



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

BRUNO CARNEIRO FÉLIX

**MANUFATURA INTEGRADA E GESTÃO DA
CADEIA DE SUPRIMENTOS: O MODELO DO
COMPLEXO INDUSTRIAL FORD NORDESTE**

Salvador
2007

BRUNO CARNEIRO FÉLIX

**MANUFATURA INTEGRADA E GESTÃO DA
CADEIA DE SUPRIMENTOS: O MODELO DO
COMPLEXO INDUSTRIAL FORD NORDESTE**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissional da Escola de
Administração da Universidade Federal da
Bahia, como requisito parcial para a obtenção
do grau de MESTRE EM ADMINISTRAÇÃO.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Cabral

Salvador
2007

F316m

Félix, Bruno Carneiro

Manufatura integrada e gestão da cadeia de suprimentos: o modelo do complexo industrial Ford Nordeste/ Bruno Carneiro Félix. Salvador: B. C. Félix, 2007.
102 f.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Cabral

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração, 2007.

1. Redes de Manufatura. 2. Gerenciamento da Cadeia de suprimentos.
3. Integração de Fornecedores. 4. Custos de Produção. 5. Efeito Chicote.
I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Cabral, Sandro. III. Título.

CDD : 658.5

TERMO DE APROVAÇÃO

BRUNO CARNEIRO FÉLIX

MANUFATURA INTEGRADA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: O MODELO DO COMPLEXO INDUSTRIAL FORD NORDESTE

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado da Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Salvador, 25 de maio de 2007.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Cabral – Orientador _____
Universidade Federal da Bahia (UFBA – NPGA)

Prof. Dr. Francisco Teixeira _____
Universidade Federal da Bahia (UFBA – NPGA)

Profa. Dra. Maria Rita Pontes Assumpção Alves _____
Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia (SENAI – CIMATEC)

À

Sandoval, meu pai, meu amigo e minha fonte
inspiradora.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que é o dono da minha vida e o único absolutamente responsável por todas as vitórias nela existentes.

À minha mãe, D. Neuza, que sempre foi a minha fonte de força, amor e obstinação, sem ela não seria possível vencer os desafios da vida.

À minha mulher, Tatiana, pela presença, companheirismo, admiração e apoio.

Ao meu orientador, Sandro Cabral, pelo fundamental suporte prestado durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores do curso, especialmente a Elaine Norberto, pelo aprendizado proporcionado durante o curso.

Agradeço ainda aqueles executivos que entrevistei, pela confiança em prestarem seus depoimentos, pela doação de seus tempos e, enfim, pela generosidade.

RESUMO

A concorrência no mercado automobilístico é acirrada, a tecnologia está a disposição de todos, os clientes estão a cada dia mais exigentes em qualidade e preço. É necessário oferecer produtos de boa qualidade, que atende as expectativas do cliente, com menor custo. Assim, com o objetivo de aumentar a competitividade no setor automotivo, é necessário reduzir os custos integrando os fornecedores em redes de manufatura. Neste contexto, a questão chave que permeia esta pesquisa esta ligada a relação entre as redes de manufatura integrada e problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos. As hipóteses, construídas principalmente com base nos conceitos de Redes de Operações Produtivas, Integração de Fornecedores e Relacionamento Colaborativo, são testadas em um caso empírico relacionado à configuração do sistema de produção implantado no Complexo Industrial da Ford em Camaçari. Os resultados verificados dentro dos limites do estudo de caso indicam a importância do compartilhamento de informações e de técnicas enxutas de produção para minimizar os impactos negativos da amplificação do efeito chicote e aumento do *lead time* total no gerenciamento da cadeia de suprimentos. A expectativa é de que os elementos abordados nesta dissertação possam levar contribuições no gerenciamento das redes de suprimento, tanto na esfera empresarial quanto em novas pesquisas acadêmicas.

Palavras-chave: *redes de manufatura; gerenciamento da cadeia de suprimentos; integração de fornecedores; custos de produção; efeito chicote.*

ABSTRACT

The competition in the automotive market is huge, the technology is available for every players, the customers are demanding always more quality and price. That is the reason why it is necessary to offer products with good quality and that reach the customers expectation with low cost. Following the target to improve the competitiveness in the automotive chain, it is necessary to reduce the cost by integrating the suppliers in manufacture networks. In this context, the key point of this research is linked to the relation between the integrated manufacture networks and the main problems on the supply chain management. The hypotheses, originated based on the concepts of Productive Operation Networks, Suppliers Integration and Collaborative Relationship, are tested in an empirical case related to the production system configured to the Ford Industrial Complex in Camaçari. The results verified in the limits of this empirical case points to the importance of information share and lean production techniques in order to minimize the negative impacts of the bullwhip effects and increased lead times in the supply chain management. At last, it is expected that the topics of this dissertation shall contribute to the supply network management, even in the area of entrepreneurial's decision taking as in new academic researches.

Key-words: *manufacture networks; supply chain management; suppliers integration; production costs; bullwhip effect.*

LISTA DE FIGURAS

Cód. da Figura	Descrição	Página
Figura 2.1.	Recursos e relacionamento com fornecedores no mercado	45
Figura 2.3.	Relacionamentos com a rede de suprimentos I	49
Figura 4.1.	Relacionamentos com a rede de suprimentos II	94

LISTA DE QUADROS

Cód. do Quadro	Descrição	Página
Quadro 2.1.	Compra Convencional vs Colaborativa	43
Quadro 4.1.	Quadro Comparativo entre as Empresas	73
Quadro 4.2.	Relação dos principais FSS da Ford em Camaçari	83

SUMÁRIO

	f.
1. INTRODUÇÃO	11
2. MANUFATURA INTEGRADA EM REDE	20
2.1. REDES DE OPERAÇÕES PRODUTIVAS	20
2.2. REDES DE MANUFATURA INTEGRADA EM UM AMBIENTE JIT	26
2.2.1. Principais Elementos da Filosofia JIT	26
2.2.2. Nivelamento da Produção na Rede de Manufatura Integrada (Sistemas Puxados)	30
2.3. INTEGRAÇÃO DE FONECEDORES PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS	31
2.3.1. Desenvolvimento Coordenado de Novos Produtos e Processos	32
2.3.2. Padronização e Modularização de Produtos e Processos	35
2.4. RELACIONAMENTO COLABORATIVO AO LONGO DA REDE DE MANUFATURA INTEGRADA	36
2.4.1. Compras JIT em um Ambiente de Manufatura Integrada	39
2.4.2. Tipos de Relacionamento ao Longo da Rede de Manufatura Integrada	43
3. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	48
3.1. O EFEITO CHICOTE	48
3.2. O TEMPO DE CICLO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	52
3.3. FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES	55
4. CASO EMPÍRICO	60
4.1. O FUNCIONAMENTO DA REDE DE MANUFATURA INTEGRADA NO COMPLEXO INDUSTRIAL DA FORD EM CAMAÇARI	62
4.1.1. O Condomínio Industrial	64

4.1.2. O Sistema de Produção	67
4.1.3. O Sistema de Informação	71
4.1.4. Parceria com os Fornecedores	77
4.1.5. O Consorcio Modular	80
4.2. TESTE DE HIPOTEESES	82
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	95
ANEXO	99

1. INTRODUÇÃO

O novo ambiente empresarial provoca a necessidade das organizações tornarem-se cada vez mais competitivas. Para isso, as organizações deparam-se com a necessidade de melhorar de forma contínua a eficácia operacional das suas atividades. Uma empresa só é capaz de superar em desempenho os concorrentes se conseguir estabelecer um diferencial competitivo identificado pelo mercado (PORTER, 1989, p. 127). Do mesmo modo, a diferenciação emana da escolha das atividades e da maneira como estas são desempenhadas.

Ao longo da década de 80, pode ser observado um processo de fusão e criação de novas empresas, entre organizações, que historicamente competiam entre si. A reestruturação das corporações em busca de maiores níveis de qualidade e produtividade, a globalização dos mercados e o surgimento de novas tecnologias de processamento e transmissão de dados desempenharam e vêm desempenhando papel chave na mudança das relações de negócios entre as organizações (HAY, 1988, p. 93).

A penetração cada vez mais rápida em novos mercados, ou a consolidação de uma certa posição em outros, passam muitas vezes pela adoção de novas estratégias no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Por meio da expansão das fronteiras organizacionais, as empresas têm se mostrado capazes de eliminar ineficiências e duplicidade de atividades nas interfaces da cadeia de suprimentos, ao mesmo tempo que aumentam os níveis de serviço ao cliente final, seja ele fabricante, atacadista ou o consumidor final.

Particularmente, a globalização dos mercados está levando diversas organizações a buscarem alternativas para as suas atuais fontes de suprimentos de

bens e serviços, para a localização de suas instalações de produção e distribuição, bem como para seus mercados consumidores. Assim, o emprego de uma rede de manufatura de forma integrada, como uma nova estratégia capaz de criar, dentro das empresas, uma sincronização do fluxo de materiais e informação na cadeia de valor, é ainda recente.

Casos comuns de aplicação de redes de manufatura integrada surgem da simples tentativa de redução do número de fornecedores diretos. A complexidade de lidar com muitos fornecedores pode ser cara para a operação além de dificultar um relacionamento mais próximo com cada um desses fornecedores (SLACK, 2002, p.174). Esses motivos levam as empresas a reconfigurar sua rede de suprimentos, tornando-a mais simples e organizada.

Tomando como exemplo o setor automotivo, foco de atenção do presente trabalho, ao se observar a parte dianteira de um veículo, nota-se um aglomerado de itens que anteriormente eram comprados de diferentes fornecedores. Atualmente as montadoras optam por adquirir todo esse conjunto de peças sub-montadas como um módulo de apenas um fornecedor. “Fabricantes tradicionais de carros estão diminuindo de tamanho e confiando cada vez mais em fornecedores de sistemas, como a TRW nos EUA, a Bosch na Alemanha e a Magna no Canadá, para fornecê-los em partes mais completas do carro.” (WOMACK, 1998, p. 233)

Pode-se observar ainda que o gerenciamento da cadeia de suprimentos no setor automotivo passa por um período de mudanças. Pode-se mesmo afirmar que o momento atual corresponde a uma revolução, tanto em termos das práticas empresariais quanto da eficiência, qualidade e disponibilidade da infra-estrutura de

transportes e comunicações, elementos fundamentais para a existência de uma cadeia de suprimentos robusta.

Até os anos 90, o mercado automobilístico brasileiro era basicamente abastecido por nove montadoras de veículos. Com exceção da gaúcha Agrale e da extinta Gurgel, todas as outras montadoras eram subsidiárias de multinacionais que operavam no país com suas fábricas locais.

Com as mudanças regionais e mundiais ocorridas nos anos 90, o Brasil e a região do Mercosul passaram a ter grande importância no cenário mundial da indústria automobilística. Como consequência, vários investimentos foram realizados pelas montadoras de veículos tanto para a ampliação e modernização de suas antigas fábricas na região como para a construção de novas fábricas. Estes novos investimentos vem acompanhados por novos entrantes que buscam incluir o Brasil e o Mercosul em suas operações globais, com vistas, muitas vezes, a usar o país como plataforma de exportação para outros mercados.

Todo esse cenário de mudanças reflete também um novo padrão nos requisitos de fornecimento. Esse novo padrão, segundo ZAWISLAK (2003), é composto de saúde financeira (custos transparentes e capacidade de investimento); certificação (ISO e QS 9000) e sistemas de auditoria das próprias montadoras (sistema de qualidade); parcerias com sistemistas e outros fornecedores (nacionais e internacionais); integração eletrônica (informatização interna e externa); desenvolvimento conjunto e rápido de novos produtos, processos e sistemas (co-design); padrões internacionais de custo, qualidade, quantidade e preço; flexibilidade de fornecimento (confiabilidade e prazo de entrega); qualificação básica de mão-de-obra e redução de desperdícios (resíduo zero, defeito zero, estoque zero).

Após quase duas décadas de advento do *just-in-time*, montadoras e autopeças chegaram à conclusão de que apenas sua adoção não é mais suficiente para a obtenção de vantagens competitivas (SCHONBERGER, 1984, p. 113). É necessário que outros elementos sejam também considerados na nova forma das relações de fornecimento, dentre os quais Schonberger (1984) menciona a resolução conjunta de problemas, o co-design, o alinhamento estratégico, a compatibilização das medidas de desempenho e a definição de um novo conjunto de necessidades a serem atendidas pelos fornecedores, tais como global ou *follow sourcing*¹ e fornecimento de sistemas e módulos completos.

Segundo Searcy (2002) os elementos constituintes das novas relações de fornecimento são as relações de proximidade, não apenas físicas, mas também de serviços; os novos formatos organizacionais (consórcio modular e condomínios industriais); bem como o fornecimento de subconjuntos; e os relacionamentos integrados de engenharia e projeto.

Com o objetivo de tomar sua rede de suprimentos mais enxuta e menos complexa, nota-se que as montadoras vêm adotando novas estratégias de suprimento no Brasil. As pressões de custo levaram as montadoras a reduzir o número de fornecedores, permitindo que estes assumam mais responsabilidades no desenvolvimento e pré-montagem dos itens, a exemplo da Ford em Camaçari, objeto de estudo desse trabalho.

O Complexo Industrial da Ford em Camaçari conta com uma área de 4.7 milhões de metros quadrados, sendo 1.6 milhões de área construída. Com uma capacidade de 250 mil veículos/ano, o complexo contribui para a geração de 8.000 empregos diretos e 80.000 indiretos. Dessa unidade a Ford fabrica os produtos do

¹ *Follow Sourcing* é o processo de identificação de fontes globais de suprimento de matéria-prima ou serviço.

Projeto Amazon², o Novo Ford Fiesta e o Ecosport, uma nova família de veículos desenvolvida para atender a demanda do mercado latino-americano. A Ford Motor Company tinha participação de 7% no mercado nacional em 2001. Com a nova família de produtos que sai da planta nordestina, ela praticamente dobrou sua participação em 2004, alcançando 12% do mercado.

Hoje, para manter ou aumentar a venda de veículos, uma montadora tem de colocar nas revendedoras o que o consumidor deseja, ou seja, um carro confortável, durável, prático, ágil e, principalmente, com baixo custo. A competitividade do setor leva as montadoras a fabricar produtos com mais qualidade e menor custo.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos evolui a tal ponto que as indústrias de autopeças, que antes ficavam concentradas em poucos Estados, hoje procuram instalar suas unidades e agregar valor ao seu produto o mais próximo possível de seus clientes, as montadoras de veículos.

Na fábrica de Camaçari, por exemplo, 29 fornecedores diretos, também chamados de *Full Service Suppliers*, ou simplesmente FSS, acompanharam a Ford no projeto, decidindo pela localização de suas operações, em alguns casos, a poucos metros do cliente. “Ao tomar decisões sobre a localização de uma operação, a empresa deve preocupar-se em minimizar os custos e examinar as receitas/serviços aos clientes. A localização afeta os dois, mas não igualmente para todos os tipos de operações.” (SLACK, 2002, p.179). A localização tem pouca probabilidade de afetar as receitas de uma operação de manufatura. Por outro lado, os custos de produção provavelmente serão afetados pela localização.

² Amazon foi o nome dado pela Ford para o projeto de desenvolvimento do grupo de veículos fabricados do complexo automotivo de Camaçari.

Os fatores mais relevantes que levaram os principais fornecedores diretos da Ford a se localizarem em Camaçari estão diretamente associados à redução do custo de produção, como o acesso à mão-de-obra mais barata do que no Sul do país, benefícios logísticos trazidos pela infra-estrutura montada pelo governo do Estado da Bahia e redução dos custos de frete e propriedade dos estoques em função do transporte de mercadorias com menor valor agregado.

Diante da importância que a logística vem despertando em todos os negócios, as empresas líderes estão integrando sua cadeia de suprimentos, abastecimento e distribuição. As entregas just-in-time, as ordens completas, o atendimento ao cliente, a diminuição do ciclo de produção e a entrega sem avarias têm colocado a logística como um fator fundamental nos negócios.

O autor desse trabalho teve contato com uma situação-problema envolvendo a temática da rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari e sua influência no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Pela relevância junto ao tema e acesso aos dados, a análise dos problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos aqui limita-se ao efeito chicote e extensos tempos de ciclo de produção, brevemente apresentados a seguir e detalhadamente estudados durante a revisão bibliográfica.

O efeito chicote é a amplificação ao longo da cadeia de suprimentos de eventuais variações na demanda do consumidor final (LEVI, 2003, p. 101). Essas variações podem causar excesso de estoques, ou seja, aumento do capital de giro necessário para manter o negócio, ou falta de material ao longo da cadeia de suprimentos. Os dois resultados acima citados geram desperdícios e oneram a cadeia de valor.

O outro problema analisado nesse trabalho refere-se aos extensos tempos de ciclo necessários para a produção de um determinado bem ao longo a cadeia de valor (VOLLMANN e outros, 2005, p.480). Quanto maior for o tempo necessário para produzir um bem em sua cadeia de suprimentos, maior será o nível de estoque dos componentes necessários para a fabricação desse bem causando ineficiência e dificultando o gerenciamento da cadeia de suprimentos (LEVI, 2002, p. 112).

Feitas essas considerações, mais especificamente, o presente trabalho pretende debruçar-se sobre a seguinte questão central:

- Quais as soluções encontradas pelo modelo de manufatura integrada desenhado para o Complexo Industrial Ford Nordeste para os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos?

Por intermédio do exemplo proposto pela rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari, e com a finalidade de incrementar a competitividade das demais empresas, utilizando os parâmetros desenvolvidos nesse estudo de caso e desse modo trazer todas as vantagens deste modelo para as demais organizações, faz-se necessário descrever prioritariamente os conceitos de Rede de Manufatura Integrada e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, para que em seguida tenha-se suporte teórico suficiente para explorar os dados coletados a cerca das hipóteses para a questão central, levantadas ao longo desse trabalho.

A chance de analisar o modelo de rede de manufatura proposto e sua influência sobre os problemas acima levantados se apresentam como um tema importante sob os pontos de vista acadêmico e empresarial, por avaliar, através das lentes do referencial teórico, práticas operacionais e de colaboração que reduzem os desperdícios na cadeia de suprimentos. Por esse motivo, os dados e observações

coletados *in loco* na rede de manufatura pesquisada se mostram oportunos demais para ser descartados.

A fim de realizar a investigação da questão proposta, dentre as estratégias de pesquisa possíveis, neste trabalho o instrumento utilizado foi o Estudo de Caso, no qual a pergunta central e as hipóteses formuladas, será respondida e testada considerando o modelo estudado de Slack e Lewis (2002).

Este estudo de caso tem como estratégia de pesquisa o modo exploratório, descritivo e explanatório (ROESCH, 2001, p. 155), enquadrando-se na categoria de estudos configurativos-disciplinados, por interpretar os padrões encontrados no estudo de caso com base em postulados teóricos. Neste trabalho foram escolhidos como instrumentos de coleta de dados entrevistas semi-estruturadas a executivos das empresas que compõem a rede de manufatura estudada, a análise de documentos, como *e-mails*, procedimentos e indicadores de desempenho, e observação participante.

Antes de iniciar o detalhamento do estudo de caso, faz-se necessário apresentar o arcabouço teórico de suporte presente na literatura pertinente. O capítulo 2 aborda a conceituação dos termos “Redes de Operações Produtivas” e “Redes de Manufatura em um Ambiente JIT”, oportunos para o entendimento dos benefícios e restrições de sistemas sincronizados e puxados de produção.

Em seguida são abordados os temas “Integração de Fornecedores para o Desenvolvimento de Novos Produtos”, onde são levantados aspectos inerentes ao desenvolvimento coordenado de novos produtos e processos e sua importância na integração da rede de suprimentos. O “Relacionamento Colaborativo ao Longo da Rede de Manufatura Integrada” apresenta-se como um tema relevante para esse trabalho em função de sua ênfase na colaboração mútua entre compradores e fornecedores e sua

relação com os problemas abordados no capítulo 3. Conforme já mencionado, o Efeito Chicote e Extensos Tempos de Ciclo são problemas constantemente enfrentados por executivos que gerenciam o fluxo de informações e de materiais na cadeia de suprimentos, motivo pelo qual seu entendimento torna-se relevante para a análise das hipóteses levantadas para a questão central desse trabalho ao longo da apresentação dos capítulos teóricos.

Em seguida, no capítulo 4, após a sedimentação dos conceitos teóricos, será iniciada a discussão do caso empírico, por meio, primeiramente, da apresentação do condomínio industrial e do consórcio modular formado na rede de manufatura estudada, bem como os sistemas de gestão da produção e de informações desenhados nesse ambiente.

Além da procura por respostas para a questão central formulada, será discutida, com o suporte dos ferramentais teóricos, a integração de fornecedores e cliente na rede de operações estudada, bem como sua influência sobre os problemas apresentados para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Também, são demonstrados os resultados e as discussões decorrentes da análise desses problemas no estudo de caso proposto.

Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões e as sugestões de continuidade deste trabalho.

2. MANUFATURA INTEGRADA EM REDE

Porter (1989, p. 53) observa que a estratégia de operações de uma empresa engloba um amplo modelo de decisões de longo prazo para conciliar as demandas dos consumidores aos recursos produtivos. Com as constantes mudanças no ambiente competitivo das empresas, torna-se importante para o desenvolvimento desse trabalho abordar como as operações produtivas podem desenhar suas estratégias para alcançar seus objetivos.

Slack e Lewis (2002, p. 5) afirmam que as estratégias de operações estão menos direcionadas a processos individuais e mais ligadas a processos de transformação ao longo de redes operações conectadas. Tomando-se essa afirmação como ponto de partida, nesta seção serão abordadas as redes de operações em sistemas puxados de produção, bem como a integração e o relacionamento colaborativo nessas redes.

2.1 REDES DE OPERAÇÕES PRODUTIVAS

Nenhuma operação produtiva existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectada com outras operações. Essa rede inclui fornecedores e clientes. O grande desafio estratégico das organizações é projetar a forma e a configuração da rede na qual sua operação está inserida. Essas decisões de projeto da rede começam com a definição dos objetivos estratégicos para a posição da operação na rede. Isso suporta a organização a decidir sobre a forma geral de sua rede, a localização de cada operação produtiva e como administrar sua capacidade.

A chave para entender as ligações na rede de suprimentos consiste na identificação das partes da rede que contribuem para os objetivos de desempenho valorizados pelos consumidores finais (SLACK, 2002, p. 173). A perspectiva de longo prazo na rede de suprimentos avalia as vantagens relativas a serem obtidas com uma nova configuração dos elos na cadeia de suprimentos.

Mesmo quando uma operação produtiva não possui, ou mesmo controla diretamente outras operações produtivas na rede, pode ainda assim desejar mudar sua forma. Para Mentzer (2001), isso envolve tentar gerenciar o comportamento da rede por meio de sua reconfiguração, de modo a mudar o escopo de atividades desempenhadas em cada operação e a natureza dos relacionamentos entre eles. Este desafio muitas vezes envolve uma realocação da responsabilidade para a realização das atividades.

Um exemplo comum de reconfiguração da rede de suprimentos está nas iniciativas feitas nos últimos anos por muitas empresas na redução do número de fornecedores como uma alternativa para o compartilhamento de novas descobertas de como melhorar seu sistema de produção. Por exemplo, nas operações europeias da Ford, o antigo modelo Escort usava peças compradas de cerca de 700 fornecedores diretos, enquanto o modelo Focus usa peças de 210 fornecedores, facilitando a administração do relacionamento e o desenvolvimento conjunto com os fornecedores.

A questão real que gira em torno dessa mudança no formato da rede é: “como clientes e fornecedores podem colaborar entre si para reduzir custos e melhorar a qualidade?”.

Para um melhor esclarecimento sobre os elementos estratégicos e os impactos da integração das redes de operações produtivas, deve-se partir de um ponto: a identificação e gerenciamento de um relacionamento cooperativo e integrado com as

bases da cadeia de suprimentos. Levi (2003, p. 214-225) aponta para os três elementos descritos a seguir como fatores eficientes para o entendimento da configuração da rede de operações produtivas com base no relacionamento colaborativo entre os elos da cadeia.

O **primeiro** deles está diretamente relacionado à **concepção de um novo produto**. Um ponto chave na configuração da rede de operações produtivas envolve as decisões para a seleção apropriada e amplo envolvimento da fonte de suprimento no desenvolvimento de um novo produto.

Normalmente, o fornecedor apenas é inserido no projeto de criação do processo ou do produto após seu design final. Em um sistema de operações produtivas tradicional, as empresas fornecedoras, normalmente trabalhando para atender a um desenho já pronto, possuem pouca oportunidade ou incentivo para sugerir aperfeiçoamentos no esquema de produção e suprimento, com base em suas próprias experiências como *expert* na fabricação de um dado componente.

Levi (2003, p. 225) argumenta que toda a rede realiza benefícios com o envolvimento da base de suprimentos durante o processo de desenvolvimento do produto pelo compartilhamento de tecnologias, informações e investimentos. Entre os benefícios descritos destacam-se a redução do custo de materiais, aumento no desempenho da qualidade do produto, redução no tempo de desenvolvimento do produto e queda dos custos de produção.

Outro importante benefício para o envolvimento da base de suprimentos no início da concepção do produto é a simplificação do seu design. Reduzir a complexidade do design nas etapas iniciais de desenvolvimento do produto ou processo resulta em um baixo índice de mudanças no produto e níveis de incidentes de

qualidade (VOLLMAN e outros, 2005, p. 192). Ao longo desse capítulo será mais amplamente analisado o envolvimento de fornecedores no desenvolvimento de produtos e processos. No entanto, faz-se necessário o levantamento prévio dos demais elementos descritos por Levi para um entendimento mais produtivo sobre a configuração das redes de operações produtivas.

O **segundo** elemento a ser destacado por Levi, avalia especificamente o impacto do **dimensionamento do tamanho da base direta de suprimentos**, ou em inglês *tier 1 suppliers*, na performance final do processo ou produto. Para Levi, organizar tradicionalmente as múltiplas fontes de suprimento em cadeias verticais e jogá-los uns contra os outros para conseguir o melhor preço em curto prazo, em um jogo de soma-zero, gera um bloqueio no fluxo horizontal de informações entre eles, particularmente sobre os avanços nas técnicas de fabricação, impactando diretamente o desempenho e qualidade do produto final.

Womack (1992, p. 184) afirma que racionalmente, o departamento de compras das grandes empresas está – muito mais do que com o sistema de produção – preocupado em controlar os preços dos vários fornecedores, cujas operações vagamente conhece. A maneira mais óbvia para fazê-lo é identificar fornecedores adicionais de cada peça, fornecendo-lhes os desenhos já definidos para a produção, como base para suas ofertas.

“No sistema típico de produção em massa, o departamento de compras pode conseguir achatar os lucros dos fornecedores e citá-lo como prova de seu sucesso. Entretanto, os preços das peças – coisa bem diferente dos lucros dos fornecedores – podem continuar bastante elevados, e a qualidade pode se mostrar insatisfatória e resistente a melhorias” (WOMACK, 1992, p. 133). Muitas vezes constantes pressões

sobre os preços, levam a expansão da base de suprimentos como fonte de barganha por parte dos compradores e geram um relacionamento não colaborativo entre os elos da rede, prejudicando o desempenho da cadeia como um todo.

“Múltiplas fontes de suprimento, bem como um alto nível de inventário, é uma solução fácil para os problemas tradicionais da rede de suprimentos, todavia essa prática apenas evita o problema em curto prazo, não o solucionando de maneira competitiva” (SANDRAS, 1989, p. 204). Essa afirmação de Sandras remete à tendência de manufatura em rede da indústria automobilística moderna, onde as montadoras, sob a pressão de custos, teoricamente diminuem seu tamanho e confiam em fornecedores de sistemas para o suprimento de partes mais completas do veículo.

Finalmente, o **terceiro** elemento abordado por Levi refere-se à problemática da **coordenação no dia-a-dia do fluxo de materiais** ao longo do sistema de suprimentos. A inflexibilidade da base de suprimentos somada a instabilidade da demanda dos elos à jusante na cadeia, reproduzem um cenário caótico no projeto de configuração ou modelação da rede. Com o objetivo restrito de evitar rupturas no suprimento de materiais, face à inflexibilidade e instabilidade nos fluxos de material e informação da rede, a base de suprimentos tende por optar por *set-ups*³ mais longos e, conseqüentemente, níveis mais altos de estoque. Tal medida resulta, inevitavelmente, em altos níveis de custo de produção e desperdícios ao longo da cadeia de suprimentos.

³ *Set-up* é a atividade requerida para configurar uma máquina, estação de trabalho ou recurso para fabricar um produto com características diferentes do produto corrente. O tempo de *set-up* será mais amplamente discutido no decorrer desse trabalho.

Num momento em que a inovação tecnológica desempenha um papel preponderante no processo de industrialização, a inovação de técnicas gerenciais assume um papel de destaque. “Não basta apenas gerar novas máquinas e equipamentos, é essencial inovar, também e principalmente, nos métodos de administrar novos sistemas produtivos” (MOTTA, 1996, p. 117).

Entre as técnicas gerenciais mais em moda está o *Just-In-Time*, ou simplesmente JIT. Motta (1996, p. 129) afirma que o JIT é uma técnica de gerenciamento que utiliza várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo. Um dos exemplo mais citados na literatura sobre a utilização das técnicas JIT como agente modificador do ambiente produtivo abordam a transição do sistema de produção em massa aplicado por Henry Ford para o Sistema Toyota de Produção.

“Com o objetivo de desenvolver uma maneira mais eficiente de coordenar o fluxo de materiais no sistema de suprimentos, surgiu na década de 70, o *Just-In-Time*, instituindo-se como o pilar de sustentação central do “Sistema Toyota de Produção” (SANDRAS, 1989, p. 67). Womack (1992) afirma que para o surgimento de tal sincronismo e coordenação, o Sistema Toyota de Produção determinou que a produção dos componentes se restringisse a cada etapa à jusante, para suprir as necessidades imediatas da etapa à montante. Dessa forma todo o fluxo da cadeia de suprimentos seria puxado pelo cliente final.

A idéia central do Sistema Toyota de Produção era integrar de forma sincronizada um imenso grupo de fornecedores ao longo da rede de manufatura. Apesar de amplamente difundida no ambiente industrial contemporâneo, essa idéia é de difícil implementação prática, por eliminar praticamente todos os estoques ao longo da rede de suprimentos, enxugando os bolsões de folga e fazendo com que cada elo da

cadeia produtiva se atenha à prevenção de falhas que possam causar um colapso em toda a rede.

Com base nas técnicas JIT, Levi (2003, p. 102) afirma que a produção de itens necessários, na quantidade e tempo também necessários, aumentando a frequência de entrega de materiais e diminuindo o tamanho dos seus lotes, é uma condição fundamental para a integração bem sucedida das redes integradas de manufatura.

Tal técnica de gestão da cadeia de suprimentos requer um ambiente favorável para sua implementação, com confiança na qualidade do produto ou processo, flexibilidade dos recursos e estabilidade na demanda. A seguir serão destacadas as características da filosofia JIT como base para um sistema de produção integrado bem como os requisitos necessários para sua concepção.

2.2 REDES DE MANUFATURA INTEGRADA EM UM AMBIENTE JIT.

Segundo Womack (1992, p. 75), a fabricação JIT proporciona uma busca contínua pela minimização dos desperdícios no ambiente de manufatura. Essa definição, a despeito de sua simplicidade, apresenta as características básicas do referencial teórico a ser tratado nessa etapa do trabalho.

2.2.1 Principais Elementos do JIT

Os casos mais bem sucedidos de sistemas de produção JIT partem de empresas com alto volume e métodos de manufatura repetitiva, como por exemplo o setor automotivo. Uma das características mais importantes desse sistema esta na

redução contínua dos lotes de produção em favor da busca pela eliminação dos estoques intermediários.

Redes de manufatura JIT apenas podem operar produtivamente com lotes reduzidos se os tempos de *set-up* forem significativamente baixos. A redução no tempo de *set-up* configura uma redução no lead time total de produção, permitindo a confecção de lotes menores e, conseqüentemente, sendo mais eficiente na redução dos níveis de estoque e custos de produção.

Womack (1992, p. 151) descreve que ao longo dos últimos 20 anos, muitos tempos de *set-up* no setor automotivo foram reduzidos de horas para alguns minutos, sendo que em muitos casos alcançando o objetivo expresso pelo Sistema Toyota de Produção SMED (*single minute exchange of dies*), que significa a execução de *set-ups* em menos de 10 minutos.

Serão mais amplamente tratados ao longo desse trabalho os impactos da redução do tamanho dos lotes e dos tempos de *set-up* na rede de manufatura JIT. Por hora torna-se relevante o levantamento de outro significativo elemento do JIT, o gerenciamento da qualidade ao longo do processo produtivo da rede.

Em um sistema de manufatura repetitiva JIT, qualquer problema de qualidade pode causar paradas não programadas de produção, salvo se estoques de segurança indesejáveis forem mantidos ao longo do fluxo produtivo, como rege o sistema de produção em massa difundido por Henry Ford, que aposta na produção empurrada como um eficiente meio de diluição dos custos fixos produtivos. Com o objetivo de melhorar a qualidade total, o aumento da eficiência do processo produtivo e a entrega com qualidade assegurada tornam-se mandatórios em um ambiente JIT. Alguns

elementos JIT contribuem diretamente para o aperfeiçoamento da qualidade e vice-versa, conforme será mostrado a seguir.

A fabricação de lotes pequenos reduz problemas da produção que resultam em baixa qualidade e produtividade, contribuindo para que possíveis defeitos que apareçam na linha sejam mais facilmente eliminados, reduzindo-se assim custos associados com a qualidade. A redução do *lead-time* e do *set-up* contribui para que as entregas sejam feitas nos prazos estipulados, o que gera satisfação dos clientes.

Do mesmo modo, o *Total Quality Management* (TQM), ou em português, Gerenciamento da Qualidade Total, contribui para o aperfeiçoamento do JIT, ou seja, o comprometimento da alta administração com a garantia da qualidade, melhoria contínua de produtos e processos e a não aceitação de erros impõem à empresa determinadas práticas que a conduzem aos objetivos fundamentais do JIT – a eliminação de desperdícios e o melhoramento contínuo do processo produtivo. Outro princípio do TQM com uma contribuição significativa é a gerência por processos, pelo qual procura-se abordar a organização de acordo com todos os elementos que compõem cada processo, buscando-se melhorias a partir de uma visão mais ampla, com integração de todos departamentos com as atividades desempenhadas.

O último elemento da filosofia JIT é o foco na melhoria contínua dos produtos e processos através do envolvimento e participação dos trabalhadores. Stonebraker e Leong (2005, p. 142 - 147) observam que o envolvimento e a participação dos trabalhadores constituem-se em uma das mais eficientes ferramentas de estímulo à alta produtividade.

O envolvimento dos trabalhadores é uma extensão natural de um amplo entendimento de delegação de autoridade com responsabilidade. Este é um elemento

multifuncional do JIT que estimula as pessoas a pensar em restrições e oportunidades de melhoria nos processo produtivo, demandando e aplicando seu talento na resolução de problemas cotidianos.

Peters (1987), acredita que a principal causa de falhas no ambiente competitivo organizacional esta diretamente associado a falhas no fomento do potencial da força de trabalho. Womack (1992, p. 124-127) promove o conceito de que pessoas verdadeiramente envolvidas podem fazer qualquer coisa e, em consonância com suas afirmações, o JIT rege que as pessoas devem estar continuamente motivadas e livres para pensar e implementar melhorias em seus processos.

“Organizações com expressivos ganhos de produtividade estão diretamente envolvidas em melhorias na qualidade, redução de lead-time e envolvimento de pessoal” (SANDRAS, 1989, p. 81). Todavia, para que estes elementos do JIT estejam em pleno funcionamento na organização, é necessário o desenvolvimento de um ambiente propício à integração de toda a rede de manufatura, contribuindo para a redução da complexidade no planejamento detalhado de materiais, da necessidade de acompanhamento do desempenho do chão de fábrica e dos níveis de estoque ao longo da cadeia de suprimentos.

Com o objetivo de descrever o ambiente ideal para o desenvolvimento da manufatura integrada em rede, a seguir abordar-se-á o nivelamento dos sistemas puxados de produção.

2.2.2 Nivelamento da Produção na Rede de Manufatura Integrada (Sistemas Puxados).

Nessa etapa do trabalho será abordado o nivelamento do ritmo de produção bem como a padronização das operações em um ambiente repetitivo de manufatura integrada em rede. Do ambiente proposto emerge uma questão a cerca do sistema de produção: como a rede de manufatura integrada pode responder mais rapidamente e de maneira sincronizada às demandas dos elos *downstream* da cadeia?

Vollman (2005, p. 89) define que o Sistema Puxado de produção, ou *Pull System*, existe quando um centro de trabalho ou mesmo um elo da cadeia de suprimentos é autorizado a produzir a partir da sinalização de que existe uma real necessidade de material na etapa *downstream* do processo produtivo. Isso significa que nenhum centro de trabalho ou elo da cadeia de suprimentos é autorizado a produzir apenas para manter a força de trabalho e equipamentos em funcionamento.

Os tipos de sinais usados para comunicar a necessidade de material ao centro de trabalho *upstream* variam enormemente, sendo que o método mais usado é o *kanban*. *Kanban* é uma técnica de controle de produção, que por sua simplicidade e eficiência na eliminação de desperdícios ao longo do processo produtivo, se conecta muito bem ao conceito JIT.

O *kanban* é um método JIT que tipicamente utiliza um cartão como sinal para autorizar a produção ou movimentação de um certo material no elo *upstream* para a estação de trabalho imediatamente posterior na cadeia produtiva. Quando utiliza o método *kanban*, a estação de trabalho sinaliza com um cartão, ou simplesmente com uma embalagem vazia, que ela deseja ser abastecida com matéria-prima para sua operação.

A idéia central do *kanban* é ligar em uma cadeia os vários elos da operação com a montagem final do produto. O *kanban* normalmente acontece por intermédio de cartões ou embalagens vazias. O princípio consiste em estabelecer uma quantidade fixa de cartões entre o ponto de consumo do material e seu ponto de produção. Dessa forma o operador, de maneira autônoma, acompanha a situação do material e o que eles estão autorizados a produzir, suportado, por exemplo, pelo monitoramento das embalagens cheias e vazias.

Segundo Paul Schönsleben (2003, p. 122 - 124), um pré-requisito importante para o uso da técnica *kanban* é a produção ser o mais contínua possível ao longo da cadeia de valor. Em outras palavras, para viabilizar a implementação ou utilização da técnica *kanban* como nivelamento de produção, a demanda deve requisitar a produção ou compra de material com base em ordens freqüentemente repetidas.

A redução nos tempos de *set-up* e a conseqüente redução no tamanho dos lotes de produção tornam-se relevantes na configuração de um ambiente propício para o desenvolvimento de técnicas enxutas de gerenciamento do sistema de produção.

2.3 INTEGRAÇÃO DE FORNECEDORES PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS.

A seleção do fornecedor apropriado para o suprimento de componentes para novos produtos é um fator importante para o sucesso de qualquer indústria. Tradicionalmente, este processo apenas é executado após os engenheiros de manufatura e produto terem determinado a configuração e *design* do produto final.

De acordo com Vollmann (2005), as indústrias normalmente realizam um grande benefício para o seu negócio quando envolvem seus fornecedores no

desenvolvimento de produtos ou processos. Estes benefícios incluem a diminuição do custo e aumento da qualidade da matéria-prima comprada, diminuição do tempo de desenvolvimento e dos custos de manufatura, além da melhoria no padrão tecnológico do produto final.

A seguir será apresentado o referencial teórico de suporte para melhor diferenciar o grau mais apropriado de integração dos fornecedores no desenvolvimento de novos produtos ou processos

2.3.1 Desenvolvimento Coordenado de Novos Produtos e Processos

Muitas forças competitivas encorajam os executivos a procurarem oportunidades para trabalhar juntamente aos fornecedores durante o processo de desenvolvimento de produtos. Segundo Levi (2003, p. 225), essas forças incluem o foco em estratégias que levam as empresas a continuamente procurar desenvolver e melhorar suas competências em seu *core business* e terceirizar outros negócios periféricos. Obtem-se, assim, condições para reduzir a duração do período de desenvolvimento do produto ou processo pela incorporação da capacitação tecnológica dos fornecedores no plano de desenvolvimento do produto ou processo.

Não existe apenas um nível de integração dos fornecedores no desenvolvimento de produtos ou processos. A seguir serão apresentadas as propostas de Levi (2003) para diferenciar os vários níveis de responsabilidades concedidas aos fornecedores no processo de integração para o desenvolvimento de produtos ou processos de forma conjunta:

- Caixa Preta – o comprador entrega ao fornecedor uma série de interfaces e requerimentos e o fornecedor independentemente desenvolve o componente solicitado.
- Caixa Cinza – representa uma integração formal do fornecedor. Times colaborativos são formados entre os compradores e os fornecedores onde os desenvolvimentos são desenvolvidos conjuntamente.
- Caixa Branca – este nível de integração é informal. O comprador consulta informalmente o fornecedor, principalmente na fase de *design* e especificação do produto.
- Nenhuma Integração – o fornecedor não é envolvido no *design*. Componentes e sub-montagens são fornecidos de acordo com as especificações e desenho do cliente.

Womack (1998, p. 231) conclui que o compartilhamento de tecnologia e planos futuros com os fornecedores ajudam a construir um relacionamento favorável a melhorias contínuas ao longo da cadeia de valor. Apesar dessa conclusão, Levi (2003) afirma que não existe uma estratégia de integração de fornecedores mais robusta que outra. As empresas devem elaborar as estratégias que as suportem a determinar o nível de integração mais apropriada nas variadas situações do seu negócio.

Neste sentido, Cabral (2002, p. 23) alerta que a terceirização de serviços integrando fornecedores às atividades de desenvolvimento próximas às competências essenciais da organização no afã de diminuir custos pode em pouco tempo fazer do fornecedor um concorrente direto. Sob essa perspectiva, percebe-se que o desenvolvimento de um plano estratégico capaz de determinar as competências

essenciais que priorize os desenvolvimentos futuros de novos produtos e que identifique as necessidades de desenvolvimento externo, ajudam a gerência a determinar o que deve ser produzido por fornecedores e que nível de *know-how* externo é apropriado para o negócio.

A seleção de fornecedores geralmente envolve temas tradicionais como a análise da capacidade instalada, tempo de resposta e nível de qualidade. Todavia, uma natureza diferenciada de integração de fornecedores para o desenvolvimento de novos produtos e processos apresenta um conjunto adicional de requerimentos. Entre outros, Levi (2003, p. 215-218) identifica os itens abaixo como os principais requerimentos para a construção de um relacionamento bem sucedido na integração de fornecedores para o desenvolvimento de novos produtos:

- Competência para participar do processo de desenvolvimento de novos produtos.
- Disponibilidade para participar do processo de desenvolvimento, incluindo a habilidade de alcançar acordos de propriedade intelectual e confidencialidade.
- Habilidade de comprometer pessoal e tempo suficiente para o processo de desenvolvimento.

Além do desenvolvimento coordenado com a cadeia de suprimentos, é importante citar a existência de certo grau de padronização dos produtos e processos, com o objetivo de vencer as penalidades de custo trazidas pela alta variedade.

2.3.2 Padronização e Modularização de Produtos e Processos

A padronização de produtos ou processos é uma forma de movimentar as operações para a diminuição da variedade e aumento do volume de produção. Conforme visto anteriormente essa ação suporta a redução dos *set-ups*, proporcionando um fluxo mais contínuo ao longo da cadeia de valor.

A padronização de produtos torna possível a oferta de uma grande variedade de produtos com poucas unidades em estoque. “A modularização de produtos e processos é um elemento chave para alcançar a estratégia de padronização necessária para diminuir os estoques e aumentar a confiabilidade na previsão de produção” SWAMINATHAN (2001, p. 96).

Normalmente os produtos acabados é que são padronizados. Exemplos disso são os restaurantes *fast-food* ou os bancos de varejo. Todavia, para este trabalho é importante citar que a padronização de *inputs* para uma operação pode também reduzir sua complexidade e, portanto, seus custos. A padronização de componentes em um processo integrado com os fornecedores pode, por exemplo, simplificar muito as tarefas de compras, manufatura e manutenção.

Segundo Slack (2002, p. 129), a padronização de componentes no processo produtivo em consonância com a rede de manufatura, geralmente envolve a modularização de sub-componentes, que podem ser montados de diferentes formas. É possível criar ampla escolha por meio de montagens completamente intercambiáveis de varias combinações de um número menor de sub-montagens padrão.

Swaminathan (2001, p. 49) afirma que pela padronização de componentes pode-se reduzir o custo do componente, em função do aumento da economia de escala, e também reduzir o nível de estoque de segurança, haja visto que um mesmo

componente pode ser utilizado em produtos diferentes, tornando a operação menos vulnerável a eventuais variações no *forecast* de produção.

A modularização padronizada é uma forma eficiente de envolvimento da base de suprimentos em uma rede de manufatura integrada para diminuir a variedade e o tempo de ciclo de produção, dessa forma reduzindo seus custos. Todavia, para que o envolvimento e o esforço conjunto entre clientes e fornecedores sejam benéficos para as duas partes é fundamental que exista um relacionamento colaborativo e estreito entre os elos da cadeia de valor. Este relacionamento colaborativo e sua relação com o sucesso da integração vertical de atividades satélite das organizações serão abordados a seguir.

2.4 RELACIONAMENTO COLABORATIVO AO LONGO DA REDE DE MANUFATURA INTEGRADA.

“Em 1920, a fabricação de automóveis consistia em construir chapas de metal, que depois eram moldadas por enormes prensas. Cada prensa recebia um molde para cada parte de carro” (WOMACK, 1992, p. 146). No início, a fábrica também produzia todas as peças do carro. Componentes que são vitais para o produto final eram sempre fabricados internamente.

A idéia de Henry Ford (fazer produtos idênticos em série para atingir um mercado de massas) foi copiada à exaustão pelos mais variados setores. As grandes empresas praticamente produziam tudo que usavam nos produtos finais ou detinham o controle acionário de outras empresas que produziam os seus insumos. O exemplo clássico é o da Ford, que produzia o aço, o vidro, centenas de componentes, pneus e até a borracha para a fabricação dos seus automóveis.

Uma das principais vantagens da verticalização é a independência de terceiros. A empresa tem maior liberdade na alteração de suas políticas, prazos e padrões de qualidade, além de poder priorizar um produto em detrimento de outro que naquele momento é menos importante.

Aos poucos, porém, a indústria automotiva também começou a incorporar idéias desenvolvidas pelos fabricantes de itens menores dos carros. Uma delas era não fabricar todas as peças, mas mandar os outros fazê-las. As empresas passaram a contratar vários fornecedores de peças e a fazer da fábrica, mais uma linha de montagem e menos de manufatura. Foi então que ficaram conhecidas como montadoras.

Essa concepção está mudando com o desenvolvimento de parcerias estratégicas nos negócios. No entanto, a fabricação de um componente exige altos investimentos, fora do alcance de eventuais fornecedores. Diante disso, são usuais as situações em que um grande fabricante financia as instalações de um futuro fornecedor, pois não interessa a ele produzir o referido componente.

Essa estratégia operacional chama-se horizontalização, que consiste na compra de terceiros o máximo possível dos itens que compõem o produto final ou os serviços de que necessita. É tão grande a preferência da empresa moderna por ela que, hoje em dia, um dos setores de maior expansão foi o de terceirização e parcerias.

A indústria automobilística sempre foi a grande introdutora de novas práticas na gestão do sistema produtivo à montante. Slack e Lewis (2002) afirmam que esses métodos inovadores de relacionamento com a cadeia de fornecedores, são copiados e aplicados até mesmo em instituições financeiras.

A Volkswagen em sua fábrica de Rezende, por exemplo, trouxe seus fornecedores mais importantes para dentro de sua linha de produção com o objetivo de reduzir seu *lead time*. O sincronismo da produção dos fornecedores, em função da linha de fabricação do cliente, não significa a perda de identidade e culturas industriais. A informação de todos os processos está disseminada em todos os sentidos de forma colaborativa.

Mentzer (2001b, p.83) define colaboração como um meio pelo qual as companhias de uma cadeia de valor agem ativa e conjuntamente em prol de objetivos comuns, caracterizada por trocas de informações, conhecimento, riscos e lucros, indo muito além do que é estabelecido em contratos escritos. A postura colaborativa entre parceiros de negócios é uma iniciativa que proporciona robustez à cadeia de suprimentos.

Existem algumas técnicas e modelos de administração que baseiam-se fortemente na colaboração entre os parceiros de negócio. Pela relevância para este trabalho, entre essas técnicas, destaca-se o CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment). Wallace (2004, p. 131) define o CPFR como um processo de colaboração que proporciona o compartilhamento coletivo de informações entre parceiros ao longo da cadeia de suprimentos, com o objetivo de eliminar estoques de segurança causados por incertezas na demanda. O CPFR foi desenvolvido pelo VICS (Voluntary Inter-Industry Commerce Standards), uma organização sem fins lucrativos cuja missão é “ter um papel de liderança mundial na melhoria contínua do fluxo de produtos e informações sobre os produtos em toda a cadeia de valor do varejo” (SEIFERT, 2002, p. 43).

O VICS possui como membros representantes de empresas do varejo, manufatura e de transportes e representantes da comunidade acadêmica e seu objetivo é estabelecer um conjunto de processos de negócios para que as empresas possam utilizar para operacionalizar funções colaborativas que visem o aumento de eficiência da cadeia de valor. Ao longo dessa seção serão abordadas as relações colaborativas entre os participantes das cadeias de valor, compradores e vendedores, através de processos co-gerenciados e compartilhamento de informações.

2.4.1 Compras em um Ambiente de Manufatura Integrada.

O CPFR reza que compradores e vendedores devem desenvolver uma parceria de longo prazo onde eles são mutuamente beneficiados. De acordo com Womack (1992, p. 135), ao contrário do tradicional relacionamento adversário com os fornecedores, em um modelo de manufatura integrada, as organizações devem considerar seus fornecedores como a extensão de suas fábricas.

Segundo Stonebraker e Leong (2005, p. 246), “as organizações são tão boas quanto seus fornecedores” as empresas devem tirar vantagem das experiências de seus fornecedores nas especificações do produto, manufaturabilidade com menor custo, seleção de materiais, entre outros. Por exemplo, a Xerox agora encoraja seus engenheiros a se comunicar com seus fornecedores, onde anteriormente eles tinham uma política de negócios que proibia expressamente essa interação. Com base no fluxo livre de informações entre compradores e vendedores, a Xerox desenvolveu um robusto programa de suporte ao aumento da competência de seus fornecedores no que tange a custo, qualidade e entrega.

Segundo Womack (1992, p. 130), em empresas não inseridas em uma rede de manufatura integrada, o comprador normalmente está muito mais preocupado em controlar os preços dos vários fornecedores que vagamente conhece do que com a própria produção do veículo. A maneira de fazê-lo é indicar fornecedores adicionais de cada peça, fornecendo-lhes os desenhos já definitivos para a produção, como base para sua oferta. Evidenciando o modelo descrito por Levi (2003) como integração nula com a base de suprimentos.

As empresas, principalmente no setor automotivo, têm reconhecido a importância de desenvolverem poucos, mas confiáveis fornecedores para seus componentes. Com poucos fornecedores, as empresas confiam a seus fornecedores a responsabilidade de manter um alto nível de qualidade, eliminando a necessidade de inspeções no recebimento dos componentes. Por exemplo, a Ford Motor Company entrega um prêmio aos seus melhores fornecedores, em reconhecimento à melhoria contínua da qualidade, desenvolvimento de novos componentes, performance de entregas e relacionamento com o cliente. Tal reconhecimento encoraja os fornecedores a aprimorarem continuamente seu padrão de atendimento às diversas demandas do cliente.

O resultado esperado do relacionamento colaborativo é o aumento da qualidade e a redução dos custos. Uma pesquisa da APICS Inc. sobre as práticas de compras, feita nos Estados Unidos (FREELAND, 1991), propõe a tabela que segue como ferramenta de comparação das práticas de compras colaborativas e convencionais:

Compra Convencional vs Colaborativa	
Compra Convencional	Compra Colaborativa
1. Grandes lotes de entrega que tipicamente cobrem vários dias de produção. Entregas não são frequentes	1. Pequenos lotes de entregas baseados na necessidade imediata na produção.
2. As entregas são programadas de acordo com a data requisitada pelo comprador.	2. As entregas são sincronizadas com a programação de produção compradores.
3. Existem muitos fornecedores para cada peça. Múltiplas fontes são usadas para manter qualidade e preços competitivos.	3. Poucos fornecedores são usados para cada peça. Normalmente os fornecedores são únicos para cada peça.
4. Tradicionalmente altos níveis de estoque são mantidos para cada peça.	4. Baixos níveis de estoque são requisitados, porque as entregas são feitas frequentemente, no prazo certo e com o padrão de qualidade esperado.
5. Os acordos comerciais são de curto prazo.	5. Os acordos comerciais são de longo prazo.
6. Novos produtos são desenvolvidos com poucas restrições no número de componentes comprados.	6. Novos Produtos são desenvolvidos com um grande esforço em manter os componentes já existentes. O objetivo é comunizar o uso das peças.
7. Mínima troca de informações entre fornecedores e compradores.	7. Extensiva troca de informação sobre os processos de produção.
8. O agente de compras é o primeiro foco da comunicação com os fornecedores.	8. O agente de compras é um facilitador de muitos pontos de comunicação entre eng. de desenvolvimento e a produção.
9. Preços são estabelecidos pelos fornecedores.	9. Compradores trabalham em conjunto com os fornecedores para reduzir custo e consequentemente preços.
10. A proximidade geográfica dos fornecedores não é importante para a decisão de seleção de fornecedores.	10. A proximidade geográfica é considerada muito importante.

Quadro 2.1 – Compra Convencional vs Colaborativa (Freeland, 1991)

Na pesquisa acima mencionada, Freeland (1991) identifica 6 dificuldades dominantes para a implementação do sistema de compras colaborativas:

- Variabilidade na demanda do consumidor final.
- Distâncias substanciais entre as fábricas e os fornecedores disponíveis.
- Qualidade dos fornecedores.
- Alta frequência de modificação e atualização de produtos.
- Alta variedade de produtos demandados.
- Produtos que devem ser feitos a partir de um pedido.

No Japão muitas corporações têm expandido o relacionamento básico de longo prazo entre fornecedores e clientes e criado uma prática distinta de negócio conhecida como *keiretsu*. *Keiretsu* é uma aliança de negócios de longo prazo em que os membros estão ligados conjuntamente sobre a responsabilidade dos estoques e gozam do privilégio de terem um tratamento diferenciado nas transações do negócio. Stonebraker e Leong (2005, p. 227) afirmam que os *keiretsu* podem ter orientação horizontal ou vertical. *Keiretsu* horizontal é também frequentemente denominado *financial keiretsu*, onde bancos, outras instituições financeiras ou grandes organizações se associam a outras empresas não relacionadas ao seu *core business*.

Supply keiretsu são alianças verticais envolvendo uma cadeia de fornecedores dominada pela principal organização da rede de manufatura. A quantidade de grupos comerciais configurados em um *supply keiretsu* normalmente é grande. Quando as montadoras de automóveis japonesas decidiram abrir fábricas nos Estados Unidos, muitos fornecedores de peças japonesas rapidamente as acompanharam. Estes fornecedores se preocuparam em se instalar perto das montadoras para que então as entregas pudessem ser feitas rapidamente, ou seja, dentro das premissas JIT. Essa prática comum em empresas japonesas passou a ser imitada por organizações europeias e americanas, a exemplo das fábricas da Renault em Douai, Volkswagen em Rezende e Ford em Camaçari.

Os *supply keiretsu* desenvolvidos no Japão, são um claro exemplo bem sucedido de uma rede de manufatura integrada JIT. Apesar das idéias de Redes de Manufatura Integrada e Gestão da Cadeia de Suprimentos terem recebido especial atenção nos últimos anos, muitos aspectos dos seus conceitos não são novos. Como visto nessa seção, no cerne do conceito de rede de manufatura integrada em rede está

o relacionamento comprador-fornecedor. A seguir serão analisados os tipos de relacionamento e conexões ao longo das operações das redes de suprimento.

2.4.2 Tipos de Relacionamento ao longo da Rede de Manufatura Integrada.

Vollmann (2005, p. 221) afirma que o maior problema para se estabelecer relacionamentos de longo prazo com uma pequena quantidade de fornecedores estratégicos é a dificuldade de se manter atitudes e atividades que sustentem um alto grau de colaboração para se operar efetivamente de forma integrada. Nesse sentido, torna-se relevante apresentar o modelo proposto por Slack e Lewis (2002, p. 298 – 305), com o objetivo de habilitar o reconhecimento do tipo de relacionamento entre os elos da cadeia de valor de um produto.

A Figura que segue apresenta quatro quadrantes que são definidos pela interseção entre os recursos e o relacionamento com fornecedores no mercado.

Figura 2.1 – Recursos e relacionamento com fornecedores no mercado (Slack e Lewis, 2002)

	Extensão das Atividades (Quantitativo)	Natureza das Atividades (Qualitativo)
Relacionamentos com o Mercado	1º quadrante "Estrutura" Número de relacionamentos	2º quadrante "Postura" Proximidade dos relacionamentos
Escopo dos Recursos	3º quadrante Número de atividades desenvolvidas <i>in-house</i>	4º quadrante Importância das atividades desenvolvidas <i>in-house</i>

Segundo o modelo dos autores, a integração do **escopo dos recursos** com os fornecedores é determinado pelo:

- 3º Quadrante: indicador quantitativo que descreve o número de atividades desenvolvidas internamente. Dentro deste quadrante, em uma

extremidade todas as atividades são desenvolvidas internamente, e na outra as atividades são totalmente terceirizadas.

- 4º Quadrante: indicador qualitativo que apresenta a importância das atividades desenvolvidas internamente. Neste quadrante, em uma extremidade são terceirizadas apenas atividades triviais e na outra são terceirizadas inclusive atividades estrategicamente importantes.

O **relacionamento com o mercado** de suprimentos é determinado pela:

- 1º Quadrante: indicador quantitativo que identifica a estrutura do relacionamento com o mercado em termos do número de relacionamentos com fornecedores por operação. Para este quadrante, em uma extremidade está o desenvolvimento de muitos fornecedores para o suprimento do mesmo conjunto de produtos, e na outra esta o uso de poucos ou mesmo um fornecedor para cada conjunto de produtos.
- 2º Quadrante: indicador qualitativo que indica a postura do relacionamento com o mercado em termos da proximidade com os fornecedores. Em uma extremidade está o relacionamento transacional, e na outra esta o relacionamento íntimo e próximo com o fornecedor.

A extensão e a natureza dos relacionamentos com o mercado de suprimentos e o escopo de seus recursos estão associados. Por exemplo, o relacionamento transacional tem breves contatos com muitos e diferentes fornecedores, normalmente com aquele que oferece o melhor preço. Por outro lado, o relacionamento próximo envolve normalmente um considerável esforço em construir e manter um estilo apropriado de contato entre o comprador e o fornecedor. Todavia este contato próximo

e de mútua confiança não pode ser desenvolvido em relacionamentos oportunistas entre comprador e fornecedor. Por exemplo, caso o fornecedor não perceba que esteja direta ou indiretamente livre, pelo menos em curto prazo, de concorrência para seus produtos dificilmente será desenvolvido um relacionamento colaborativo com o comprador.

Relacionamentos oportunistas podem ser evitados com o estabelecimento de parcerias globais entre compradores e fornecedores, prática desenvolvida pela Toyota com seus principais fornecedores. A interação e colaboração repetida mitigam a probabilidade de comportamentos oportunistas entre compradores e fornecedores. Por exemplo, a interação estabelecida entre a Ford e seus *Full Service Suppliers* em Camaçari foi concebida com base na seleção de seus principais parceiros globais.

Slack e Lewis (2002) defendem que quando quase todas as atividades são terceirizadas, a organização deve procurar compensar essa eventual falta de controle sobre os produtos através da construção de relacionamentos próximos e de longo prazo com um número reduzido de fornecedores. Esse relacionamento é denominado pelos autores como Operação Virtual de Longo Prazo.

A figura 2.2, proposta por Slack e Lewis, ilustra que diferentes tipos de relacionamento com a rede de suprimentos podem ser posicionados em termos de seu escopo de recursos e relacionamento com o mercado.

Na extremidade das duas dimensões está a integração vertical das operações. Este tipo de operação produz tudo, ou quase tudo, internamente. Pouco ou nada é sub-contratado de outros integrantes na rede. Cada parte da operação recebe suprimentos de outra parte, ou partes, da mesma macro-operação. A não ser que a organização tenha escolhido desenvolver a mesma atividade em diferentes partes de

sua operação, podem existir ao menos poucos fornecedores internos a supri-la com determinado produto ou serviço. Isso demonstra um potencial para um relacionamento próximo com o fornecedor, ou pelo que menos não existem barreiras confidenciais para intimidar o relacionamento entre o fornecedor e o consumidor interno.

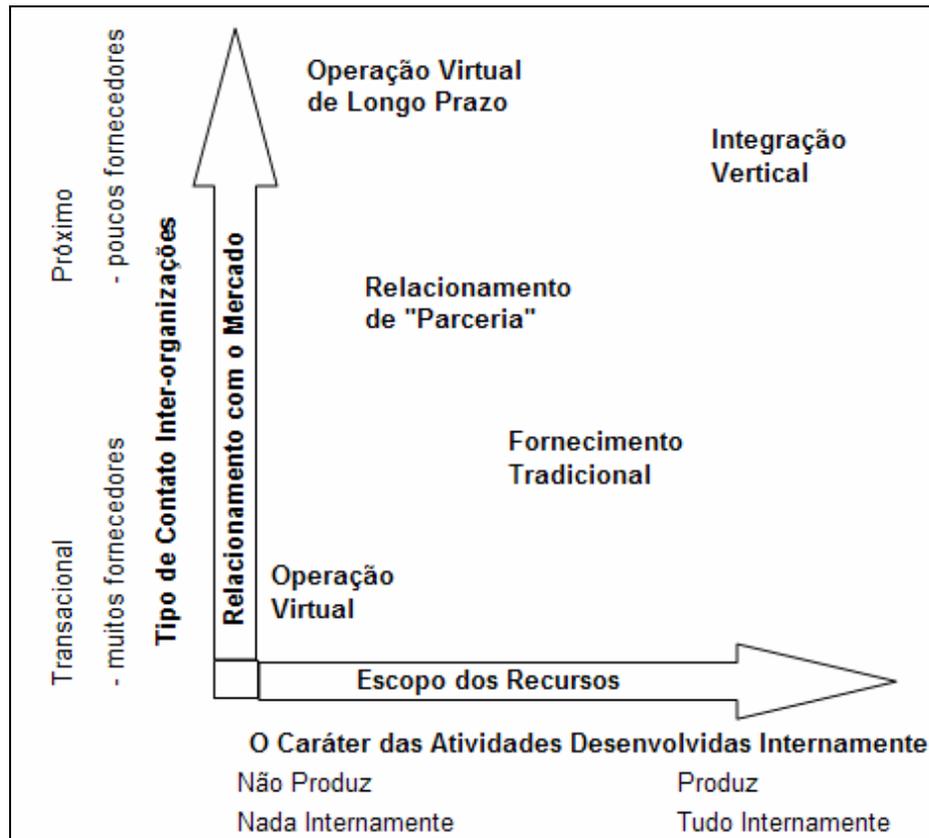


Figura 2.2 - Relacionamentos com a rede de suprimentos (Slack e Lewis, 2002, p. 253)

Na outra extremidade, a operação pode preferir produzir nada internamente e comprar todas as suas necessidades. Esta operação é denominada por Slack e Lewis como operação virtual. A essência da virtualidade no relacionamento com a rede de suprimentos é que a entidade legal retém relativamente poucos recursos físicos. Esta é uma rede de informações e contatos com outros integrantes da rede de manufatura que podem fornecer todos os seus requerimentos para satisfazer seu próprio cliente. Quando a natureza desse relacionamento virtual com a rede é transacional e suportado

pelo regulamento de preços do mercado, o ambiente se torna completamente adverso à implementação de uma rede de manufatura integrada e do JIT, haja visto que a base para essas é o relacionamento colaborativo de longo prazo.

Nessa seção foram abordados importantes aspectos ligados às redes de manufatura integrada, como o ambiente, as práticas e a colaboração. A seguir serão analisados os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos, bem como serão construídas as hipóteses para a pergunta central desse trabalho.

3. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Yucesan (2002, p.3) definiu *supply chain* como uma rede de fornecedores, fabricantes, distribuidores, atacadistas e varejistas que suporta três fluxos que requerem planejamento e coordenação: o fluxo de materiais, fluxo de informações e o fluxo financeiro. Segundo ele, esta rede possui duas principais funções: a função física de transformação, armazenagem e transporte; e a função de mediação entre demanda e fornecimento. Também, postulou o que chamou de duas leis básicas do SCM: o efeito chicote e o *lead-time* da indústria, tratados nesse trabalho como os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos do caso estudado.

Reeds (2000) e Ganeshan (1999) realizaram estudos taxonômicos de SCM nos quais desenvolvem uma perspectiva histórica e sintetizam as possíveis direções de pesquisa a serem tomadas. Ganeshan (1999, p. 33) chegou a conclusão que, “apesar de não haver um consenso claro”, a definição mais comum de SCM é: “uma rede de fornecedores, fabricantes, distribuidores, varejistas e clientes no qual há um fluxo de material no sentido dos fornecedores para os clientes e um fluxo de informações em ambos os sentidos”.

3.1. O EFEITO CHICOTE

Ao longo desse capítulo serão apresentados os dois fenômenos no gerenciamento da cadeia de suprimentos descritos por Yucesan (2002): o efeito chicote e o *lead-time*. “A rede de suprimentos é uma interconexão entre organizações que se relacionam umas com as outras por meio de ligações a jusante e a montante, entre processos diferentes que adicionam valor na forma de produtos ou serviços para o

consumidor final” SLACK e LEWIS (2002, P. 188). Nessa seção será analisado o valor do uso da tecnologia da informação dentro dessa cadeia, focando na potencial disponibilidade e aproveitamento da informação na cadeia de suprimentos e na implicação que essa disponibilidade pode exercer no efetivo *design* e gerenciamento da rede de manufatura integrada.

Segundo Levi (2003), na cadeia de suprimentos moderna, a informação substitui os estoques. A informação mudou a maneira como a cadeia de suprimentos deve ser gerenciada, e essas mudanças são decorrentes da necessidade de baixos níveis de estoques. Como será exposto a seguir, a disponibilidade de informação proporciona oportunidades de melhoria ao longo da cadeia de suprimentos.

Algumas empresas ao analisarem os padrões de demanda em várias etapas da cadeia de valor descobriram que a variabilidade da demanda nas etapas à jusante da cadeia é menor do que nas etapas à montante (Lee, 1997, p. 1). Por exemplo, em uma cadeia de valor de produtos de consumo duráveis, do varejo para o fornecedor ocorre uma amplificação da variabilidade da demanda. Quanto maior for o grau de dependência entre os elos da cadeia de suprimentos com maior amplitude se apresentará a variabilidade da demanda.

Este fenômeno foi classificado por Yucesan (2002, p. 4) como uma lei fundamental do SCM e caracterizada como **efeito chicote**. Foi diagnosticado em empresas como a Procter & Gamble (LEVI, 2003, p. 37), que ao mapear os fluxos de informação nas cadeias de valor, também se deparou com o efeito chicote e o chamou de amplificação da demanda. Suas origens remontam os estudos de Jay Forrester ainda nos anos 60 sobre dinâmica de sistemas aplicada a questões de gerenciamento industrial (STERMAN, 1992, p. 41).

Lee (1997, p. 93) identificou, entre outras, duas das principais causas do efeito chicote: mudanças na previsão de demanda realizada em cada uma das etapas da cadeia de valor e pedidos com longo *lead time*. De maneira a atacar estas causas, é necessário ter na cadeia de valor três características: compartilhamento de informações, alinhamento dos parceiros de negócios e eficiência operacional. Ou seja, a colaboração é uma arma importante para combater o efeito chicote.

Womack (1998, p. 37) listou as possíveis causas do efeito chicote: problemas de produção, problemas no transporte, não disponibilidade de informações e mudanças nos programas de produção e expedição. Estas causas ganham vulto quando se considera o tempo que a informação necessita para percorrer toda a cadeia de valor.

É importante observar que Lee (1997) aborda as causas do efeito chicote mais ligadas às áreas de geração de demanda, como vendas, e Womack (1998) aborda as causas relacionadas ao suprimento da demanda, ligadas à manufatura. As abordagens não são excludentes, mas sim complementares. Por exemplo, eventuais mudanças na programação de produção certamente influenciarão a requisição de matéria-prima, ou seja, previsão de demanda para os fornecedores.

As conseqüências do efeito chicote geram alguns problemas gerenciais, tais como: excesso de estoques, previsões de venda com elevado índice de erros, problemas de capacidade, baixo nível de serviço ao cliente, incertezas no planejamento de produção e custos mais elevados (LEE, 1997, p. 100). Observa-se que as empresas combatem essa espécie de patologia do SCM que é o efeito chicote de duas maneiras: aumento de capacidade de produção e aumento de estoques (WOMACK, 1998, p. 36). Estas alternativas, embora dispendiosas, são comumente aplicadas em vários elos da cadeia de valor e não combatem a causa, e sim o efeito.

Um dos principais pontos a se considerar quando se trata de compartilhamento de informações é a questão da previsão da demanda. É normal encontrar a situação na qual cada elo de uma cadeia de valor realiza a sua previsão de demanda com base nos sinais de demanda do elo à jusante, com a devida revisão. O impacto normalmente observado decorrente desta revisão é o estabelecimento de estoques de segurança em cada elo da cadeia de suprimentos isoladamente. Acumulando-se as inserções dessas revisões na previsão de demanda em cada uma das etapas da cadeia de valor, percebe-se que as empresas mais próximas da base da cadeia de valor do produto recebem previsões de demanda com uma grande quantidade de revisões acumuladas ao longo de todo fluxo de informações da cadeia de suprimentos. Considerando-se uma cadeia de valor com vários elos e extensos *lead-times*, verifica-se uma grande amplificação da variabilidade de demanda pela soma das revisões acumuladas de cada um desses elos, configurando assim o efeito chicote.

Ao perceberem restrições para atendimento da demanda, seja determinada por limites de capacidade de produção ou por demandas sazonais de um determinado produto, as empresas manufatureiras podem utilizar o artifício do racionamento, atendendo aos pedidos apenas parcialmente.

O varejo ao notar esta conduta normalmente adota uma postura de especulação, aumentando os pedidos além do que realmente quer comprar e caso tenha sua demanda atendida efetua cancelamentos dos saldos dos pedidos. As empresas manufatureiras por sua vez saem perdendo, pois ao levar em conta a demanda gerada pelo varejo aumentaram sua capacidade e não a utilizou plenamente por causa dos cancelamentos de pedidos. Também, pode sinalizar esta falsa demanda

aos seus fornecedores e sofrer pressões internas para apresentar utilização elevada do excesso de capacidade eventualmente contraído.

3.2. O TEMPO DE CICLO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O principal objetivo do planejamento de produção é atingir a data de entrega programada com o melhor uso dos recursos de manufatura. Para tal é necessário o estabelecimento de datas de início e fim de produção. Para desenvolver-se um planejamento de produção acurado, o planejador deve ter acesso a uma série de informações, e entre estas informações deve estar o tempo de ciclo de produção, ou **lead time** de produção.

Segundo Arnold e Chapman (2004), o tempo de ciclo total da cadeia de suprimentos é igual à somatória de todas as preparações e liberações de ordens de produção adicionada aos tempos relacionados abaixo em cada etapa do processo produtivo:

- Tempo de Fila – refere-se ao tempo que o material espera em uma estação de trabalho antes de iniciar a operação.
- Tempo de *Set-up* – conforme descrito na seção anterior, diz respeito ao tempo necessário para preparar a estação de trabalho para a operação.
- Tempo de Produção – tempo necessário para executar a operação. Esta é a única etapa do tempo de ciclo total que agrega valor ao produto.
- Tempo de Espera – tempo de espera que um produto aguarda para ser movimentado de uma estação de trabalho para a outra.

- Tempo de Movimentação – tempo de transito entre estações de trabalho.

Partindo-se do principio que a única etapa do lead time total acima mencionado que agrega valor ao produto é o Tempo de Produção, para reduzir o desperdício causado pelo excesso de estoques usados para proteger a cadeias de suprimentos com longos tempos de ciclo, é importante reduzir os tempos de Fila, *Set-up*, Espera e Movimentação. Segundo Arnold e Chapman (2004), normalmente o tempo de fila é o mais extenso de todos e tipicamente representa 85% do tempo de ciclo total. As atividades de controle e planejamento e produção são responsáveis por regular o fluxo de informações e materiais ao longo da cadeia de suprimentos, de forma a manter sempre no menor nível possível o tempo de fila.

O tamanho dos lotes de produção sofre influência direta dos tempos de fila e *set-up*. Segundo Arnold e Chapman (2004), os tempos de ciclo dependem principalmente do tempo de fila. Quanto maiores forem os lotes de produção, maiores serão os estoques formados antes da próxima etapa produtiva, ou seja, maior será o tempo de fila que o material deverá esperar para iniciar a operação seguinte.

Conforme abordagem feita no capítulo anterior, Vollmann (2005) destaca as oportunidades existentes da redução nos tempos de *set-up*, tanto para a redução do tempo de ciclo de produção, quanto para tornar o sistema de produção mais flexível. Quanto maior for o tempo de *set-up*, menor deverá ser a quantidade de *set-ups* efetuados, para que se eleve o nível de eficiência e, conseqüentemente, a capacidade instalada do equipamento. Por sua vez, quanto menor for a quantidade de *set-ups* efetuados, maior será o tamanho dos lotes de produção, estabelecendo uma relação

causa-efeito com os problemas levantados por Arnold e Chapman (2004) sobre os tempos de fila.

Levi (2003, p. 112) afirma que a redução do tempo de ciclo leva a cadeia de suprimentos a, mais rapidamente, atender a demanda do cliente que eventualmente não seja atendida pelo estoque de produto acabado. Além disso, ocasiona a redução do impacto do efeito chicote, haja visto que, em função do horizonte reduzido de planejamento, as previsões de demanda tendem a se tornar mais acuradas, proporcionando oportunidade para a redução no estoque de produto acabado.

Por essas razões Levi (2003) aponta para o número cada vez mais crescente de empresas que ativamente procuram e desenvolvem fornecedores com tempos de ciclo de produção cada vez menores, reduzindo assim o tempo de ciclo da própria cadeia de suprimentos à qual esta inserida.

Muitas das revoluções de manufatura dos últimos 20 anos levam a redução do tempo de ciclo de produção das indústrias. Womack (1992, p. 189) afirma que a redução do tempo de ciclo na cadeia de suprimentos apenas é possível devido à disponibilidade de informações sobre a situação de toda a rede. Segundo Levi (2003, p. 112), o uso efetivo de ferramentas de gestão da informação, como por exemplo, o *eletronic data interchange*, ou simplesmente EDI, reduz o tempo de ciclo da cadeia de suprimentos porque reduz o tempo relacionado a processamento de ordens e atrasos no transporte. Frequentemente o tempo de processamento da informação representa uma grande porção do tempo de ciclo, especialmente quando existem muitas etapas ao longo da cadeia de suprimentos e quando a informação deve ser transmitida uma vez a cada etapa.

Não é incomum pensar que o tempo de ciclo de uma determinada indústria é constante. Vollmann (2005) afirma que, de fato, o tempo de ciclo não é um valor a ser mensurado, mas sim um parâmetro a ser gerenciado. Dos cinco elementos formadores do tempo de ciclo; produção, *set-up*, espera, movimentação e fila, os dois últimos podem ser reduzidos apenas com um bom gerenciamento de programação de produção. Torna-se válido abordar o exemplo da Hewlett-Packard citado por Vollmann (2005), que reduzindo seu *lead time* em 70% conseguiu aumentar seu índice de atendimento à demanda em 80% e reduzir seu capital de giro investido em estoque em 30% em 3 meses.

3.3. FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES

O conjunto de informações levantadas anteriormente, sobre as características das redes de manufatura integrada relevantes para este trabalho, bem como sua influencia no gerenciamento da primeira faixa de fornecedores da cadeia de suprimentos do Complexo Industrial da Ford em Camaçari, permite a elaboração das hipóteses elencadas a seguir para a questão que norteia este trabalho:

- Quais as soluções encontradas pelo modelo de manufatura integrada desenhado para o Complexo Industrial Ford Nordeste para os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos?

Conforme anteriormente apresentados, os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos do setor automotivo aqui analisados limitam-se ao impacto que o efeito chicote e o *lead time*, exercem sobre o capital investido em estoque. A cadeia de suprimentos aqui estudada refere-se à relação da Ford e seus *Full Service Suppliers* localizados dentro do Complexo Industrial de Camaçari.

Conforme fora observado durante o referencial teórico, manter baixos os níveis de estoques ao longo da cadeia de suprimentos, tornando-a mais enxuta, não é uma tarefa trivial. Para alcançar tal objetivo é necessário reduzir o impacto do efeito chicote nas previsões de demanda e, conseqüentemente, nos estoques. Partindo-se desse pressuposto na busca de hipóteses para a questão formulada a partir da exposição teórica sobre as características de redes de manufatura integrada e os problemas tradicionais que afetam o gerenciamento da cadeia de suprimentos, surge a hipótese.

H1: O sistema puxado de produção desenhado na rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari apresenta características que inibem a amplificação do efeito chicote ao longo da cadeia analisada.

A seleção de fornecedores geralmente envolve temas tradicionais como capacidade instalada, tempo de resposta e nível de qualidade. Todavia, uma natureza diferenciada de integração de fornecedores para o desenvolvimento de novos produtos e processos apresenta um conjunto adicional de requerimentos no que tange a competência e disponibilidade.

A padronização de produtos ou processos no desenvolvimento integrado é uma forma de movimentar as operações para a diminuição da variedade e aumento do volume de produção. Dessa forma, a padronização de produtos no desenvolvimento integrado com fornecedores como um fator chave para a solução eficiente dos dois problemas tradicionais na cadeia de suprimentos aqui tratados, o efeito chicote e longos *lead times*.

Por este motivo torna-se relevante avaliar a relação entre a padronização de produtos modulares de forma integrada entre a Ford e seus FSS em Camaçari

proporcionam um fluxo mais contínuo ao longo da cadeia de valor, suportando redução no lead time total de produção.

Durante a apresentação do referencial teórico, Arnold e Chapman (2004) abordam o tempo de fila como o fator que mais tempo, e conseqüentemente estoque, representa no *lead-time* das operações. Complementando a abordagem dos autores acima, Vollmann (2005) indica a redução dos tempos de *set-up* como o fator integrante do *lead-time* capaz de suportar a redução do tempo de fila, por possibilitar a redução dos lotes de produção.

Considerando-se que as redes de manufatura integrada apenas podem operar produtivamente com lotes reduzidos se os tempos de *set-up* forem baixos, surge a segunda hipótese, H2. Essa hipótese refere-se à redução no tempo de *set-up* nos *Full Service Suppliers* como ponto de partida para a redução no tempo de ciclo total de produção, permitindo a confecção de lotes menores e, conseqüentemente, sendo mais eficiente na redução dos níveis de estoque e custos de produção.

H2: Os tempos de *set-up* nos *Full Service Suppliers* do Complexo Industrial da Ford em Camaçari são reduzidos ao ponto de proporcionar expressiva redução no *lead time* da rede de manufatura estudada.

Muitos atores do mundo corporativo têm advogado que a competição não mais apenas entre empresas, mas sim entre cadeias de valor colaborativas, constituiu-se em mecanismo essencial na criação de vantagens competitivas. Para competir no nível de cadeia de suprimentos, as empresas deveriam desenvolver competências internas e externas. Esta mudança no jogo competitivo forçaria as empresas a se organizarem em cadeias de valor em que cada elo não apenas busque maximizar seus ganhos, mas sim que leve em consideração que o objetivo maior a ser conquistado é

participar de uma cadeia de valor competitiva, que permita ganhos à cadeia como um todo. Segundo a abordagem de Levi (2003) levantada durante o referencial teórico, a postura colaborativa dos parceiros de negócios como uma premissa fundamental para a construção de uma cadeia de valor competitiva.

De acordo com Santos (2004), a colaboração em negócios pode ser considerada como o estado-da-arte em termos de gerenciamento da cadeia de suprimentos e definida como toda e qualquer atividade e iniciativa estruturada e sistemática entre duas ou mais empresas que vá além do mínimo necessário para que estas operem suas transações. Assim, pode ser entendido como colaboração o ato de informar ao parceiro de negócios a previsão de vendas e/ou a programação da produção, de forma a fornecer ao parceiro de negócio informações relevantes para seu planejamento em tempo hábil.

Mentzer (2001, p.83) define colaboração como um meio pelo qual as companhias de uma cadeia de valor agem ativa e conjuntamente em prol de objetivos comuns, caracterizada por trocas de informações, conhecimento, riscos e lucros, indo muito além do que é estabelecido em contratos escritos.

Compradores cujas empresas não estão efetivamente inseridas na filosofia JIT, desenvolvem relacionamentos comerciais triviais não colaborativos e de curto prazo com muitos fornecedores. Segundo Womack (1992, p. 130), o relacionamento colaborativo com vistas no longo prazo, bem como o desenvolvimento de poucos fornecedores na base de suprimentos suportam um alto padrão de qualidade e custos. A terceira hipótese, H3, refere-se ao relacionamento colaborativo entre compradores e fornecedores na cadeia de suprimentos analisada.

H3: O relacionamento entre a Ford e seus fornecedores diretos no Complexo Industrial de Camaçari colabora para a redução do *lead time* e do impacto do efeito chicote.

Com vistas na discussão levantada durante o referencial teórico e uma vez levantadas as hipóteses à questão que norteia este trabalho, no qual apresentou-se a influencia da configuração da rede de manufatura JIT na amplitude do efeito chicote e na extensão do tempo de ciclo da cadeia de suprimentos, no capítulo que segue será discutido o caso empírico envolvendo a Ford e seus fornecedores *tier 1* no Complexo Industrial de Camaçari e seu modelo integrado de produção.

4. CASO EMPÍRICO: REDES DE MANUFATURA INTEGRADAS

Seguindo a estratégia de pesquisa escolhida, o Estudo de Caso, nessa seção é aprofundada a discussão do caso empírico envolvendo o tratamento de problemas tradicionais para o gerenciamento da cadeia de suprimentos na rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari. A partir dessa seção será analisada a discussão do caso empírico envolvendo as redes de manufatura integradas e suas soluções para redução do efeito chicote e do *lead time* ao longo da cadeia de suprimentos, com o objetivo final de responder à questão central desse trabalho.

Cabral (2002, p. 54) aponta para a relevância em esclarecer que as respostas obtidas por meio dessa investigação são válidas apenas dentro do contexto estudado, ou seja, os resultados obtidos apenas podem ser aplicados ao caso analisado. Apenas hipoteticamente, os produtos resultantes deste trabalho poderão ser extrapolados para outras situações dentro do próprio setor estudado ou para outros setores.

Os elementos relevantes para a investigação dos fenômenos estudados foram colhidos através da análise de documentos, como *e-mails*, procedimentos e indicadores de desempenho, observação participante de entrevistas semi-estruturadas a treze executivos das áreas de produção, qualidade, logística e engenharia de produto da Ford e de um dos seus *Full Service Suppliers* em Camaçari, aqui denominado empresa “A”. Com o objetivo de comparar os dados encontrados na rede de manufatura foco desse estudo de caso, o mesmo questionário foi também aplicado a 7 executivos das áreas de produção e logística em um fornecedor de autopeças, denominado de empresa “B”, e de uma montadora, empresa “C”, que não estão inseridos em uma rede integrada de manufatura.

A estratégia de investigação adotada inspirou-se em Cabral (2002), optando por questões abertas para que o máximo de informações de origem qualitativa fosse coletado. Em alguns casos as mesmas perguntas foram feitas a interlocutores distintos, como forma de notar as diferentes percepções de cada um dos entrevistados sobre um mesmo tema. Os dados colhidos foram depois agrupados em uma matriz, apresentando no eixo das ordenadas o tópico abordado, normalmente extraído da questão formulada ao entrevistado, e figurando a pessoa entrevistada no eixo das abscissas. Os elementos consonantes e dissonantes em cada um dos tópicos foram analisados e ponderados para a execução do caso empírico.

Também foi executada uma análise documental, onde os itens como procedimentos internos, indicadores de desempenho, atas de reuniões e comunicações internas foram estudados, objetivando tanto a formulação das questões aos entrevistados quanto o entendimento do caso propriamente dito.

Após a apresentação do funcionamento da Rede de Manufatura Integrada no Complexo Industrial da Ford em Camaçari, abrangendo o condomínio industrial formado pela própria Ford e seus 29 *Full Service Suppliers*, será abordado os detalhes da interface essencial entre os sistemas de produção e informação para o gerenciamento dessa cadeia de suprimentos.

Em seguida, sempre à luz do arcabouço teórico apresentado anteriormente, principalmente sobre a integração de fornecedores para o desenvolvimento de novos produtos e o relacionamento colaborativo ao longo da rede de manufatura integrada, serão analisados os efeitos do consorcio modular desenvolvido para a integração do sistema de produção puxado no Complexo Industrial da Ford em Camaçari.

As três hipóteses anteriormente formuladas para a resposta da questão central de pesquisa serão investigadas e testadas ao longo desse capítulo.

4.1 O FUNCIONAMENTO DA REDE DE MANUFATURA INTEGRADA NO COMPLEXO INDUSTRIAL DA FORD EM CAMAÇARI.

De forma distinta de outros estados nordestinos, a moderna industrialização baiana voltou-se, desde o início, para a produção de bens intermediários. Partindo de suas matérias-primas, a estratégia foi agregar valor à produção local, para atender aos novos mercados nacionais criados com a substituição de importações. Historicamente, a opção se fez bastante acertada, voltando-se para mercados externos e valendo-se, também, de uma forte articulação para a atração de investimentos estatais, sem a restrições do mercado local.

A vinda da Ford para a Bahia configura, certamente, a prova concreta da dinâmica que se inaugura. Com o projeto originalmente previsto para se implantar em Gravataí, no Rio Grande do Sul, a Ford, pouco depois da liberação cambial, optou por transferi-los para Camaçari. Naturalmente, outras variáveis, como vizinhança imediata do Pólo Petroquímico e a política de incentivos governamentais montada, fizeram-se também importantes. A maior proximidade dos grandes mercados externos, contudo, constituía o grande diferencial frente a outros estados pleiteantes (ALBAN, 2002, p. 43).

O início das operações do Complexo Automotivo de Camaçari implica em profundas transformações de toda a estrutura produtiva local. Produzindo, em larga escala, um bem final de alta complexidade, ela possibilita uma acirrada verticalização do processo de transformação dos bens intermediários já produzidos no estado. Isso

acontece, sobretudo, no caso da indústria petroquímica, dada a crescente participação dos plásticos na composição dos automóveis.

Nem todas as peças, entretanto, são produzidas na Bahia a partir dos bens intermediários locais. Ainda que o plástico tenha avançado, o aço, não produzido no estado, continua sendo fundamental para a produção da carroceria e alguns componentes. De outro lado, questões como a economia de escala fazem com que a produção de várias peças, e mesmo alguns subconjuntos, ainda não sejam viáveis na Bahia. Assim, nos primeiros anos de operação, inúmeras peças foram trazidas de outros estados ou mesmo de outros países.

Todo esse processo, por outro lado, desenvolve-se num ambiente de alta competitividade, onde não existe espaço para estoques sobressalentes. Nesse sentido, a Ford e todos os seus fornecedores têm de trabalhar num eficiente sistema *just-in-time*, onde as peças, em lotes muito pequenos, são entregues de maneira quase contínua, nos moldes observados durante o referencial teórico. Naturalmente, para que tudo isso funcione de fato, torna-se necessária a montagem de um sistema de manufatura avançado e confiável.

Ao longo da presente década, a o gerenciamento da cadeia de suprimentos vem sendo introduzida na indústria automobilística brasileira, induzida através do elo mais forte da cadeia, as montadoras de veículos. Os maiores avanços têm se dado na rede de suprimentos imediata das montadoras, principalmente em sua interface com os fornecedores de autopeças. Por este motivo, o trabalho enfoca essa interface, incluindo também uma análise de novas formas de gestão como o Condomínio Industrial e o Consórcio Modular.

Com uso do recurso da observação participante⁴, verificou-se que a definição das *core competences* na fábrica da Ford em Camaçari foi bastante ousada, já que a montadora retirou-se de muitas atividades diretas, mantendo-se nas atividades consideradas como suas competências centrais, como projeto, desenvolvimento e certificação de produtos, montagem dos módulos com maior valor agregado, atividades de vendas e pós-vendas, coordenação, controle de qualidade. Na linha de produção, os fornecedores de autopeças executam grande parte do trabalho que seria tradicionalmente de responsabilidade exclusiva da montadora.

4.1.1 O Condomínio Industrial

Conforme fora visto no referencial teórico, Slack (2002) afirma que depois de decidir sobre a configuração de sua rede de operações, uma organização deve escolher a localização de cada operação. No caso da Ford, a decisão sobre localização da operação precedeu a configuração da rede de suprimentos, contrariando a afirmação de Slack.

Antes mesmo de decidir sobre a localização ou desenhar a rede de operações de sua nova fábrica, a Ford havia projetado exportar cerca de 40% do seu volume anual de produção, principalmente para o mercado mexicano. Diante dessa premissa, a decisão sobre a localização de sua fábrica na região Nordeste seria oportuna para reduzir o *lead time* e os custos de transporte do veículo acabado para o mercado externo.

⁴ “Observação participante é o método tradicional da pesquisa em Antropologia” (ROESCH, p. 161, 2005). Na pesquisa em organizações a observação participante pode ser utilizada de duas maneiras; de uma forma encoberta, quando o pesquisador é um empregado da empresa; e de forma aberta, quando o pesquisador não é empregado da empresa porém tem permissão para observar, entrevistar e participar no ambiente de trabalho em estudo.

Se por um lado a decisão de localização de sua nova fábrica em Camaçari reduziria os custos logísticos do produto acabado para mercados externos, por outro lado aumentaria os custos referentes ao transporte de matéria-prima e componentes produzidos no eixo Centro-Sul do país.

Com objetivo de reduzir o custo de frete dos componentes até sua fábrica em Camaçari e proporcionar entregas mais freqüentes e em lotes menores, a Ford propôs a alguns de seus parceiros globais montarem uma rede de manufatura similar a que a Volkswagen já havia lançado em sua fábrica de caminhões em Rezende, onde os fornecedores seriam responsáveis pelo desenvolvimento, montagem e entrega seqüenciada e, em alguns casos, aplicação dos principais módulos no veículo. Para viabilizar a integração necessária nessa nova configuração da rede de suprimentos, muitos fornecedores instalaram novas unidades em Camaçari, mais precisamente dentro do mesmo complexo automotivo da Ford, dessa forma construindo um Condomínio Industrial.

Os benefícios descritos a seguir foram atribuídos, pelos executivos entrevistados, ao Condomínio Industrial desenhado pela Ford e seus *Full Service Suppliers* em Camaçari:

- a) Redução de custos: parte da mão-de-obra foi transferida da Ford para os *Full Service Suppliers* onde os custos, como os salários, são normalmente menores do que os das montadoras. Os projetos são compartilhados com os fornecedores, distribuindo, assim, seus custos. A proximidade também contribui para a redução total dos custos por meio da simplificação da logística;
- b) Redução nos investimentos: parte da aquisição dos equipamentos e de espaço físico passa a ser de responsabilidade dos *Full Service Suppliers*. Dos

2 bilhões de dólares gastos em infra-estrutura e equipamentos, 0,7 bilhões foram desembolsados pelos *Full Service Suppliers* e 1,3 pela Ford;

c) Redução de riscos: esta redução está correlacionada com a redução tanto dos índices de investimentos quanto dos custos fixos;

d) Aumento da produtividade: a montagem, tradicionalmente seqüencial, transforma-se em montagens paralelas, onde boa parte da produção do veículo ocorre fora da linha principal. Esse sistema de montagem colabora para a redução do tempo de ciclo total de produção do veículo. Enquanto que na configuração da cadeia automotiva de Camaçari as etapas do processo de produção ocorrem paralelamente de forma sincronizada, na fábrica da Ford em São Bernardo do Campo a montagem ocorre de forma seqüencial;

e) Maior tempo da Ford dedicado ao seu *core business*, como projeto, desenvolvimento e certificação de produtos.

Alguns dos benefícios citados acima e alcançados pela Ford através da nova configuração de sua rede de operações, podem ser associados a malefícios para os *Full Service Suppliers*. Por exemplo, transferência dos estoques de componentes da Ford para os fornecedores e o grande volume de capital investido pelos *Full Service Suppliers* em atividades antes relacionadas às montadoras.

Todavia, sob a ótica dos *Full Service Suppliers*, os dados coletados através das entrevistas e observação participante também reportam ao Condomínio Industrial os benefícios abaixo:

a) Aumento no valor agregado de seus produtos: adição de mais etapas ao seu processo produtivo e absorção de novas competências. Agregando mais valor aos

seus produtos, os *Full Service Suppliers*, conseqüentemente, aumentaram seu volume de negócios com a Ford;

b) Garantia de demanda por um determinado período: o desenvolvimento de apenas um fornecedor para cada sistema modular inibe atitudes oportunistas, como troca da fonte de suprimento, por parte da Ford e reduz a incerteza quanto à perda de demanda em curto prazo por parte dos *Full Service Suppliers*. Proporcionando, conforme o referencial teórico verificado, um ambiente favorável ao desenvolvimento de relacionamentos colaborativos entre a Ford e seus *Full Service Suppliers*.

Em resumo às constatações citadas acima, apesar dos benefícios verificados, o grau de risco das operações dos *Full Service Suppliers* aumenta em função do capital investido em atividades, na maioria dos casos, de responsabilidade exclusiva das montadoras.

4.1.2 O Sistema de Produção

Segundo Suzaki (1987), citado em artigo publicado por Schonberger (1989), alguns analistas chegam a considerar que todas as inovações da indústria automobilística tendem a ser implementadas no terceiro mundo sob a alegação de serem estes os mercados em crescimento, portanto onde tende a haver novos investimentos. Um exemplo deste é o desenvolvimento do Consócio Modular pela Ford em Camaçari. Este novo tipo de gestão entre fornecedores e montadora pode ser considerado com um caso extremo de Condomínio Industrial, onde os fornecedores participam inclusive do projeto e montagem final do veículo.

O consócio modular aplicado pela Ford em Camaçari estabelece um novo tipo de relacionamento na cadeia produtiva, principalmente entre os fornecedores de

autopeças e as montadoras de veículos, baseado numa parceria nos investimentos e nos riscos vinculados ao negócio.

A família de produtos produzidos em Camaçari tem expressivo grau de nacionalização, cabendo 60% do conteúdo a fornecedores que operam no Estado da Bahia. A fábrica trabalha de forma integrada e os fornecedores estão dispostos ao lado da linha de montagem operada pela Ford

A Ford é responsável pelos processos de armação da carroceria, pintura e montagem final. Ao passo que seus *Full Service Suppliers* são responsáveis por montar e entregar os mais diversos e complexos sistemas modulares de forma seqüenciada em sua linha de montagem.

O consórcio modular existente no Condomínio Industrial de Camaçari é responsável por uma produção anual de aproximadamente 240.000 veículos, e divide os custos de produção e uma parte de seu território com os consorciados, delegando assim a respectiva gestão aos *Full Service Suppliers*.

A seguir serão apresentados indicadores de desempenho relacionados aos sistemas de produção da rede de manufatura estudada e de sistemas tradicionais de operações produtivas dentro do mesmo segmento de negócios.

Os dados que seguem foram levantados através de questionários semi-abertos aplicados a executivos das áreas de qualidade, logística e manufatura da Ford em Camaçari e de um dos *Full Service Suppliers* acima relacionados, aqui denominado empresa "A".

Com o objetivo de se estabelecer um referencial comparativo ao caso estudado, apesar da dificuldade de acessar alguns dados, o mesmo questionário foi também aplicado a executivos de uma outra montadora de veículos com o volume de

produção próximo ao verificado na rede de manufatura analisada, aqui denominada empresa “C”, e a outra unidade fabril ligada à mesma controladora da empresa “A”, situada na região Sudeste e chamada de empresa “B”.

	Empresa "A"	Empresa "B"	Ford (Camaçari)	Empresa "C"
Estoque Médio de Matéria-Prima	2,5 dias	2 dias	3 dias	4 dias
Distância Média da Fonte de Suprimentos (SP)	2.000 km	150 km	2.000 km	450 km
Estoque Médio em Processo	2 horas	Não Informado	2 horas	3 horas
Estoque Médio de Produto Acabado	Zero	3 dias	Não Informado	Não Informado
Tempo de Ciclo de Produção	8 min.	30 min.	Aprox. 1 dia	Não Informado
Tempo Médio de Set-up *	Alguns segundos	10 min.	45 min.	75 min.
Tamanho Médio dos Lotes	1,5 min.	4 horas	6 horas	12 horas
Quantidade de Fornecedores Diretos	8	65	Não Informado	Não Informado
Atendimento da Demanda Planejada	100%	90%	95%	75%
Quantidade Componentes Comprados	52	315	2.971	Aprox. 10.000

* Para as empresas "A" e "B" refere-se ao tempo médio de set-up da montagem final. Para a Ford e a Empresa "C", refere-se ao tempo médio de set-up da estamparia.

Quadro 4.1 – Quadro comparativo entre as empresas (Elaboração própria)

Várias etapas de construção do veículo são executadas paralelamente pela Ford e pelos *Full Service Suppliers*, reduzindo o *lead time* total de produção. Segundo Arnold e Chapman (2004), os tempos de ciclo dependem principalmente do tempo de fila. Quanto maiores forem os lotes de produção, maiores serão os estoques formados antes da próxima etapa produtiva, ou seja, maior será o tempo de fila que o material deverá esperar para iniciar a operação seguinte.

O referencial teórico aborda que quanto menor o lote de produção, menor será o tempo de fila e, conseqüentemente, o nível de estoque. À luz dessa afirmativa, apesar do tempo de fila representado pelo estoque médio em processo na empresa “B” não ter sido informado, pode-se concluir que este indicador não seria menor que as 2 horas levantadas em relação a empresa “A”, haja visto que o tamanho dos lotes de produção da empresa “A” é significativamente menor do que na empresa “B”.

Conforme fora verificado durante o referencial teórico, O tamanho dos lotes de produção sofre influência direta sobre os tempos de fila e *set-up*. Logo constata-se que a redução do tamanho dos lotes encontrados na empresa “A” é suportado pelo seu reduzido tempo de *set-up* em relação à empresa “B”.

Vollmann (2005) afirma que quanto menor for o tempo de *set-up*, maior poderá ser a quantidade de *set-ups* a serem efetuados. Com base nessa afirmação e no tempo de *set-up* inferior a 1 minuto, destaca-se que a empresa “A” tem uma maior flexibilidade para adaptar-se a eventuais ajustes na demanda do que a empresa “B”.

A flexibilidade de um sistema de produção não deve ser apenas associada ao tamanho dos lotes e aos tempos de *set-up* e fila. A padronização dos produtos e processos também proporciona flexibilidade para o sistema produtivo, haja visto que um mesmo componente pode ser utilizado em produtos diferentes, tornando a operação menos vulnerável a eventuais variações no *forecast* de produção.

A quantidade reduzida de componentes comprados pela Ford, evidencia um grau de padronização e modularização mais acentuado do que na empresa “C”. Percebe-se o mesmo fenômeno quando se compara a quantidade de itens comprados pela empresa “A” e pela empresa “B”.

Verificou-se no referencial teórico que a padronização é uma forma eficiente de envolvimento da base de suprimentos em uma rede de manufatura integrada para diminuir a variedade e o tempo de ciclo de produção, dessa forma reduzindo seus custos. Todavia, para que este envolvimento e esforço conjunto entre clientes e fornecedores sejam benéficos para as duas partes é fundamental que exista um relacionamento colaborativo e estreito entre os elos da cadeia de valor.

4.1.3 O Sistema de Informação

O sistema de produção da Ford em Camaçari tem a função prioritária de convergir e integrar a montadora e seus FSS para os mesmos objetivos de qualidade, custo e logística. Com vistas nessa integração, a Ford construiu sistemas de informação e comunicação que auxiliam no desempenho das cadeias de suprimento e na manutenção da eficiência das organizações.

As vantagens conseguidas com essas mudanças podem ser verificadas na melhoria do nível de serviço ao cliente e da redução dos custos relacionados com a performance logística.

A melhoria do nível de serviço ao cliente, suportado pela associação da flexibilidade desenhada para o sistema de produção e da configuração do sistema de informação a ser detalhado ainda nessa seção, pode ser evidenciada quando se comparam os dados relacionados ao nível de atendimento a demanda planejada das empresas integrantes da rede de manufatura estudada, a Ford e da empresa "A", respectivamente com 95% e 100%, com o mesmo indicador das empresas "B" e "C", 90% e 75% respectivamente.

A diferença na performance dos custos logísticos na rede de manufatura estudada e em sistemas tradicionais de produção pode ser constatado com a comparação do capital investido em estoque de produto acabado das empresas “A” e “B”. Enquanto a empresa “A” não opera com estoque de produto acabado, haja visto que toda a produção é entregue de forma seqüenciada diretamente de sua linha de produção para a linha de produção de seu cliente, a empresa “B” opera com 3 dias de estoque.

Para que as vantagens descritas sobre a rede de manufatura estudada se tornem viáveis é preciso que o fluxo logístico opere de forma sincronizada e sem interrupções na linha de produção. Por sua vez, para que isso aconteça é necessário que exista um fluxo robusto de informações entre os integrantes da rede.

No setor automotivo, a transferência eletrônica de dados se configura em uma importante garantia na acurácia de dados, como por exemplo os *forecasts* de produção, e diminuição do volume de trabalho envolvido no registro de informações. O Complexo Industrial da Ford em Camaçari usa o EDI (*Electronic Data Interchange*) como uma importante ferramenta de comunicação entre a montadora e seus *Full Service Suppliers*. A seguir verificar-se-ão as funções básicas e a importância desse meio de transferência de dados entre a Ford e a Empresa “A” no Complexo Industrial de Camaçari.

I. A transação de Pré-sequenciamento de Veículos, ou *Forecast* de Produção de Curto Prazo – um arquivo EDI é gerado em *batch* pelo sistema de controle de inventário da Ford, denominado CMMS3, e tem índice de variação na demanda de apenas 2%. Esta transação apresentara a projeção das necessidades firmes da fabrica para os próximos 5 dias (data atual + 4

próximos). Este arquivo é transmitido diariamente através de uma rede de comunicação de longa distância, provida pela Embratel, onde as principais informações trafegadas neste arquivo são as previsões de seqüência, número da peça Ford e local de uso na linha e chassis dos veículos. Essa ferramenta de transferência de dados não existe nas empresas “B” e “C”.

II. O PVS é o sistema de controle de produção da fábrica. Sempre que o veículo atingir um determinado ponto da linha de montagem, este sistema gera um documento impresso, a FEM (Folha de Especificação de Montagem) e envia a seqüência atual para o sistema de sequenciamento chamado de MCIS, que tem um índice de variação na demanda de 0%, ou seja, estas ordens de produção são congeladas e não sofrem qualquer tipo de alteração. O MCIS recebe a seqüência atual do PVS e gera um arquivo baseado nos padrões Odette. Este arquivo é transmitido via EDI e FTP ao servidor dos fornecedores situados no Condomínio Industrial. Na empresa “C” existe um sistema similar com as mesmas funções do PVS para a Ford.

III. Associação dos dados: MCIS e CMMS3 – os fornecedores recebem diariamente os dados da peça via EDI, através da transação de pré-sequenciamento, e sempre que cada veículo acessar a montagem final da fábrica também recebe o arquivo gerado pelo MCIS contendo o a seqüência definitiva de montagem. Cada fornecedor desenvolveu um sistema que associa estas duas transações e permite que sua manufatura interprete, de forma automatizada e rápida, as necessidades da linha de produção da Ford. Essa ferramenta de transferência de dados não existe nas empresas “B” e “C”.

IV. *Forecast* de Produção em médio prazo – o *forecast* de médio prazo especifica as quantidades a serem entregues por dia para a Ford. Com um horizonte de 14 dias e índice de variação na demanda de 5%, os fornecedores tier1 programam as entregas dos fornecedores *tier 2* com baixo índice de variação na demanda e em tempo hábil para a entrega dos componentes em suas plantas dentro do Complexo Industrial, viabilizando a produção dentro do programa indicado pela montadora. Essa ferramenta de transferência de dados também não existe nas empresas “B” e “C”.

V. *Forecast* de Produção em médio prazo – o *forecast* de longo prazo é usado para o planejamento de capacidade e recursos ao longo de toda a cadeia de valor de cada módulo. Este *forecast* tem um índice de variação de 15% e um horizonte de 6 meses. Essa ferramenta foi encontrada tanto nas empresas “B” e “C” quanto na Ford e na empresa “A”.

No que tange à previsibilidade da demanda, a investigação empírica aponta para nenhuma variação de demanda para o compartilhamento de informações com o horizonte de 3 horas de produção, representado pelos itens **I** e **III** apontados acima. O item **IV**, com o horizonte de produção de 14 dias, comporta 5% de variação na demanda. Por fim, as informações referentes ao horizonte de 6 meses de produção, representadas pelo item **V** contempla uma variação máxima de 15%. A variação na demanda apresentada permite o planejamento de recursos em longo prazo e suporta a manutenção de apenas 2,5 dias em média de cobertura dos estoques na empresa “A” e 3 dias de estoque na Ford, mesmo considerando-se que suas principais fontes de suprimento de matérias-primas encontra-se a 2.000km de distância, ou seja, 2 dias de viagem pelo modal rodoviário. Dessa forma a rede integrada de manufatura da Ford e

seus *Full Service Suppliers* configura-se de uma forma enxuta e com uma eficiência operacional capaz de reduzir o capital investido em estoque ou capacidade.

Os índices de variação de demanda levantados acima são oficialmente registrados no “Contrato de Adesão” assinado entre a Ford e a empresa “A”. Ao existir uma necessidade de variação na previsão de consumo que exceda o limite pré-estabelecido pelo “Contrato de Adesão”, a Ford consulta previamente seus *Full Service Suppliers*, evitando dessa forma, em curto prazo, eventuais rupturas no abastecimento de matéria-prima ou aumento no custo de fretes extras e, em longo prazo, a construção de estoques de segurança para proteger a produção das variações no *forecast*.

Por sua vez, a empresa “A” registra com a sua base direta de suprimentos, através de um contrato chamado “Protocolo Logístico”, os mesmos índices de variação de demanda assumidos junto a Ford. Dessa forma a empresa “A” extrapola para o elo seguinte da cadeia de suprimentos, algumas características de colaboração encontradas na rede de manufatura estudada.

De acordo com a explanação acima pode-se concluir que caso a variação média da demanda apontada pela rede de manufatura estudada fossem significativamente maiores, os efeitos da amplificação dessa variação ao longo de toda a cadeia de suprimentos da Ford elevariam os custos de manutenção dos estoques de segurança e investimentos em capacidade instalada como forma de evitar rupturas na produção, e conseqüentemente comprometeriam os resultados do complexo automotivo de Camaçari.

4.1.4 A Parceria com os Fornecedores

Como visto anteriormente, a estratégia de manufatura da Ford em Camaçari é produzir veículos customizados conforme a demanda, ou seja, em um sistema puxado de produção. Para isso foi concebida uma estrutura modular, em que fornecedores são responsáveis pela montagem, entrega e garantia de qualidade dos principais sistemas do veículo.

Este sistema, além de reduzir os estoques de peças e a complexidade de montagem do veículo, cada módulo pode ser testado previamente, garantindo elevada qualidade do conjunto integrado. Com o objetivo de viabilizar estes benefícios, a Ford estabeleceu com seus fornecedores chave uma parceria formal em que prevalece a convergência de interesses mútuos na conquista de um objetivo estratégico, no qual o envolvimento e a interação acontecem através de um regime de cooperação, mediante o compartilhamento de informações e solidificada pela confiança mútua.

Uma das primeiras justificativas para transformar os fornecedores em parceiros é de cunho técnico, ou seja, a variabilidade total das entregas e qualidade das peças fornecidas tende a diminuir proporcionalmente a redução do número de fornecedores. Apesar dos dados sobre a quantidade de fornecedores não terem sido fornecidos pela Ford em Camaçari nem pela empresa "C", através da quantidade de componentes comprados, 2.971 e aproximadamente 10.000 respectivamente, pode-se facilmente concluir que a Ford em Camaçari opera com um número reduzido de fornecedores quando comparado à empresa "C". Com base nesses dados verifica-se que a Ford em Camaçari aproxima-se da extremidade que aborda o desenvolvimento de apenas um fornecedor para cada componente dentro do 1º quadrante do modelo de Slack e Lewis (2002) apresentado durante o referencial teórico.

Comparando-se também os dados apresentados no quadro 4.1 sobre a quantidade de fornecedores da empresa “A”, um *Full Service Supplier* que opera com 8 fornecedores, e a empresa “B”, uma empresa do mesmo ramo de atuação da empresa “A” e que opera com 65 fornecedores, pode-se verificar que a postura de aproximação e parceria extrapola os limites da rede de manufatura estudada para elos anteriores da cadeia de suprimentos.

A visão tradicional de compras admite que manter a concorrência de preços entre vários fornecedores, contribui para a redução e/ou manutenção do nível de preços dos materiais comprados. Tal visão baseia-se na hipótese de que se os fornecedores permanecerem sob a ameaça constante de perderem as encomendas conseqüentemente são obrigados a "segurar" ou reduzir seus preços para ganhar os pedidos.

Esse estilo do sistema de compras gera uma diversidade de controles burocráticos no setor, em função da multiplicidade de fornecedores para um determinado item e das constantes negociações de compra. No entanto, é preciso considerar que comprar apenas baseado no preço não significa necessariamente menores custos, pois podem ocorrer aumentos significativos no custo total do material comprado devido a: rejeições, inspeções, paradas de máquinas, quebras de ferramentas, retrabalhos, refugos e devoluções. Ou seja, podem ocorrer custos adicionais que permanecem ocultos pela falta de preocupação ou deficiência em mensurá-los.

Schonberger (1984) afirma que desenvolver um fornecedor é fazer dele sua "família". Ele acrescenta que o esforço só é válido se o comprador tiver uma intenção

clara de permanecer com o fornecedor por um tempo longo. Tal fato significa o abandono de determinados conceitos tradicionais, aceitos até a década passada.

O modelo de ampla transferência de informações, o nível de flexibilidade planejado para a linha de produção através da redução dos lotes de produção e da padronização dos produtos, e a divisão dos riscos evidenciada pelo nível de investimento dos *Full Service Suppliers*, 35% do capital total aplicado para a construção do Complexo Industrial, proporciona um ambiente favorável para o desenvolvimento de um relacionamento de colaboração e parceria entre a Ford e seus *Full Service Suppliers* em Camaçari, distanciando-se da extremidade que aborda o relacionamento puramente transacional entre fornecedor e cliente do 2º quadrante do modelo de Slack e Lewis (2002).

A tarefa de desenvolvimento de fornecedores tem como objetivo básico dar orientação e suporte à área de suprimentos, mediante a avaliação e seleção de fontes potenciais de fornecimento, com o propósito de assegurar a conquista e a manutenção da competitividade da empresa. De modo amplo, desenvolver um fornecedor consiste na prestação de serviços de consultoria e de assessoria, visando auxiliá-lo na identificação e análise de problemas relacionados com políticas empresariais, organização administrativa, adequação de métodos e processos de fabricação.

Normalmente, esse é um processo lento, que exige disponibilidade de tempo para visitar os fornecedores, conhecer suas instalações fabris, trocar informações para analisar sua capacitação técnica e comercial e, em conjunto com ele, diagnosticar seus problemas, para recomendar medidas apropriadas, bem como prestar assistência na sua aplicação. No entanto, se a alta administração da empresa encarar estrategicamente a atividade de desenvolvimento de fornecedores, essa atividade

poderá ser útil para viabilizar o processo de implementação da relação de parceria desde o desenvolvimento até a confecção dos produtos e processos.

Figurando dentro do conceito denominado por Levi (2003) como “Caixa Preta”, a Ford em Camaçari passou a ter uma parcela muito grande de componentes desenvolvidos no sistema de engenharia simultânea. Neste caso, logo no início do projeto, já é definido o fornecedor para cada componente, e este fornece recursos (pessoal e equipamento) para projetar o componente em conjunto com as equipes formadas pela Ford.

O Quadro 4.2 elenca alguns dos mais importantes *Full Service Suppliers* do Complexo Industrial de Camaçari, com o objetivo de se evidenciar a extensão de suas atividades e o nível de integração de seus módulos ao produto final fabricado pela Ford.

Full Service Supplier	Módulo
Faurecia	Painel de porta
Visteon	Painel de Instrumentos / Coluna de Direção
Pelzer	Carpetes e isoladores
Lear	Bancos
Intertrim	Revestimento do teto
Pirelli	Rodas e Pneus
Valeo	Sistema frontal
Benteler	Motor / Sistemas de suspensão
Cooper	Dutos dos sistemas de freios e combustível
Arvin Meritor	Sistema de exatão
Kautex	Tanque de combustível
Saargummi	Vedações em borracha
Pilkington	Conformação e corte de vidros
Sodécia	Peças estampadas pequenas
Dow Automotive	Para-choque / Outras peças injetadas
Powercoat	Pintura
Autometal	Peças injetadas
Ferrolene	Corte de aço
Siemens	Sistemas elétricos

Quadro 4.2 – Relação dos principais FSS da Ford em Camaçari (Elaboração própria).

O amplo envolvimento dos *Full Service Suppliers* no desenvolvimento dos produtos e do projeto de construção do Complexo Industrial como um todo, teve como objetivo integrar uma pequena quantidade de fornecedores chave à rede de manufatura que se configurava em Camaçari, inclusive delegando a esses fornecedores uma grande gama de atividades, algumas delas normalmente executada pelas montadoras.

O envolvimento e o nível de integração dos Full Service Suppliers na rede de manufatura estudada posiciona a Ford em Camaçari, dentro do 3º quadrante do modelo de Slack e Lewis (2002), próximo à extremidade que contempla uma grande quantidade de atividades terceirizadas, e dentro do 4º quadrante, longe da extremidade que aborda a terceirização apenas de atividades triviais.

4.1.5 O Consorcio Modular

O resultado total gerado pela comercialização de um produto ao longo de sua vida, será bem menor se a empresa entrar no mercado depois de seus concorrentes. Quem entra em primeiro lugar no mercado certamente conquista posições firmes que dificultam a entrada de concorrentes no mercado. Segundo Levi (2003), a solução para acelerar o lançamento de produtos é compartilhar a manufatura, mantendo o controle do produto e do mercado.

O consórcio modular existente em Camaçari é uma forma de compartilhamento da manufatura, e este processo começa com a seleção dos parceiros. Estes parceiros, aqui denominados *Full Service Suppliers*, realizam os investimentos necessários para que essas tarefas de preparação dos componentes e sua montagem no veículo sejam realizadas.

Uma das finalidades desse consórcio modular é viabilizar o empreendimento pela distribuição do investimento entre os consorciados e com isso ir ao mercado com o produto antes da concorrência, reduzir os custos industriais, investimentos em estoques e o tempo de fabricação e montagem de cada unidade produzida.

No consorcio modular desenhado para a o Complexo Industrial da Ford em Camaçari, bem como o consórcio modular da Volkswagen em Rezende, cada parceiro do consórcio monta as peças que fabrica e compra, compartilhando a infra-estrutura da empresa. Todo o sistema do consórcio de Camaçari é suportado por um processamento e dados de grande porte e com terminais também no chão de fábrica. Os Full Service Suppliers, ou consorciados, são responsáveis pelos seus controles de custos de produção, das operações de montagem e mantêm controle de entrega dos materiais *just-in-time* na montagem do componente no veículo.

Por exemplo, a Valeo, fornecedor do módulo frontal do veículo, funciona como consorciado aglutinador de componente, que anteriormente eram entregues um a um na montadora. Toda a instrumentação é entregue em uma unidade do consorciado, que transforma o módulo em um único componente, apesar de toda a sua complexidade técnica.

O faturamento do componente e do serviço de instalação se processa no dia seguinte à instalação do componente no veículo, através de uma transferência de dados via EDI com as informações da quantidade de veículos montados com cada componente de cada fornecedor. O ponto que dispara o envio da autorização de faturamento para os *Full Service Suppliers* é o mesmo ponto que a Ford valida a qualidade do componente e serviço, e aprova o embarque dos veículos para as revendedoras, ou seja, nenhum FSS recebe pelo módulo entregue caso todo o veículo

não esteja dentro dos padrões de qualidade exigidos pela Ford. Esse método de faturamento por produção conjunta, aprovado pela Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia, é um incentivo à melhoria contínua dos indicadores de qualidade e ao cumprimento de metas, aproximando a rede de manufatura estudada de outra característica do conceito *just-in-time*, que é “faça certo da 1ª vez”.

A dedicação dos consorciados e a atenção da empresa para a qualidade pode resultar em veículos mais confiáveis e de melhor qualidade, sem acréscimo de custo e um controle muito estreito dos desperdícios. O contato permanente do pessoal dos consorciados com a Ford leva a uma troca rápida de idéias e informações e pode resultar em ações corretivas rápidas e precisas.

O gerenciamento de suprimento administra todos os materiais e serviços para reduzir custos, busca melhorias na qualidade e na utilização, além de aproveitar recursos do fornecedor no desenvolvimento de novos produtos. O consórcio modular em operação no Complexo Industrial da Ford Em Camaçari, trata-se de uma estratégia empresarial que requer total integração dos parceiros para o atendimento dos requisitos de manufatura enxuta; atender rapidamente ao cliente, com um alto padrão de qualidade e baixo custo.

4.2 TESTE DAS HIPÓTESES

- Como o modelo de manufatura integrada desenhado para o Complexo Industrial Ford Nordeste configura soluções eficientes para problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos?

A fim de possibilitar a compreensão da questão central acima, quatro hipóteses foram formuladas, as quais serão examinadas, ao longo desta seção, utilizando o estudo de caso empírico anteriormente discutido.

H1: O sistema puxado de produção desenhado na rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari apresenta características que inibem a amplificação do efeito chicote ao longo da cadeia analisada.

Nota-se que normalmente as empresas combatem o efeito chicote de duas maneiras: aumentando a capacidade instalada de produção e/ou aumentando os estoques. Estas alternativas, embora dispendiosas, são comumente aplicadas em vários elos da cadeia de valor e não combatem a causa, e sim as conseqüências do efeito chicote.

Conforme observado na argumentação teórica realizada no capítulo 3, com o objetivo de testar a validade da hipótese H1, faz-se necessário verificar a existência das quatro principais possíveis causas do efeito chicote ligadas à manufatura, segundo por Womack (1998), e das duas principais causas do efeito chicote ligadas à geração de demanda, segundo por Lee (1997)

A duas primeiras causas do efeito chicote ligadas à manufatura referem-se à eventuais problemas ocasionados na produção e no transporte de componentes para o elo seguinte da cadeia de suprimentos. Conforme fora verificado durante o estudo de caso, todos os *Full Service Suppliers* estão fisicamente localizados a poucos metros da linha de produção da Ford em Camaçari, com um *lead time* de produção e entrega dos módulos seqüenciados inferior a 2 horas.

Em função do módulo produzido e seqüenciado percorrer uma distância muito curta entre a expedição do *Full Service Supplier* e o recebimento na linha de montagem

da Ford, impactos causados por problemas no transporte que possam gerar distúrbios na produção da rede de manufatura e conseqüente necessidade de modificação do planejamento de demanda são considerados nulos.

A terceira causa do efeito chicote abordada por Womack (1998) refere-se a não disponibilidade de informação entre os elos da cadeia de suprimentos. Verificou-se durante o caso empírico a existência de transferência de informações que projetam desde 5 dias de produção, com uma variação máxima de 2% do mix de produção, passando por uma projeção de 14 dias de produção, com uma variação de 5%, até uma previsão de produção de 6 meses, com uma variação máxima de 15%.

O acesso a informações detalhadas sobre volume, mix e data de produção com um baixo índice de variação em qualquer escala de tempo inibe a ocorrência da terceira eventual causa do efeito chicote ligada à manufatura.

A quarta causa do efeito chicote abordada por Womack (1998) refere-se à mudanças na programação de produção. A manutenção de níveis reduzidos de estoque, 2,5 dias na empresa "A" e 3 dias na Ford, mesmo estando a praticamente 2.000km de distância da principal fonte de suprimentos em São Paulo e com uma performance de atendimento à demanda de 100% e 95% respectivamente, evidencia que eventuais mudanças na programação de produção não são significativas ao ponto de exigir a construção de altos níveis estoques para proteger a cadeia de suprimentos contra o efeito chicote.

Essa constatação fica ainda mais nítida quando se verifica que mesmo com 2 e 3 dias de estoque a performance de atendimento à demanda nas empresas "B" e "C" é menor que as empresas integrantes da rede de manufatura estudada.

Conforme foi verificado durante o referencial teórico, as abordagens de Lee (1997) e Womack (1998) sobre as causas do efeito chicote ligadas à geração de demanda e à manufatura respectivamente, se complementam. A quarta causa do efeito chicote abordada por Womack (1998) influencia a primeira causa do efeito chicote levantada por Lee (1997), haja visto que mudanças na programação de produção influenciam diretamente a requisição de compra matéria prima, ou seja, previsão de demanda para os fornecedores. Por esse motivo as evidências levantadas são válidas para as duas abordagens.

A segunda causa do efeito chicote levantada por Lee (1997) refere-se a pedidos com longo *lead time*. O autor afirma que quanto maior for o *lead time*, maior será o impacto de eventuais variações de demanda ao longo da cadeia de suprimentos. Sem nenhum tempo de fila, ou seja, estoque intermediário entre a linha de produção dos *Full Service Suppliers* e da Ford, *set-ups* menores que um minuto e tempos de ciclo significativamente pequenos, verifica-se que o *lead time* na rede de manufatura estudada é enxuto ao ponto de evitar a amplificação do efeito chicote.

Observa-se que os elementos encontrados por intermédio da investigação empírica são coerentes com a literatura de referencia sobre o tema.

A partir da constatação de que nenhuma dos itens abordados pelos autores como prováveis causas do efeito chicote foram encontrados na cadeia de suprimentos estudada, pode-se considerar a hipótese H1 como **válida**.

H2: Os *set-ups* nos *Full Service Suppliers* do Complexo Industrial da Ford em Camaçari são reduzidos ao ponto de proporcionar expressiva redução no *lead time* total da rede de manufatura estudada.

O referencial teórico indica que o *lead time* é influenciado principalmente pelos tempos de fila e *set-up*. Porém, antes de abordar a relação causal entre esses fatores, é necessário analisar sua relação com o tamanho dos lotes de produção na rede de manufatura estudada.

Quanto maiores forem os lotes de produção, maiores serão os estoques formados antes da próxima etapa produtiva, ou seja, maior será o tempo de fila que o material deverá esperar para iniciar a operação seguinte. Conforme fora levantado anteriormente, em função da localização e de um sistema de informação especificamente desenhado para suportar as entregas seqüenciadas dos principais módulos em Camaçari, o tempo de fila entre a linha de produção dos *Full Service Suppliers* e da Ford é aproximadamente zero, ou seja, o capital investido em estoque nesse elo da cadeia de suprimentos é nulo.

Para suportar a inexistência de estoque, a linha de produção dos *Full Service Suppliers* foi desenhada para operar com a flexibilidade requerida para atender as demandas *just-in-time* sem causar rupturas na produção da Ford. Essa flexibilidade é suportada pela padronização dos modelos produzidos e pelo tempo de *set-up* de apenas alguns segundos.

Comparando-se os dados levantados sobre os *set-ups* nas empresas “A” e “B”, verifica-se que o tempo destinado a essa tarefa nos *Full Service Suppliers* é extremamente reduzido. Por sua vez, reduzindo-se os tempos de *set-up*, pode-se aumentar a sua freqüência e, conseqüentemente, aumentando sua freqüência gera-se a flexibilidade necessária para produzir com lotes também reduzidos e operar um sistema puxado de produção.

Um lote de produção nos *Full Service Suppliers* é do tamanho de cada módulo produzido. Reduzindo-se o tamanho dos lotes, reduz-se também o estoque e o tempo de fila na rede de manufatura estudada.

O tempo de *set-up* de alguns segundos nos *Full Service Suppliers* suporta o tempo de fila igual zero e, por sua vez, proporciona a redução do *lead time* total de produção, tornando **válida** a hipótese H2.

A próxima hipótese a ser testada, recorre ao relacionamento entre a Ford e seus *Full Service Suppliers* e sua eventual influencia sobre os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos analisados nesse estudo.

H3: O relacionamento entre a Ford e seus fornecedores diretos no Complexo Industrial de Camaçari colabora para a redução do *lead time* e do impacto do efeito chicote.

Durante o referencial teórico foram levantadas algumas conseqüências do efeito chicote e de extensos *lead times* como: excesso de estoques, previsões de venda com elevado índice de erros, problemas de capacidade, baixo nível de serviço ao cliente, incertezas no planejamento de produção e custos mais elevados.

Verificou-se também que compartilhamento de informações, alinhamento dos parceiros de negócios e eficiência operacional são importantes mecanismos para evitar-se os impactos dos problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos aqui tratados. Ou seja, a colaboração é uma arma importante para combater o efeito chicote e extensos *lead times*.

Com o objetivo de testar a hipótese H3 para a pergunta que norteia este trabalho, será utilizado o modelo proposto por Slack e Lewis (2002, p. 298 – 305) como

instrumento para reconhecer o tipo de relacionamento e nível de colaboração entre os *Full Service Suppliers* e a Ford em Camaçari.

Os dados levantados e alocados na matriz de escopo dos recursos e relacionamento com o mercado indicam o seguinte posicionamento para a rede de manufatura estudada:

- 1º quadrante: analisando-se a extensão das atividades *versus* o relacionamento com o mercado, em função da reduzida quantidade de fornecedores, verifica-se que a rede de manufatura estudada posiciona-se próximo de relacionamentos comerciais caracterizados por operações virtuais de longo prazo.
- 2º quadrante: analisando-se a natureza das operações *versus* o relacionamento com o mercado, conclui-se que modelo de intensa transferência de informações, da divisão dos riscos e do nível de flexibilidade planejado para a linha de produção pela redução dos lotes de produção e da padronização dos produtos, caracteriza um relacionamento próximo entre a Ford e seus *Full Service Suppliers*. Essa característica além de também aproximar a rede de manufatura estudada das operações virtuais de longo prazo.
- 3º e 4º quadrantes: analisando-se a extensão e a natureza das atividades *versus* o escopo dos recursos, verifica-se que a quantidade de atividades desenvolvidas internamente pela Ford são pequenas quando comparadas com a empresa “C”. Porém, apesar do número reduzido de atividades desenvolvidas internamente, atividades núcleo

que envolvem especificidade de ativos e alta tecnologia, como por exemplo a coordenação da área de armação de carrocerias e concepção dos motores, são mantidas sob controle da Ford, dessa forma posicionando a rede de manufatura estudada entre um relacionamento de parceria e uma operação virtual de longo prazo.

De acordo com as evidências e dados levantados, a rede de manufatura apresenta características que transitam entre as operações virtuais de longo prazo e relacionamentos de parceria, posicionando-se na área em destaque na Figura 2.2.

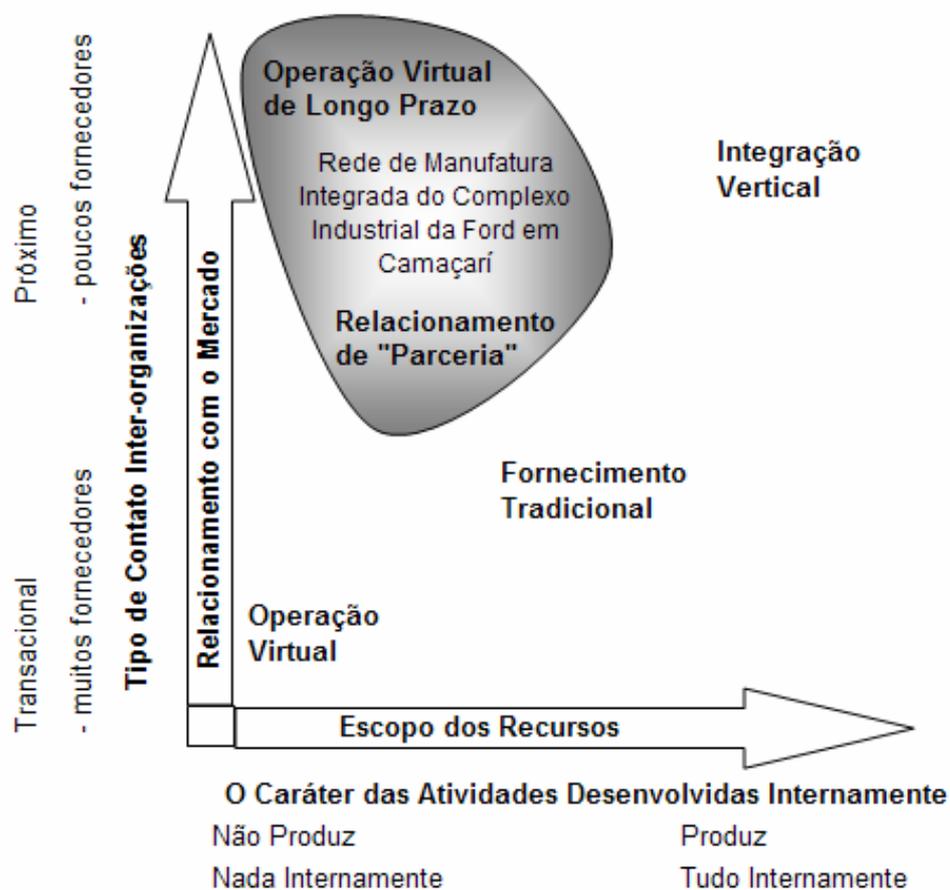


Figura 2.2 - Relacionamentos com a rede de suprimentos (Adaptado de Slack e Lewis, 2002)

Como mencionado previamente, na rede de manufatura montada pela Ford em Camaçari, a integração com seus fornecedores diretos é de fundamental

importância para que a montagem, entrega e garantia de qualidade dos principais sistemas do veículo seja efetuada de modo competitivo. Com o objetivo de viabilizar estes benefícios, a Ford estabeleceu com seus fornecedores chave uma parceria formal em que prevalece a convergência de interesses mútuos na conquista de um objetivo estratégico, no qual o envolvimento e a integração se dão em um regime de cooperação e compartilhamento de informações.

Verificam-se, pelas lentes do modelo proposto, evidências de um relacionamento colaborativo entre a Ford e seus *Full Service Suppliers* em Camaçari. Com base na análise dos dados, através do modelo de Slack e Lewis (2002), e no referencial teórico estudado, constata-se que as características inerentes ao relacionamento colaborativo entre a Ford e seus *Full Service Suppliers* inibem a amplificação do efeito chicote e colaboram para a redução do *lead time* de produção na rede de manufatura existente no complexo automotivo de Camaçari.

Dessa forma a hipótese H3 é **válida**.

5. CONCLUSÃO

O contato com a situação-problema envolvendo a rede manufatura integrada em rede do Complexo Industrial da Ford em Camaçari e sua cadeia de suprimentos direta bem como a relevância do tema junto às indústrias manufatureiras do setor automotivo motivou esta pesquisa. A fim de realizar a investigação sobre como o efeito chicote e a extensão do lead time são influenciados pela configuração da rede de manufatura utilizou-se como ferramentas de trabalho o levantamento de processos, questionário semi-estruturado para o levantamento de informações e análise de documentos. A pesquisa foi suportada por um arcabouço teórico voltado para o entendimento de influência das redes de manufatura integrada em um ambiente JIT nos problemas tradicionais do gerenciamento da cadeia de suprimentos.

A revisão bibliográfica realizada explora as definições de redes de operações produtivas, redes de manufatura integrada, integração de fornecedores, relacionamento colaborativo. Dois problemas presentes na condução dos processos de gerenciamento da cadeia de suprimentos, o efeito chicote e a extensão do lead time, foram definidos e analisados.

O presente trabalho utilizou o estudo de caso, que por sua vez teve como estratégia de pesquisa o modo exploratório, descritivo e explanatório, enquadrando-se na categoria de estudos configurativos-disciplinados, por interpretar os padrões encontrados no estudo de caso com postulados teóricos. A metodologia utilizada buscou um conjunto de informações relevantes sobre a configuração das redes de operações produtivas integradas e verificou seu relacionamento com os problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos aqui estudadas, o efeito

chicote e a extensão do *lead time*. O mapeamento dos processos produtivos na rede analisada e os questionários de levantamento de informações realizado permitiram verificar que os benefícios trazidos pelo sistema puxado de produção ali configurado, inibem o surgimento de desperdícios ao longo da cadeia de valor e proporcionam a redução dos custos relacionados aos estoques e à expansão de capacidade. A aplicação da metodologia acima na rede de manufatura estudada permitiu que algumas conclusões fossem alcançadas.

Cada operação faz parte de uma rede maior, interconectada com outras operações. Em nível estratégico, o grande desafio está situado na configuração do formato da rede de manufatura na qual a operação está inserida. Mesmo quando uma operação produtiva não possui, ou mesmo controla, diretamente outras operações produtivas na rede de manufatura, pode ainda assim usar sua influência para mudar a forma da rede. Isso envolve tentar gerenciar o comportamento da rede de manufatura por meio de sua reconfiguração, de modo a mudar o escopo de atividades desempenhadas em cada operação e a natureza dos relacionamentos entre os elos da cadeia de suprimentos.

A Ford em Camaçari reduziu o número de fornecedores diretos, reduzindo também o número de componentes comprados, e os incentivou a instalar suas plantas ao lado de sua linha de montagem, em um sistema de produção sincronizado e enxuto, no qual apenas poderia ser viabilizado caso alguns dos mais problemas severos no gerenciamento da cadeia de suprimentos automotiva fossem minimizados ou extintos. Sistemas de comunicação mais confiáveis ao longo da cadeia de suprimentos podem resultar em um sistema de produção mais estável e sem rupturas. Dentro desse espectro, a relação entre o compartilhamento de informações, o alinhamento constante

dos parceiros de negócios e eficiência operacional e o efeito chicote na rede de manufatura em questão, é verificada na hipótese H1.

Redes de manufaturas integradas remetem a um ambiente sincronizado de produção que acelera o fluxo de materiais e informações ao longo da cadeia, dessa forma, o impacto do tempo de *set-up* na flexibilidade e extensão total do tempo de ciclo de produção, como outro problema tradicional da cadeia de suprimentos automotiva estudado, é verificado na hipótese H2.

A extensão e a natureza dos relacionamentos com o mercado de suprimentos e o escopo de seus recursos estão ligados. Por exemplo, o relacionamento transacional tem breves contatos com muitos e diferentes fornecedores, normalmente com aquele que oferece o melhor preço. Por outro lado, o relacionamento próximo e íntimo envolve normalmente um considerável esforço em construir e manter um estilo apropriado de contato entre o comprador e o fornecedor. Ainda sobre as lentes do arcabouço teórico levantado, a hipótese H3 avalia justamente o relacionamento entre o departamento de compras da Ford e seus fornecedores, no que tange à sua influência direta sobre o efeito chicote e o tempo de ciclo de produção.

Após o teste das hipóteses apresentadas, notou-se que os custos relacionados à manutenção de altos níveis de estoque ou capacidade ociosa, normalmente usados para cobrir eventuais desperdícios causadas por extensos tempos de ciclo ou pela amplificação ao longo da cadeia de suprimentos das variações de demanda, são reduzidos a patamares que permitem avaliar o sistema de produção da rede de manufatura estudada como um sistema enxuto e flexível.

As considerações apontadas nessa seção são válidas apenas no contexto do estudo de caso analisado. Paula (2003, pág. 22), ao estudar a literatura gerencial

existente no Brasil, enfatiza a necessidade da existência de incentivos para a pesquisa aplicada, aliando interesses das empresas e dos executivos, com abordagem crítica, aplicabilidade e clareza. As sugestões de continuidade da pesquisa apresentada nesta dissertação tentam ir ao encontro desta proposta. A aplicação da metodologia utilizada neste trabalho em outros estudos de caso pode ser um exercício interessante para a análise do impacto da configuração da rede integrada de manufatura estudada em outros problemas tradicionais no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAN M.; Transportes e Logística: Os Modais e os Desafios da Multimodalidade. 1ª Edição. Salvador. Fundação Luis Eduardo Magalhães. 2002.
- ALVES FILHO, A. G., RACHID, A., SACOMANO NETO, A., BENTO, P. E. G. e DONADONE, J. C.; Organização do Trabalho na Cadeia de Suprimentos: Os Casos de uma Planta Modular e de uma Tradicional na Indústria Automobilística. Gestão e Produção, São Paulo, V.16, n. 2, p.189-202, ago. 2006.
- ARNOLD J. R. e CHAPMAN S. N.; Introduction to Material Management. 5ª Edição. Nova Jersey, Prentice Hall. 2004.
- BLACKSTONE J. H.; Capacity Management; 1ª Edição. Ohio. Thompson Learning, Inc. 2002.
- CABRAL, S.; Terceirização de Processos Industriais sob a Ótica da Economia dos Custos de Transação. Salvador, 2002. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Pós-Graduação em Administração. Escola de Administração – UFBA.
- CERRA, A. L. e BONADIO, P. V.; As Relações entre Estratégia de Produção, TQM e JIT: Estudo de Caso de Uma Empresa do Setor Automobilístico e em Dois de seus Fornecedores. Gestão e Produção. São Paulo. V. 7, n. 3, p. 305-319, dez. 2000.
- FREELAND, James R.: A Survey of Just-in-Time Purchasing Practices in the United States. APICS Inc.. Massachusetts, p. 43-49, 1991.
- GANESHAN, R.; JACK, E. e STEPHENS, P. A Taxonomic Review of Supply Chain Management Research. In: Quantitative Models For Supply Chain Management. Boston, Kluwer Academic Publishers, p.839-879, 1999.
- GONZALEZ, W.; Tier 2, Elite Apoia o Baixo Clero. Autodata, São Paulo, n. 186, p. 20-24, fev. 2005.
- HAY, EDWARD J.; The Just in Time breakthrough - implementing the new manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 1988.
- LEE, H.L.; PADMANABHAN, V. e WHANG, S.: The Bullwhip Effect In Supply Chains. Sloan Management Review, Vol. 38, n.3, p.93-102, 1997.
- LEVI D. S., KAMINSKY P. e LEVI E. S.; Designing & Managing the Supply Chain: Concepts, studies & case studies, 2ª Edição. Nova York. McGraw-Hill, 2003.

LINFORD, K.; Metrics at Work, A new approach to assessing supply chain performance, APICS Magazine, Virginia, v. 15, n. 10, p. 40-43, nov./dez. 2005.

LUBISCO, N. M. L. e VIEIRA, S. C.; Manual de Estilo Acadêmico: Monografias, Dissertações e Teses, 2ª Edição, Salvador, EDUFBA, 2003.

MENTZER, J.; Managing Supply Chain Collaboration. In: MENTZER, J. Supply Chain Management. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001b, p. 83-84.

MENTZER, J.; Smart Investments, Choosing the right demand forecasting and planning system. APICS Magazine, Virginia, v. 16, n. 1, p. 34-36, jan. 2006.

MOTTA, Paulo Cesar. “Ambigüidades Metodológicas do Just-in-Time”. Organizações e Sociedade. Salvador, v.4, n. 7, p. 117-131, dez. 1996.

PAULA, A. P. e WOOD Jr., T.; Viagem Epistemológica às Livrarias dos Aeroportos: Paper submitted to the Organizational Culture and Symbolism Track of the Iberoamerican Academy of Management, to be considered for presentation at the 3rd International Conference, São Paulo, dec. 2003.

PINHEIRO, L.; O Pólo Automotivo da Bahia. Autodata, São Paulo, n. 183, p. 56-60, nov. 2004.

PORTER M. E.: Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior. 27ª Edição. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 1989.

PRAHALAD, C.K.; RAMASWAMY V.; The Collaboration Continuum. Optimize Magazine. Num. 1, nov., 2001.

REEDS, J. Toward; An Understanding of Supply Chain Management. In: Don't Just Survive: Thrive! The Contracting Professional as Business Manager. 2000, National Education Seminar Book. National Contract Management Association [NCMA}. Virginia. 2000.

ROESCH, Silvia; Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração. São Paulo, Atlas, 1999.

SANDRAS W. A. Jr; Just in Time: Make It Happen – Unleashing the Power of Continuous Improvement, 1ª Edição. Nova York. Jonh Wiley & Sons, Inc. 1989.

SANTOS, Flávio R. S.; Ferramentas para a Análise da Disponibilidade e do Impacto das Informações na Gestão da Cadeia de Suprimentos: um Estudo de Caso. Campinas, 2004. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Planejamento e Gestão Estratégica de Manufatura. Escola de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas.

SCHONBERGER, Richard J.; Técnicas Industriais Japonesas, 2ª Edição, São Paulo, Editora Pioreira, 1989.

SCHONSLEBEN P.; Integral Logistics Management: Planning & Control of Comprehensive Supply Chains, 2ª Edição. Boca Raton. CRC Press, 2003.

Searcy, D.; Facilitators and Impediments in Moving Firms Toward Supply Chain Management: A Qualitative Field Study. Tennessee, 2002. Dissertation, The University of Tennessee.

SEIFERT, D.; Collaborative Planning Forecasting and Replenishment: How to Create a Supply Chain Advantage. Preprint Edition. Bonn: Galileo Press, 2002.

SHINGO, S.; O Sistema Toyota de Produção- Do ponto de vista da engenharia de Produção, Editora Bookman, 2ª edição, Porto Alegre, 1996.

SLACK N., CHAMBERS S. e JONHSTON R.; Administração da Produção. 2ª Edição. São Paulo. Editora Atlas, 2002.

SLACK N. e LEWIS M.; Operations Strategy, 1ª Edição. Nova Jersey. Prentice Hall, 2002.

SPEKMAN, R. E., J. Spear., and J. Kamauff. 2001. Supply Chain Competency: Learning as a Key Component. Working paper, University of Virginia.

STERMAN, J. Teaching Takes Off: Flight Simulators for Management Education. Disponível em <<http://web.mit.edu/jsterman/www/SDG/beergame.html>>. Versão presente em OR/MS Today, p. 40-44, out. 1992.

STONEBRAKERN P. W. e LEONG G. K.; Operations Strategy. 1ª Edição, Massachusetts. Pearson Custom Publishing, 2005.

SUZAKI, K.; The New Manufacturing Challenge. 1ª Edição, Nova York, Free Press, 1987.

SWAMINATAN J. M.; Enabling Customization Using Standardized Operations, California Management Review, n. 43, Chapman & Hall, 2001.

VOLLMANN T. E., BERRY W. L., WHYBARK D. C. e JACOBS F. R.; Manufacturing, Planning & Control Systems for Supply Chain Management, 5ª Edição. Nova York. McGraw-Hill, 2005.

WALLACE, T. F.: Sales & Operations Planning, The How-to Handbook, 2ª Edição. Nova York. John Wiley & Sons, 2004.

WOOD, Stephen; A Administração Japonesa. Revista de Administração. São Paulo, v.26, n.3, jul./set. 1991.

WOMACK, James; JONES, Daniel; ROSS, Daniel. A Máquina que Mudou o Mundo. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1992.

WOMACK, J. e JONES, D. A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza. 5ª Edição. Rio de Janeiro, Brasil. Ed. Campus, 1998.

YUCESAN, E. e WASSENHOVE, L.; Supply-Chain.com: Strategies for e-Supply Chains. Disponível em <www.insead.edu>. Acessado em 12/02/2007.

ZAWISLAK, P. A. e LACERDA, J. S.; Inovação como o Fator Determinante para o Sucesso: O caso da General Motors em Gravataí. Disponível em <http://nitech.ea.ufrgs.br/gcars/artigos_palavras-chave/inovacao_tecnologica.shtml>. Acessado em 15/01/2007.

ANEXO

As perguntas que seguem foram usadas como guia na execução das entrevistas realizadas junto aos executivos da Ford, alguns *Full Service Suppliers*, empresas “B” e “C”.

Nº	PERGUNTAS
1	O sistema de produção desenhado na rede de manufatura integrada do Complexo Industrial da Ford em Camaçari apresenta características que inibem a amplificação do efeito chicote ao longo da cadeia de suprimentos?
2	Em sua organização os set-ups são acompanhados e significativamente reduzidos ao ponto de proporcionar expressiva redução no seu tempo de ciclo.
3	Existe um relacionamento colaborativo entre o departamento de compras da Ford e sua empresa? Este relacionamento suporta a redução do impacto do efeito chicote na produção?
4	O relacionamento com o departamento de compras da Ford colabora para a redução do seu lead-time de produção?
5	Sua organização utiliza quantos dias de cobertura de estoque de segurança?
6	Você identifica alguma variação significativa na demanda da Ford? Seu estoque de segurança atual suporta essas eventuais mudanças sem transtornos para a linha de produção?
7	Qual seria o nível de estoque ideal para a variação na demanda apontada, caso exista?
8	O lead time de ressuprimento entre o fornecedor tier 1 e sua organização atende às variações em sua demanda?
9	O lead time de ressuprimento entre sua organização e a Ford atende à eventuais variações na demanda?
10	Sua produção opera em um fluxo puxado ou empurrado com seus fornecedores? O ambiente produtivo configurado no Complexo Industrial da Ford suporta quais dos dois diferentes fluxos? Porque?
11	De que maneira sua organização recebe a demanda e as ordens de produção? Como esta informação é tratada no ERP de sua organização? Como essa informação é re-ransmitida para seus fornecedores?

12	Em qual periodicidade você recebe as ordens de produção da Ford? Essa frequência é suficiente? Porque?
13	Fatores como variabilidade de demanda ou tempo de processo afetam a performance de produção e de entrega para a Ford? Porque?
14	Os recursos tecnológicos para troca de dados e informações entre a Ford e sua organização são suficientes? Existem oportunidades de melhoria? Quais seriam elas?
15	Como sua organização recebe as informações sobre aumento no volume de produção? Como sua organização planeja sua capacidade em longo prazo?
16	Quais os problemas a serem resolvidos no sistema de manufatura do Complexo Industrial da Ford em Camaçari? Quais são as oportunidades de melhoria no processo produtivo e relacionamento com fornecedores e clientes?
17	Os custos de produção e estoque são mensurados em sua organização? Levando-se em conta o sistema de manufatura usado no Complexo Industrial da Ford a atual performance destes indicadores é melhor do que em outras unidades de sua organização? Porque?
18	Qual o nível de PPM e DPM de sua organização? Levando-se em conta o sistema de manufatura usado no Complexo Industrial da Ford a atual performance destes indicadores é melhor do que em outras unidades de sua organização? Porque?
19	Quanto tempo dura o set-up em seu gargalo de produção? Levando-se em conta o sistema de manufatura usado no Complexo Industrial da Ford a atual performance deste indicadore é melhor do que em outras unidades de sua organização? Porque?