo com a infraestrutura e legislação vigentes, é também fundamental para que se definam estratégias logísticas de transporte, e aqui serão discutidas as estratégias logísticas de transporte do modo aéreo, mais adequadas ao atendimento das cadeias de suprimento ágeis.

Se fizermos uma analogia na matriz do modelo de incerteza, a fim de demonstrar as modalidades de transporte, majoritariamente utilizadas por cada produto produzido no PIM, teremos a demonstração de algumas particularidades, inerentes aos processos de *inbound*, isto é, entrada de insumos necessários à manufatura dos produtos finais.

Assim, a figura 10 representa as estratégias das cadeias de suprimento, segundo o modelo de incerteza, mas traz também o modal majoritariamente utilizado por cada um delas no PIM.

**Figura 10. Estratégias das Cadeias de Suprimento**

		<b>Incerteza de Demanda</b>	
		<b>Baixo (Produtos Funcionais)</b>	<b>Alto (Produtos Inovadores)</b>
<b>Incerteza de Fornecimento</b>	<b>Baixo (Processo Estável)</b>	Cadeias de suprimento eficientes (Marítimo)	Cadeias de Suprimento Sensíveis (Marítimo-Aéreo e Marítimo)
	<b>Alto (Processo de Desenvolvimento)</b>	Cadeias de Suprimento com Cobertura de Risco (Marítimo)	Cadeias de Suprimento Ágeis (Aéreo)

Fonte: Lee (2002).

Adaptação da matriz original, a partir de dados coletados nas indústrias carro-chefe do PIM.

As informações sobre o modal utilizado foram coletadas nas indústrias carro-chefe de cada cadeia de suprimento listada, com base nos produtos por elas representados. Foram classificadas para amostra as treze indústrias com maiores faturamentos do PIM.

Podemos então verificar que, nos quadrantes I e III, onde estão os produtos funcionais, e que, portanto, detém um nível de estabilidade entre baixo e médio, o modal utilizado é o marítimo, por representar maior capacidade, custos menores e também frequência. A variável tempo de trânsito é gerenciada através da manutenção de estoques, uma vez que a vida útil destes produtos tende a ser mais longa.

Já nos quadrantes II e IV, onde estão os produtos inovadores, e portanto com altos níveis de instabilidade em suas cadeias de incerteza de demanda principalmente, os modais utilizados são o combinado marítimo-aéreo (*sea-air*). Este modal, no processo de *inbound* (trânsito internacional+ manuseio+desembarço aduaneiro+armazenagem) do PIM, significa metade do tempo de trânsito via marítimo (a origem de 80% dos insumos é a Ásia, segundo dados obtidos com os principais operadores logísticos instalados no PIM), o que significa que a matéria-prima faz a viagem até Manaus, em duas etapas: (1) origem

Ásia até os Estados Unidos (Los Angeles) via marítimo, e (2) Los Angeles até Manaus via aérea. Este é um exemplo de multimodalidade aplicada a um processo de *inbound* do PIM, responsável pela alimentação de insumos a multinacionais responsáveis por boa parte do faturamento total desta aglomeração produtiva, e contempla produtos com alta instabilidade de demanda, e que portanto já precisam de um modelo de estratégia logística de transporte mais ágil que o modelo tradicional.

As cadeias de suprimento ágeis, enfim, são aquelas em que o modo aéreo é imperativo, em função das instabilidades de demanda e fornecimento, e em particular em razão da distância do PIM dos principais mercados fornecedores de insumos, isto é, Ásia. O entrave principal que se verifica neste modal é o custo de transporte envolvido, medido por volume cubado (frete/kg), em razão das adequações da aeronave. Os custos do modo aéreo são os mais altos dentre os demais, e também apresenta limitações de peso e volume, não sendo aplicável a todos os produtos.

Sendo assim, ter uma estratégia logística de transporte, que contemple o desenvolvimento e mantenha a competitividade do modal aéreo para o PIM, é fundamental para a atratividade e manutenção das manufaturas de produtos inovadores, e portanto de alta tecnologia na região de abrangência do PIM.

## **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA**

### **3.1 Considerações Iniciais**

Na avaliação dos elementos integrantes da matriz do modelo de incerteza (MICs), verificou-se a necessidade de coleta e comparação de dados já existentes em empresas já instaladas, à matriz modelo inicialmente proposta, pelos estudos apresentados.

Foram comparados os produtos sugeridos pela matriz inicial, com os produtos existentes no Pólo Industrial de Manaus (PIM), respeitando as mesmas características de cada um deles. Atenção especial foi dada ao quadrante IV, da matriz do modelo de incerteza, uma vez que o estudo de caso, contempla um modelo de cadeia de suprimentos ágil, e portanto com produtos inovadores.

Identificou-se as necessidades de avanço da legislação brasileira frente à cadeia de suprimentos do modelo de agilidade, a fim de que todas as regiões industriais brasileiras, inclusive as de regimes aduaneiros especiais e atípicos fossem contempladas por uma solução de estratégia logística de custos mais baixos e ágil.

Para tanto, foram utilizados dados coletados nas empresas estudadas, bem como aplicados e comparados os modelos sugeridos pela literatura, aos modelos em funcionamento, a fim de que fossem testadas a aplicabilidade e adequação dos modelos sugeridos. Todos os dados foram analisados, de modo a testar se o Brasil, em particular o PIM, com sua legislação aduaneira atual, seus processos aduaneiros e seus custos, está preparado para as cadeias de suprimento do modelo de agilidade, e portanto aos modelos industriais de alta tecnologia.

São apresentados os modelos atuais, através de fluxos de tempo, desembaraço aduaneiro e custos, e comparados os seus fluxos ao modelo de agilidade proposto pela literatura, de

modo a demonstrar seus pontos de adequação e os pontos de melhoria, apresentando ainda, fluxos propostos já com as melhorias sugeridas a partir da análise e necessidade dos modelos estudados.

Temos, portanto, três fases distintas de análise metodológica:

- (1) Análise do modelo proposto pela literatura;
- (2) Comparação do modelo corrente ao modelo demonstrado na literatura, classificando os produtos correntes à luz da matriz do modelo de incerteza, respeitando os parâmetros pré-estabelecidos pela literatura;
- (3) Sugestão de modelo de melhoria e adequação, a partir das lacunas identificadas entre o modelo apontado pela literatura e o modelo corrente, a partir de modelos já existentes na legislação aduaneira brasileira.

O presente trabalho utilizou como estudo de caso, e portanto, como amostra, os produtos integrantes, e conseqüentemente as empresas integrantes do quadrante IV, da matriz do modelo de incerteza, portanto as cadeias de suprimento ágeis, dos produtos inovadores. Têm-se então, um cenário comparativo entre o modelo original, o modelo atual, e o modelo proposto, onde se vislumbra melhorias de desempenho nos processos logísticos identificados: transporte, movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem.

As quatro etapas do processo logístico citadas (transporte, movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem) foram escolhidas por terem sido identificadas durante o período de coleta de dados e entrevistas, como gargalos à melhoria do gerenciamento das cadeias de suprimento, de modo que a agilidade fosse atingida.

Estas etapas são parte do gerenciamento das cadeias de suprimento, e sem a melhoria no desempenho de cada uma delas, não é possível melhorar o desempenho geral do processo.

A escolha destas variáveis respeita ainda as exigências da legislação aduaneira brasileira, e o fato gerador do processo de importação – a entrada de mercadorias estrangeiras em território brasileiro.

As variáveis custo e flexibilidade também foram analisadas, ao se comparar os custos inerentes às cadeias de suprimentos do mesmo produto, em diferentes países.

### **3.2 Delimitação da Pesquisa**

Dentre os muitos modelos já identificados pela literatura para classificar as cadeias de suprimento – Classificação por Produtos, Adequação de Operações e Grau de Influência - o MICS é utilizado para caracterizar as indústrias cujos produtos têm como característica fundamental a incerteza na demanda e a incerteza no fornecimento de matéria-prima.

Os modelos de gestão mencionados durante a pesquisa são importantes quando se pretende diferentes abordagens de gerenciamento das cadeias de suprimento, e não se busca uma análise de agilidade. No presente trabalho, a variável agilidade foi apontada desde o início do levantamento dos dados, como o objetivo fim para todas as melhorias propostas, e esta agilidade deriva do processo de instabilidade nas cadeias de suprimento pertencentes a um produto inovador, o telefone celular.

O universo das empresas de telefonia celular identifica que este modelo – MICs - pode se adequar à realidade de um pólo industrial (delimitação geográfica), e ainda à legislação aduaneira vigente no país, ou em suas respectivas particularidades.

Observando as particularidades do sistema logístico do Pólo Industrial de Manaus (PIM), objeto deste estudo, foi possível sugerir um modelo de agilidade para tais indústrias.

O mapeamento das estratégias logísticas das empresas instaladas no PIM significa uma etapa fundamental na identificação das indústrias integrantes do Modelo de Incerteza, a

fim de se identificar a dependência das empresas do PIM a uma nova regulamentação que privilegie a agilidade. No presente método não foram identificadas as estratégias logísticas do PIM, mas sim das empresas pertencentes à Cadeia de Suprimentos do Modelo de Agilidade.

As variáveis de análise delimitadas, e que portanto, representam gargalos, são:

- Transporte: *lead times* e rotas, relativos tanto aos fluxos de importação de matéria-prima, componentes e insumos, quanto aos fluxos de internação no Brasil e exportação de produtos acabados;
- Desembaraço aduaneiro: entraves ao processo aduaneiro, à luz da legislação vigente;
- Movimentação e armazenagem: entraves identificados à plena utilização das estratégias inerentes ao modelo de agilidade, seguindo as estratégias logísticas globais das empresas estudadas.
- Categorias do Modelo de Incerteza:
  - Incerteza de demanda: o mercado consumidor de produtos de alta tecnologia é instável e volátil.
  - Incerteza de Fornecimento: o mercado fornecedor de matéria-prima é limitado por um pequeno número de empresas que detêm a propriedade da tecnologia mais avançada, o que dificulta a diversificação das fontes de fornecimento, e gera em consequência escassez de produtos, levando à instabilidade.

### **3.3 Caracterização da Metodologia**

#### **3.3.1 Tipo de Pesquisa**

Quanto aos fins, a pesquisa foi explicativa e aplicada, porque visou não só esclarecer os fatores envolvidos, como, também, contribuir para uma tomada de decisão ao propor soluções concretas para problemas concretos e de caráter imediato.

O tema do trabalho em questão é de grande interesse empresarial e acadêmico, especialmente no Pólo Industrial de Manaus (PIM), devido aos entraves logísticos atualmente observados neste modelo de aglomeração industrial. O tipo de produto utilizado como estudo de caso, foi o terceiro maior faturamento do PIM, no ano de 2007.

Quanto aos meios, a pesquisa foi de campo, pois aplicou entrevistas, observações, comparações e simulações de tempo em fenômenos e decisões ocorridos e a ocorrer.

#### **3.3.2 Universo e Amostra**

O universo da pesquisa está referido ao grupo diretamente envolvido na formulação do problema, as empresas incentivadas do Pólo Industrial de Manaus (PIM), e em particular as fabricantes de produtos inovadores, e cuja cadeia de suprimentos é classificada como ágil no MICs.

Formam partes integrantes deste universo todas as variáveis envolvidas no processo de definição de um modelo de estoque consignado para o PIM: a) redução do custo de inventário; b) agilidade nos processos de importação de matéria-prima e exportação de produto acabado, c) redução do tempo de trânsito internacional, agilidade no atendimento aos modelos de incerteza.

A amostragem das empresas pesquisadas foi parametrizada pela sua participação nos indicadores globais do PIM quanto a faturamento anual e volume de exportações e

importações, de acordo com as categorias do MICS, a saber processos estáveis e processos inovadores em cadeias de suprimento de produtos funcionais e inovadores.

### **3.3.3 Coleta de dados**

Os dados foram coletados através de:

- a) Pesquisa bibliográfica em livros, revistas especializadas, artigos, teses e dissertações sobre o tema escolhido. Foram coletadas todas as informações necessárias para embasamento teórico.
- b) Entrevistas às pessoas envolvidas nos processos de gerenciamento da cadeia de suprimentos, das empresas enquadradas no modelo de incerteza, e agilidade, objeto deste estudo.
- c) Análise primária de tempos reais, a partir da medição de processos envolvidos na cadeia de suprimentos ágil, tais como: transporte, movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem.
- d) Análise de dados primários disponibilizados pelas empresas do mesmo grupo, sediadas em outros países, e orientadas a preencher formulários com as informações comparáveis à realidade do Brasil.

### **3.3.4 Análise dos dados**

Os dados foram analisados da seguinte maneira:

- a) Medição e tabulação dos tempos reais obtidos nas empresas analisadas, em particular as de Telecomunicações, a partir da necessidade de adequação no MICS e de modo que estes dados pudessem ser comparados às demais empresas;
- b) Comparação entre os tempos obtidos nas empresas analisadas e o conceito descrito nas estratégias de gerenciamento das cadeias de suprimento, disponível nas

literaturas analisadas, de modo a demonstrar se a prática está seguindo os conceitos identificados;

- c) Simulação dos modelos sugeridos pela literatura, e também pelas legislações regulamentadoras no Brasil, aos modelos de gerenciamento das cadeias de suprimento ágeis existentes nas empresas estudadas, a fim de que se pudesse vislumbrar melhorias a partir dos modelos de desenvolvimento já disponíveis e aprovados pelas agências regulamentadoras brasileiras.
- d) Simulação dos dados de custo de frete (*inbound*) numa planilha em programa excel, que usa como base os preços das faturas de cobrança de frete já lançados das Declarações de Importação (DIs) diariamente, e a partir dos planos de produção, e seus diferentes mixes de volume, projeta os valores de frete dos produtos já lançados, em lançamento e das expectativas futuras, num ciclo de vida do produto de quatro meses.

### **3.3.5 Limitações do Método**

O método escolhido analisou uma das cadeias de suprimento integrantes do modelo de incerteza, a cadeia de suprimentos de agilidade. O modelo de incerteza é um dos modelos utilizados para se identificar o melhor tipo de gerenciamento para uma cadeia de suprimentos, e neste caso, o principal vetor são os produtos contemplados por cada uma destas cadeias de suprimento.

Há, no entanto, pelo menos, mais uma dezena de modelos que podem ser pesquisados e adaptados, para que se determine o gerenciamento mais adequado a uma determinada cadeia de suprimentos.

A presente análise, adaptou e escolheu o Modelo de Incerteza, em seu aspecto mais extremo, incerteza de fornecimento e incerteza de demanda, usando como universo de

pesquisa uma unidade industrial que têm sua cadeia de suprimentos perfeitamente adaptada a esta realidade.

Há ainda, pelos mais três características definidoras que não foram pesquisadas, e merecem atenção em futuras pesquisas, uma vez que há muitos produtos importantes ao PIM, que estão classificados nas demais categorias.

Os resultados aqui obtidos, portanto, restringem-se às unidades industriais com incerteza de demanda e de fornecimento, presentes no quadrante IV da matriz do modelo de incerteza, isto é, as cadeias de suprimentos ágeis e seus produtos inovadores, aqui representados pela produção de Telefones Celulares.

As sugestões apresentadas seguem as diretrizes da legislação aduaneira brasileira, o que significa que há ainda que se pesquisar as legislações aduaneiras dos demais países, onde o mesmo produto é fabricado, para que se identifiquem também melhoras práticas e aspectos de melhoria.

## **CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO**

### **4.1 O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos do Modelo de Incerteza (MICs) no PIM**

O Brasil ao longo das últimas décadas, vêm enfrentando desafios no gerenciamento de suas cadeias de suprimentos, e por conseguinte nos seus processos logísticos, frente à falta de infra-estrutura de transportes para a produção, sistemas de informação desintegrados, bem como para o recebimento de insumos e componentes, mas principalmente entraves burocráticos quando se pretende implantar uma cadeia de suprimentos ágil, com vistas ao atendimento de empresas cujos produtos são inovadores, e com demanda instável, como é o caso da Telefonia Celular, por exemplo.

A cadeia de suprimentos ágil foi selecionada dentre as demais, por apresentar particularidades e desafios especiais, e por representar um produto cujo faturamento é o *terceiro mais importante* do Pólo Industrial de Manaus (PIM), e que ocupa posição de destaque nas importações e exportações deste modelo de aglomerações. Conforme tabela 03, com os indicadores de desempenho recente do PIM. Também as observações diretas e primárias, das dificuldades enfrentadas por esta cadeia de suprimentos, foram decisivas para a escolha, uma vez que os dados estavam disponíveis para análise à luz da literatura.

São apresentados no presente estudo de caso, os dados obtidos e tabulados sobre os custos envolvidos (todos frutos da estratégia global adotada com intuito de garantir flexibilidade e agilidade) num modelo de gerenciamento ágil, seus tempos de processamento (movimentação e desembaraço aduaneiro), e armazenagem.

A partir destes números atuais, foi possível identificar pontos de melhoria e eficiência em cada um dos processos envolvidos. Também são sugeridos modelos de gerenciamento para estas cadeias de suprimento ágeis, a partir de procedimentos e modelos já existentes na legislação aduaneira brasileira, de modo que o objetivo final de processos flexíveis, eficientes e de custo baixo fossem atingidos, garantindo assim a permanência e atratividade de modelos industriais de alta tecnologia para o PIM .

A tabela 05, apresenta um exemplo real dos custos absolutos envolvidos no gerenciamento de uma cadeia logística de Telefonia Celular, com modelos similares de gestão estratégica no Brasil, México e China. Os valores apresentados são uma média proporcional a fim de se garantir o sigilo das fontes envolvidas.

Através dos números apresentados, é possível identificar que a diferença maior dos custos no Brasil, por exemplo, reflete a burocracia e custos da falta de infra-estrutura de transportes.

**Tabela 05. Custos de Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos Ágil no PIM**

<b>Custos Anuais de Infra estrutura (em milhões de dólares americanos – USD)</b>			
	<b>Brasil</b>	<b>México</b>	<b>China</b>
Armazenagem / Manuseio	6.99	0.84	3.57
Infraestrutura predial	0.21	0.31	-
Pessoal	0.19	-	-
Seguro	0.75	1.05	1.50
Gerenciamento do Provedor Logístico	2.85	4.54	1.89
<b>Total</b>	<b>10.99</b>	<b>6.74</b>	<b>6.96</b>

Fonte: Empresas multinacionais de Telefonia Celular.

Elaboração própria.

Têm-se, portanto, a obtenção dos custos relativos de uma mesma operação dos diferentes países e, em condições de legislação e procedimentos diferenciados.

**Tabela 06. Custo Anual por utilização do m<sup>2</sup> do armazém em estoque consignado de uma Cadeia de Suprimentos Ágil no PIM**

<b>Custo Anual m<sup>2</sup> (em milhares de dólares americanos - USD)</b>			
	<b>Brasil</b>	<b>México</b>	<b>China</b>
<b>Utilização do armazém em m<sup>2</sup> (sem seguro)</b>	<b>2.55</b>	<b>1.63</b>	<b>2.3</b>

Fonte: Empresas multinacionais de Telefonia Celular

Elaboração própria

As tabelas 05 e 06 apresentam os custos oriundos do gerenciamento de uma cadeia de suprimentos ágil (telefones celulares) no Pólo Industrial de Manaus. A estratégia logística adotada por esta cadeia de suprimentos é o *Hub de fornecedor* para armazenagem de mercadorias estrangeiras em consignação, o que significa flexibilidade de fornecimento frente às flutuações de pedidos e demanda.

Os custos aqui apresentados não são encontrados numa cadeia de suprimentos cujo produto é funcional, por exemplo, já que dada a estabilidade dos processos, não será necessário recorrer a estratégias de flexibilidade.

O custo é portanto, o primeiro desafio imposto às cadeias de suprimento ágeis quando instaladas sob os aspectos da legislação brasileira.

A armazenagem e o manuseio são os custos mais altos na tabela 04, em decorrência do monopólio estabelecido pela legislação aduaneira brasileira que cedeu exclusividade de exploração da licença de Entrepósito Internacional da Zona Franca de Manaus (EIZOF) a um único Porto Seco. A licença de EIZOF é o que permite às empresas receber mercadorias estrangeiras em consignação, e portanto ser flexíveis quanto ao suprimento/fornecimento.

Ocorre que a licença de EIZOF foi vinculada (também através da legislação aduaneira brasileira) a um armazém público alfandegado, aqui representado pelas Estações Aduaneiras de Interiores (EADIs).

O resultado disto é que temos uma única empresa privada explorando as licenças de EADI e EIZOF, em todo o Pólo Industrial de Manaus. Todas as indústrias que necessitarem de flexibilidade em suas cadeias de suprimento e, porventura, utilizarem o modelo de consignação de mercadoria estrangeira, irão pagar tarifas percentuais sobre o valor CIF (*Cost, Insurance and Freight*) da mercadoria armazenada, conforme regra estabelecida pelos EADIs, e não o pagamento pelo espaço utilizado, como acontece em outros países.

Numa cadeia de suprimentos ágil, em que os produtos são inovadores e, portanto, de alto valor agregado, cobranças percentuais sobre o valor CIF são extremamente onerosas às empresas pagadoras.

#### **4.2 Estratégia de Adaptação das Cadeias de Suprimento Ágeis : Modelo de *Hub* de Fornecedor**

Uma das premissas de um produto caracterizado como integrante da Matriz de Incerteza, especialmente no quadrante IV, Cadeias de Suprimento Ágeis, é a incerteza de demanda e a incerteza de fornecimento.

A fim de sobreviver a esta realidade, as cadeias de suprimentos iniciaram uma busca por processos que diminuíssem os impactos da instabilidade do ponto de vista de fornecimento, e também atendessem às flutuações e volatilidade do mercado.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos têm que ser capaz, portanto, de absorver a instabilidade do fornecimento de matérias-primas, e garantir que os produtos resultantes

estivessem nas mãos dos clientes (demanda) no local e hora adequados, com garantia de qualidade.

Os *hubs de fornecedores* são uma das muitas alternativas e tentativas de minimização dos impactos da instabilidade nas cadeias de suprimento, e que foram escolhidos para análise, por terem sido a estratégia adotada no Brasil, e no PIM, pela empresa integrante do modelo de incerteza de telecomunicações, objeto deste estudo.

Define-se *hub* como “ponto central para coletar, separar e distribuir para uma determinada área ou região específica”. (FIGUEIREDO *et al*, 2003). A literatura disponível sobre *hub*, apresenta este modelo com diferentes nomenclaturas, e suas primeiras informações remontam ao Sistema Toyota de Produção, que tinha como principal objetivo, tornar os automóveis produzidos mais competitivos ao menor custo possível, frente aos seus concorrentes norte-americanos.

O STP (Sistema Toyota de Produção) como ficou conhecido, foi o ponto de partida para os modelos de gerenciamento de Resposta Rápida (PRR) da cadeia de suprimentos, e dentre estes podemos destacar: a) *Efficient Consumer Response* (ECR) do setor de alimentos; b) *Quick Reponse* (QR) do setor têxtil; c) *Vendor Managed Inventory* (VMI), e d) *Continuous Replenishment Program* (CRP) largamente utilizados por diferentes tipos de empresas. Todos estes programas de resposta rápida baseiam-se num ponto em comum: reduzir a dependência da organização do fluxo de produtos com relação às previsões de vendas e aos estoques de segurança. (FIGUEIREDO *et al*, 2003).

O *hub* de fornecedor neste contexto, nada mais é do que o controle de estoque e disponibilidade de matéria-prima pelo próprio fornecedor. O *Vendor Managed Inventory* (VMI) foi o primeiro passo nesta direção.

O controle de suprimento e ressuprimento é feito pelo próprio fornecedor, através do compartilhamento de informações sobre a demanda da fábrica, bem como, da visualização dos estoques de matéria-prima disponíveis. O fornecedor “enxerga” a necessidade da fábrica, e efetua o suprimento dos estoques de acordo com estas necessidades.

A diferença entre o *hub* e o programa VMI, é que a propriedade do material disponibilizado nos estoques pelo VMI é da fábrica contratante. Já no sistema de *hub*, a propriedade do material é do fornecedor até o momento, em que este estoque se transforma em produto acabado, estando por conta do fornecedor o controle de matéria-prima disponível, o mais próximo possível das fábricas contratantes.

O *hub de fornecedor* também tem como característica, o gerenciamento a partir de um provedor logístico, já que a propriedade da matéria-prima armazenada é de terceiros, e a empresa contratante costuma apenas disponibilizar o espaço de armazém a toda a sua cadeia de fornecedores.

Os *hubs* de fornecedores, também vêm sendo utilizados pelos fabricantes a fim de se reduzir os riscos de suprimentos às linhas de manufatura, na medida em que o material disponibilizado pelos diferentes fornecedores está próximo e tem rápida movimentação, nos casos de demandas instáveis. Há muitos destes exemplos em empresas como *Apple Computers, HP, Dell, Cisco, Volkswagen*, dentre outras. Os riscos de falta de matéria-prima, ainda que, com demandas instáveis é muito menor quando da utilização de *hubs*, do que no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos tradicional.

O modelo de *hub de fornecedor* em funcionamento no PIM, e portanto, objeto deste estudo, foi montado com vistas ao atendimento da produção de telefonia celular.

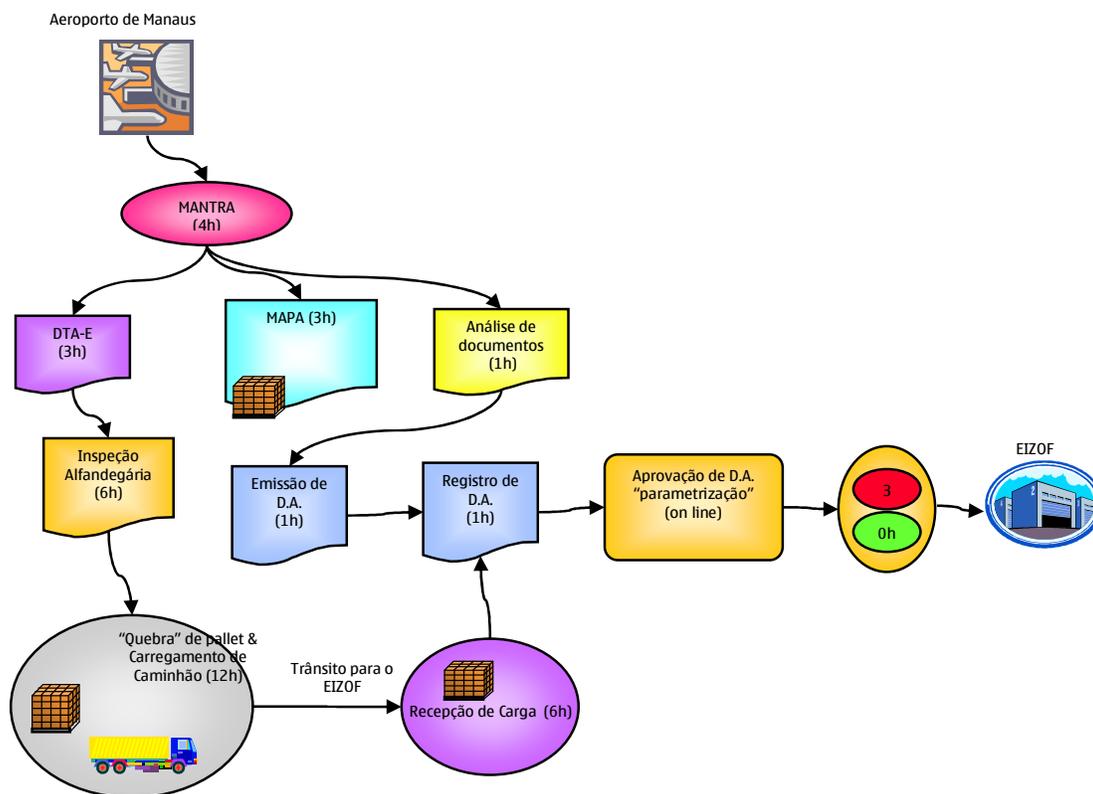
As dificuldades para implantação deste *hub*, no ano de 2005, revelaram as primeiras adequações que precisavam ser feitas na legislação aduaneira brasileira, e também nos

procedimentos internos que precisavam ser modificados e alguns, desenvolvidos para sustentação deste processo logístico.

O “hub de fornecedor” atuante no PIM, portanto, buscou elementos já presentes na legislação aduaneira brasileira, e na legislação da Zona Franca de Manaus (ZFM), de modo a iniciar suas operações, mesmo já tendo a certeza de que aquele não seria o modelo conceitual ideal.

A figura 11 apresenta o fluxo de funcionamento do “hub de fornecedor” no PIM, e se caracteriza por ser o único em atividade atualmente no Brasil.

**Figura 11. Fluxo de entrada de matéria-prima no *hub de fornecedor* existente no PIM**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular

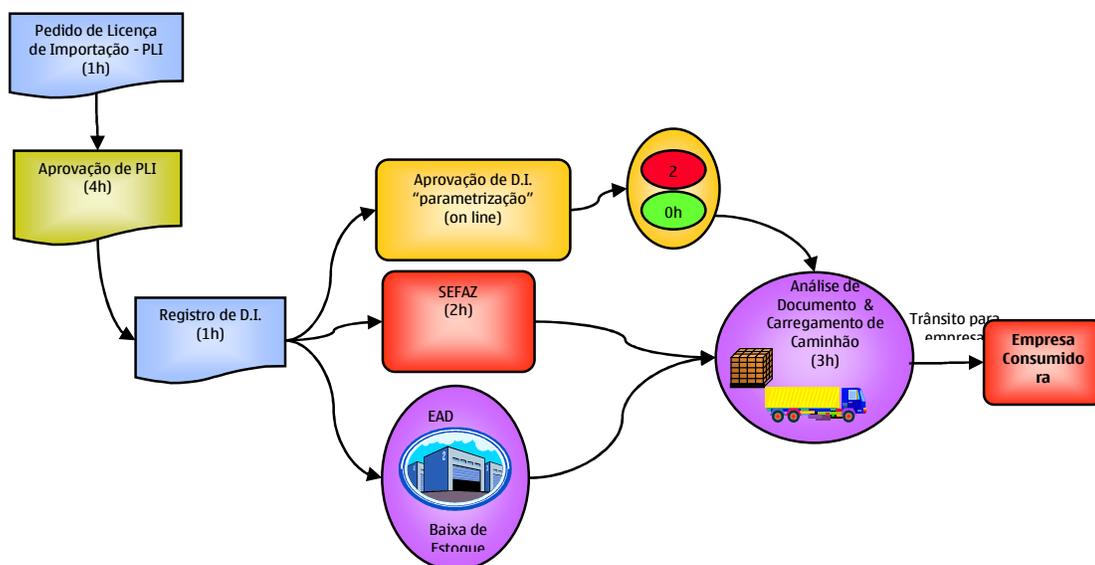
Elaboração própria.

O fluxo de funcionamento se inicia com um transporte internacional cem por cento aéreo, e portanto ágil, mas que ao chegar ao Brasil precisa atravessar os procedimentos burocráticos que chegam a somar 37h úteis para disponibilizar o material nas prateleiras do “hub de fornecedor”, que neste caso, em função das regras da legislação aduaneira brasileira, funciona num armazém alfandegado, que por sua vez está num Porto Seco (zona secundária).

Ainda de acordo com a figura 11, será necessário atravessar três entidades fiscalizadoras independentes (Infraero, Receita Federal e Ministério da Agricultura) que consideram os processos de suprimentos instáveis, nos mesmos moldes dos processos estáveis, não criando portanto, uma situação diferenciada para as cadeias integrantes do modelo de incerteza.

O desafio é portanto, confirmar a matéria-prima disponível para o processo de fabricação, num processo eficiente, e a custos baixos, de modo a garantir a competitividade do processo de manufatura, e o pronto atendimento do mercado consumidor que não se dá conta das dificuldades e peculiaridades envolvidas, e continua flutuando de acordo com as características inerentes a um processo instável.

**Figura 12. Fluxo de saída de matéria-prima do “hub de fornecedor” e chegada ao processo de manufatura no PIM**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular

Elaboração própria.

A figura 12 demonstra o fluxo necessário à recepção dos insumos para armazenagem em consignação. O próximo movimento é o momento em que a manufatura solicita o insumo armazenado para utilização no processo de fabricação final. Neste momento, inicia-se o processo de desembaraço aduaneiro, e conseqüente nacionalização do insumo.

A figura 12 demonstra o fluxo de nacionalização do insumo importado, para utilização em processos de manufatura. Os tempos de manuseio e armazenagem são somados, portanto, ao desembaraço aduaneiro necessário à nacionalização da mercadoria. Nesta etapa do processo, serão necessárias quatorze horas úteis de trabalho, pelas equipes de despachantes aduaneiros, entre três diferentes entidades reguladoras, a saber: Suframa, Receita Federal e Secretaria de Fazenda Estadual (SEFAZ).

Ao somarmos os tempos de processamento de entrada e disponibilização de matéria-prima no “hub de fornecedor”, e os tempos e processos de disponibilização desta mesma matéria-prima no processo de manufatura, chegaremos à conclusão de que a estratégia de *hub*, contempla 51 (cinquenta e uma) horas de transporte, movimentação, desembaraço aduaneiro e armazenagem de material até sua completa finalização, ou 5.3 dias úteis.

Se o modelo estratégico de gerenciamento de uma cadeia ágil e flexível precisa ser seguido, a estratégia de “hub de fornecedor”, tal como está hoje adaptada no PIM não pode ser considerada viável.

Numa cadeia de suprimentos que adota o modal aéreo, exatamente porque busca agilidade e flexibilidade, um tempo de movimentação de material em função da burocracia, de 5 dias úteis para disponibilização deste, contraria o conceito original de *hub de fornecedor*, que preconiza os vetores flexibilidade e agilidade.

Adicionalmente, em função dos excessivos manuseios e movimentações, e do fato de se utilizar um armazém alfandegado em zona secundária, o custo de armazenagem deste material até a necessidade do processo produtivo, é também considerada alta em comparação com outros países competidores, por exemplo.

Apenas como ilustração, a tabela 07 apresenta estes tempos comparados aos mesmos processos logísticos – transporte, manuseio, desembaraço aduaneiro e armazenagem, em fábricas semelhantes instaladas em outros países.

**Tabela 07. Desempenho dos processos logísticos em diferentes países**

Variáveis	Tempo Médio (em horas úteis)		
	Brasil	México	China
Transporte Internacional	108	72	45
Manuseio	32	12	12
Desembarço Aduaneiro	8	2	3
Armazenagem	2	2	1.5

Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular

Elaboração própria.

O transporte internacional foi medido a partir do tempo de trânsito necessário para chegada da mercadoria ao país de destino (aqui quanto maior a distância das fontes de fornecimento, maior será o tempo médio). Os tempos de manuseio, desembarço aduaneiro e armazenagem foram coletados em cada país, e são médias dos tempos reais, a partir das maiores frequências.

#### **4.3 A Matriz do Modelo de Incerteza, e suas cadeias de suprimento aplicadas ao Pólo Industrial de Manaus (PIM)**

Uma avaliação preliminar através dos principais produtos produzidos no PIM, revelou sua característica dominante: o “carro-chefe” são empresas classificadas segundo o modelo de incerteza como sendo de demanda instável mas, com baixo nível de instabilidade no fornecimento, portanto, produtos com processos estáveis, e funcionais.

Os principais produtos produzidos pelo PIM, segundo números oficiais do ano de 2007, em ordem de faturamento, são: (1) Motocicleta e Ciclomotores, (2) Telefone Celular, (3) Televisor em cores, (4) Compact Disc, (5) DVD Record/Player, (6) Cinescópio para televisor, (7) Televisor com tela de plasma, (8) monitores com tela de cinescópio, (9)

rádios e aparelhos reprodutores e gravadores de rádio, (10) Monitores com tela de LCD (uso em informática), (11) Placa de Circuito Impresso –PCI (uso em informática), (12) Auto rádio e aparelhos reprodutores de áudio, (13) aparelhos de barbear, (14) televisor com tela de LCD, (15) condicionador de ar, (16) Receptor-decodificador (sinal digital).

Com base na lista de produtos, foi utilizada a matriz do modelo de incerteza para categorizar os produtos fabricados no PIM, com o objetivo de identificar qual a maior tendência das cadeias de suprimento nele instaladas, e assim definir quais as melhores estratégias logísticas de suporte para as empresas representantes destes produtos.

Assim sendo, a figura 13 é representação dos produtos do PIM, no formato da matriz do modelo de incerteza. A partir desta ilustração foi possível definir que a cadeia de suprimentos (quadrante IV), é representada no PIM pelo telefone celular, um produto que está isolado em sua estratégia de flexibilidade e agilidade, em meio aos demais que têm estratégias de gerenciamento focadas em eficiência e custos baixos.

**Figura 13. A Matriz de Incerteza do PIM**

		Incerteza de Demanda	
		Baixo (Produtos Funcionais)	Alto (Produtos Inovadores)
Incerteza de Fornecimento	Baixo (Processo Estável)	TV em cores, Motocicleta, Aparelhos de Ar Condicionado, Videocassete, Bicicleta, forno de microondas (6)	Aparelho de Som 3 em 1; Monitores de Vídeo; Rádio Gravador Tape Deck; Receptor Decodificador de sinal digitalizado; Compact Disc, Microcomputador, PCs, microcomputadores portáteis (8)
	Alto (Processo de Desenvolvimento)	***	Telefone Celular (1)

Fonte: Adaptado de *Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties: Lee, 2002*.

Elaboração Própria.

A adequação dos produtos do PIM às diretrizes da matriz do modelo de incerteza, tal como representado na figura 13, deu-se a partir da análise dos principais produtos produzidos no PIM, identificados pelo nível de faturamento de cada um deles, a partir de relatórios enviados à SUFRAMA por cada uma das empresas incentivadas.

No total foram identificados, quinze produtos considerados como *carros-chefe* do Pólo Industrial de Manaus, em função de seu faturamento nos últimos quatro anos (2005-2006-2007-2008), e que por sua vez tiveram suas cadeias de suprimentos analisadas segundo as diretrizes do modelo de incerteza. Foram aplicados os conceitos disponíveis na literatura do Modelo de Incerteza aos quinze produtos identificados por similaridade, de modo que cada um deles, respeitando sua característica intrínseca fosse encaixado numa das quatro cadeias de suprimento sugeridas pelo modelo original.

Ainda na figura 13, é possível identificar que há apenas um produto classificado como alta incerteza de demanda e alta incerteza de fornecimento neste Pólo Industrial: telefone celular, objeto deste estudo de caso.

No quadrante I estão os produtos com baixa incerteza de fornecimento e baixa incerteza de demanda, que são aqui identificados como Produtos Funcionais, isto é, aqueles produtos que são considerados “padrões” e com ciclo de vida relativamente longos. Temos aqui dois representantes dos principais produtos produzidos no PIM: TV em cores e Motocicletas.

Estes dois produtos, por exemplo, são representados por 5 (cinco) grandes empresas multinacionais produtoras de TVs em cores, e 4 (quatro) grandes empresas multinacionais de produtoras e exportadoras de motocicletas, num total de 9 (nove) multinacionais, cada uma delas com uma estratégia diferenciada na cadeia de suprimentos.

A cadeia de suprimentos dos produtos funcionais considera processos estáveis do ponto de vista de fornecimento, isto é, não há instabilidade de fornecimento seja através de novos

produtores entrando no mercado, seja por escassez no fornecimento, motivados por aumento repentino de demanda, bem como considera processos estáveis do ponto de vista de demanda, uma vez que estes produtos não têm aumento e/ou diminuição repentina no mercado consumidor. O foco de eficiência desta cadeia de suprimentos são processos *lean* e custos baixos.

No quadrante II estão os produtos com baixa incerteza de fornecimento e alta incerteza de demanda, que são aqui identificados como Produtos Inovadores, isto é, aqueles produtos que são considerados novidades e com apelo de modismo, e portanto com ciclo de vida curto.

São aqui representados por aparelhos de áudio, microcomputadores, receptores, decodificadores, e placas de circuito impresso, e que por sua vez têm também multinacionais e empresas nacionais como seus representantes no PIM.

No quadrante III estão os produtos com alta incerteza de fornecimento e baixa incerteza de demanda, isto é, produtos que sofrem com escassez de fornecimento por não terem diversas opções de fornecimento ao redor do mundo, e que por outro lado, não sofrem pressões de demanda, e que são representados por produtos específicos de públicos consumidores diferenciados, em grande parte exclusivos.

O PIM não têm produtos representativos desta categoria, uma vez que os melhores representantes desta categoria são produtos alimentícios, e estes não estão na pauta de produtos desta aglomeração industrial.

No quadrante IV estão os produtos com alta incerteza de fornecimento e alta incerteza de demanda, isto é, produtos que sofrem com escassez de fornecimento por terem matérias primas exclusivas, e alterações bruscas de demanda, por terem um ciclo de vida curto, e estarem sempre sujeitos às oscilações nos desejos dos consumidores.

O produto que representa este quadrante, segundo a matriz de incerteza é o Telefone Celular, por sua vez representante de produtos de telecomunicações, tal como diz o conceito do Modelo de Incerteza.

A produção deste item é representada hoje por uma única empresa instalada no PIM, que é a principal responsável pelas exportações dos anos de 2004, 2005 e 2006, e que sozinha atende aproximadamente quarenta por cento do mercado consumidor brasileiro de telefonia celular.

As demais empresas representantes de telefones celulares, ou encerraram suas atividades nesta região há menos de dois anos, ou mudaram-se para uma outra região do país, que além da oferta de incentivos fiscais estaduais, têm oferecido nos últimos anos, características logísticas diferenciadas para cadeias de suprimento ágeis, o que portanto, é mais atrativo a estas empresas.

O produto telefone celular é considerado *bem de informática* em todo o território nacional, o que significa dizer que estes, gozam dos mesmos benefícios, isto é, incentivos fiscais federais para produção, em qualquer ponto do território nacional. Desse modo, a soma dos incentivos estaduais (objeto da chamada *guerra fiscal*) com a oferta de melhor logística, torna-se fator de atratividade irresistível. Os bens de informática são tratados pelas Leis de Informática 8387/91 da ZFM, 8587/91 e 10176/02 do Brasil.

A tentativa quase natural é, neste contexto, adequar-se à política de desenvolvimento, as estratégias logísticas da maioria das empresas, ou seja, processos estáveis para produtos funcionais. Buscar-se-ia então, aumentar a eficiência dos processos, e o foco mais importante seria em redução de custos.

O fato de haver única empresa classificada na cadeia de suprimentos ágil, e que portanto, necessita de um atendimento diferenciado, não seria um problema tão sério, se este

produto, e portanto esta única empresa fosse o maior exportador do PIM (um modelo de aglomeração que pretende ser plataforma de exportação), e também o maior importador deste modelo.

Como ser plataforma de exportação sem oferecer as condições necessárias ao desenvolvimento da manufatura? Como garantir que este tipo de produto terá suas necessidades atendidas e permanecerá na região? Estas são algumas das perguntas que buscamos responder a partir da adequação de nossos processos logísticos ao modelo de incerteza.

#### **4.4 O desempenho do processo de desembaraço aduaneiro atual, e os possíveis ganhos com a implementação do RECOF no PIM**

Pressionado pelas empresas em sua busca por agilidade e custos mais baixos, e percebendo que os processos de manufatura ficavam mais complexos, com suas bases de fornecimento distantes, o governo brasileiro desenvolveu um regime especial aduaneiro, com vistas a incentivar as exportações de produtos fabricados no Brasil.

Ocorre, porém, que as exportações contemplavam produtos de alto valor agregado, e com mercados consumidores voláteis, e face à corrida tecnológica muito acentuada, as demandas estavam cada vez mais induzidas ao pronto atendimento ou, a vendas perdidas para sempre.

O RECOF, neste sentido, é um instrumento de política industrial criado pelo governo brasileiro, com vistas a atrair e facilitar o desenvolvimento das empresas globais de produtos considerados como integrantes da cadeia de incerteza, tais como semicondutores, telecomunicações e aeronáutica, mas que não incluiu os regimes aduaneiros especiais e

atípicos, como a Zona Franca de Manaus, por exemplo, e conseqüentemente as empresas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) em seu universo de abrangência, por entender que as empresas instaladas nesta região aduaneira especial já possuíam elementos de atratividade suficientes para o seu desenvolvimento.

O PIM, através da legislação da Zona Franca de Manaus, já possui em sua agenda de atratividade, incentivos fiscais que o diferenciam das demais regiões do país, e promovem uma redução da carga tributária para as empresas ali instaladas, de modo que haja atratividade de indústrias à Região Amazônica, no Brasil.

Assim, adequar o RECOF ao PIM é um desafio que discute quais as variáveis de atratividade mais relevantes para o modelo de incerteza. As cadeias de suprimento ágeis trabalham com produtos de ciclo de vida curto, e forte agregação tecnológica o que nos dá o indicativo de necessidade de uma cadeia de suprimentos muito ágil para acompanhar as incertezas de demanda e fornecimento envolvidas neste processo, a partir da constante evolução tecnológica.

O que aqui se discute é a atratividade logística da cadeia de suprimentos, e não a atratividade fiscal do negócio, uma vez que os regimes aduaneiros especiais já contemplam também a atratividade fiscal, mas não têm em sua regulamentação pontos de atratividade logística, e tratam diferentes cadeias de suprimento como semelhantes do ponto de vista de regulamentação e agilidade, por exemplo.

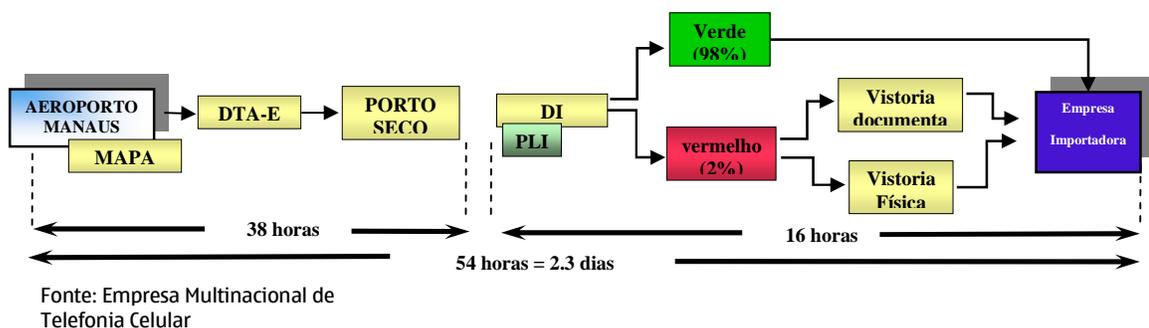
A figura 14 apresenta os tempos envolvidos no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos ágil, presente no PIM.

A cadeia de suprimentos em questão utiliza o modelo de estoque consignado, o que implica, segundo a legislação brasileira vigente, na utilização de um porto seco, como

armazém alfandegado para armazenamento de matéria-prima importada antes do início do processo de nacionalização dos componentes importados.

O modelo de estoque consignado, ou *hub de fornecedor* vêm sendo largamente utilizado pelas cadeias de suprimento do modelo de incerteza, por reduzir substancialmente os custos de inventário. Dada a característica dos produtos envolvidos (alta agregação tecnológica), os inventários representam um grande ponto de preocupação para este gerenciamento.

**Figura 14. Fluxo gerencial da cadeia de suprimentos do modelo de incerteza no PIM**



Legendas:

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

DTA-E: Declaração de Trânsito Aduaneiro Especial

DI: Declaração de Importação

PLI: Pedido de Licença de Importação

O fluxo de gerenciamento da Cadeia de Suprimentos Ágil no PIM obedeceu às seguintes diretrizes, segundo regras da alfândega brasileira:

- (1) Armazém Alfandegado sob o Regime EIZOF: o modelo de estoque consignado prevê que as mercadorias devem permanecer no país em zona secundária, sob o regime EIZOF, e sob a responsabilidade da Receita Federal do Brasil, disponíveis à empresa consignatária por um período máximo de cinco anos, com suspensão de

impostos. O armazém alfandegado deste modelo, funciona dentro de um Porto Seco., também conhecido como Estação Aduaneira de Interior (EADI). O material permanece no país sendo de propriedade do fornecedor, e portanto, com a emissão de divisas suspensas junto ao Banco Central do Brasil.

- (2) Processo de desembaraço aduaneiro: o desembaraço completo de um processo de importação no PIM, precisa respeitar quatro entidades fiscalizadoras independentes: Secretaria da Receita Federal, Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Secretaria de Fazenda Estadual (SEFAZ). Os tempos de fiscalização de cada um destes Órgãos leva algumas horas, e todos eles somados representam muitas vezes um processo lento do ponto de vista da empresa. Não há integração dos sistemas de informação, e as agências fiscalizadoras envolvidas trabalham isoladamente, isto é, cada uma delas possui o seu próprio procedimento interno e suas regras de agilidade, não visualizando o processo completo.
- (3) Processo de movimentação e armazenagem: o processo de gerenciamento do armazém alfandegado, ou seja, o processo de armazenagem e movimentação precisa ser ágil de modo a atender a flutuação e volatilidade dos processos de manufatura no ambiente de incerteza. Considera-se aqui, a adequação de lotes para movimentação, transporte e armazenagem. O transporte do armazém à unidade produtiva, por exemplo, precisa ser muito rápido para não prejudicar o processo de suprimento de matéria-prima. Neste aspecto, nossos tempos de movimentação e armazenagem não são competitivos. Em função da burocracia envolvida, e dos muitos órgãos fiscalizadores no processo, o PIM não conta com um processo ágil, que suporte adequadamente as necessidades dos produtos inovadores.

Como o objetivo final do modelo de estoque consignado é o baixo custo de inventário aliado à disponibilidade de matéria-prima, a fim de prover a agilidade e flexibilidade necessárias ao processo de manufatura, dos produtos inovadores (em sua maioria), a implantação deste modelo no PIM não está de acordo com os conceitos estabelecidos pelo modelo original, e portanto não responde competitivamente frente às demais cadeias de suprimento, em outros países.

Conciliar a legislação aduaneira vigente aos processos logísticos ágeis vêm sendo a maior dificuldade enfrentada para implementação efetiva desde Modelo de Estoque Consignado no PIM. Enquanto o modelo de gerenciamento ágil prevê algumas horas para desembaraço de mercadorias internacionais, o PIM trabalha com alguns dias úteis para completo desembaraço de mercadorias importadas, se utilizar o modelo de estoque consignado, e este resultado numa cadeia de suprimentos que precisa ser ágil, não é adequado.

Tampouco foi atingida a meta de redução de custo da cadeia de suprimentos, pois a operacionalização deste modelo exclusivo no PIM, se mostrou extremamente dispendiosa.

Por outro lado, simplesmente aumentar o estoque de segurança também não era uma solução, já que o custo envolvido em matéria-prima armazenada, era impraticável, e o valor agregado da matéria-prima mantida em estoque muito alto. Daí a necessidade de adequação de estratégias logísticas, e da legislação aduaneira a este tipo de produto, se pretendemos manter os investimentos deste tipo de empresa no PIM.

A estratégia de estoque consignado de fornecedor foi utilizada por uma única empresa, até este momento, com vistas ao atendimento de sua própria estratégia global, não se importando com as demais soluções logísticas porventura apontadas por outras empresas, já instaladas no PIM e portanto, usuárias deste mesmo modelo de aglomerações.

O aspecto interessante é que a empresa estudada, é a única representante de produtos de alta tecnologia, e está entre as cinco empresas mais importantes do Pólo Industrial de Manaus; esta, se configura como a maior importadora e maior exportadora do PIM em valor agregado de matéria-prima e produto acabado, e a sua estratégia de gestão logística não é compartilhada pelas demais empresas.

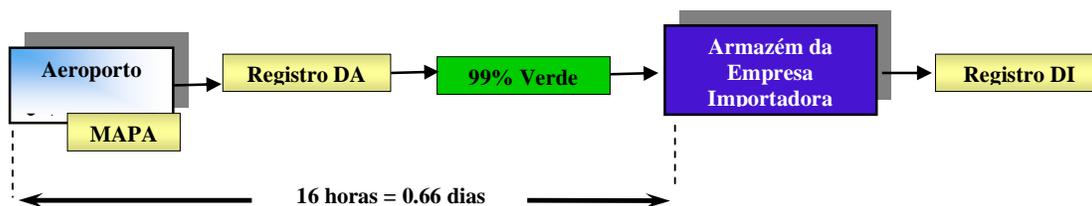
É necessário considerar, que a estratégia de estoque consignado no Pólo Industrial de Manaus foi necessária em função do tipo de negócio (alta tecnologia), com produto inovador e com demanda instável (quadrante IV da Matriz de Incerteza).

Ao constatar que as cadeias de suprimento ágeis são incompatíveis com as regras do PIM, no que tange a transportes, manuseio, desembaraço aduaneiro e armazenagem, estamos confirmando que este modelo de aglomerações industriais não está preparado para receber e, tampouco é atrativo às demais empresas de alta tecnologia, no que diz respeito aos processos logísticos.

No entanto, tal como mencionado anteriormente, o Brasil possui um regime aduaneiro especial, adequado às cadeias de suprimento ágeis, o RECOF.

A figura 15 apresenta o fluxo dos processos logísticos atuando num processo de RECOF, fora do PIM, mas válido para empresas de alta tecnologia em outras regiões aduaneiras comuns espalhadas pelo Brasil.

**Figura 15. Fluxo do RECOF no Brasil**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Célula a partir de consultas a empresas usuárias de RECOF  
Elaboração Própria

Legendas:

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

DTA-E: Declaração de Trânsito Aduaneiro Especial

DI: Declaração de Importação

PLI: Pedido de Licença de Importação

O RECOF originalmente desenvolvido como fator de atratividade para as indústrias de alta tecnologia, e objetivando garantir um modelo facilitador das exportações destes produtos, é um modelo de benefícios fiscais, tributários e logísticos presente no Brasil, restrito a regiões fora de regimes aduaneiros especiais e atípicos. E que portanto, excluiu de seu campo de atuação, a Zona Franca de Manaus e por conseguinte, o Pólo Industrial de Manaus (PIM).

Tal como demonstrado na figura 15, o RECOF possui um excelente tempo de resposta no desembaraço aduaneiro, bem como permite à empresa importadora, a possibilidade de ter o estoque já disponível em sua planta industrial, mesmo sem a emissão da Declaração de Importação completa, o que confirma o atendimento da necessidade de agilidade.

Como o fato gerador do processo de importação no Brasil, é a entrada da mercadoria estrangeira em território nacional, independentemente do regime de desembaraço aduaneiro escolhido, tão logo esta mercadoria seja recebida em zona primária ela é obrigatoriamente inspecionada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA), o que significa pelo menos duas horas de inspeção, através dos fiscais agropecuários presentes nos portos e aeroportos. Esta inspeção é parte integrante do processo de importação, mas o tempo dispendido não entra no cálculo oficial de tempo de desembaraço aduaneiro, considerado para a medição de desempenho do RECOF.

O fluxo de RECOF, inicia-se ainda em zona primária (portos e/ou aeroportos) com emissão de uma Declaração de Admissão Aduaneira (DA) com ou sem cobertura cambial, o que por si só já representa o documento oficial de importação de matéria-prima e/ou equipamentos. Num processo regular de importação, utilizando o modelo de estoque consignado, há que se emitir Declarações de Admissão (DAs) para entrepostagem de cargas e armazenamento no Brasil, e posterior emissão de Declarações de Importação (DIs), quando da necessidade de uso da mercadoria, para, só então, acontecer a disponibilização de uso, por parte da alfândega brasileira.

Como entendimento das autoridades aduaneiras brasileiras no processo de RECOF, e a fim de agilizar os processo de importação, apenas um por cento destas DAs são parametrizadas em canal vermelho, o que significa paradas por algumas horas (48h aproximadamente) para inspeção física e documental, apenas uma amostra representativa muito pequena do total de processos.

O referido material parametrizado em canal verde (noventa e nove por cento de todas as DAs emitidas), é removido fisicamente até o armazém/almoxarifado da empresa importadora, e lá aguardará o momento de consumo. Uma vez armazenado, o material estará disponível vinte e quatro horas por dia, durante 7 dias por semana, o que significa agilidade e mobilidade, pré-requisitos para o desenvolvimento de cadeia de suprimentos que atenda o modelo de incerteza. Elimina-se neste processo a necessidade de emissão de DIs, e portanto, a necessidade de sistemas de informação e presença física da fiscalização

aduaneira, em tempo integral, inclusive finais de semana, a fim de atender as necessidades das cadeias de suprimento com mercado instável.

O processo de importação é finalizado, portanto, quando a partir do consumo do material, é emitida uma Declaração de Importação (DI) que têm como finalidade o recolhimento dos impostos ao governo e fechamento do processo de importação que se iniciou com a emissão de DA. O registro de DI comunica oficialmente ao fisco brasileiro, de acordo com a legislação aduaneira vigente, com suas respectivas alíquotas estaduais que o processo de importação está encerrado, e que a referida mercadoria foi nacionalizada.

O detalhe importante e fundamental, é que esta Declaração de Importação (DI) é gerada com vistas ao recolhimento dos tributos devidos, após o consumo da mercadoria, o que significa que o processo logístico, bem como o processo de manufatura, já foi realizado, não impactando a eficiência e agilidade necessária ao processo.

Adequar, portanto, o RECOF à Zona Franca de Manaus (ZFM), um dos regimes aduaneiros especiais e atípicos existentes no Brasil, exige adequação da legislação aduaneira vigente, bem como adequações operacionais junto aos órgãos reguladores da ZFM e do Estado do Amazonas.

No quesitos de atratividade fiscal e tributário, pode-se dizer que PIM já possui suas próprias características de benefício, já que sua legislação lhe garante condições especiais para a permanência das indústrias instaladas na Amazônia, o que talvez explique o fato do PIM não ter sido beneficiado pelo modelo de atratividade criado pelo governo brasileiro.

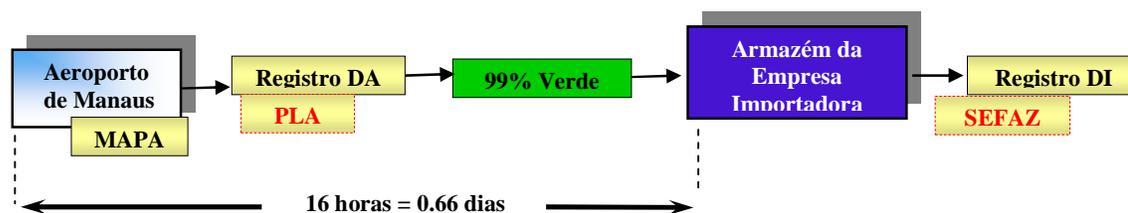
No entanto, quando analisamos as cadeias de suprimentos do modelo de incerteza, em especial as cadeias de suprimento ágeis, com todas as suas instabilidades nos mercados fornecedores e consumidores, e sabendo que os processos logísticos são pilares para o bom desenvolvimento de uma unidade de manufatura, questionamos se os fatores de

atratividade fiscal e tributário são suficientes, ou se o benefício de agilidade logística, é igualmente vital para a atratividade e bom desenvolvimento do modelo de manufatura dos produtos inovadores.

De posse de todas estas informações, é sugerido um modelo de adequação do Regime de Entrepósito Internacional da Zona Franca de Manaus (EIZOF), conforme as necessidades das cadeias de suprimentos ágeis, de modo que os benefícios fiscais e tributários sejam mantidos, e o benefício logístico seja também estendido ao PIM. O EIZOF já é o regime aduaneiro especial da Zona Franca de Manaus, e portanto, uma adequação nesta legislação não impactaria nas demais operações logísticas e de manufatura já em operação no Brasil.

A figura 16 é a representação do fluxo proposto para atendimento e adequação do Regime EIZOF às necessidades de agilidade, num ambiente de aglomerações industriais, como é o caso do PIM. Neste sentido, o fluxo proposto sugere algumas modificações em legislação aduaneira, bem como nos procedimentos correntes entre os diferentes órgãos fiscalizadores integrantes do processo de importação.

**Figura 16. Fluxo proposto para o gerenciamento da cadeia de suprimentos ágil no PIM, através de adaptação do EIZOF**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular  
Elaboração Própria

Legendas:

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

DTA-E: Declaração de Trânsito Aduaneiro Especial

DI: Declaração de Importação

PLI: Pedido de Licença de Importação

Assim sendo, o fluxo de importação se iniciaria com a chegada da mercadoria no Aeroporto Internacional de Manaus. Seguiria à inspeção prioritária no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Sugere-se que seja prioritária, respeitando as características de agilidade dos produtos de alta tecnologia, e para tanto, seriam identificados previamente alguns produtos para receber tratamento prioritário, isto é, inspeção por amostragem em até 3h, a partir do desembarque das cargas das aeronaves.

Como segundo passo, emissão do que propomos seja a PLA – Pedido de Licença de Admissão – nos moldes do que já existe hoje com os Pedidos de Licença de Importação (PLI), para controle efetivo das matérias-primas recebidas no PIM, e que são fundamentais para que a Suframa controle os processos produtivos das indústrias instaladas, com o objetivo fim de garantir que os benefícios fiscais e tributários estão sendo respeitados.

O registro das Declarações de Admissão (DAs) seria uma etapa imediatamente posterior, sendo realizado sem cobertura cambial, e permitindo que a mercadoria fosse transferida fisicamente da zona primária (neste caso do aeroporto) para o armazém de uma empresa detentora da licença EIZOF, e portanto, responsável pela nacionalização daquela mercadoria, isto é, a empresa importadora da mercadoria.

A extensão da licença EIZOF a uma empresa importadora, é uma das alterações que se sugere na legislação aduaneira, em particular no Decreto Lei que instituiu o EIZOF, que hoje é um regime aduaneiro de governança da Receita Federal do Brasil. A vinculação que existe hoje, somente permite que a licença EIZOF seja utilizada em EADIs estabelecidos na cidade de Manaus, favorecendo o monopólio.

Transferida a mercadoria de zona primária, esta seria armazenada em espaço físico (armazém) da empresa importadora, podendo ser manuseada 24X7, isto é, a qualquer momento, permitindo assim, flexibilidade ao processo de importação. Todos os controles de movimentação de material, bem como inspeções por amostragem, seriam feitas via sistema, tal como modelo existente hoje no RECOF.

Uma que a mercadoria estivesse disponível em armazenagem, e posteriormente utilizada pelo processo de manufatura, seriam recolhidos os impostos devidos ao fisco brasileiro (se aplicável) e se fecharia os contratos de câmbio, sinalizando aos fornecedores no exterior o fechamento do processo de importação. Neste momento, seriam ainda sinalizados do consumo em manufatura, a Secretaria de Fazenda Estadual (SEFAZ) através de sistema de controle remoto, permitindo que estes tivessem acesso aos controles da empresa importadora, e controlassem também as arrecadações. Na finalização do processo de importação, seria portanto declarado à Secretaria de Fazenda Estadual (Sefaz) o volume de importações para que os referidos impostos fossem aplicados, se houverem, de modo que a cadeia logística fosse preservada de possíveis atrasos em função da burocracia envolvida.

Segue-se, portanto, um fluxo semelhante ao que já existe em funcionamento no Brasil, com algumas adaptações às exigências dos órgãos anuentes existentes na ZFM, bem como do Governo do Estado do Amazonas. A adaptação dá-se pela inclusão dos controles da Suframa, como Órgão Anuente, e da Secretaria de Fazenda Estadual (SEFAZ) como parte integrante do processo.

Todo este processo foi simulado através de medições de tempo já existentes e em tarefas já executadas no modelo atual, totalizando em média 16h para disponibilização da mercadoria nas mãos do importador, tendo cumpridas todas as etapas do processo de

importação. Se compararmos com o modelo atual de importação, veremos que a redução é muito significativa. Temos uma queda de 5.3 dias para processamento integral, contra 0.66 dias ou 16h ininterruptas para confirmar a agilidade necessária aos produtos de alta tecnologia.

Este novo fluxo definido para os processos logísticos da cadeia de suprimentos, permitiria que a competitividade logística, e por conseguinte, os custos estivessem alinhados com as melhores do mercado internacional, permitindo ao Brasil ser atrativo à produção de alta tecnologia, não apenas com benefícios fiscais e tributários, mas também, e de forma decisiva, com os benefícios logísticos.

Sugere-se também o compartilhamento das informações, de modo que as diferentes agências reguladoras partilhassem as informações e pudessem trabalhar em conjunto para o cliente final (empresa importadora) tivesse um único processo de importação e/ou exportação integrados.

O que se vislumbra portanto, para o PIM é o benefício logístico adicionado aos benefícios fiscais e tributários já existentes do processo atual. Isso permitiria às empresas já instaladas no PIM, a plena utilização dos benefícios fiscal, tributário e logístico oferecidos pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) e, de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) para garantir a atratividade do parque industrial brasileiro.

Assim, o fator atratividade para modelos industriais de alta tecnologia estaria resguardado para todas as regiões brasileiras, incluindo as de regimes aduaneiros especiais e atípicos, melhorando nossa competitividade e atratividade.

## CAPÍTULO 5 - DISCUSSÕES

Muitas são as discussões correntes dentro de um processo dinâmico como o Modelo de Incerteza, e em especial nas Cadeias de Suprimentos Ágeis. Os produtos inovadores por ela considerados, muitas vezes exigem processos logísticos diferenciados e quebras de paradigmas constantes nos processos convencionais, pré-estabelecidos.

Assim como as demandas do modelo de agilidade são flutuantes e voláteis, também são os processos de transporte, manuseio e armazenagem, por exemplo. Tampouco são simples os desafios de controle de custos, na busca por processos que combinem o conceito *lean* e o conceito de agilidade. Se não é simples prever as demandas do mercado, imagine-se o quão difícil é prever os custos envolvidos no gerenciamento de uma cadeia de suprimentos em que existe incerteza de fornecimento e incerteza de demanda.

Neste sentido, serão apresentados neste capítulo o processo logístico de transporte aéreo e suas características essenciais no que tange ao PIM, e em especial às cadeias de suprimentos ágeis, bem como procedimentos, métricas e controles desenvolvidos pela empresa utilizada como estudo de caso, que são tentativas de se estabelecer controles de custos e melhor desempenho (busca por processos mais ágeis), com objetivo final que é o de se ter o máximo de flexibilidade/agilidade, aos menores custos possíveis.

Também é importante entender os principais entraves da estrutura logística de transporte para o desenvolvimento e manutenção das cadeias de suprimentos ágeis no PIM. Sabe-se que a atratividade de indústrias de alta tecnologia, e portanto, a garantia de que estes modelo de aglomerações esteja sempre em linha com os produtos demandados pelo mercado, é a garantia de sobrevivência no longo prazo, do modelo de desenvolvimento estabelecido nesta região.

### **5.1 Desafios do transporte internacional (*inbound*)**

O modo de transporte preferencialmente utilizado pelas cadeias de suprimentos ágeis é o aéreo. Nas coletas de dados realizadas para o estudo de caso, foram sinalizadas dificuldades e desafios para o gerenciamento dos transportes em modo aéreo, das cargas destinadas às manufaturas do PIM, isto é o processo de *inbound*.

O processo de *inbound* é utilizado como ilustração do presente trabalho, dada sua importância nos processos de manufatura estabelecidos no PIM. As empresas multinacionais instaladas nesta região, e portanto, as principais integrantes do faturamento total, são dependentes de matéria-prima importada, e o bom desenvolvimento do processo de *inbound* é decisivo em sua atratividade e sustentabilidade

O processo de *inbound* significa trânsito internacional + manuseio + desembaraço aduaneiro + armazenagem, e todos estes processos são etapas do processo logístico que precisam ser ágeis individualmente, para que o modelo de gerenciamento em conjunto, seja eficaz.

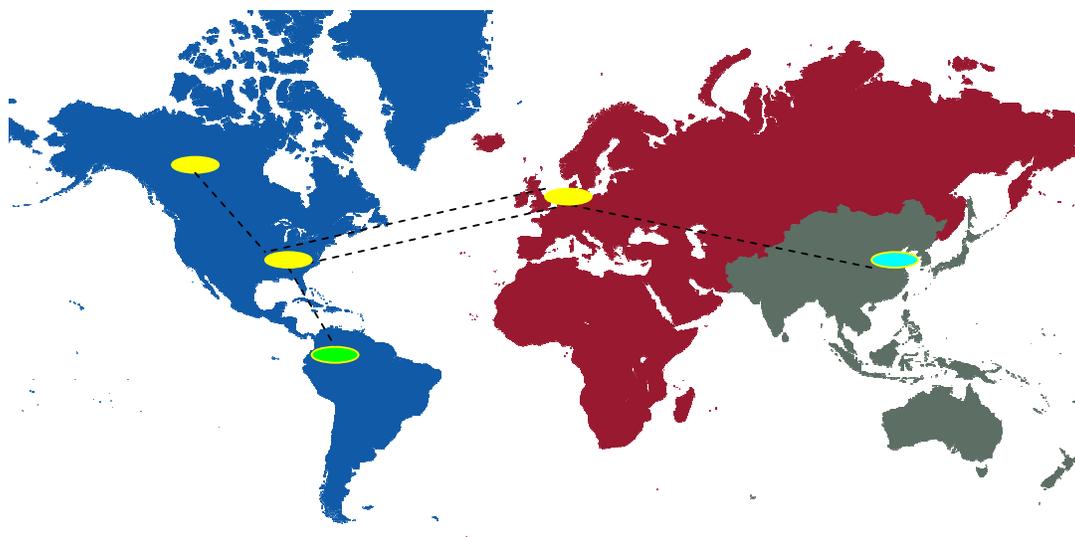
Assim sendo, serão apresentadas a partir de agora, as principais características do transporte internacional de *inbound*, que significam oportunidades de melhoria para garantia de desenvolvimento das cadeias de suprimentos ágeis.

O estudo de caso apresentou o modelo de telefonia celular, e suas particularidades de custos e dificuldades de adequação à legislação aduaneira vigente, mas há também alguns aspectos de competitividade, e estratégias de suporte logístico que precisam ser melhor desenvolvidas, para que também o ambiente externo seja atrativo aos modelo de manufatura de alta tecnologia.

Temos então, que aproximadamente setenta e cinco por cento das matérias-primas utilizadas em telefonia celular são originárias da China na Ásia, e portanto, transportadas via aérea com pontos de consolidação nos Estados Unidos.

Os vôos cargueiros são originários da Ásia, com seus tempos de trânsito até Manaus (porta de entrada do PIM), oscilando entre cinco e oito dias (tempo entre aeroportos), e com pontos de consolidação que podem ser nos Estados Unidos ou na Europa, conforme figura 17.

**Figura 17. Rota de transporte aéreo para cadeias de suprimento ágeis, presentes no PIM**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular

Elaboração própria.

Foi identificada na amostra estudada duas possibilidades de rotas para telefonia celular. A primeira rota está demonstrada na figura 17, e contempla saídas via modo aéreo da Ásia, com parada na Europa (transbordo), e posterior envio para os Estados Unidos (cidade de Miami) para consolidação de cargas, e a segunda é coleta de matéria-prima na Europa ou

nas cidades do norte dos Estados Unidos, com remessa para a cidade de Miami, para consolidação das cargas, e posterior embarque para o destino final Manaus.

Nas duas rotas apresentadas, existe um ponto de gargalo que é a consolidação na cidade de Miami, e embarque para Manaus através de uma única companhia aérea cargueira com vôos regulares para o norte do Brasil.

Existem cinco companhias aéreas (ABSA/Lan Chile (1), Arrow (2), Centurion (3), Tampa (4), Cielos (5), todas estrangeiras) com aeronaves cargueiras disponíveis. Apenas como ilustração, nos principais pontos de consolidação para trânsito internacional, ao redor do mundo, costumam operar entre vinte e trinta companhias aéreas, o que significa que Manaus, representa um volume de apenas vinte e cinco por cento, frente aos demais. As companhias aéreas tendem a instalar-se o mais próximo possível das melhores rotas (volumes mais significativos, e mais frequentes)

O que ocorre entretanto, é que em função do volume de cargas aéreas com destino a Manaus, apenas a primeira (ABSA/Lan Chile) têm operado regularmente, com vôos cinco vezes por semana. As demais, apesar de estarem disponíveis, em função da falta de volume, não conseguem manter vôos regulares, o que inviabiliza a sua utilização no gerenciamento das cadeias de suprimentos ágeis, já que somente um produto, representado por uma única empresa no PIM, é dependente deste modal.

Há ainda os vôos de passageiros disponíveis, que eventualmente poderiam transportar cargas em seus porões. A restrição, no entanto, está no procedimento de segurança da alfândega americana, que impede que cargas oriundas do exterior, e com entrada em território americano em vôos cargueiros, seja reembarcada também em vôos cargueiros, e não em vôos de passageiros, quando de sua saída do território americano. Tal restrição

surgiu por medida de segurança após o ataque de 11 de setembro naquele país, e faz parte das normas que regulamentadoras de segurança do espaço aéreo.

Temos então, em função do volume destinado a Manaus, a dependência de uma única empresa com nível de serviço regular, o que incentiva o aumento dos preços, e nos dá a falta de concorrência.

Adicionalmente, existe o problema de retorno das aeronaves que embarcam para Manaus. O seu ponto de origem é Miami, e elas retornam de Manaus através da coleta de cargas na Colômbia e Equador, a fim de viabilizar a operacionalização desta linha aérea, já que Manaus não consegue ocupar o espaço das aeronaves cargueiras, com seus produtos finais.

Não bastassem os entraves já apresentados, existe ainda a característica da sazonalidade.

A cadeia de telefonia celular trabalha em movimentos sazonais, e nos meses de março, abril, outubro e novembro de cada ano, o volume de cargas para telefonia celular praticamente dobra, e também aumentam significativamente, neste mesmo período, as demandas por modal aéreo nas indústrias do subsetor eletro-eletrônico do PIM (cadeias de suprimento sensíveis), uma vez que estes também têm flutuações de demanda, e a fim de atender estas flutuações, são exigidos modos de transporte ágeis.

O quadro formado é desafiador. Durante oito meses por ano, volume de cargas direcionado prioritariamente à telefonia celular, com frequência de vôos previamente definida, e durante os quatro meses restantes um aumento de demanda por vôos regulares, provocando de um lado a insatisfação das indústrias instaladas no PIM, pela falta de oferta nos vôos, e do lado das companhias aéreas, um nível de serviço regular, distante do que seria o ideal.

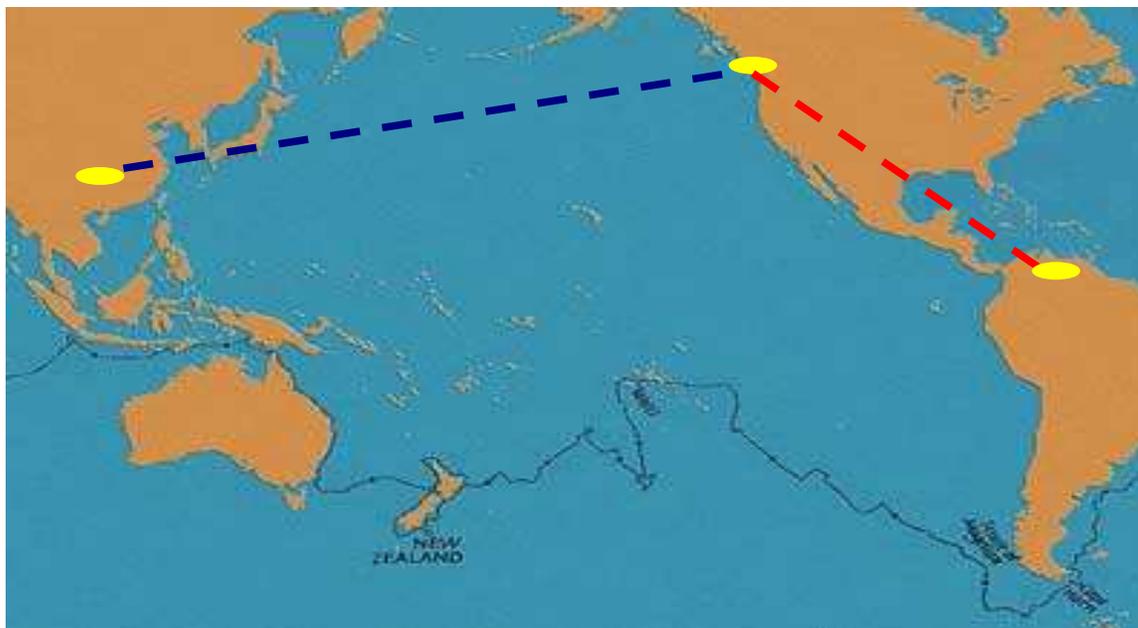
Portanto, entender as cadeias de suprimento instaladas no PIM, as características de seus produtos, e suas características de demanda e fornecimento é fundamental para que se estabeleça a correta infra-estrutura de transporte. Sabendo as características, e os modelos

de gerenciamento de cada cadeia de suprimentos, será possível antecipar-se aos problemas de sazonalidade, identificar os modais mais demandados, e em que períodos do ano, bem como os corretos investimentos de cada modo de transporte envolvido no processo de *inbound*.

Há que se esclarecer, desde já, que os fluxos e processos acima descritos são inerentes ao processo de *Inbound*, isto é, entrada de matéria-prima no PIM. O processo logístico completo, engloba *Inbound* e, *outbound* que é a saída de produtos acabados (entrega ao centro de distribuição e/ou ao consumidor final. O processo de *outbound* no PIM também é desafiador e têm suas características próprias.

A segunda rota explorada pela telefonia celular é o multimodal *sea-air*, isto é a combinação de embarques marítimo (primeiro trecho) e aéreo (segundo trecho), conforme demonstrado na figura 18.

**Figura 18. Rota de transporte marítimo-aéreo para cadeias de suprimento ágeis, presentes no PIM**



Fonte: Empresa Multinacional de Telefonia Celular  
Elaboração própria.

A utilização desta rota, considera a primeira etapa com origem na Ásia até a costa oeste dos Estados Unidos, via marítimo em aproximadamente treze dias, desembarque em território americano e, embarque novamente, mas agora via aéreo, através de uma única companhia aérea que mantém vôos regulares do aeroporto de Los Angeles para Manaus, duas vezes por semana, com o tempo de trânsito de aproximadamente seis dias (conta-se aqui o tempo de transbordo do navio para o avião, e seus procedimentos de inspeção, num total de tempo de trânsito, de aproximadamente 18 ~ 20 dias.

A utilização da rota *sea-air* é uma alternativa aos altos custos do modo aéreo (os custos quando comparados, chegam a reduzir quarenta por cento).

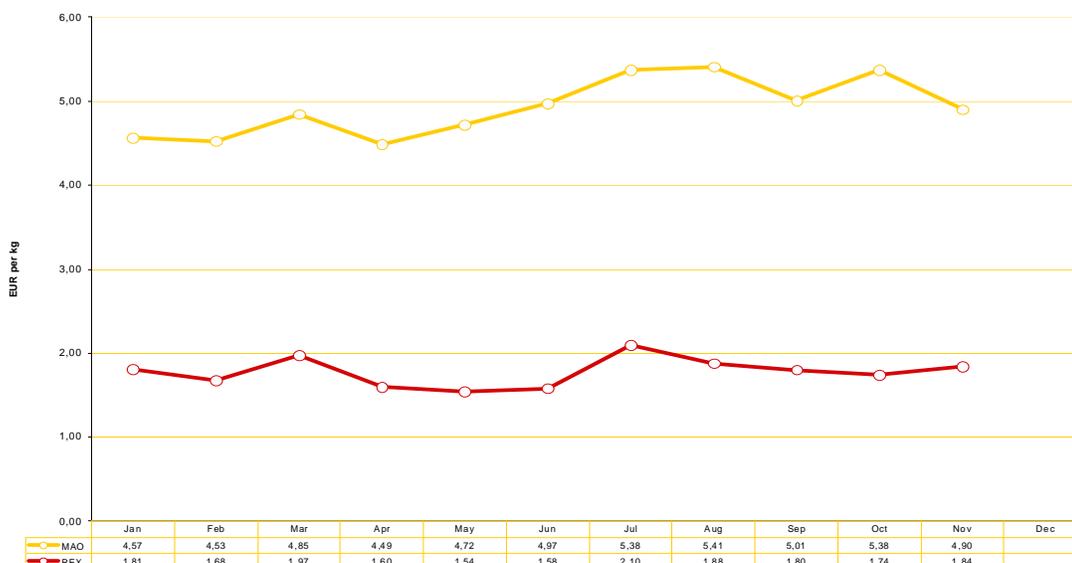
Também nesta rota, enfrenta-se a dificuldade de regularidade nos vôos para Manaus. Há apenas uma empresa explorando estes trecho, e enfrenta-se o mesmo problema da sazonalidade, altos preços cobrados e nenhuma concorrência.

Na figura 19, há uma demonstração numérica da diferença de preços cobrados para embarques destinados a Manaus, e embarques destinados ao México, por exemplo. A companhia aérea é representante do mesmo grupo. Os números coletados indicam que a diferença de preço por quilo em dólares americanos está em média 150% entre Manaus e México.

O custo de frete demonstrado é cem por cento aéreo (origem até o destino final), em companhias aéreas com vôos regulares. Para o México a rota utilizada é origem Ásia, com vôo direto para o aeroporto de *Dallas Fortwoth* no Texas, e embarque via caminhão de *Dallas* até a fronteira do México, com tempo de viagem de aproximadamente 12h.

Enquanto Manaus conta com apenas uma companhia aérea operando em vôos regulares até Manaus, o aeroporto de *Dallas* recebe 2300 pousos e decolagens por dia, possui 6 terminais independentes, e recebe a cada duas horas vôos cargueiros vindos da Ásia, o que significa um nível de competitividade acentuado, dada a oferta de vôos, e oferta freqüente de volumes para transporte. O destino final no México são as *maquiladoras*, modelo industrial criado pelo Governo Mexicano para atrair multinacionais às fronteiras entre México e Estados Unidos, de modo que o produto seja montado no México e exportado via Estados Unidos, utilizando no seu processo de manufatura, a mão-de obra mexicana. As *maquiladoras* são hoje representadas por quatro mil indústrias de pequeno, médio e grande porte, distribuídas em quatro grandes zonas industriais em três cidades mexicanas na fronteira do México com os Estados Unidos.

**Figura 19. Comparativo de custo de transporte aéreo (frete) por quilo, de cargas originárias da Ásia: Manaus e México**



Fonte: Empresa multinacional de telefonia celular

As cadeias de suprimentos do modelo de agilidade instaladas no México são concorrentes diretas das cadeias de suprimento do modelo de agilidade instaladas no PIM, daí a comparação de custos de frete.

Esta diferença de preços acentuada, têm sido um fator limitante à consolidação da cadeia de suprimentos ágil no PIM. Novas empresas que dependam do modo aéreo, para garantir flexibilidade irão fatalmente deparar-se com situações similares, e terão dificuldades em garantir um processo de manufatura *lean*, e ao mesmo tempo eficiente e ágil.

## 5.2 Custos de Transporte (Frete)

Uma das dificuldades encontradas pelas Cadeias de Suprimentos Ágeis, é o controle e previsibilidade dos custos de transporte (frete). O frete nestas cadeias de suprimentos costuma ocupar um lugar de destaque na planilha de custo dos respectivos processos de

manufatura envolvidos. Na empresa pesquisada o frete representa sozinho, 40% do custo total do produto, por exemplo. Uma das perguntas mais frequentes é: como prever custos de transporte num modelo de gerenciamento que não tem certeza sobre o volume de matéria-prima que será adquirido, bem como não tem certeza do volume de entregas de produtos acabados?

A questão crucial é prever os custos, e assim trabalhar em busca de eficiência no processo produtivo, e é claro nos processos logísticos. Sabendo desta dificuldade, que é inerente ao processo, uma vez que ele é derivado da incerteza, a empresa utilizada como fonte de pesquisa desenvolveu um método para simulação dos custos de frete, baseado nos modelos em produção correntes, de modo que cada produto (todos inovadores) tivessem seus custos de frete identificados.

O objetivo era identificar o quanto caro eram os produtos, e por quê. O método baseia-se na análise das listas de material (*Bill of Materials* - BOMs), nos custos de produtos similares anteriormente utilizados, e só vale durante três meses de vida para cada produto.

Estas premissas são necessárias porque respeitam a instabilidade dos processos ágeis, as similaridades entre eles, e principalmente o curto ciclo de vida dos produtos. São desconsiderados os custos de frete de início de produção, e também do final de produção, por entender-se que nestas situações podem ocorrer distorções nos volumes de produção envolvidos.

Os custos de frete aqui apresentados são também inerentes ao processo de *inbound*, dada sua complexidade de gerenciamento, e altos valores envolvidos.

A tabela 08 apresenta os números reais de um simulador de frete para um período de quatro meses. Observe-se que os custos de frete são detalhados por produto. Os produtos têm nomes próprios para proteger seu anonimato. O universo da previsão não é superior a

quatro meses, em função da instabilidade das demandas. Toda a área marcada em cinza, significa produtos novos ainda a ser lançados.

Os valores demonstrados na tabela 07, são provenientes de:

- *Inbound Freight*: custo de frete por quilo para embarque de todas as matérias-primas importadas, necessárias à produção de determinado produto, e também as taxas locais de acordo com as exigências da legislação aduaneira brasileira. As taxas locais significam em média vinte e cinco por cento do frete por quilo, e são representadas aqui por: taxas Infraero, capatazia, movimentação para Porto Seco, armazenagem sobre valor *CIF*, transporte de carretas, e despachantes.
- P01, P02, P03 e P04 são o meses do ano.
- Os valores apresentados estão em reais (unidade monetária), e a lista de nomes à esquerda são os diferentes modelos de telefones celulares.

Interessante observar que a idéia de detalhar os custos por produtos, esclareceu quais o “vilões” do frete, e quais os modelos que têm o custo de frete mais baixo. Esta variação se dá em função da origem do embarque e, do volume de produção de cada modelo.

O percentual de acuracidade (margens de erro) entre o custo previsto e o custo real, foram em média quatro por cento, neste período. Para um modelo de incerteza, o nível de acuracidade do método de simulação demonstrou-se ótimo (os planos de produção chegam a oscilar em torno de 40% em dois meses), o que permitiu estabilidade aos sistemas de custos, e a busca por eficiência tornou-se mais objetiva, já que os erros no sistema de custos de frete, inviabilizavam novos investimentos, dada a instabilidade e a representatividade do custo de transportes. (antes da idéia da simulação, a margem de erro era de cinquenta por cento).

O simulador ainda está em fase de testes, mas já significou um avanço qualitativo nas previsões de frete e na atratividade de novos modelos de produto, isto é, é possível através dele saber quais serão os produtos com maiores margens de lucro frente aos processos logísticos.

Como ganhos adicionais, podemos citar que o modelo de incerteza ainda não possui um método de controle de custos mais adequados a si mesmo, e as fórmulas de cálculo deste simulador consideraram todas as variáveis e características dos produtos inovadores.

**Tabela 08. Representação da simulação dos custos de frete da Cadeia de Suprimentos Ágil do PIM.**

<b>Nomes Fantasia dos Telefones Celulares</b>	<b>Inbound Freight (P01)</b>	<b>Inbound Freight (P02)</b>	<b>Inbound Freight (P03)</b>	<b>Inbound Freight (P04)</b>
Panther	445,693.13	706,046.58	817,175.57	1,106,498.75
Cosmolite	-	-	-	-
Mumbai	503,981.15	500,353.94	709,676.61	917,321.70
Piccolino	188,993.83	594,219.80	633,854.90	652,666.24
Tokyo	657,636.90	435,712.51	599,225.90	738,256.79
Barracuda	158,600.05	143,089.49	150,915.01	231,904.80
Tonga	159,466.46	259,114.02	286,106.32	307,085.69
Tiger	31,645.20	47,881.33	58,149.59	-
Street X	291,851.30	546,329.40	493,937.28	480,374.66
Tartufo	111,341.24	254,014.52	172,000.75	230,488.09
Athos	185,583.15	413,590.10	180,339.53	344,199.83
Caramello	10,198.47	46,189.84	79,816.66	110,480.91
Jaguar	120,377.02	239,771.89	225,885.29	347,465.98
Flamingo	27,147.55	108,598.33	98,716.63	141,036.94
Pólo	-	-	-	-
Bangkok	-	-	-	-
Ryder	-	-	-	-
Buffalo	-	-	-	-
Gadget	-	-	245,553.36	566,248.04
Cooper	-	-	-	-
Kingston	-	-	-	42,500.00
Abba	-	-	-	-
International Freight Cost	2,892,515.44	4,294,911.77	4,751,353.39	6,216,528.41
Additional Costs	867,754.63	1,288,473.53	1,662,973.69	2,175,784.94
<b>Total Simulated</b>	<b>3,760,270.08</b>	<b>5,583,385.30</b>	<b>6,414,327.08</b>	<b>8,392,313.35</b>
<b>Actual Result</b>	<b>4,200,050.00</b>	<b>4,851,000.00</b>	<b>6,220,000.00</b>	<b>7,697,115.00</b>
<b>Total Simulated/Actual Result (%)</b>	<b>0.90</b>	<b>1.15</b>	<b>1.03</b>	<b>1.09</b>

Fonte: Empresa Mutinacional de Telefonía Celular

Elaboração própria

### 5.3 Métricas de eficiência

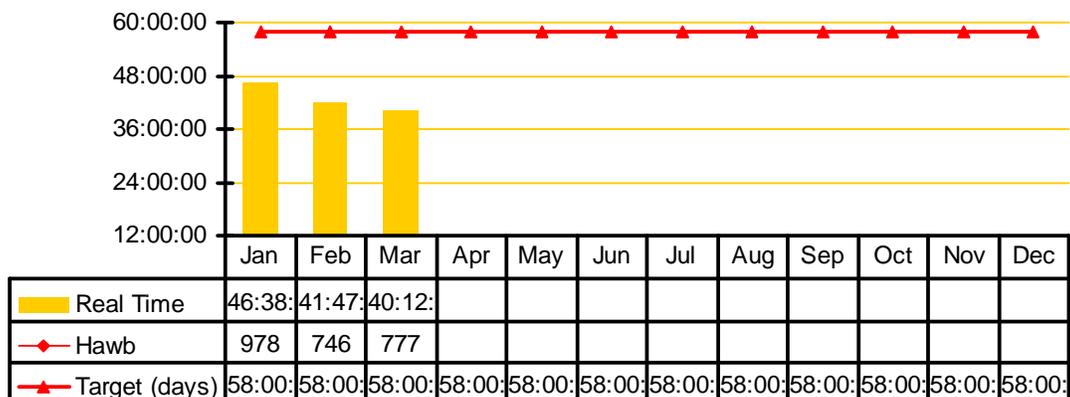
A eficiência dos processos nas cadeias de suprimento ágeis são fundamentais para que se garanta a flexibilidade necessária. Combinar custos baixos e eficiência, garantindo sempre o melhor desempenho, são as metas a serem atingidas.

Neste aspecto, a empresa estudada desenvolveu métodos de controle e acompanhamento para as atividades de gerenciamento da cadeia de suprimentos. São estabelecidas metas numéricas máximas e mínimas, medidas semanalmente e apresentadas em reuniões de *performance* também semanais. Todos os resultados semanais são consolidados e o atingimento de metas valem bônus em dinheiro aos times envolvidos. Estes bônus por sua vez, também são consolidados e pagos anualmente aos times envolvidos como forma de premiação pelos resultados atingidos.

As metas estabelecidas sempre são propostas, a partir de: reduções de tempo nos processos atuais (transporte e manuseio, por exemplo), reduções nos tempos de desembarço aduaneiro, custos de transporte mais baixos, rápido retorno de matéria prima não utilizada no processo de manufatura, e eliminação de tempo desperdiçado com paradas de linha de produção, por erros causados pelo time de suporte logístico.

A figura 20 demonstra um exemplo de métrica para redução de tempo de transporte e manuseio, medido na movimentação de cargas entre o aeroporto internacional de Manaus, e o armazém alfandegado onde funciona o estoque consignado (*hub* de fornecedor). A redução deste tempo de movimentação e manuseio significa aumento de eficiência imediato no processo logístico, e comprovam que a busca por agilidade é o diferencial destas cadeias de suprimento.

**Figura 20. Métrica de eficiência: tempo de transporte e manuseio entre o aeroporto internacional de Manaus e o armazém alfandegado onde está o estoque consignado**



Fonte: Empresa multinacional de telefonia celular

Elaboração: Operadores logísticos do *cluster* de telefonia celular

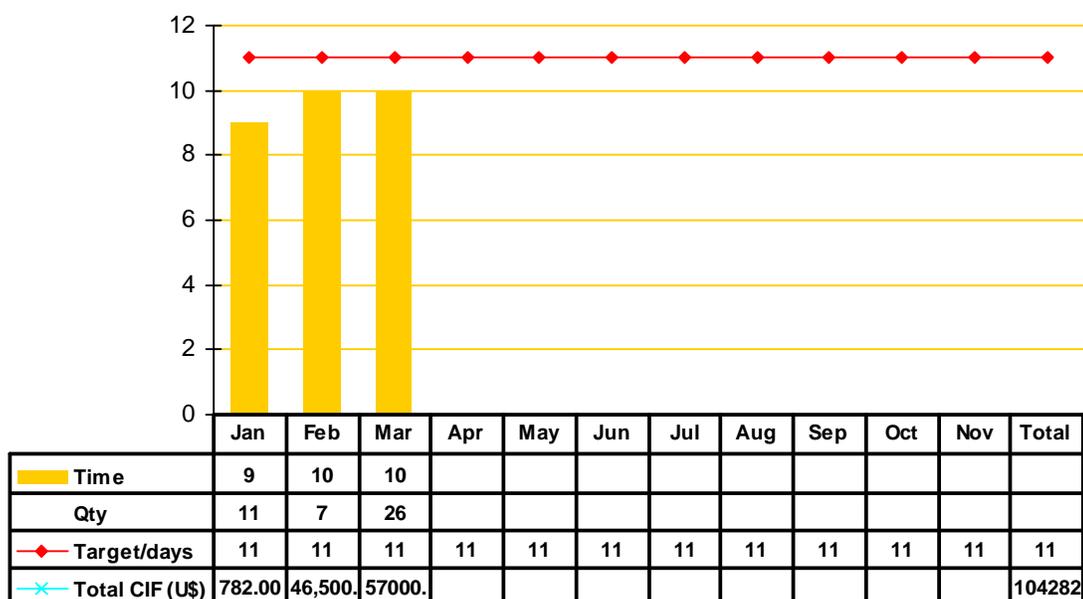
Os resultados obtidos durante três meses consecutivos, foram abaixo do tempo determinado como meta, o que comprova o comprometimento com reduções de tempo, e a noção clara da importância deste controle de eficiência pelo time de suporte logístico. As metas são revisadas a cada seis meses, de modo a sempre manter a eficiência e motivação do time.

Existem ainda outras métricas de eficiência utilizadas como medidores de desempenho, e a figura 21, por exemplo, demonstra o tempo em dias que é gasto para devolução de material não aplicado no processo de manufatura, e que portanto, é o reflexo das flutuações de demanda.

A rapidez em devolver o material ao fornecedor (já que o estoque é consignado), ou a outra unidade fabril, é uma métrica de eficiência sujeita a premiação porque reduz custos de armazenagem, manuseio e garante a redução do risco de obsolescência.

A obsolescência é um dos maiores riscos das cadeias de suprimento ágeis, e uma métrica de eficiência que identifique e trabalhe para manter este risco sob controle é fundamental na comparação com outras cadeias de suprimento pertencentes ao mesmo produto, e espalhadas em outros países.

**Figura 21. Métrica de eficiência: tempo de retorno de matéria-prima pela não utilização na manufatura (demandas voláteis)**



Fonte: Empresa multinacional de telefonia celular

Elaboração: Operadores logísticos do *cluster* de telefonia celular

No exemplo da cadeia de suprimentos ágil do PIM, quando as medições de devolução de material iniciaram, há três anos, o tempo médio gasto para devolução do material ao fornecedor, ou a outra unidade de manufatura era de 21 dias. Hoje, a meta são 11 dias, mas já se consegue realizar a atividade em 10 dias (média), o que comprova mais uma vez a eficácia do uso de métricas para o processo.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 Conclusões

Um percentual expressivo do parque industrial brasileiro é formado por aglomerações regionais, seguindo o critério de *Clusters* e principalmente Pólos. Alguns exemplos são o Pólo Moveleiro de São Bento do Sul, na região sul do Brasil, os pólos de movelaria, metal-mecânico e calçados também no sul do país, e os pólos de soja e frutas tipo exportação no Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, respectivamente.

A dificuldade de gerenciamento das cadeias de suprimento nas aglomerações regionais representantes do Modelo de Incerteza, em particular as cadeias de suprimento ágeis, motivou este trabalho, que buscou identificar quais seriam as melhores alternativas para atendimento da agilidade necessária ao bom desempenho deste modelo industrial, bem como discutir o que seriam os melhores fatores de atratividade para uma cadeia de suprimentos integrante do Modelo de Incerteza, as cadeias de suprimento ágeis.

Ao testar a adequação do modelo de incerteza da cadeia de suprimentos, em particular as cadeias de suprimento ágeis ao Pólo Industrial de Manaus, constatou-se a partir das melhorias identificadas nos processos logísticos de transporte, manuseio, desembaraço aduaneiro e estocagem, que estas são capazes de evitar o deslocamento das unidades fabris envolvidas neste modelo de produtos inovadores, e também tornar o Pólo Industrial de Manaus atrativo à outras empresas de alta tecnologia.

A proposta de um modelo de gerenciamento capaz de incluir o PIM nas exigências da competitividade externa entre as cadeias de suprimento foi cumprida, salientando que a implementação da proposta exigirá ajustes profundos no processo de gerenciamento tradicional.

Vale ressaltar que a proposta apresentada tomou por base os modelos de gerenciamento logístico já existentes, bem como as melhores práticas em uso corrente, de modo a buscar o melhor dos dois lados.

As limitações da pesquisa objeto deste trabalho, são apresentadas a partir da análise de adequação de modelos, aos produtos com alta incerteza de demanda e alta incerteza de fornecimento, faltando portanto, uma análise mais aprofundada dos demais produtos pertencentes às cadeias de fornecimento estáveis, e parcialmente instáveis, como demonstrado nos quadrantes I, II e III do matriz do modelo de incerteza.

A escolha do produto cujo modelo de cadeia de suprimentos é limítrofe – incerteza de demanda e incerteza de fornecimento - deu-se a partir da análise da balança comercial do PIM, nos últimos cinco anos (2003/2007): aproximadamente trinta por cento das exportações do Pólo Industrial de Manaus (PIM) em cada um destes anos, devem-se à exportação de um único produto produzido por uma única empresa instalada neste modelo de aglomerações, e que é exatamente uma cadeia de incerteza de fornecimento e de demanda que têm tentado adaptar sua estratégia global às legislações vigentes no Brasil, com algumas dificuldades identificadas.

Evitar o deslocamento desta unidade industrial do Pólo Industrial de Manaus, é portanto, de vital importância para justificar que existe competitividade, e flexibilidade para abrigar para todas as cadeias logísticas de suprimento neste modelo de aglomerações, sejam elas fabricantes de produtos funcionais ou inovadores.

Sendo o PIM um dos maiores pólos exportadores do Brasil, faz-se necessária uma adequação destes modelos de gerenciamento logístico, de modo a garantir a isonomia nos fatores de incentivo às exportações brasileiras, atendendo às exigências das cadeias de

suprimentos ágeis. Variáveis como infra-estrutura de transportes, legislação aduaneira e mudanças de mentalidade sobre o gerenciamento tradicional, precisam ser questionadas continuamente, respeitando o fato de que o mercado é volátil, e portanto as cadeias de suprimentos precisam apresentar o máximo de flexibilidade.

Num momento em que se busca estar preparado para exportações de alto valor agregado, e portanto, com produtos de alta tecnologia e curtos ciclos de vida, preparar-se para atrair os produtos inovadores das cadeias de suprimentos ágeis é condição básica para crescimento e desenvolvimento.

## **6.2 Recomendações**

As recomendações estão subdivididas nas variáveis de sustentação do processo logístico:

- Transportes: através das definições das cadeias de suprimentos, e seus respectivos produtos, definir quais o volumes de cargas com destino ao PIM, e portanto o tamanho da demanda por modo aéreo. O objetivo é estabelecer antecipadamente, as necessidades de vôos por períodos anuais, de modo que as indústrias sejam atendidas, e haja competitividade nas linhas aéreas exploradas.
- Manuseio e Armazenagem: faz-se necessária a quebra do monopólio da única Estação Aduaneira de Interior – EADI operante no PIM, e licença do Entreposto Internacional da Zona Franca de Manaus – EIZOF, através da revogação da legislação que vincula o regime EIZOF, somente ao EADI Manaus, criando um monopólio. Sugere-se que haja a reemissão de documentos, de modo que seja possível outras empresas utilizarem a licença de EIZOF, criando competitividade nos processos de manuseio e armazenagem.

- **Processo Aduaneiro:** sugere-se que sejam identificados os processos de Declaração de Importação (DIs), e Declaração de Admissão (DAs) das cadeias de suprimentos ágeis, e para eles sejam estabelecidas normas de controle e fiscalização especiais, em todas as agências envolvidas. Valendo as tratativas especiais deste a fiscalização em zona primária até a movimentação nos Portos Secos, de modo a garantir agilidade.
- **Processos de *Outbound*:** O presente trabalho deu atenção especial às cadeias de suprimentos ágeis, no processo logístico de *inbound*. Sugere-se portanto, que haja também uma análise mais profunda nos processos logísticos inerentes ao *outbound*, que também têm características de agilidade, e enfrentam problemas de infraestrutura e transporte. Uma revisão neste processo, poderá complementar o desenvolvimento das cadeias de suprimentos ágeis, e esclarecer quais os pontos de melhoria no processo logístico com um todo, *inbound* e *outbound*.

Na busca por estratégias adequadas às diferentes cadeias de suprimento, far-se-ão necessárias novas pesquisas de adequação de regulamentações e atratividade, uma vez que com a agregação de alta tecnologia, e portanto com os ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos, será necessário manter a atratividade dos modelos de aglomerações industriais espalhados pelo Brasil.

### **6.3 Direcionamento para futuras pesquisas**

Na busca por estratégias adequadas às diferentes cadeias de suprimento, far-se-ão necessárias novas pesquisas de adequação de regulamentações e atratividade, uma vez que com a agregação de alta tecnologia e, portanto com os ciclos de vida dos produtos cada vez

mais curtos, será necessário manter a atratividade dos modelos de aglomerações industriais espalhados pelo Brasil.

Os tópicos a seguir representam estes direcionamentos para futuras pesquisas:

- **Estratégias logísticas e modelo *Vendor Management Inventory* (VMI):** a experiência brasileira. O Brasil é um país que já identificou um modelo logístico capaz de atender às cadeias de suprimentos ágeis, e portanto é sensível às demandas do mercado, falta porém estender este benefício aos regimes aduaneiros especiais e atípicos.
- **Administração de armazéns alfandegados no processo de agilidade:** definir procedimentos especiais para administração dos armazéns alfandegados quanto às cadeias de suprimentos ágeis;
- **Sistemas de custos aplicados ao modelo de gerenciamento das cadeias de suprimento ágeis:** entender o nível de importância das variáveis de custo no gerenciamento das cadeias de suprimentos ágeis, e justificar o alto custo destas cadeias de suprimento a partir do grau de customização necessários aos diferentes processos.
- **O transporte aéreo como vetor de desenvolvimento das indústrias de alta tecnologia:** explorar o fato de que o transporte aéreo é de vital importância para o desenvolvimento do modelo de gerenciamento das cadeias de suprimentos ágeis, e que um país que pretende ser atrativo às indústrias de alta tecnologia precisa estabelecer bases modernas e sólidas de desenvolvimento do modo de transporte aéreo.

- **Cadeias de suprimento eficientes e seus processos logísticos no PIM:** explorar o comportamento das cadeias de suprimento eficientes, conforme demonstrado pela matriz do MICs;
- **Cadeias de suprimento sensíveis e seus processos logísticos:** explorar o comportamento das cadeias de suprimento eficientes, conforme demonstrado pela matriz do MICs;

Os tópicos descritos são sugestões de pesquisas derivadas diretas do presente estudo. No entanto, ao abrirmos uma nova linha de pesquisa, muitas ainda serão as contribuições, a partir de valor agregado do produto considerado pela cadeia de suprimentos.

Isto é fundamental para que se identifique se as estratégias de desenvolvimento adotadas pelo Brasil estão alinhadas com as tendências de mercado, e se estamos garantindo nossa competitividade no longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ALIGLERI (2002), Luiz, ALIGLERI Lilian., CAMARA, Márcia R., “Responsabilidade Social na Cadeia Logística: uma visão integrada para o incremento da competitividade”. In: Encontro de Estudos Organizacionais. Recife: Observatório da Realidade Organizacional - PROPAD/ UFPE, ANPAD.

ARNOLD, J. R. TONY (1999). Administração de Materiais: uma introdução. São Paulo: Atlas.

BALLOU (1993), Ronald H, Logística Empresarial. São Paulo: Atlas.

CAVALCANTE, Luiz R. M. T., “Produção Teórica em Economia Regional: uma proposta de sistematização”. In: Artigos da Biblioteca Virtual do Banco de Desenvolvimento da Bahia. Salvador: Desenhahia, julho de 2002. [www.desenhahia.ba.gov.br](http://www.desenhahia.ba.gov.br) (Acessado em 24/10/2007)

CHRISTOPHER, M., (2000), “The agile supply chain: competing in volatile markets”, Industrial Marketing Management, Vol.29, No.1, pp 37-44.

CHRISTOPHER, M., e TOWILL, D.R., (2000), “An integrated model for the design of Agile Supply Chains”, London, Pitmans.

CHRISTOPHER, M., e TOWILL, D.R., (2002), “Developing Market Specific Supply Chain Strategies”, International Journal of Logistics Management, Vol.13, No.1, pp 1-14.

DORNIER (2000), Philippe-Pierre, et al. Logística e Operações Globais. São Paulo: Atlas.

FIGUEIREDO (2003), Kleber F., et al. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Atlas.

FISHER (1997) M. In: What is the right supply chain for your product ? Harvard Business Review, vol 75/2, March/April, pp 105-116.

FISHMAN (2005), Ted. China S.A. Como o crescimento da próxima superpotência desafia os Estados Unidos e o mundo. Rio de Janeiro: Ediouro.

FLEURY, Paulo Fernando et al. Logística Empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

GRIEGER (2000), Martin. In: Electronic Marketplaces: a literature review and a call for supply chain management research. European Journal of Research.

HARRISON, Terry, P. et al (2005). The practice of Supply Chain Management. Springer Science&Business Media, Inc.

LEE (2002), L. Hau. In: Aligning Supply Chain Strategies with Product uncertainties. California Management Review, vol. 44. n° 03.

MARQUES et al (2008). Proposta de um modelo dinâmico para classificação de cadeias de suprimentos. São Paulo: Anais SIMPOI.

MASON-JONES, R., NAYLOR, J. B. e TOWILL D.R., (2000), “Lean, agile or leagile?” Matching your Supply Chain in the marketplace”, International Journal of Production Research, Vol. 38, No. 17, pp 4061 – 4070.

MINISTÉRIO DA FAZENDA, PORTARIA INTERMINISTERIAL N° 02, DE 21 DE JULHO DE 1992.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES, nota publicada em 09-07-07.

MUTO (2005), Reiko, Curso de Comércio Exterior: Legislação Aduaneira. Rio de Janeiro: Atlas.

NAYLOR, J. B., NAIM, M. M. e BERRY, D., (1999), “Leagility: interfacing in the lean and agile manufacturing paradigm in the total supply chain”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, pp 107 – 118.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. (1999)  *Holding, Administração Corporativa e Unidade Estratégica de Negócio: uma abordagem prática*. São Paulo: Atlas.

OLIVEIRA, Fabiana L., (2003). *O modelo Unidades Estratégicas de Negócio desdobrando a atividade de compras em uma indústria eletroeletrônica: um estudo de caso*. Manaus: Faculdade de Tecnologia - Universidade Federal do Amazonas (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção).

\_\_\_\_\_, (2006). *Estratégias logísticas de transporte aplicadas a pólos econômicos regionais: uma abordagem exploratória sobre o Pólo Industrial de Manaus (PIM)*. In: FREITAS, Aimberê, e PORTUGAL, Licínio (orgs.), *Estudos de Transporte e Logística na Amazônia*. Manaus: Novo Tempo, p. 204-222.

PREMKUMAR, G. Prem. In: *Inter Organizational System and Supply Chain Management – an information processing perspective*. College of Business. Iowa State University, AMESIA 50011.

RIVAS, Alexandre, e FREITAS, Carlos Edwar (coords.), (2006) *Estudo de Viabilidade para Implantação de Empreendimentos Petroquímicos no Pólo Industrial de Manaus*. Manaus: Universidade Federal do Amazonas.

RIVAS *et al* (2008). *Como proteger a Amazônia? Discurso ou fato: evidências do pólo industrial de Manaus*. Manaus: Instituto PIATAM/SUFRAMA.

SÁ, Mauro Thury de Vieira, (2004) *A Indústria de bens eletrônicos de consumo frente a uma nova rodada de abertura*. São Paulo: Instituto de Economia/UNICAMP (Tese de Doutorado em Economia).

SICSÚ, Benjamin B. (2002) “Desenvolvimento da Indústria de componentes para o complexo eletrônico”. In: XIV Fórum Nacional. Rio de Janeiro: INAE – Instituto Nacional de Altos Estudos.

SILVA, João Lázaro et al. (2006) In: A influência do Regime de Entreposto Industrial sob Controle Informatizado (RECOF) na geração de vantagem competitiva: um estudo no setor de componentes eletrônicos. n° 01.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS – SUFRAMA, Indicadores Industriais. Manaus: SUFRAMA, disponível em [www.suframa.gov.br](http://www.suframa.gov.br) (Acessado em 13/01/2008).

WANKE, Peter. (2003) “Estratégia Logística: Conceitos, Implicações e Análise da Realidade Brasileira”. In: Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas.