

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Rogério Cerávolo Calia

**MODELO DE REDES DE INOVAÇÃO PARA UMA  
METODOLOGIA DE GESTÃO: IMPLEMENTAÇÕES DE  
TEORIA DAS RESTRIÇÕES**

Orientador: Prof. Dr. Fábio Müller Guerrini

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

São Carlos

2005

**EPÍGRAFE**

“Um galo sozinho não tece uma manhã:  
ele precisará sempre de outros galos.

De um que apanhe esse grito que ele  
e o lance a outro; de um outro galo  
que apanhe o grito de um galo antes  
e o lance a outro; e de outros galos  
que com muitos outros galos se cruzem  
os fios de sol de seus gritos de galo,  
para que a manhã, desde uma teia tênue,  
se vá tecendo, entre todos os galos.”

João Cabral de Melo Neto

Trecho de “Tecendo a Manhã” em “A Educação pela Pedra”

## RESUMO

CALIA, R. C. (2005). *Modelo de Redes de Inovação para uma Metodologia de Gestão: Implementações de Teoria das Restrições*. Texto de Dissertação (Mestrado). – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

A pesquisa tem como objetivo propor um modelo para a formação e gerenciamento de redes de inovação em uma metodologia de gestão: a Teoria das Restrições aplicada ao planejamento e controle de produção. Como objetivo secundário, a pesquisa visa propor uma ferramenta prática para se gerenciar a transferência de *know-how* de Teoria das Restrições para as manufaturas usuárias. Tais propostas se fundamentam tanto na teoria de inovação, na teoria de redes e na teoria de redes de inovação, como em três estudos de caso de implementações de Teoria das Restrições. Na perspectiva das manufaturas usuárias, a implementação de Teoria das Restrições representa uma inovação para diminuir atrasos de entrega e para diminuir estoques. Tais benefícios são tanto mais rápidos, quanto mais veloz for o processo de transferência do *know-how* de Teoria das Restrições ao time responsável pelo planejamento e controle da produção. Com a finalidade de se contribuir para o aumento da eficiência na capacitação em Teoria das Restrições, propõe-se uma ferramenta gerencial prática denominada “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *know-how* de Teoria das Restrições”. Já na perspectiva dos especialistas em implementações de Teoria das Restrições, propõe-se um modelo teórico de redes de inovação para a criação de: a) métodos mais eficientes de implementação de Teoria das Restrições; b) novas gerações de arquiteturas de funcionalidades de Teoria das Restrições que sejam mais aderentes a outras metodologias de gestão frequentemente implementadas nas manufaturas; c) e um novo software para a operacionalização dos algoritmos de Teoria das Restrições, software mais simples de implementar e de usar para que uma ampla escala de manufaturas possa ter acesso a esta metodologia de gestão.

Palavras-Chave: Redes de Inovação; Redes; Inovação; Gestão do Conhecimento; Implementação de Metodologias de Gestão; Teoria das Restrições.

## ABSTRACT

CALIA, R. C. (2005). *Model of Innovation Networks for a Management Methodology: Theory of Constraints Implementations*. Master Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

This research proposes a model for designing and managing innovation networks for a management methodology: the Theory of Constraints applied to production planning and control. The secondary objective is to propose a practical tool for managing the Theory of Constraints know-how transfer process to the users manufactures. The model results from theories on innovation, organizational networks and innovation networks and also from three case studies on Theory of Constraints implementations. In the users manufactures perspective, a Theory of Constraints implementation represents an innovation for decreasing orders delays and decreasing inventory. The faster the Theory of Constraints know-how transfer process is, the faster will those benefits be achieved. Therefore, in order to contribute to increase the efficiency of the absorptive capacity on Theory of Constrains, it is proposed a practical management tool denominated “Theory of Constraints Know-how Transfer Stream Map”. However, in the Theory of Constraints implementations experts perspective, it is proposed a theoretical innovation networks model to support the creation of: a) more efficient methods for implementing the Theory of Constraints; b) new generations of Theory of Constraints functionalities architectures better linked to other management methodologies frequently implemented in manufactures; c) and a new Theory of Constraints software easier to implement and to operate, so that a large scale of manufactures may have access to this management methodology.

Keywords: Innovation Networks; Networks; Innovation; Knowledge Management; Implementation of Management Methodologies; Theory of Constraints.

## SUMÁRIO

EPÍGRAFE.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Escopo do Estudo.....	3
1.3. Tema da Pesquisa.....	4
1.4. Questões-Chave.....	5
1.5. Objetivo da Pesquisa.....	5
1.6. Justificativa.....	5
1.7. Método de Pesquisa.....	6
1.7.1. O Processo de Construção de uma Teoria.....	6
1.7.2. Estudos de Caso .....	8
1.8. Estrutura do trabalho.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Introdução.....	11
2.2. Inovação e Competitividade.....	12
2.3. O Conceito de Inovação.....	14
2.4. Tipos de Inovação.....	15
2.5. A Capacidade de Inovação.....	17
2.6. Estratégia e Mudança Organizacional para a Inovação.....	19
2.7. Estrutura Organizacional para a Inovação.....	22
2.8. Métricas para a Inovação.....	22
2.9. O Impacto das Redes Entre Empresas na Capacidade de Inovação.....	23
2.10. Evidências Empíricas.....	25
2.10.1. As Regiões de Reputação Inovadora.....	25
2.10.2. Redes de Inovação das Empresas Japonesas.....	28
2.10.3. Os “Parques Científicos” .....	29
2.10.4. Redes como um Diferencial de Empresas Inovadoras.....	29
2.10.5. Exemplos de Redes de Inovação no Brasil.....	30
2.11. O Impacto das Redes Dentro da Empresa na Capacidade de Inovação.....	31
2.12. Contribuições para a Modelagem de Redes de Inovação.....	35
2.12.1. A Dinâmica de Formação de Redes de Inovação .....	35

2.12.2. A Inovação Tecnológica Baseada no Conhecimento Organizacional.....	38
2.12.3. Maturidade Organizacional e Participação em Rede de Cooperação Interempresas.....	42
2.12.4. Formação de uma Rede de Cooperação na Cadeia de Suprimentos.....	44
2.12.5. Estrutura Organizacional para a Gestão de Projetos.....	47
2.13. Críticas e Conseqüências para Pesquisas Futuras.....	53
2.14. Elementos Constitutivos de Redes de Inovação.....	54
2.14.1. Os Papéis e Atributos dos Agentes.....	54
2.14.2. As Bases de Conhecimento dos Agentes.....	56
2.14.3. Estrutura dos Relacionamentos entre os Agentes.....	57
2.15. A Metodologia de Gestão da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle de Produção.....	60
2.16. Considerações Finais sobre a Revisão Bibliográfica.....	62
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	64
3.1. Introdução.....	64
3.2. Protocolos dos Estudos de Caso.....	69
4. PESQUISAS EMPÍRICAS.....	70
4.1. Histórico do Desenvolvimento do Software.....	70
4.2. Papéis e Atributos dos Agentes.....	75
4.2.1. A Empresa de Software.....	75
4.2.2. Instituto Goldratt .....	75
4.2.3. Empresa Metalúrgica.....	76
4.2.4. Instituição para Treinamentos e Edições em Manufatura.....	78
4.2.5. Empresa Líder no Setor de Informática.....	78
4.3. Estrutura de Relacionamento da Empresa de Software.....	78
4.3.1. Com o Instituto Goldratt .....	78
4.3.2. Com a Empresa Metalúrgica.....	80
4.3.3. Com a Instituição para Treinamentos e Edições em Manufatura.....	81
4.3.4. Com a Empresa Líder em Informática.....	81
4.4. Evolução da Base de Conhecimento e Estratégia Empresarial.....	82
4.5. Métricas para o Processo de Inovação.....	83
4.6. Considerações Finais.....	83
4.7. Estudos de Caso de Implementações nas Manufaturas I e II .....	85
4.8. Caracterização da empresa.....	85

4.9. Implementação na Manufatura I.....	85
4.9.1. Primeira Fase da Implementação na Manufatura I.....	86
4.9.2. Segunda Fase da Implementação na Manufatura I.....	89
4.10. Implementação na Manufatura II.....	91
4.11. Síntese do Desempenho das Duas Implementações.....	94
4.12. Análise das Implementações pela Teoria de Redes de Inovação.....	95
4.12.1. Atributos e Papéis dos Agentes Envolvidos.....	95
4.12.2. Estrutura dos relacionamentos entre os Agentes.....	96
4.12.3. Bases de Conhecimento da Empresa Analisada.....	97
4.12.4. Domínio de <i>know-how</i> .....	101
4.12.5. Considerações finais.....	102
5. PROPOSTA DE FERRAMENTA PRÁTICA E DE MODELO TEÓRICO.....	104
5.1. Introdução.....	104
5.2. Mapeamento do Fluxo de Transferência de <i>Know-how</i> .....	105
5.2.1. O Mapeamento de Fluxo de Valor.....	106
5.2.2. Elementos Constitutivos do Mapeamento.....	107
5.2.2.1. O Fator Gerador do Fluxo de Transferência de <i>Know-how</i> – As Metas da Implementação.....	107
5.2.2.2. A “Matéria-Prima” das Operações – A Capacitação do Time de Manufatura. .....	107
5.2.2.3. A Unidade Primária de Análise do Fluxo de Inovação – Os Agentes Envolvidos na Transferência de <i>Know-How</i> .....	107
5.2.2.4. Os Dados Determinantes do Fluxo.....	108
5.2.2.5. O Fluxo de Informação.....	108
5.2.2.6. Eficácia e Eficiência – Métricas de Desempenho da Implementação.....	109
5.2.3. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de <i>Know-How</i> à Manufatura I.....	109
5.2.4. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de <i>Know-How</i> à Manufatura II.....	111
5.2.5. Proposta de Estado Futuro para o Fluxo de <i>Know-How</i> de TPC .....	112
5.2.6. Proposta de Estado Ideal para o Fluxo de <i>Know-How</i> de TPC.....	114
5.3. Modelo para Rede de Inovação em TPC.....	115
5.3.1. A Construção do Modelo Proposto para Redes de Inovação.....	115
5.3.1.1. O Ponto de Partida - Um Modelo de Redes de Inovação na Perspectiva Econômica.....	115
5.3.1.2. O Modelo de Redes de Inovação Ampliado na Perspectiva Organizacional...118	

5.3.1.3. Pesquisa Empírica para o Desenvolvimento da Teoria de Redes de Inovação.....	120
5.3.1.4. Modelo de uma Rede de Inovação em Teoria das Restrições.....	123
5.3.1.4.1. Primeiro Ciclo de Inovação em Rede – Inovação Incremental.....	124
5.3.1.4.2. Segundo Ciclo de Inovação em Rede – Inovação em Arquitetura.....	125
5.3.1.4.3. Terceiro Ciclo de Inovação em Rede – Inovação em Ruptura .....	126
5.3.2. Os Processos de Inovação em Rede.....	127
5.4.Considerações Finais.....	132
6.CONCLUSÃO .....	135
REFERÊNCIAS .....	140



# 1

## INTRODUÇÃO

---

### 1.1. Contexto

Para Schumpeter, os avanços tecnológicos representam o principal determinante do desenvolvimento econômico, através do processo de “destruição criadora”, no qual a inovação “revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro” (SCHUMPETER, 1942. p.121).

Scherer (1980) entende que o progresso tecnológico é uma importante força motriz do crescimento econômico, pois as inovações resultam em aumento de produtividade, alteram a competitividade das nações, modificam as demandas para o mercado de trabalho e provocam constantes alterações nas estruturas dos setores econômicos.

De acordo com as pesquisas de Zander e Kogut (1995), o enfoque de inovação baseada nos recursos organizacionais adquiriu uma nova perspectiva, quando se passou a estudar a tecnologia não como informação, mas como conhecimento.

Drucker (1993) também considera que cada vez mais o recurso-chave na economia não será os meios de produção, nem a mão-de-obra, nem os recursos naturais, nem o capital, mas sim, o conhecimento especializado e direcionado para a ação. Segundo o autor, na nova sociedade, o conhecimento será o principal responsável por aumentar a produtividade e gerar a inovação.

Para isso, o enfoque na transmissão do conhecimento deve ser mais na obtenção de experiência do que apenas no aprendizado, ou seja, o enfoque deve ser mais em treinamentos e não apenas na instrução teórica. Deste modo, Drucker acredita que as disciplinas do conhecimento serão aptas a converter habilidades práticas em metodologias.

Uma vez que o conhecimento se assimila via acumulação e é difícil de transferir, as pesquisas sobre inovação passaram a se preocupar mais em como utilizar os recursos organizacionais e as capacidades internas das empresas para serem mais eficientes na geração de conhecimento para as inovações (ANTOLIN, 2001, 51).

Se a inovação é gerada pelo conhecimento organizacional, então vale perguntar de que fontes a empresa obtém tal conhecimento que gera inovações. Em setores de alta tecnologia, pesquisas indicam que o conhecimento inovador não vem apenas da função de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de uma única empresa, mas sim de um conjunto de alianças e parcerias entre diferentes organizações, de modo a aumentar as fontes de conhecimento inovador (POWELL, KOPUT e SMITH-DOERR, 1996).

Esta estrutura composta por um conjunto de parcerias interorganizacionais se denomina “redes de cooperação” (AMATO, 2000). Como decorrência, surge o conceito de redes de inovação como uma estrutura organizacional para aumentar a eficiência da evolução do conhecimento tecnológico (PYKA e KÜPPERS, 2002).

No entanto, a inovação não se limita à criação de novos produtos. O esforço para gerar inovações na empresa, pode se configurar também na criação de novos serviços ou na melhoria dos processos organizacionais internos (CHRISTENSEN, 2004). Portanto, a melhoria do desempenho de uma manufatura, por meio da implementação de uma nova metodologia de gestão se caracteriza como um fenômeno de inovação. Com isso, a implementação de uma metodologia de gestão deve ser passível de ser explicada pelas teorias de inovação e de rede de inovação.

Woepfel (2000) descreve os problemas na transferência de *know-how* de Teoria das Restrições. Com mais de dez anos de experiência como implementador, o autor observa que, em várias manufaturas, o profissional interno que liderou a implementação de Teoria das Restrições, obtém os resultados e, em seguida, muitas vezes abandona o seu cargo, devido a uma promoção ou a uma proposta de trabalho em outra empresa. Com a saída deste profissional com maior conhecimento na metodologia, o uso de Teoria das Restrições frequentemente se deteriora e os resultados obtidos, em grande parte se perdem. Woepfel (2000) propõe manter o conhecimento de Teoria das Restrições na empresa usuária, por meio da definição de dois ou três agentes de mudança internos e por meio de treinamento avançado para formar tais especialistas internos.

Deste modo, este especialista em Teoria das Restrições reconhece que um problema central na difusão desta metodologia de gestão é a transferência e manutenção

do *know-how* na empresa usuária. No entanto, sem demonstrar proficiência nas ferramentas conceituais das teorias de inovação e da teoria de redes, Woepel propõe soluções que se mostram necessárias, porém não suficientes para a efetiva manutenção e ampliação do *know-how* de Teoria das Restrições na manufatura usuária.

Com isso, a pesquisa propõe-se a analisar os seguintes problemas:

- A falta de uma técnica para ajudar os especialistas em Teoria das Restrições e as manufaturas usuárias a melhorar a eficácia e a eficiência no processo de transferência de *know-how* dessa metodologia de gestão.
- A falta de um modelo para orientar os especialistas em Teoria das Restrições a conduzir inovações nesta metodologia de gestão, de modo, a se tornar uma metodologia: a) mais estável; b) mais aderente a outras metodologias utilizadas pelas manufaturas; c) e com menos obstáculos para que uma maior escala de manufaturas possa utilizá-la.

Sendo que aqui se entende modelo no sentido de Vernadat (1996), para quem um modelo é uma abstração da realidade e um método utilizado para cumprir com um objetivo do usuário.

## 1.2. Escopo do Estudo

O enfoque teórico para analisar tal objeto de estudo será:

- a) As teorias de inovação;
- b) As teorias de redes de cooperação inter e intra-empresas;
- c) E as teorias de redes de inovação.

Para que a pesquisa resulte em um conhecimento com aplicabilidade prática, o escopo se limitará à Teoria das Restrições para o planejamento e controle da produção.

Deste objeto de estudo, serão analisados dois processos:

- a. O processo de transferência de *know-how*, no qual os especialistas na metodologia de gestão analisada são os fornecedores do *know-how* e as manufaturas usuárias são os receptores do *know-how*;
- b. E o processo de inovação que:
  - Melhora o desempenho da geração atual da metodologia de gestão analisada;

- Integra as funcionalidades da metodologia de gestão analisada com as funcionalidades de outras metodologias de gestão sendo implementadas por uma mesma manufatura;
- Desenvolve a próxima geração de funcionalidades da metodologia de gestão analisada e do respectivo software de apoio.

As conclusões sobre a transferência de *know-how* e os processos de inovação da metodologia da Teoria das Restrições para o planejamento e controle da produção serão conclusões decorrentes de três estudos de caso em manufaturas que implementaram essa metodologia. Portanto, as conclusões da pesquisa ainda não contam com uma base empírica suficientemente grande para terem validade universal sobre redes de inovação para metodologias de gestão em geral. Deste modo, os resultados da pesquisa pretendem ser válidos apenas para redes de inovação na metodologia de Teoria das Restrições para o planejamento e controle da produção. Mesmo assim, tais resultados encontrados devem ser validados por pesquisas futuras em uma amostra maior de manufaturas.

### **1.3. Tema da Pesquisa**

Geralmente, pesquisas sobre implementações de metodologias de gestão escolhem recortes temáticos dados pela teoria de Mudança Organizacional ou pela teoria de Gestão de Projetos. Tais recortes são bastante adequados para descrever as mudanças nos valores, na estrutura organizacional e nos procedimentos de gerenciamento das tarefas decorrentes da implementação da nova metodologia.

No entanto, a teoria de Mudança Organizacional e a teoria de Gestão de Projetos não explicam como a própria metodologia de gestão em questão passa por evoluções e melhorias, ou seja, como ocorrem as inovações nas metodologias de gestão.

Para a pesquisa, optou-se pelo tema “inovação” aplicado à uma metodologia de gestão sob a ótica de redes de inovação.

Como a pesquisa procura ter aplicabilidade prática, o enfoque temático se concentra na “capacidade de inovação” por ser um construto que analisa o que pode ser feito para efetivamente se realizar a transferência de *know-how* e a inovação.

Os estudos de caso mostrarão que a transferência de *know-how* e as inovações descritas requerem a participação integrada de um conjunto de diferentes agentes externos e internos à empresa. Deste fato decorre a necessidade lógica de analisar a capacidade de inovação através de uma rede de agentes, o que justifica o recorte temático de “rede de inovação”.

#### **1.4. Questões-Chave**

Como indica a análise do estudo de caso, a continuidade do uso da Teoria das Restrições não depende apenas de uma boa implementação inicial, mas também de melhorias e desenvolvimentos na própria metodologia de gestão. Deste modo, a pesquisa visa abordar a seguinte questão:

De que modo as redes organizacionais podem contribuir para as inovações no aplicativo da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle da Produção?

#### **1.5. Objetivo da Pesquisa**

Propor um modelo para sistematizar os requisitos para a formação e gerência de uma rede de inovação em uma metodologia de gestão, a Teoria das Restrições no Planejamento e Controle da Produção.

Como objetivo secundário, a pesquisa visa propor uma ferramenta prática para se gerenciar a transferência de *know-how* de Teoria das Restrições para as manufaturas usuárias. Este objetivo secundário visa dar subsídios empíricos para o objetivo primário, pois ao se compreender melhor as limitações do fluxo de transferência de conhecimento tácito durante as implementações de Teoria das Restrições, haverá a possibilidade de se identificar as oportunidades de inovação para a criação de uma nova geração de algoritmos e de softwares de Teoria das Restrições.

#### **1.6. Justificativa**

Atualmente não se dispõe de um modelo sobre gestão do *know-how* de metodologias de gestão, a fim de se solucionar os problemas ressaltados por Woepfel (2000), quanto aos obstáculos à manutenção e evolução do uso da Teoria das Restrições nas empresas.

Os processos que transformam os conceitos da Teoria das Restrições em parâmetros e procedimentos viáveis e aderentes a outras metodologias de gestão utilizadas pelas manufaturas são processos que podem ser compreendidos através da teoria de inovação. No entanto, como tais processos de implementação e inovação envolvem diversos agentes distintos (agentes externos: especialistas de implementação, a empresa de software, universidades e institutos; e agentes internos das manufaturas usuárias: planejadores da produção, líderes dos operários, especialistas internos e gerentes de projeto) o processo de inovação também requer um corpo teórico com poder explicativo para descrever e melhorar os relacionamentos entre os agentes, de modo a gerar inovações com mais eficácia e com mais eficiência.

Para que especialistas e usuários de Teoria das Restrições possam utilizar os conceitos da teoria de redes de inovação de forma sistemática e prática, a presente pesquisa não deve se restringir a fazer uma exposição explicativa para informar sobre tais conceitos, mas deve elaborar um modelo prático, de modo que os decisores possam aplicar a teoria de redes de inovação em passos factíveis.

## **1.7. Método de Pesquisa**

### **1.7.1. O Processo de Construção de uma Teoria**

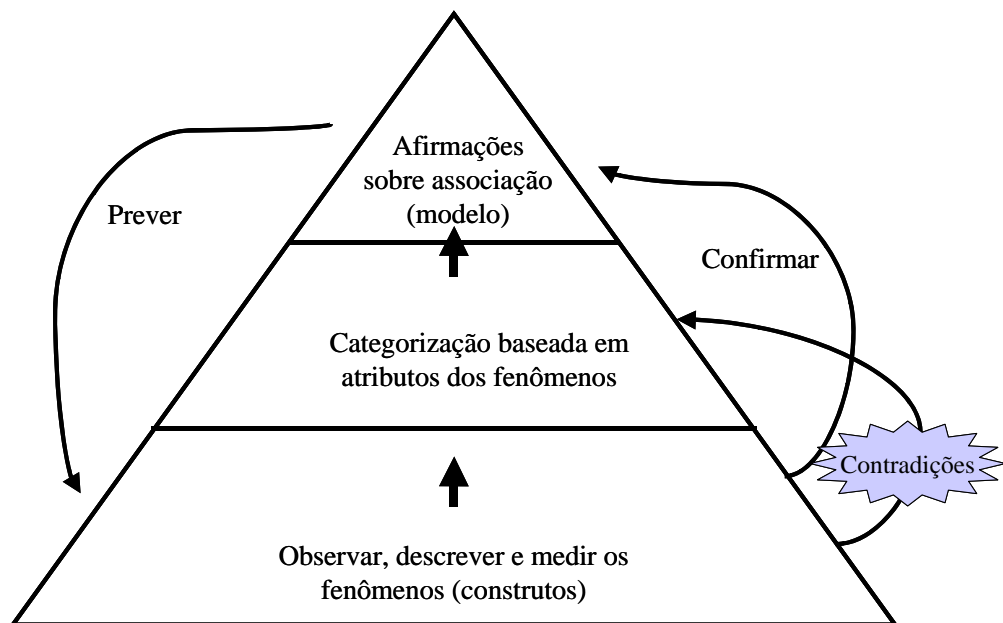
Segundo o pesquisador de inovação em Harvard, Professor Clayton Christensen, na ciência organizacional, uma teoria é uma afirmação sobre uma relação de causa e efeito para uma situação específica. Para o autor, uma teoria com qualidade conta com sólidos esquemas de categorização baseados em circunstâncias bem definidas, de modo a propiciar aos decisores nas organizações um guia para lidar com suas situações organizacionais. Deste modo, teorias sólidas têm poder de previsão (CHRISTENSEN, ANTHONY e ROTH, 2004).

Portanto, uma teoria organizacional oferece suporte conceitual aos decisores para que compreendam a relação entre a ação e o decorrente resultado nas mais diversas circunstâncias.

Para elaborar uma teoria, o pesquisador primeiro observa meticulosamente um fenômeno para descrevê-lo e medi-lo. Como segundo passo, o pesquisador agrupa as observações em categorias distintas, de acordo com seus diferentes atributos. Então, se cria uma teoria para explicar como um certo conjunto de atributos causa um certo resultado.

Uma vez que uma teoria inicial é criada, os pesquisadores retornam ao primeiro passo e utilizam-se da teoria para prever quais são os fenômenos que deverão ocorrer em diferentes situações. Em geral, os pesquisadores descobrem contradições, ou seja: a) fatos previstos pela teoria que, no entanto, não ocorrem na realidade; b) e outros fatos não previstos, que ocorrem. No entanto, são justamente estas contradições que estimulam os cientistas a aprimorar a teoria e a estabelecer relações de causalidade mais precisas (CHRISTENSEN, ANTHONY e ROTH, 2004).

A **Figura 23** apresenta o processo de formação de uma teoria, segundo Carlile e Christensen (2005).



**Figura 23** – Processo de formação de uma teoria, segundo Carlile e Christensen, (2005).

Portanto, pode-se tirar proveito teórico das pesquisas empíricas em implementações de Teoria das Restrições ao se responder às seguintes perguntas:

- a. Em que medida as constatações empíricas confirmam os conceitos da teoria de redes de inovação?
- b. Por outro lado, quais são as não conformidades da teoria em relação às constatações empíricas?
- c. De que modo pode-se categorizar tais fatos da pesquisa não explicados pela atual teoria de redes de inovação?

- d. E, por fim, de que modo tal nova categorização pode contribuir para complementar e atualizar a teoria de rede de inovação?

### 1.7.2. Estudos de Caso

Para dar uma contribuição à continuidade da construção da teoria de rede de inovação, de acordo com o processo proposto por Carlile e Christensen (2005), a pesquisa tratará de três fases de inovação na metodologia de gestão da Teoria das Restrições:

- a) A inovação incremental para melhorar o método de implementação de Teoria das Restrições;
- b) A inovação de arquitetura para melhorar a integração dos algoritmos da Teoria das Restrições com outras metodologias mais utilizadas nas manufaturas no planejamento e controle de produção;
- c) E a inovação de ruptura para simplificar o software de Teoria das Restrições, de modo que as implementações sejam mais rápidas e simples.

Portanto, a pesquisa deve dar suporte para as propostas destas três fases do modelo proposto:

a) Para a inovação incremental na metodologia de implementação será analisado um estudo de caso da primeira implementação do software brasileiro que opera os algoritmos da Teoria das Restrições e dois outros estudos de caso comparando o desempenho de duas diferentes abordagens de implementação.

b) A inovação em arquitetura na integração da Teoria das Restrições com outras metodologias de gestão se baseia empiricamente apenas na comparação das implementações nas Manufaturas I e II, já que na primeira implementação não houve inovação em arquitetura, enquanto que na segunda implementação, tal integração em arquitetura ocorreu.

c) Por fim, a base empírica sobre o processo de inovação de ruptura no software de Teoria das Restrições vem tanto do estudo de caso sobre o desenvolvimento do software de Teoria das Restrições, quanto da análise do efetivo modo de utilização do software pelos usuários finais nas Manufaturas I e II.



Além disso, o primeiro estudo de caso foi adotado para se compreender a aplicabilidade da teoria de redes de inovação no desenvolvimento do primeiro software brasileiro de Teoria das Restrições. Este estudo de caso também introduz o software e a empresa de software que serão analisados nas implementações nas Manufaturas I e II. Como a teoria de redes de inovação ainda é bastante recente e fragmentada, optou-se pela metodologia de estudo de caso (YIN, 1994) para se analisar, de modo exploratório, a aplicabilidade dos principais conceitos de redes de inovação.

Em seguida, foram realizados estudos de caso de implementações de Teoria das Restrições em uma mesma empresa a fim de se conduzir uma análise comparativa de seus respectivos desempenhos. Foi analisado como as diferentes formas de transferência de *know-how* e de gerenciamento de rede de agentes afetaram o tempo e o resultado das implementações. A escolha das manufaturas analisadas foi realizada por conveniência, pois o autor da presente pesquisa é funcionário da empresa onde foram realizadas as implementações nas Manufaturas I e II e atuou como especialista interno de Teoria das Restrições. Deste modo, foi possível observar em profundidade e com riqueza de detalhes o processo de transferência do *know-how* de Teoria das Restrições, até o momento em que os funcionários da manufatura conseguiram obter resultados significativos na melhoria do atendimento de pedidos no prazo e na redução de estoques.

### **1.8. Estrutura do trabalho**

O trabalho possui a seguinte estrutura:

No capítulo 2, será realizada uma revisão bibliográfica sobre teorias de inovação, sobre teorias de redes de cooperação inter e intra-empresas, sobre teorias de redes de inovação e sobre a metodologia de planejamento e controle da produção pela Teoria das Restrições.

O capítulo 3 trata da metodologia de pesquisa adotada na dissertação: o estudo de caso. No capítulo 4, discorre-se sobre um estudo de caso do desenvolvimento do primeiro software brasileiro de Teoria das Restrições e mais dois estudos de caso de implementações de Teoria das Restrições nas Manufaturas I e II sob o enfoque da teoria de redes de inovação.

Com base na revisão bibliográfica, nas pesquisas empíricas, procura-se, no capítulo 5, propor:

- a) Uma ferramenta prática adaptada do “Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido”, (desenvolvida por usuários da Produção Enxuta para se melhorar o fluxo de materiais numa cadeia de suprimentos rumo a uma rede de cooperação entre empresas). A ferramenta proposta é denominada de “Mapeamento do fluxo de transferência de *know-how* de Teoria das Restrições”;
- b) Uma contribuição teórica, na forma de um modelo de rede de inovação para melhorar os atuais procedimentos de implementação de Teoria das Restrições, assim como, para desenvolver as novas gerações desta metodologia e se desenvolver uma nova geração de software de apoio.

Por fim, o capítulo 6 sintetiza as conclusões da dissertação.

## 2

---

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Introdução

Para atingir o objetivo de contribuir com a teoria de redes de inovação aplicada a uma metodologia de gestão, será necessário utilizar os construtos conceituais advindos da teoria de redes, da teoria de inovação e da teoria de rede de inovação.

Antes de realizar uma revisão aprofundada na literatura para detalhar os construtos conceituais utilizados como variáveis do modelo proposto, será realizada uma contextualização destas variáveis através de uma revisão geral da literatura. Ou seja, deve haver um equilíbrio entre uma visão abrangente sobre as pesquisas em temas relacionados a redes de inovação, por um lado, e uma visão aprofundada sobre as variáveis mais importantes para explicar a dinâmica de funcionamento de redes de inovação, por outro lado.

O propósito da visão geral da literatura é contextualizar a relevância do estudo da inovação para o desenvolvimento econômico e para a competitividade, além de definir os principais construtos que compõem o conceito da inovação. Em seguida, a revisão geral categorizará os principais tipos de inovação, as capacidades organizacionais que geram a inovação e as formas de se medir o desempenho da inovação. Também se discutirá sobre as estratégias e as mudanças organizacionais favoráveis à inovação e sobre a estrutura organizacional adequada para se estimular a inovação.

Finalmente, a revisão geral da literatura analisará o impacto na capacidade de inovação decorrente tanto das redes entre empresas, quanto das redes dentro da empresa.

Já a revisão aprofundada da literatura visa identificar o que existe e o que falta na literatura para que empreendedores possam efetivamente criar e gerenciar redes de

inovação. Em seguida, será analisado o comportamento das principais variáveis independentes que determinam o desempenho de redes de inovação (agentes; relacionamentos; e bases de conhecimento).

Por fim, a revisão aprofundada da literatura descreverá o objeto de estudo para o qual se propõe inovações: a metodologia de gestão da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle da Produção.

## **2.2. Inovação e Competitividade**

Existem estudos que sugerem que o impacto da inovação na competitividade depende do estágio de maturidade de um mercado e de um setor econômico. Analisando o mercado de países desenvolvidos, Kumpe e Bolwijn (1994), observam que, em geral, as grandes empresas passaram por enfoques distintos ao longo das últimas décadas. Segundo os autores, na década de 60, a demanda era abundante no pós-guerra, de modo que as empresas focavam na eficiência para diminuir custos e aumentar a produtividade. Já na década de 70, o excesso de oferta de produtos criou mercados mais competitivos, resultando numa maior vantagem para as empresas que, além de dominarem a eficiência, também focaram a qualidade dos produtos. Na década de 80, a competitividade ainda mais acirrada proporcionou maior vantagem às empresas que ofereciam maior opção de produtos e maior flexibilidade operacional. Por fim, a década de 90 foi marcada por empresas que passaram a ganhar participação de mercado ao enfocarem não apenas em eficiência, qualidade e flexibilidade, mas também no oferecimento de produtos únicos para determinados segmentos de mercado, caracterizando-se, deste modo, como empresas inovadoras.

De fato, algumas empresas inovadoras têm o poder de mudar os próprios condicionantes da competitividade. Nelson e Winter (1982), representando os economistas evolucionistas, analisam simultaneamente o âmbito do sistema econômico e o âmbito da empresa, a fim de estudar as relações dinâmicas entre o processo de inovação, a evolução dos setores industriais e o comportamento das empresas. Deste modo, se pretende compreender como as condições estruturais determinam os condicionantes de vantagem competitiva, enquanto que as características individuais de uma empresa determinam o resultado de um jogo competitivo, mas, além disso, podem chegar a modificar os próprios condicionantes de vantagem competitiva.

No entanto, a vantagem competitiva com base na inovação, também requer competências competitivas complementares. Hill e Deeds (1996) consideram que o

sucesso competitivo de uma empresa no longo prazo depende de sua habilidade para materializar seus conhecimentos em inovações de valor e: a) proteger suas capacidades tecnológicas essenciais contra a ação de empresas imitadoras; b) ser capaz de imitar rapidamente as inovações valiosas de seus concorrentes.

Leonard-Barton (1992) analisa as capacidades centrais e as rigidezes centrais de uma empresa. A autora demonstra que os valores organizacionais determinam as capacidades e competências que favorecem a inovação e as competências e capacidades tradicionais que inibem a inovação. Para este fim, a autora define “competência central” como o conjunto de conhecimentos que diferencia a empresa e lhe proporciona vantagem competitiva. A pesquisadora compara diferentes setores industriais como o setor de aeronaves, caixas automáticos, microprocessadores, bicicletas e alimentos, onde constata que o conteúdo da competência central se incorpora nos conhecimentos e habilidades dos empregados, assim como nos sistemas técnicos da organização. O resultado desta pesquisa demonstra que os valores e normas determinam o tipo de conhecimento incorporado, assim como define o processo de criação e controle de conhecimento. Portanto, para não ser vítima de sua rigidez central advinda de seus valores organizacionais, a empresa pode adotar modelos organizacionais mais dinâmicos, assim como interações mais intensas com empresas parceiras que não apresentam o mesmo tipo de limitação.

Outro determinante do impacto da inovação na competitividade é a estratégia adotada para se gerar inovações. Kim e Mauborgne (1999) mostram que a inovação de uma empresa pode ser aumentada substancialmente se a empresa buscar horizontes mais amplos como fonte de idéias para a inovação. De fato, a maioria das empresas se restringe a observar a concorrência direta. No entanto, a inovação pode vir do questionamento da razão pela qual os clientes substituem os produtos de um setor industrial por produtos de um setor diferente. A *Home Depot*, por exemplo, analisou as razões pelas quais as pessoas que estão reformando as suas casas em certos momentos procuram as lojas de ferragens e material de construção e, em outros momentos, contratam empreiteiros. Com isso, a *Home Depot* inovou o modelo de varejo para atender tanto à necessidade por preços baixos, quanto à necessidade por atendimento de profissionais com conhecimento e experiência em reformas residenciais.

Também no Brasil, existe evidência empírica de que empresas inovadoras são mais competitivas. Sbragia (1999) constatou que em 1996 as empresas mais inovadoras

aumentaram suas receitas em 18,24% em relação ao ano anterior, enquanto que as empresas menos inovadoras diminuíram o faturamento em 12,89%.

### 2.3. O Conceito de Inovação

Na literatura científica, o termo “inovação” tem um sentido bem mais preciso do que o sentido que o senso comum atribui à palavra “inovação”. Freeman (1982) diferencia claramente “inovação” de “invenção”: invenção é a idéia ou modelo para a melhoria em um produto, equipamento processo ou sistema. Por outro lado, uma inovação, no sentido econômico, ocorre apenas após a primeira transação comercial resultante do novo produto, equipamento, processo ou sistema.

Para a Comunidade Européia (1995), a inovação consiste:

- a) Da renovação e ampliação do conjunto de produtos e serviços e dos mercados associados;
- b) Do estabelecimento de novos métodos de produção, fornecimento e distribuição;
- c) E da introdução do gerenciamento para a mudança na gestão, organização do trabalho e das condições de trabalho e competências da força de trabalho.

De modo semelhante, a OECD (1981) define: “Inovação consiste de todos os passos científicos, técnicos, comerciais e financeiros necessários para o desenvolvimento e comercialização bem sucedidos de produtos manufaturados novos ou melhorados, o uso comercial de um processo ou equipamento novo ou melhorado ou a introdução de uma nova abordagem para um serviço social. P&D é apenas um destes passos.”

Também se deve diferenciar os papéis da organização usuária e da organização geradora de uma determinada inovação. Apesar desta terminologia não estar padronizada, geralmente a literatura adota o termo “*innovativeness*” para se referir às empresas e aos indivíduos que adotam uma certa inovação tecnológica. Por outro lado, a literatura costuma usar o termo “capacidade inovadora” para descrever a organização que gera a inovação tecnológica.(NEELY et alii, 1998)

O conceito de inovação adquire maior significado quando se observa o desenvolvimento da inovação ao longo do século XX. Para Rothwell (1994), pesquisador do *Science Policy Research Unit* da Universidade de Sussex, os modelos de inovação podem ser classificados em cinco gerações:

- a) Inovação Empurrada pela Tecnologia – É o modelo adotado nas décadas de 50 e 60, nos quais a demanda é maior do que a capacidade de produção, de modo que a maioria das inovações tecnológicas era bem aceita pelos mercados;
- b) Inovação Puxada pelo Mercado – Nos anos 60 e 70, o mercado começa a ficar mais competitivo, de modo que as empresas primeiramente se certificam das necessidades dos consumidores para, então, desenvolverem soluções tecnológicas que satisfazem tais necessidades;
- c) Modelo Composto – Já nos anos 70 e 80, o processo de inovação se caracteriza por complexos caminhos de comunicação interligando os agentes internos e externos para conquistar acesso a conhecimentos externos na comunidade científica e no mercado.
- d) Modelo Integrado – Nos anos 80 e 90, os japoneses inauguram a integração entre os diversos departamentos funcionais da empresa, a fim de se gerar inovações mais rapidamente, por meio de atividades conduzidas em paralelo.
- e) Modelo de Redes – Por fim, Rothwell (1994) considera que, atualmente, a inovação consiste de um processo de rede. Isso decorre dos seguintes fatos:
  - i. Aumento das alianças estratégicas e do P&D colaborativo;
  - ii. Maior consciência para a gestão da cadeia de suprimento;
  - iii. Redes de pequenas e médias empresas com empresas grandes;
  - iv. Redes de pequenas empresas.

## **2.4. Tipos de Inovação**

### **a) Inovação Incremental**

A inovação incremental utiliza tecnologia atual em mercado atual, para fortalecer as competências atuais. Esse tipo de inovação tem valor pelo efeito cumulativo e pela geração de versatilidade. (ABERNATHY e CLARK, 1985).

### **b) Inovação Revolucionária**

A inovação revolucionária pressupõe investimento tecnológico de longo prazo para se criar uma tecnologia nova em um mercado atual. (ABERNATHY e CLARK, 1985).

### **c) Inovação de Nicho**

Este tipo de inovação requer rapidez e uma organização aberta a novas oportunidades de mercado para a tecnologia atual, sendo que a inovação reforça as competências existentes. Por exemplo, o Walkman da Sony é uma inovação de nicho, pois atende a novas necessidades, por meio de técnicas atuais. (ABERNATHY e CLARK, 1985).

#### d) Inovação de Arquitetura

Henderson e Clark (1990) analisaram como empresas do tipo “novos entrantes” mudam o cenário competitivo num setor industrial através de inovações em uma arquitetura de produtos (inovação sem mudar componentes, só a maneira com que estes componentes estão integrados no sistema). Os autores mostram como pequenas inovações no produto podem produzir grandes conseqüências na competitividade. Esta tendência foi analisada no setor de semicondutores, onde a pesquisa demonstra que, além das inovações do tipo radical e incremental, existe a inovação de arquitetura do produto.

Existe uma forte ação recíproca entre arquiteturas de produtos e as estruturas e processos organizacionais que as produzem. Esta ação recíproca gera um gradativo aumento da interdependência entre a arquitetura de produto e o modelo organizacional. É justamente essa interdependência a causa do grande impacto estratégico de inovações em arquitetura de produto, nas quais empresas novas, com modelos organizacionais mais flexíveis, lançam uma arquitetura com desempenho superior à arquitetura de produto de empresas estabelecida. Como as empresas estabelecidas enrijeceram suas estruturas e processos organizacionais de acordo com a arquitetura de desempenho inferior, essas empresas têm, agora, grande dificuldade de adaptar seu modelo organizacional para as arquiteturas de produto mais eficazes. Segundo Henderson e Clark (1990), as empresas perceberam este risco, o que explica a tendência das corporações se organizarem em equipes multifuncionais e ambientes organizacionais mais abertos.

#### e) Inovação de Ruptura

As inovações de ruptura (*disruptive innovations*) são inovações que geralmente começam a se desenvolver em mercados pouco atrativos e limitados, mas que, após aprimoramentos tecnológicos, substituem as tecnologias existentes (CHRISTENSEN, ANTHONY, e ROTH, 2004).



Christensen, Anthony e Roth (2004) mostram como a principal empresa de telégrafo dos EUA decidiu por não comprar a patente do telefone e como o telefone simplesmente eliminou do mercado a empresa de telégrafo depois de alguns anos. O curioso, é que os decisores da empresa de telégrafo tomaram a decisão correta, de acordo com o paradigma tradicional de investir apenas em inovações que contribuam para a lucratividade da empresa no curto ou médio prazo.

De fato, durante alguns anos, o telefone não representava uma ameaça para o telégrafo, pois certas limitações tecnológicas faziam com que o telefone só pudesse ser usado para comunicações dentro de um mesmo município, o que era atrativo apenas para as famílias. Por outro lado, os negócios lucrativos do telégrafo vinham das comunicações de longa distância para clientes comerciais.

No entanto, depois de alguns anos de pesquisas tecnológica, as barreiras tecnológicas foram superadas e o telefone passou a atender às necessidades de comunicação de longa distância.

## **2.5. A Capacidade de Inovação**

Higgins (1995) considera que a competitividade de longo prazo depende da empresa consolidar sua capacidade de inovação e de conduzir ações estratégicas para melhorar suas competências de inovação.

De fato, estudos indicam que não basta uma empresa ter um departamento de Pesquisa e Desenvolvimento a fim de ter um bom desempenho em inovações, pois tal desempenho depende da capacidade inovadora da empresa como um todo. Assim, Arrow (1962) considera que a prática profissional é uma importante fonte de inovação. De modo semelhante, Rosenberg (1982) considera que a aprendizagem pelo uso, também estimula a inovação organizacional. Na década de 90, as pesquisas demonstraram que o redesenho de produtos e a engenharia reversa pode resultar em mais inovação do que os resultados do departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (HENDERSON e CLARK, 1990).

Se o que gera a inovação é a capacidade de inovação da organização, então vale compreender o que mais favorece tal capacidade: o gerenciamento de informações ou o gerenciamento de conhecimentos. Como indicam as pesquisas de Zander e Kogut (1995), o enfoque de inovação baseada nos recursos organizacionais adquiriu uma nova perspectiva, quando se passou a estudar a tecnologia não como informação, mas como conhecimento. Deste modo, a empresa é caracterizada como um conjunto de tecnologias

que representa um depósito de conhecimentos aplicados à resolução de problemas (GRANT, 1996). Tal mudança de enfoque se consolidou a partir de estudos empíricos que descrevem os mecanismos de transferência de conhecimento.

Os autores adotam diferentes perspectivas ao procurar pelas variáveis que mais determinam o comportamento da capacidade de inovação. Para Cohen e Levinthal (1990), a capacidade de inovação depende da habilidade de uma empresa em reconhecer o valor de informação externa, assimilá-la e aplicá-la a fins comerciais. Já o economista da OECD, Papaconstantinou (1997), entende que a capacidade empresarial para a inovação é função: a) dos esforços para a criação de novos produtos e para a melhoria dos processos; b) das competências da força de trabalho; c) da sua habilidade de aprendizagem; d) e das características do ambiente em que operam.

Também vale analisar o que uma empresa pode fazer para aumentar a sua capacidade de inovação. Geroski (1994) constata que o processo de inovação transforma uma empresa ao aumentar suas capacidades internas, de modo a se tornar mais flexível e adaptada às pressões de mercado. Portanto, a inovação melhora o desempenho de uma empresa por duas vias distintas: o produto da atividade inovadora aumenta a competitividade da empresa, enquanto que o processo da inovação transforma as capacidades internas da organização. Ou seja, como para várias outras habilidades, os autores concluem que a capacidade de inovação se fortalece pelo uso, pelas atividades de inovação.

A capacidade de inovação de uma empresa também é função da capacidade de inovação das pessoas que compõem a organização. Gupta e Singhal (1993) consideram que empresas com capacidade de inovação diferenciada contam com o apoio de estratégias especiais de recursos humanos. As empresas inovadoras, para os autores, têm funcionários criativos, porque os processos de recursos humanos (contratação, avaliação de funcionário, remuneração e plano de carreira, etc...) estão alinhados aos objetivos corporativos para a inovação.

Mas quais são as características da pessoa-chave que lidera a capacitação inovadora dos demais membros da empresa? Rifkin, Fineman e Ruhnke (1999) propuseram um modelo de competência para os gerentes da inovação. Segundo os autores, tais gerentes devem apresentar um conjunto amplo de competências e serem capazes de realizar atividades de inovação:

- a) Competências de Realização: Contribuir para a vantagem competitiva da empresa através de excelência técnica; desenvolver pesquisa e desenvolvimento

como um processo de negócio estratégico; conduzir e facilitar a inovação; e desenvolver recursos internos e externos.

- b) Atividades de trabalho: Contribuir para a gestão do conhecimento; gerenciar recursos externos; aprimorar as capacidades de inovação, por meio de parcerias externas ou da compra de tecnologia; promover as iniciativas de desenvolvimento para obter suporte da empresa e gerenciar o desempenho de P&D através de métricas e análises comparativas com padrões de excelência.
- c) Capacidades e conhecimento: Interligar a cultura organizacional dos profissionais de conhecimento com a dos gerentes de negócio; construir relacionamentos de colaboração; integrar conhecimento técnico com conhecimento de negócio; gerenciar o portfólio de projetos de pesquisa e desenvolvimento e gerenciar projetos.

A capacidade de inovação no setor de serviços apresenta condicionantes adicionais, pois este setor se caracteriza por uma maior interação com o consumidor durante a “produção” do serviço. Gallouj e Weinstein (1997) estudaram a inovação no setor de serviços e analisaram o impacto das inovações em cada um dos fatores constituintes de um serviço: o desempenho do serviço (Y), a tecnologia utilizada no serviço (X), a competência do prestador do serviço (C) e a competência do cliente para receber o serviço (C’). Estas dimensões de análise abrem uma perspectiva estruturada para novas pesquisas sobre inovações em metodologias de gestão, já que este tipo de inovação apresenta várias similaridades com a inovação em serviços.

Abramovici e Bancel-Charensol (2004) analisaram o papel do teste com usuários nas inovações em serviços. Os autores demonstraram que os testes com o usuário podem contribuir para a fase de desenvolvimento do projeto, ajudando a superar incertezas provenientes das possíveis reações do consumidor ao serviço. Para isso, a validação da inovação no serviço por parte do cliente, requer respostas precisas sobre quatro elementos distintos: a) Reconhecimento do valor agregado pela inovação; b) Participação nas conseqüências da inovação; c) Desejo e habilidade de participar no desenvolvimento; d) Comunicação externa e métodos de treinamento.

## **2.6. Estratégia e Mudança Organizacional para a Inovação**

A capacidade de inovação não é uma variável estática, pois a empresa tem o poder de aumentar a sua capacidade inovadora de acordo com a sua estratégia e a gestão da mudança organizacional. Bone e Saxon (2000) definem o processo de planejamento

estratégico da inovação na empresa. O primeiro passo consiste da formação de um time central para gerenciar tanto a formulação estratégica, quanto a implementação da inovação. O time central:

- a) Entrevista os principais interessados nas mudanças tecnológicas na empresa (stakeholders);
- b) Diagnostica a atual posição e capacidade tecnológica da empresa;
- c) Define as futuras opções tecnológicas da empresa com base tanto na visão de negócio da empresa, quanto no seu real potencial tecnológico e nas suas bases de competição;
- d) Define a sua posição tecnológica futura e os principais meios de alcançá-la;
- e) Implementa a estratégia de inovação, por meio do planejamento da divisão interna e externa de fontes de tecnologia e planeja os programas para as inovações individuais.

Com base em estudos empíricos em mais de cem empresas ao longo de uma década, o pesquisador de Harvard, Kotter (1995) identificou as principais fases necessárias para um processo de mudança eficaz na empresa.

Kotter (1995) enumera as seguintes fases essenciais:

1. A primeira fase consiste em criar na organização, o “senso de urgência” para motivar a mudança. Para isso, se analisa a real posição competitiva da empresa e as tendências tecnológicas para confrontá-las com o desempenho atual da organização.
2. Como segundo passo, as empresas que souberam conduzir o processo de mudança, criaram um grupo coeso de líderes que se comprometem com a melhoria do desempenho organizacional e a direcionam.
3. A terceira fase visa definir uma clara visão, uma imagem de futuro facilmente comunicável para os empregados e acionistas da empresa, de modo a transmitir a todos qual será a trajetória futura. Esta fase é importante por proporcionar coesão aos vários projetos e ações pontuais necessários para efetivar a mudança. É o texto da visão que, quando bem elaborado cria a compreensão e o interesse pela mudança.
4. Na quarta fase, as empresas que souberam gerenciar a mudança também comunicaram eficientemente a sua visão. Essa comunicação deve ser tanto abrangente, quanto coerente. Abrangente por utilizar diversos veículos de

comunicação complementares. É coerente por se expressar no comportamento dos líderes da empresa.

5. Em seguida, na quinta fase, a empresa identifica e remove os obstáculos organizacionais que impedem a realização da visão. Apenas ao demonstrar ser capaz de remover os principais obstáculos à visão de mudança, a alta gerência adquire a credibilidade necessária para realmente obter o comprometimento da organização.
6. A sexta fase também torna a mudança tangível, ao sistematicamente planejar e obter alguns resultados de curto prazo na direção da mudança, para mostrar claramente que, apesar da mudança almejada requerer um longo e trabalhoso percurso, existem melhorias perceptíveis comprovando que vale a pena o esforço. Tais resultados podem ser em indicadores como produtividade, participação de mercado, lucratividade ou eficácia no lançamento de novos produtos.
7. Na sétima fase, a empresa em processo de mudança organizacional procura metas maiores do que as de curto prazo para manter o bom desempenho, sem abandonar o comprometimento com os novos sistemas organizacionais, devido a uma falsa sensação precoce de já se ter obtido a vitória.
8. Por fim, a oitava fase realiza a “ancoragem” das mudanças obtidas dentro da cultura organizacional, ou seja, no estilo de trabalho dominante na empresa. Isso é realizado, ao se evidenciar como os resultados obtidos se devem à mudança realizada e ao ficar evidente, por meio dos critérios de promoção de carreira, que a liderança da empresa adota integralmente a nova forma de trabalho resultante do processo de mudança.

Sink (1994) se remete a um modelo desenvolvido pelo Dr. Harold Kursted e complementado por James Tompkins. Tal modelo “ABCD” mensura como os gerentes utilizam o seu tempo em atividades:

A – Para administrar o negócio;

B – Para construir o negócio e melhorá-lo;

C – Para “apagar incêndios”;

D – E para fazer tarefas “bobas”, ou seja, tarefas não importantes e para as quais se deve ter disciplina para deixar de fazê-las.

Segundo o autor, as atividades de qualidade organizacional devem sistematizar as ações do tipo A, de modo, que as atividades do tipo C sejam desnecessárias, a fim de se liberar tempo para as atividades do tipo B.

## **2.7. Estrutura Organizacional para a Inovação**

A rotina de trabalho na organização não deve se transformar num obstáculo à inovação. Por este motivo, a responsabilidade pela inovação e a responsabilidade pela rotina devem ser atribuídas a pessoas diferentes. Clark e Wheelwright (1992) descrevem como a inovação é favorecida por uma adequada estrutura organizacional dos times de desenvolvimento com a finalidade de se integrar as múltiplas capacidades especializadas necessárias para o desenvolvimento de um novo produto. Os autores recomendam uma estrutura de time de desenvolvimento do tipo “peso pesado”, ou seja, uma estrutura matricial, na qual os integrantes do time se subordinam tanto aos gerentes das áreas funcionais, quanto a um gerente de projeto. Segundo os autores, times peso-pesado são mais efetivos por terem uma clara liderança com elevada capacidade para a resolução de problemas e com a capacidade de integração através das diversas áreas funcionais. No entanto, tal estrutura requer intensa comunicação organizacional.

Com uma amostra de 60 projetos de 5 empresas brasileiras de grande porte, Sbragia (2000) analisou o impacto da interface entre gerentes de projeto e gerentes funcionais no desempenho de times de desenvolvimento em uma estrutura matricial. O autor conclui que os projetos mais bem sucedidos contam com:

- a) Uma clara definição de papéis de cada gerente;
- b) Maior proporção de decisões conjuntas;
- c) E comunicação direta entre o gerente de projeto e seu time técnico.

## **2.8. Métricas para a Inovação**

Como todo processo organizacional, os processos de inovação devem ser gerenciados de acordo com critérios claros que expressem sucesso e fracasso de modo a viabilizar ações corretivas nos rumos da estratégia de inovação. Uma métrica muito utilizada para se avaliar o desempenho das inovações é a “Contagem de Patentes”. Griliches (1990) considera que esta medida apresenta uma boa correlação com as entradas das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, no entanto, não necessariamente apresenta uma correlação significativa com as saídas, em termos de resultados de inovação.

Para a *Confederation of British Industry* (1993), as empresas inovadoras têm utilizado as seguintes métricas para avaliar o produto da inovação: número de idéias de novos produtos; porcentagem das vendas ou dos lucros (para produtos com menos de 5 anos de idade); participação de mercado; e horizonte de planejamento de produtos. Já para avaliar a capacidade de aquisição de tecnologia, as métricas mais comuns são: número de patentes nos últimos três anos; e porcentagem de projetos de P&D que resultam em produtos ou processos novos ou melhorados.

## **2.9. O Impacto das Redes Entre Empresas na Capacidade de Inovação**

Na década de oitenta, os estudos sobre inovação sofreram influência da Economia Industrial e procuraram teorizar os fatores estruturais determinantes das atividades inovadoras na empresa (PORTER, 1983). Tais pesquisas têm indicado que um fator-chave para o desenvolvimento da capacidade de inovação é a capacidade de uma empresa para estabelecer relacionamentos em uma rede de organizações. Para analisar esse assunto, a OECD procura desenvolver métricas sobre (STEVENS, 1997):

- a) O fluxo de pessoal técnico;
- b) As ligações entre instituições;
- c) A formação de pólos industriais;
- d) As fontes do comportamento inovador nas empresas;
- e) E o monitoramento do fluxo de conhecimento.

Meyer-Stamer (1996) mostrou que a competitividade de uma única empresa depende da competitividade do sistema organizacional, econômico e social no qual ela se insere. Uma dimensão importante destacada pelo autor é a dimensão da competitividade que ele denomina competitividade do “nível meso-social”, que corresponde às organizações de um mesmo setor industrial assim como os seus respectivos órgãos reguladores e institutos de apoio. A competitividade, neste nível, é função de políticas industriais específicas para o setor, metas de desempenho bem definidas e disponibilidade de institutos tecnológicos. O autor concluiu ser chave que, no nível meso, ocorra o fortalecimento dos pólos industriais para gerar alta densidade de externalidades positivas em setores específicos.

Dosi (1982) analisou a competitividade sistêmica, onde a competitividade internacional depende das habilidades de longo prazo para inovações e, onde o nível de renda per capita e o desempenho macroeconômico dependem de um comércio fundamentado na inovação. Para isso, é necessário apoiar, na fase inicial de uma nova

tecnologia, tanto as instituições que geraram o novo conhecimento quanto os agentes que os utilizam.

Assim, o conceito de “nível meso-social” de Meyer-Stamer(1996) e as recomendações de Dosi (1982) para o estímulo à inovação confirmam a importância de redes de cooperação para a competitividade.

Chesnais (1991) também reconhece o papel de redes de cooperação na inovação. O autor afirmou que a competitividade de longo prazo depende de interações cumulativas “virtuosas” entre diferentes ramos industriais e setores econômicos, por meio de acordos cooperativos e alianças tecnológicas interfirmas. Isso, segundo Chesnais, facilita a difusão tecnológica.

Segundo Amato (2000), a cooperação interempresas visa atender a vários objetivos das empresas, inclusive combinar competências, utilizar o *know-how* de outras empresas, dividir os custos de pesquisas tecnológicas e compartilhar riscos ao se realizar experiências em conjunto para se explorar novas oportunidades.

Amato (2000) conceitua redes de empresa como um modo de se regular a interdependência de sistemas complementares (em áreas funcionais como a produção, engenharia, pesquisa, e coordenação). Portanto, uma rede é um modelo organizacional diferente de uma única firma grande que agrega as diferentes funções sob um único comando comum, pois a rede reduz os custos de gerenciamento do sistema.

Amato (2000) conclui que os fatores determinantes na formação de uma rede interfirmas são a diferenciação, a interdependência e a flexibilidade. A diferenciação impulsiona a inovação dentro da rede sem gerar significativos aumentos de custo. A interdependência é o fator que cria a motivação para a formação da rede e lhe confere unidade organizacional. E a flexibilidade (produtiva, organizacional e de inovação) é um atributo gerador de vantagem competitiva para a rede por lhe conferir grande poder de adaptação conforme mudem as contingências de seu ambiente de negócio.

No Brasil, Cassiolato e Lastres (1999) analisaram 26 arranjos produtivos locais para desenvolver um modelo denominado de “Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais”. Os autores consideram que sistemas inovadores locais se caracterizam pela interdependência, articulação e vínculos consistentes para gerar interação, cooperação e aprendizagem.



## **2.10. Evidências Empíricas**

Além das teorias, também existem algumas evidências empíricas que apontam para a importância das redes organizacionais em relação à inovação:

- a) A reputação inovadora de regiões como o Vale de Silício e Emiglia-Romagna, onde ocorrem intensos relacionamentos organizacionais para parcerias em desenvolvimento de produtos;
- b) O caso de empresas japonesas que contam com redes organizacionais para lançar novos carros e novos semicondutores rapidamente;
- c) A proliferação dos “Parques Científicos” para integrar empreendedores e cientistas na geração de novas empresas;
- d) O fato de empresas inovadoras se diferenciarem das empresas menos inovadoras por fazerem parcerias para a inovação;
- e) Exemplos de redes organizacionais com bom desempenho inovador no Brasil.

### **2.10.1. As Regiões de Reputação Inovadora**

Vários estudos sobre a inovação realizados em regiões econômicas apontam para a importância do que denominam de “ambiente inovador” de uma certa região. Camagni e Cappello (1997) conceituam “ambiente inovador” como uma rede complexa de relacionamentos sociais informais dentro de uma área geográfica limitada com o aumento da capacidade inovadora local, por meio de processos de aprendizagem coletivos e sinérgicos. A literatura exemplifica o conceito de “ambiente inovador” com os casos de regiões como o Vale do Silício na Califórnia (EUA), Baden-Württemberg (Alemanha) e Emilia-Romagna (Itália). Deste modo, para Crevoisier et al. (1991) a compreensão do processo de inovação depende de se examinar o mecanismo operante no conjunto do sistema do ambiente da empresa, sendo que a inovação não é vista como resultado de uma empresa isolada, mas sim, como resultado de interdependências organizacionais entre elementos territoriais e extraterritoriais.

Autio (1997) analisa empresas de base tecnológica no Vale do Silício, na Inglaterra e na Finlândia. A visão baseada em recursos enfatiza que a combinação de recursos de inovação é um mecanismo-chave para se gerar riqueza econômica. Para tecnologias complexas que integram diversas tecnologias diferentes, o autor observa haver dois papéis organizacionais distintos: as empresas fornecedoras de tecnologias

especializadas e as empresas integradoras de sistemas. As empresas integradoras de sistemas formam redes de inovação com os fornecedores de tecnologia especializada.

Best (1990) mostrou que a região de Emilia Romana, na Itália, conseguiu alta competitividade internacional em diversos setores industriais por ter estruturado a cooperação regional. Nesta região, existem redes de cooperação entre empresas, nas quais pequenas empresas, o governo municipal e instituições de apoio se unem para desenvolver setores exportadores competitivos internacionalmente.

As redes descritas por Best (1990) são distritos industriais que se comportam como um empreendimento coletivo. O aspecto chave para a competitividade destas empresas, segundo o autor, é o fato das empresas integrantes do distrito industrial serem autônomas nos projetos de seus produtos, o que lhes confere a capacidade de mudar produtos e mercados. Quanto maior a independência em projeto, tanto maior será o poder de um distrito industrial para dirigir coletivamente os mercados, ao invés de reagir passivamente a eles. Assim, um distrito industrial plenamente desenvolvido se comporta como um empreendimento coletivo.

Os distritos industriais têm o desafio de promover contínua descentralização produtiva e especialização tecnológica, mesmo sem contar com a hierarquia gerencial para fazer a coesão entre as partes especializadas. Este tipo de especialização em Emilia-Romagna ocorre, sobretudo pelo mecanismo da criação de novas empresas a partir de empresas existentes, os *spin-offs*. Na Terceira Itália, uma nova empresa costuma surgir quando um membro da família empreendedora procura aproveitar uma nova oportunidade. (BEST, 1990)

As redes de cooperação da Itália receberam um impulso adicional para a sua consolidação com o surgimento de consórcios financeiros e mercadológicos, que são organizações sem fins lucrativos que oferecem serviços especializados como avaliação de projetos de investimento, assessoria em empréstimos, promoção de exportação, feiras e exposições, missões de vendas em mercados estrangeiros, pesquisa de marketing, catálogos, compras coletivas, uso de computadores e treinamentos. Além disso, para facilitar a inovação nas redes de cooperação da Itália, foram criados Centros de Serviços para gerar informações de negócio. (BEST, 1990)

Em suma, o caso da “Terceira Itália” demonstra como redes de cooperação em constante inovação viabilizam a competitividade internacional de setores econômicos regionais.

Casarotto e Pires (1998) analisam o desempenho das instituições para a promoção da inovação nos distritos industriais de Emilia-Romagna. Os autores concluem que as associações italianas são pró-ativas ao induzirem o desenvolvimento de seus associados. As associações italianas cumprem papéis, que atualmente, no Brasil, são cumpridos por empresas estatais, paraestatais e empresas privadas.

Os autores analisam o desempenho da “*Centúria, Parco Scientifico e Tecnologico*”, uma instituição de fomento para a inovação em Cesena em Emilia-Romagna na Itália. Com a missão de favorecer a inovação e o empreendedorismo, a Centúria surgiu em 1995 como uma empresa privada criada por 30 empresas médio-grandes, cooperativas e associações de indústrias da cadeia agro-alimentar de Cesena. Através de parceria com instituições de pesquisa tecnológica, a Centúria promove projetos de pesquisa aplicada. Portanto, o papel da Centúria é reduzir os riscos e custos da inovação nas empresas associadas, que representam majoritariamente empresas complementares às empresas agroindustriais, como, por exemplo, fabricantes de equipamentos para a agroindústria.

Na prática, o Centúria não realiza internamente pesquisas aplicadas e não desenvolve tecnologia, mas sim estabelece relações com instituições e empresas, no sentido de consolidar o elo de relacionamento entre os agentes. Deste modo, interliga a demanda dos técnicos das empresas associadas com as ofertas tecnológicas dos centros de pesquisa, universidades (sobretudo a Universidade de Bolonha) ou, até mesmo, de outras empresas privadas dispostas a auxiliar a empresa demandante. O atributo organizacional essencial para o Centúria foi desenvolver a credibilidade, de modo que os pequenos empresários com boas idéias confiassem na instituição para ajudá-los a fazer o protótipo de um novo produto, a testá-lo, a patenteá-lo e a expô-lo ao mercado potencial. Por exemplo, um inventor de um novo modelo de caixa para armazenamento de frutas demorou cinco anos para confiar o seu projeto ao Centúria; hoje, o produto é patenteado e conta com boa aceitação no mercado. Os direitos da patente ficaram com o inventor e com o Centúria. Este e vários outros exemplos evidenciam que a Centúria se tornou um catalisador de fábricas de *royalties*.

Como gerenciador de uma rede de inovação, o Centúria exerce as seguintes atividades:

- a) Gerencia projetos de pesquisa aplicada;
- b) Realiza mídia e eventos para a transferência tecnológica;
- c) Conduz treinamentos;

- d) Realiza promoção e marketing das inovações das empresas associadas;
- e) Promove redes com parques tecnológicos na Itália e em outros países;
- f) Coordena a ação de consultores e técnicos externos para prestar serviços nas empresas associadas;
- g) Armazena estoques de conhecimento potencialmente úteis para as empresas associadas.

### **2.10.2. Redes de Inovação das Empresas Japonesas**

Outro argumento a favor das redes de inovação veio a partir do sucesso das empresas japonesas. Para Rycroft e Kash (2004) nos anos 80 a Nissan, Toyota, and Mitsubishi formaram várias alianças estratégicas com outras empresas. Tais alianças conferiram às empresas japonesas grande poder de aprendizagem através das interações com os outros integrantes da rede. Os autores definem “redes” como a ligações entre organizações (como empresas, universidades e agências governamentais) a fim de se criar, adquirir e integrar os diversos conhecimentos e competências necessárias para desenvolver tecnologias complexas (aviões, equipamentos de telecomunicações) e levá-los ao mercado.

Ward, Liker, Cristiano e Sobek (1995) analisaram como a Toyota gerencia a inovação, por meio da prototipagem múltipla e cooperação com fornecedores. Os autores constatam que o Sistema Toyota de Produção foi difundido mundialmente graças às pessoas da Toyota com poder de sistematizar as práticas de produção da montadora nos conceitos do *Just-in-time*. No entanto, a Toyota apresenta um desempenho superior não só nos giros de inventário e tempo de produção na manufatura, mas também no desempenho diferenciado na rapidez e qualidade de lançamento de novos automóveis. Porém, este fato não foi amplamente difundido, por falta de pessoas que sistematizassem os conceitos do Sistema Toyota de Inovação.

Segundo os autores, o principal atributo da inovação da Toyota é a prototipagem múltipla em projetos alternativos. O time de desenvolvimento da Toyota define um conjunto de soluções de novos produtos (não apenas uma solução) e isso é válido tanto para os sistemas quanto para os subsistemas. Depois de definir o conjunto de soluções, os times de desenvolvimento trabalham em cada alternativa em paralelo.

Este modelo de desenvolvimento da Toyota é vantajoso por: a) não invalidar decisões devido a mudanças em uma parte da organização; b) ter melhor uso de sub

times; c) favorecer a aprendizagem organizacional; d) favorecer a otimização global do desenvolvimento do novo produto.

No entanto, os autores ressaltam que seria muito difícil para empresas americanas adotarem este modelo de inovação da Toyota, pois o funcionamento deste modelo depende de condições específicas que a empresa japonesa desenvolveu ao longo de décadas, como, por exemplo, fortes relações com os fornecedores.

Portanto, este estudo sobre a inovação da Toyota reforça que o gerenciamento da inovação depende do gerenciamento dos relacionamentos interempresas, a ponto de empresas com relacionamentos menos estruturados não poderem adotar metodologias mais eficazes e eficientes para a inovação no setor automobilístico.

Mattos e Guimarães (2005) citam o caso da NEC, empresa japonesa líder no setor de semicondutores, Essa empresa estabeleceu mais de 100 alianças de desenvolvimento tecnológico nos últimos anos.

### **2.10.3. Os “Parques Científicos”**

A difusão dos “Parques Científicos” também ajudou a aumentar a atenção para a questão de redes de inovação. Löfsten e Lindelöf (2004) observaram as redes de inovação nos “*Science Parks*” da Suécia. Os autores constatam que as redes são vitais para que as novas empresas descubram novas oportunidades de negócio e testem idéias de novos produtos, enquanto que a colaboração com universidades oferece os meios para se desenvolver conhecimento tecnológico.

### **2.10.4. Redes como um Diferencial de Empresas Inovadoras**

A CBI (*Confederation of British Industry*) (1993) realizou um estudo sobre as melhores práticas de inovação nas empresas britânicas e constatou que a empresa inovadora procura por colaboração com outras empresas e com universidades com o propósito de maximizar seu conhecimento e de minimizar o seu risco.

Husted e Vintergaard (2004) entrevistaram 22 executivos em seis empresas dinamarquesas multinacionais com departamentos de “*corporate ventures*”, ou seja, departamentos que buscam desenvolver novas unidades de negócio em atividades de alto risco e potencial de elevado retorno. Os autores mostram que uma fase-chave no desenvolvimento de negócios de risco é a geração de idéias, por meio de redes de inovação.

Em setores tecnologicamente dinâmicos, as redes de inovação têm sido vistas como um pré-requisito de sobrevivência e de participação na definição dos rumos tecnológicos de um setor. Soh e Roberts (2003) investigam o setor norte-americano de comunicação de dados e constataam que redes de inovadores determinam a evolução de tecnologias complexas. Essa pesquisa indica que as empresas aumentam sua chance de sobrevivência ao participarem de alianças interorganizacionais que defendem um novo padrão tecnológico num estágio inicial da nova tecnologia. Deste modo, consolida-se o argumento de que a perspectiva de redes de organizações tem poder explicativo para descrever a dinâmica da mudança tecnológica.

Ritter e Gemünden (2003) evidenciam empiricamente que empresas capacitadas a gerenciar redes são mais bem sucedidas em intervir no desenvolvimento tecnológico. Os pesquisadores estudam uma extensa amostra de empresas mecânicas e elétricas na Alemanha. Além disso, a pesquisa identifica quatro pré-requisitos organizacionais para que a empresa adquira competência de gerenciar redes: a) acesso a recursos; b) orientação para a formação de redes na gestão de recursos humanos; c) integração da comunicação dentro da empresa; d) e a abertura da cultura corporativa.

#### **2.10.5. Exemplos de Redes de Inovação no Brasil**

Na região de Joinville em Santa Catarina, Campos e Simioni (2002) estudaram os condicionantes do bom desempenho inovador das empresas de software e constataram que a inovação depende do desenvolvimento de processos de aprendizagem, por meio da interação entre produtores e usuário. No entanto, essa interação vai perdendo em importância conforme o produto atinge a maturidade em seu ciclo de vida. Os pesquisadores reforçam que a inovação e a capacitação tecnológica são favorecidas pela proximidade geográfica entre as organizações, por facilitar a aprendizagem coletiva através de freqüentes interações face a face, de modo a viabilizar a criação de um padrão de comunicação entre os agentes, além de um padrão de compartilhamento de conhecimento tácito.

Cornelsen, Buoro, Sbragia e Larubia (2002) analisaram os resultados de um experimento de cooperação inter-institucional para a inovação, denominado Programa de Mobilização Tecnológica realizado pelo ANPEI (Associação Nacional de P,D&E das Empresas Inovadoras) e pelo SEBRAE em 180 micro e pequenas empresas do Estado de São Paulo. O programa, primeiro identificou as carências tecnológicas das empresas.

Os três problemas mais frequentes foram: a) 14% nos processos; b) 13% nas instalações e equipamentos; c) e 11% no controle de qualidade.

Quando questionados sobre em que assuntos estavam situados os problemas tecnológicos “extremamente importantes”, os empresários entrevistados deram as seguintes respostas: a) 19% nos processos; b) 14% nas instalações e equipamentos; c) 12% no controle de produção; d) e 12% no produto.

Após a fase de diagnóstico, o Programa de Mobilização Tecnológica implementou 180 projetos: a) 43% nos processos; b) 22% nas *lay-out* de fábrica; c) e 20% no controle de produção.

Dos 180 projetos, 126 eram projetos implementados individualmente em cada empresa e 6 projetos eram coletivos, abrangendo 54 empresas. Dos projetos individuais, apenas 13,3% não foram concluídos, o restante foi implementado com sucesso.

Os resultados se expressaram em aumento de produtividade, aumento da capacidade instalada, redução de refugos, redução de custos de processos, aumento de faturamento, redução do prazo de entrega, redução do ciclo do processo e redução da movimentação de RH/materiais.

Os autores constataram que a grande maioria dos projetos era de baixa complexidade tecnológica para melhorias incrementais em produtos e processos existentes. Outra observação importante para a teoria de redes de inovação é que, uma vez que o consultor integrado ao programa conquistava a confiança do empresário, os serviços de assessoria continuavam independentemente do programa.

Os pesquisadores listam os seguintes obstáculos a uma maior eficiência de programas de mobilização tecnológica para as pequenas e médias empresas:

- a) Poucos dos especialistas/consultores selecionados tinham comprovada experiência industrial;
- b) Houve certa desconfiança e resistência dos empresários em relação ao programa, enquanto não vêm os primeiros resultados;
- c) Principalmente as pequenas empresas sofrem da falta de recursos humanos para acompanhar as atividades de implementação dos especialistas.

### **2.11. O Impacto das Redes Dentro da Empresa na Capacidade de Inovação**

O caso da Xerox oferece um exemplo ilustrativo de quão arrojada pode ser uma estratégia de inovação na estruturação de redes de inovação dentro da própria

corporação. Loutfy e Belkhir (2001) descrevem como a empresa criou em 1999, a *Xerox Technology Enterprise*, uma divisão responsável pela propriedade intelectual da empresa e responsável por um “laboratório de novos negócios” (*Venture Lab*) que é uma incubadora interna de empresas, além de uma gerenciadora dos novos negócios (*spin offs*) e das licenças de uso das propriedades intelectuais da Xerox.

Funcionários da Siemens relatam como a empresa criou redes entre os agentes internos para aumentar o fluxo de conhecimento para a resolução de problemas. Frost e Schoen (2004) denominam a rede interna com o termo “*Communities of Practices*” que conectam especialistas de diferentes unidades organizacionais unidos por um interesse comum sobre algum assunto de relevância para o negócio da empresa. O objetivo destes grupos é gerar e transmitir conhecimento, seja sobre desenvolvimento de novos produtos, sobre novos mercados ou sobre metodologias de trabalho. Os grupos das Comunidades de Práticas da Siemens podem ter diferentes escopos: desde grupos que reúnem centenas de pessoas de várias partes do mundo, até grupos de 10 empregados em uma mesma fábrica. A Siemens tem um processo bem definido para que os agentes tenham boa produtividade na geração do conhecimento. Um moderador lidera a infraestrutura de comunicação tanto eletrônica, quanto presencial. Além disso, ocorrem eventos em diferentes formatos para que os integrantes com perguntas encontrem os integrantes com as respostas (eventos, reuniões, etc...). Outro fator é a definição de um foco comum evidenciado em uma agenda tematicamente coesa. Além disso, estas redes internas ajustam seus objetivos, de acordo com as mudanças estratégicas da empresa e desenvolvem também um conjunto de valores compartilhados que regulam os comportamentos dos integrantes.

Krackhardt e Hanson (1993) criaram uma metodologia para mapear as redes informais dentro das corporações. Enquanto que a organização formal é definida pelo organograma da empresa, a organização informal é definida pelas relações que os funcionários estabelecem entre si, independentemente das fronteiras funcionais e hierárquicas. As redes informais têm poder e influência na organização tanto para sabotar iniciativas corporativas, quanto para conseguir realizar tarefas com prazos agressivos.

Os autores identificaram três tipos diferentes de redes informais. A rede de aconselhamento define quais são as pessoas que os funcionários procuram para receber conselho de como cumprir uma tarefa rapidamente. A rede de confiança indica quem as pessoas procuram para compartilhar informações delicadas sobre a política



organizacional. Por fim, a rede de comunicação revela com quem os funcionários conversam regularmente sobre assuntos relacionados ao trabalho.

A metodologia de mapeamento inicia-se com um questionário para os funcionários com perguntas do tipo: “Com quem você conversa diariamente?”, “Quem você procura por socorro ou conselho ao menos semanalmente?”, “Em quem você confiaria para manter sigilo sobre as tuas preocupações sobre assuntos relacionados ao trabalho?”. No caso da comunicação, apenas as respostas recíprocas são consideradas como indicadores da existência de uma ligação na rede informal. Os autores mostram vários exemplos de aplicação destas técnicas de mapeamento para se obter o apoio da rede informal em situações de inovação organizacional, como, por exemplo, para a eficácia de times de planejamento estratégico participativo.

Gargiulo e Benassi (2000) analisaram ligações cooperativas e estrutura de rede em uma multinacional americana na Itália, no setor de computadores e observaram como a estrutura da rede intra-empresa afeta a habilidade dos gerentes para promover relacionamentos cooperativos necessários para a coordenação de tarefas complexas. No caso, a tarefa consistia na criação de uma nova divisão corporativa que precisava de grande cooperação horizontal através de times trans-funcionais de projetos.

Existe um conflito entre os objetivos da segurança organizacional (advinda de redes coesas) e da flexibilidade organizacional (proporcionada por redes com buracos estruturais, ou seja, redes com falta de coesão, com ligações dispersas e, portanto, maiores oportunidades de corretagem). Apesar de existirem teorias que defendem a importância de redes coesas para as situações de mudança organizacional, o autor constatou, neste estudo de caso, que relacionamentos coesos estavam dificultando o desempenho na nova tarefa de mudança.

Os resultados mostraram que a falta de buracos estruturais aumentou o número de falhas de coordenação por parte dos gerentes. Quanto mais um gerente fosse fortemente ligado a um grupo de funcionários, menor era a sua capacidade de adaptar a sua rede de comunicação às mudanças organizacionais requeridas. Isso ocorreu devido aos mecanismos de reciprocidade e inércia dentro dos grupos coesos, o que aumentou o risco de falhas de coordenação fora deste grupo e dificultou que os gerentes renovassem a composição de suas redes para favorecer o cumprimento da nova tarefa. Ou seja, grupos coesos, nesta empresa, eram mais resistentes a participar de novas redes de comunicação com pessoas que, originariamente, não faziam parte do seu grupo. Os autores concluíram que o sucesso organizacional depende da flexibilidade para se

construir ligações efetivamente cooperativas através das fronteiras intra e inter organizacionais.

Rentes (2000) desenvolveu uma metodologia abrangente para conduzir o processo de transformação organizacional de forma estruturada. Esta metodologia, criada em conjunto com pesquisadores da Virginia Tech, foi denominada de Transmeth e está sendo utilizada eficazmente no processo de inovação na metodologia de gestão conhecida como “Produção Enxuta” (NAZARENO, 2003).

Dentre as diversas fases de transformação organizacional, a metodologia Transmeth trata da criação da “Infra-estrutura para a Mudança”, na qual se definem equipes para liderar e equipes para implementar a mudança.

Durante esta fase, a metodologia também atenta à transmissão de conhecimento necessário para que as equipes realizem a transformação, além de estabelecer métricas de desempenho para avaliar o esforço da equipe e o processo de transformação.

A Transmeth estabelece papéis entre os agentes, define meios de comunicação, procura definir transparência no sistema de recompensas, procura alinhar a autoridade dos membros da equipe com as suas responsabilidades pela mudança (*empowerment*), procura distinguir a disponibilidade dos recursos para o projeto de mudança organizacional da disponibilidade para as rotinas operacionais das áreas funcionais e procura alinhar as medidas de desempenho com as necessidades de transformação da empresa.

A metodologia se mostra realista ao apontar que esta fase de estruturação da infra-estrutura deve ser revista ao longo de todo o processo de mudança organizacional para garantir que a mudança receba suporte até que os resultados sejam atingidos. A decorrência prática disso, por exemplo, se expressa nas sucessivas formações de diferentes times para executar as fases do Transmeth.

A metodologia também define critérios para a formação das equipes e define atributos necessários nos agentes selecionados. Os grupos devem ser equipes *ad hoc*, multifuncionais, de diferentes níveis hierárquicos, compostos por agentes reconhecidos, motivados, treinados na metodologia de transformação e dotados de autoridade para efetivar a mudança.

O conceito de rede de inovação em metodologias de gestão se mostra implicitamente presente no Transmeth, sobretudo quando a metodologia define a necessidade de se estruturar a relação entre as diversas equipes de transformação na empresa.

## **2.12. Contribuições para a Modelagem de Redes de Inovação**

Os conceitos básicos que serão utilizados para conceber o modelo prático de gerenciamento de redes de inovação serão obtidos, por meio de uma discussão mais aprofundada sobre um conjunto selecionado tanto de pesquisas acadêmicas teóricas, quanto de contribuições relevantes de profissionais com experiência prática na implementação de redes de inovação.

Serão analisadas em maior profundidade cinco contribuições sobre redes, capacidade de inovação, rede de inovação entre empresas e rede de inovação dentro da empresa. O critério para selecionar estes cinco textos é o potencial de contribuir para o objetivo da pesquisa. O propósito dessa revisão bibliográfica aprofundada é buscar uma resposta para a pergunta: O que existe e o que falta na literatura para que empreendedores possam efetivamente dispor de um modelo conceitual para criar e gerenciar redes de inovação?

Destes cinco textos, serão destacadas as principais contribuições e algumas críticas, com suas devidas conseqüências para pesquisas posteriores de modelagem de redes de inovação em metodologias de gestão. Essa abordagem de verificação aprofundada para identificar as variáveis relevantes para a pesquisa é defendida por Belz (2001) e adotada pela Universidade de St. Gallen, na Suíça.

### **2.12.1. A Dinâmica de Formação de Redes de Inovação**

A seguir, será analisada uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o livro “*Innovation Networks*” de Pyka e Küppers (2002). Segundo os autores, as contribuições na literatura acadêmica sobre redes de inovação ainda são dispersas e enfocam diferentes aspectos do fenômeno, sem, no entanto, proporcionar uma visão de conjunto sobre o real modo de funcionamento de uma rede de inovação na sua natureza dinâmica.

Com a finalidade de desenvolver uma teoria de redes de inovação e dar suporte às políticas de desenvolvimento econômico da Comunidade Européia, sete universidades européias e uma universidade norte-americana se integraram num projeto de pesquisa intitulado “*Simulating Self-Organizing Innovation Networks*”, patrocinado pela Comunidade Européia. Esta pesquisa resultou num simulador computacional para se prever os resultados de redes de inovação.

Este projeto foi coordenado por um especialista em Redes de Inovação, Günter Küpper, Diretor do *Institute for Science and Technology Studies*, da Universidade de Bielefeld, Alemanha. Já o livro foi editado por este pesquisador em conjunto com um

economista neo-shumpeteriano, Andreas Pyka, Professor Assistente da Universidade de Augsburg, Alemanha.

O simulador computacional se baseou em dados empíricos obtidos de estudos de caso em quatro setores industriais distintos: telecomunicações, biotecnologia, comércio eletrônico e energia.

A principal motivação para esta pesquisa era o fato de que a literatura acadêmica tinha poucas contribuições a respeito da dinâmica de funcionamento das redes de inovação.

O primeiro resultado dos autores se refere a uma definição do termo “rede de inovação”. Porque tanto a literatura, quanto os responsáveis pelas políticas de desenvolvimento econômico têm usado freqüentemente este termo? O conceito de rede de inovação é uma decorrência lógica da complexidade crescente dos produtos e serviços inovadores. Novos produtos integram um número elevado de componentes e funções que, por sua vez, são gerados por uma ampla gama de diferentes competências.

Além desta causa, a complexidade dos produtos atuais também é explicada pelas diferentes dimensões relevantes do ambiente de negócios. Um novo produto tem que satisfazer simultaneamente requisitos de viabilidade econômica, funcionalidade tecnológica, aceitação do ambiente normativo e político (por exemplo, se adequar, às leis ambientais) e deve ser bem aceito pelos consumidores.

Por sua vez, a decorrência lógica da complexidade da inovação em novos produtos e serviços, é o fato da inovação requerer competências multidisciplinares integradas. As redes de inovação são justamente uma possível solução organizacional para se operacionalizar a inovação ao integrar um conjunto diverso de competências multidisciplinares.

Em síntese, a rede de inovação exerce três papéis:

- a) Viabiliza e apóia o aprendizado interempresas;
- b) Explora as complementaridades entre diversos campos de conhecimento;
- c) E explora a sinergia entre as diversas competências tecnológicas.

Quando os agentes não conseguem gerar um conhecimento faltante por esforço próprio e isolado, então, surge a motivação para a cooperação em uma rede de inovação.

Esta rede, porém, é um ambiente complexo, dinâmico e instável, já que o número de adesões de novos integrantes e o número de desistências de participação na rede depende do jogo de forças entre a expectativa de recompensa por inovações bem

sucedidas no mercado versus o receio de se ceder conhecimentos e competências para potenciais novos competidores.

A pesquisa teve o mérito de descobrir e testar as principais variáveis responsáveis pelo desempenho de uma rede na geração de inovação: os agentes, as bases de conhecimento, as parcerias e a inovação.

As variáveis referentes aos agentes são utilizadas para se caracterizar as organizações integrantes da rede de inovação foram:

- Autonomia, o que significa que o agente opera sem que um outro agente tenha controle direto sobre suas ações e sua estrutura interna.
- Habilidade de interagir com outros agentes
- Capacidade de reagir a sinais vindos do ambiente
- E pró-atividade para se engajar em comportamento direcionado por metas

Para modelar a base de conhecimento de cada agente, a simulação selecionou como variável um conjunto estruturado de capacidades tecnológicas, políticas, sociais e econômicas. Esta variável se altera conforme um agente é capaz de adquirir conhecimento de outros agentes e de refinar este conhecimento com atividades de Pesquisa e Desenvolvimento.

Pelo modelo, a base de conhecimento de um agente pode evoluir por três causas:

- Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento nas áreas de especialidade atuais;
- Investimento numa área de especialidade totalmente nova para aquele agente;
- Aprendizagem a partir de um outro agente parceiro.

O modelo também considera os fatores que possibilitam a parceria entre os agentes:

- A estratégia de cada agente para o desenvolvimento de sua base de conhecimento
- A possibilidade de se encontrar parceiros suficientemente atrativos.

Além de avaliar os benefícios da parceria, o modelo avalia seus custos, ou seja, o dever de compartilhar os frutos da inovação com os parceiros e o risco de que o parceiro atual se transforme em concorrente no futuro.

O modelo também define o resultado da rede de inovação: um novo projeto de produto, um novo medicamento, uma patente para uma invenção ou uma nova

descoberta publicada na literatura científica. No entanto, os autores foram realistas o suficiente para considerar que apenas uma parte destes resultados realmente se transforma em inovações, ou seja, em produtos ou processos de sucesso.

Os autores reforçam que uma inovação não se resume a uma descoberta, mas abrange um conjunto de procedimentos para manufaturar o novo produto e comercializá-lo com sucesso.

Resumindo, o elemento básico de uma rede de inovação é a base de conhecimentos e de competências de seus agentes. As redes de inovação são muito heterogêneas, porque estes atributos, assim como as habilidades de interagir com outros agentes são muito distintos de agente para agente.

Uma contribuição adicional em um dos estudos de caso é a importante descoberta que a eficiência da rede de inovação foi substancialmente aumentada graças à criação de um agente independente com o papel formal de facilitar a aprendizagem entre os demais agentes integrantes da rede de inovação em questão.

O livro realizou uma grande contribuição ao definir a dinâmica de funcionamento de redes de inovação com base empírica enriquecida por simulação computacional.

No entanto, a pesquisa liderada por Küppers foi subtilizada por utilizar a simulação apenas para consolidar a teoria de redes de inovação e para dar suporte ao processo decisório de definição de políticas para a Comunidade Européia. A profundidade e a abrangência da pesquisa poderia dar suporte para um passo mais ousado, no sentido de propor ferramentas de gestão para que os próprios agentes interessados em redes pudessem melhor projetar, formar e gerenciar redes de inovação.

### **2.12.2. A Inovação Tecnológica Baseada no Conhecimento Organizacional**

Para se ter uma fundamentação conceitual sobre a relação entre a gestão do conhecimento e a inovação, será analisado o livro “Criação do Conhecimento Organizacional” de Nonaka e Takeuchi, (1997). Com base em vários estudos de caso de como as empresas japonesas fazem inovação em produtos, os autores demonstram que a inovação tecnológica na empresa é função da dinâmica do conhecimento organizacional.

Os autores partem da distinção básica entre o conhecimento explícito (formalizado em livros, fórmulas, treinamentos e manuais) e o conhecimento tácito e prático (que é o conhecimento de quem sabe fazer, mas não sabe explicar como faz).

O conhecimento organizacional evolui por intermédio de quatro processos distintos do conhecimento.

- O processo de internalização ocorre, quando conhecimento explícito é transmitido através de apresentações formais verbais ou por escrito; o profissional assimila os conceitos, os põe em prática até desenvolver habilidades, ou seja, até obter conhecimento tácito.
- Já a combinação consiste do relacionamento sistemático de diversos conhecimentos explícitos, resultando numa nova formalização de conhecimento explícito.
- O processo de socialização trata do compartilhamento de experiência que ocorre na relação mestre-aprendiz, na qual o conhecimento tácito é adquirido ao se observar e imitar diretamente o conhecimento tácito de um profissional mais experiente, sem usar a linguagem como o principal meio para transmitir o conhecimento. Este processo depende da experiência conjunta que é o elemento chave para se ter acesso ao modelo mental do mestre. Os autores chegam a enfatizar que a transferência de informação só ganha sentido quando ponderada pelas emoções associadas durante os contextos específicos das experiências compartilhadas no processo de socialização.
- Por fim, quando o conhecimento tácito consegue ser expresso de forma clara e sistemática pelo processo da externalização, ele se transforma em conhecimento explícito. Num primeiro momento, o detentor do conhecimento tácito está acostumado a pôr em prática o seu conhecimento, porém tem grande dificuldade de expressá-lo em palavras. Para estimular esta verbalização, sobretudo na fase de criação do conceito de novos produtos, as empresas japonesas costumam reunir seus profissionais em rodadas sucessivas de diálogos significativos para estruturar a reflexão coletiva utilizando imagens metafóricas, modelos ou hipóteses para articular o processo criativo. O conceito do Honda City, por exemplo, começou a ser desenvolvido a partir da metáfora: “A Evolução do Automóvel” que, por sua vez, resultou na analogia “máximo para o homem, mínimo para a máquina”. Isso levou ao conceito do carro com uma forma próxima à esférica para obter o máximo de volume dentro de uma área de superfície mínima. Para criar a Minicopiadora, a Canon usou da analogia da lata de cerveja. O líder do projeto de

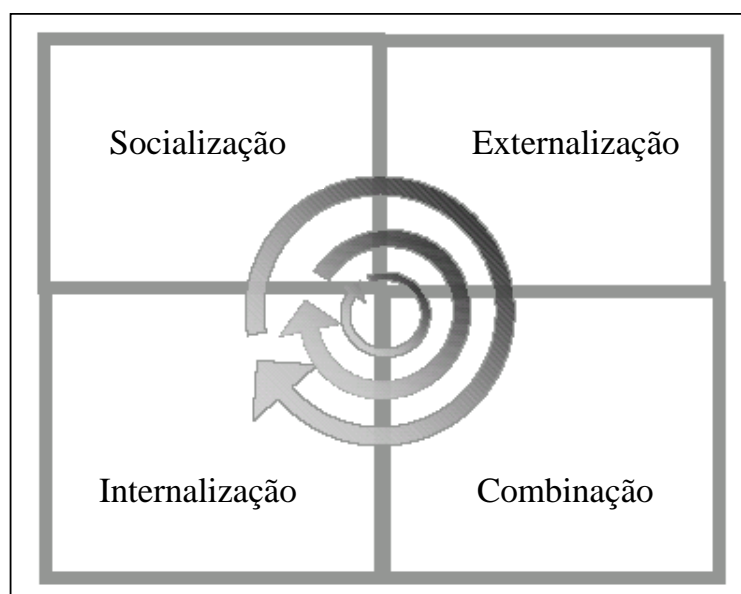
desenvolvimento reuniu a equipe num bar e perguntou ao time por que motivo a lata de alumínio é barata para, deste modo, estimular novas idéias de como baratear a produção do cilindro fotossensível.

Para os autores, a externalização é o tipo mais importante de conversão do conhecimento, por criar conceitos novos a partir do conhecimento tácito.

O **Quadro 1** sintetiza os quatro modos de conversão de conhecimento e a **Figura 1** representa a ligação entre os mesmos.

	A CONHECIMENTO TÁCITO	A CONHECIMENTO EXPLÍCITO
DE CONHECIMENTO TÁCITO	Socialização	Externalização
DE CONHECIMENTO EXPLÍCITO	Internalização	Combinação

**Quadro 1:** Quatro Modos de Conversão do Conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997)



**Figura 1:** Espiral do Conhecimento (Adaptado de NONAKA e TAKEUCHI, 1997)

De acordo com os autores, a inovação só ocorre pela interação entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Quando o conhecimento tácito se limita a si mesmo na socialização, é possível instruir apenas um número restrito de pessoas, sem maior alavancagem organizacional do conhecimento. De modo



semelhante, quando o conhecimento explícito se limita a si mesmo, na combinação de informações, geram-se relatórios para o processo decisório, porém não se amplia a base de conhecimento da empresa.

Cada tipo de conversão do conhecimento exerce um papel diferenciado na criação de conhecimento organizacional:

- A socialização cria um campo de interação entre os indivíduos, através do compartilhamento de modelos mentais decorrentes da experiência conjunta.
- Em seguida, a externalização articula o conhecimento oculto nos membros da equipe, de modo a resultar num conteúdo conceitual.
- Uma vez criado, o conceito inovador é tangibilizado por meio da contextualização com os conhecimentos correntes na organização, através do processo da combinação, dando origem a um conteúdo sistêmico, na forma de um protótipo, por exemplo.
- Finalmente, quando a inovação é aprendida pelos demais integrantes da organização, ocorre o processo da internalização, resultando no conhecimento operacional.

Este processo começa num indivíduo e se expande cada vez mais, passando para um grupo, um departamento, a empresa toda e, eventualmente, o conhecimento passa a se difundir por diversos setores da economia.

Os autores conseguiram detalhar a descrição do processo inovativo na empresa, e comentam, sem grande profundidade, sobre a necessidade de se criar relacionamentos com agentes externos à empresa para que a base de conhecimento organizacional seja consolidada. Também identificam que o papel-chave na criação do conhecimento organizacional cabe à média gerência que faz a intermediação entre o conhecimento tácito dos níveis operacionais e as metas explícitas da alta gerência.

No entanto, Nonaka e Takeuchi (1997) não detalharam a caracterização dos agentes e nem a descrição do desenho organizacional do relacionamento entre os agentes, de modo a explicitar os mecanismos que realmente conduzem e sistematizam a geração da inovação. Sem esta definição, se torna difícil replicar a dinâmica da inovação observada nas empresas japonesas.

### **2.12.3. Maturidade Organizacional e Participação em Rede de Cooperação Interempresas**

Nem todas as organizações têm a maturidade necessária para participar em uma rede de inovação. Para ser possível obter critérios para se avaliar se uma certa empresa conta com os pré-requisitos de maturidade organizacional para se integrar produtivamente a uma rede de inovação, será analisada em profundidade a obra de Glasl e Lievegoed (1994) intitulada “Desenvolvimento Organizacional Dinâmico – Como Empresas Pioneiras e Burocracias se Tornam Empreendimentos Enxutos”.

Os autores apresentam conceitos úteis para o diagnóstico dos pré-requisitos organizacionais que uma empresa deve apresentar antes de cogitar se integrar numa rede de cooperação interempresas. Ou seja, para que um agente se integre numa rede, é necessário que ele cumpra com aspectos mínimos de maturidade organizacional.

No pós-guerra, o médico holandês Bernard Lievegoed, foi chamado por várias empresas para propor soluções para os aspectos comportamentais dentro das organizações. Em 1974, ele publicou o resultado de sua experiência com um grande número de organizações e apresentou uma Teoria de Desenvolvimento Organizacional, composta de três fases de desenvolvimento. Lievegoed lecionou sua teoria na Faculdade Holandesa de Economia de Rotterdam, hoje denominada Erasmus University.

Em 1994, o Professor Friedrich Glasl, docente da Universidade de Salzburg, ampliou o modelo de Lievegoed com uma quarta fase de desenvolvimento organizacional, com base na evidência das empresas japonesas que atingiram grande maturidade organizacional devido à formação de redes de cooperação com um amplo conjunto de pequenas empresas fornecedoras.

A Teoria de Desenvolvimento Organizacional oferece conceitos para que se avalie se uma dada empresa está preparada para participar de uma rede de cooperação. Para isso, a empresa deve ter atingido suficientemente as competências organizacionais das primeiras três fases de desenvolvimento.

A primeira fase no desenvolvimento organizacional é a “fase pioneira”. No início de um empreendimento, tudo depende da habilidade empreendedora do fundador da organização, assim como de sua capacidade de conquistar a fidelidade de um número suficiente de clientes. A empresa na fase pioneira, tipicamente, é avessa à burocracia. O foco organizacional se concentra em atender às necessidades especiais dos clientes, o que requer grande flexibilidade operacional. Como a organização ainda é pequena, o

empresário tem controle sobre todas as funções e tarefas que são alocadas de modo informal entre os funcionários. Portanto, a fase pioneira legitima a existência da organização ao conquistar sua participação de mercado.

Já a segunda fase de desenvolvimento organizacional, os autores denominam de “fase de diferenciação”. Quando a empresa consegue clientes e começa a crescer, surge o risco de que a informalidade se transforme em falta de organização. O empresário, numa empresa em constante crescimento, já tem maior dificuldade de centralizar as decisões, porque fica mais problemático ter as informações relevantes sobre todas as atividades da empresa para fundamentar seu processo decisório. Por isso, as tarefas passam a ser diferenciadas e especializadas, tanto operacionalmente, quanto hierarquicamente. A coesão das atividades geradas pela divisão e formalização de cargos ocorre, por meio da instituição de regras e políticas organizacionais.

A diversificação de atividades e a obediência a regras organizacionais viabilizam que a empresa cresça ainda mais sem perder o controle de suas operações.

Depois da fase de diferenciação, a empresa passa para a “fase de integração”. Num ambiente de competição crescente, a empresa diferenciada corre o risco de perder rapidez de resposta aos ataques dos concorrentes ou às mudanças das necessidades do mercado. Isso acontece, porque a empresa na fase da diferenciação tipicamente está mais atenta a suas regras e políticas internas do que ao cenário externo do ambiente competitivo. Ou seja, a empresa na fase de diferenciação corre o risco de excesso de burocracia, com cada área funcional (finanças, marketing, engenharia, vendas, recursos humanos, tecnologia da informação, produção, etc...) enfocando em suas próprias metas departamentais como prioridade maior do que as metas globais da empresa como um todo.

Para retomar a proximidade com o cliente atingida na fase pioneira, a empresa, na fase da integração, deve integrar as diversas áreas funcionais em torno dos processos de negócio da empresa. Além disso, as regras burocráticas devem ser vistas pelos funcionários não como um fim, mas como um meio para se atingir a missão da empresa.

Portanto, a fase da integração se inicia com uma séria auto-reflexão da organização quanto à sua real identidade, missão e competência. Após explicitar claramente estas diretrizes em princípios organizacionais, cada funcionário da empresa tem maior consciência sobre sua contribuição dentro da organização. Com isso, os

funcionários usam as regras burocráticas apenas como referenciais para guiar seus comportamentos rotineiros, de modo que o comportamento dos funcionários passa a ser efetivamente direcionado pelo senso de identidade com o propósito da empresa.

Com metas transparentes, se torna possível mudar a forma de trabalho das áreas funcionais para se fortalecer continuamente os processos de negócio que satisfazem as necessidades dos clientes.

Por fim, a quarta fase do desenvolvimento organizacional é a “fase de associação”. Para poder se inserir numa rede de parcerias e cooperação, Glasl (1994) conclui que a empresa deve ter conquistado os resultados das fases anteriores:

- Fidelidade do mercado;
- Controle sobre as operações;
- E fortalecimento dos processos internos, por meio da explicitação de metas organizacionais e integração das áreas funcionais.

Estes três atributos representam pré-requisitos da maturidade organizacional, para que a empresa possa atrelar os seus processos internos com os processos de empresas parceiras.

A Teoria de Desenvolvimento Organizacional de Lievegoed e Glasl tem o mérito de se fundamentar em um grande número de implementações em empresas de diversos continentes. No entanto, falta uma maior divulgação destes estudos de caso na forma de trabalhos acadêmicos. Além disso, faltam estudos que detalhem a utilização desta teoria em aspectos organizacionais mais específicos, sobretudo nas iniciativas de inovação em novos produtos, novos processos e novas técnicas e metodologias de gestão.

#### **2.12.4. Formação de uma Rede de Cooperação na Cadeia de Suprimentos**

“Enxergando o Todo” (Jones e Womack, 2002) é um manual do *Lean Institute*, que mostra como quatro empresas distintas de uma mesma cadeia de suprimento, podem evoluir passo a passo até formarem um Condomínio Industrial, que é uma modalidade de rede de cooperação (BRITTO, 2002).

Esse texto se baseia na experiência prática do “Aprendendo a Enxergar” de John Shook e Mike Rother (1999) que elaboraram técnicas da Toyota em um modelo de mapeamento do fluxo de valor interno de uma fábrica para diagnosticar os problemas do fluxo atual e, em seguida, projetar estados futuros mais enxutos, ou seja, com menos desperdícios de materiais e de tempo.

Os autores definem o fluxo de valor estendido como o conjunto de ações necessárias para que um produto passe da matéria-prima até um produto que satisfaça o consumidor final. Jones e Womack (2002) aproveitaram a ampla experiência acumulada pelas diversas implementações do modelo divulgado em “Aprendendo a Enxergar” e ampliaram o escopo de mapeamento. Enquanto o manual “Aprendendo a Enxergar” enfoca o fluxo de valor de uma única fábrica “de porta a porta”, o novo manual “Enxergando o Todo” usa as mesmas técnicas de modelagem de fluxo a fim de integrar a contribuição das várias empresas envolvidas na fabricação de autopeças para uma montadora automobilística. Portanto, os autores aplicam o mapeamento de fluxo de valor nos participantes de uma Rede de Sub-Contratação (BRITTO, 2002).

O manual mostra o que um grupo de implementação deve fazer para formar e gerenciar uma rede de cooperação. No caso deste manual, o exemplo dado é a fabricação de limpadores de pára-brisa, desde a estamparia a partir das bobinas de aço, até a produção e montagem do limpador e a sua posterior afixação no automóvel pela fábrica da montadora.

A finalidade do manual é conscientizar os envolvidos sobre o real desperdício no fluxo atual, assim como estimular o time a identificar modos sistemáticos para reduzir o desperdício.

O pré-requisito para tornar o fluxo de valor interempresas mais enxuto é que cada empresa já tenha melhorado os seus fluxos de valor internos e já tenha alocado responsabilidades de forma clara, com um gerente para cada fluxo de valor.

Para explicitar as sucessivas evoluções em cada fase de implementação do fluxo de valor estendido, o manual define métricas de desempenho tanto para *lead-time*, como para a confiabilidade de entrega, a qualidade e a variação da demanda.

O primeiro passo do diagnóstico é definir a estrutura de produto e os componentes críticos que devem fazer parte do escopo inicial da implementação do fluxo enxuto estendido na cadeia de suprimento. Em seguida, são propostos critérios para a definição de um time de implementação e para a escolha de um líder. Com o time composto, inicia-se o trabalho de medir os tempos de todas as etapas do fluxo de valor estendido, diferenciando-se as etapas e os tempos que agregam valor dos que não agregam e medindo-se as distâncias percorridas pelos materiais em transportes (que são atividades que não agregam valor).

O mapeamento explicita a demanda do cliente final, em termos de quantidade requerida por dia e os tipos de produtos requisitados. Em seguida, usa-se ícones para

caracterizar os agentes do fluxo estendido. No exemplo do manual, os agentes são: a montadora de automóveis, a montadora de limpadores, a estamperia e o centro de distribuição de aço. O mapa também define ícones para os depósitos intermediários. Cada agente é definido com uma caixa de dados que mostra: a sua quantidade de estoque, o número de turnos, o número de dias disponíveis por semana, a frequência de produção de cada produto e o número de defeitos por milhão de peças.

Depois de mapear os agentes, são mapeados os fluxos entre esses agentes. Cada transporte é caracterizado pela distância, tamanho de lote de expedição e número de falhas na entrega. Também se registra a frequência de fretes aéreos urgentes, por causarem aumentos desnecessários de custos.

O último passo da fase de diagnóstico é o mapeamento do fluxo de informações, ou seja, o modo como cada agente fica sabendo sobre o quê, quanto e quando deve produzir.

Com o diagnóstico do estado atual mapeado, o manual passa para os princípios que devem ser utilizados para se reduzir o desperdício no fluxo de valor estendido:

- Comunicar todos os agentes sobre o ritmo de consumo do cliente final;
- Diminuir o número de transportes entre as etapas de produção;
- Diminuir o ruído nos fluxos de informação;
- Diminuir os estoques e tempos de resposta.

O manual demonstra senso prático ao desmembrar os projetos de implementação do fluxo estendido enxuto em três fases sucessivas:

- a. Na primeira fase, cada fábrica implementa internamente os princípios e técnicas descritas em “Aprendendo a Enxergar”. Como resultado, diminuem-se os estoques e o tempo de resposta totais, devido apenas às reduções dentro de cada fábrica;
- b. Na segunda fase, os princípios da “produção puxada” pela demanda real (e não pela demanda prevista) são implementados, por meio de cartões kanban entre os agentes e, também, por meio de ciclos mais frequentes de transporte;
- c. Na fase final, recomenda-se que seja montado um condomínio industrial nas imediações da montadora de automóveis, para se eliminar os transportes desnecessários pela cadeia de suprimento, conforme o exemplo da Toyota e seus fornecedores no Japão.

O mérito de “Enxergando o Todo” é aliar uma longa tradição de pesquisas científicas rigorosas do MIT no setor automobilístico com a prática de profissionais experientes da Toyota. Desta combinação, foi possível sistematizar e organizar as práticas da Toyota, de modo a ser possível se projetar sistemas enxutos não apenas dentro de uma empresa isoladamente, mas para um conjunto de empresas que queiram trabalhar de forma cooperativa para melhorar a competitividade coletiva.

Deste modo, Jones e Womack (2002) apresentam um dos primeiros manuais práticos efetivamente usados pelas empresas para a implementação de redes de cooperação. Isso representa uma significativa contribuição para a Engenharia de Produção, já que a engenharia propõe-se a utilizar a ciência para elaborar projetos práticos que transformam a realidade (SLACK, CHAMBERS e HARRISON, 2002). Complementando as pesquisas tradicionais sobre redes cooperativas (que se concentram em pesquisas de economistas e sociólogos), o manual “Enxergando o Todo” ajuda os engenheiros a realizar pesquisas aplicáveis e a efetivamente projetar redes de cooperação interempresas.

O manual, no entanto, se limita ao projeto de apenas um tipo de rede de cooperação: a rede de fornecedores de matérias-primas. O assunto sobre como mapear e projetar redes de inovação está fora do escopo do manual.

Apesar desta limitação, a lógica utilizada para criar uma metodologia de mapeamento de redes de cooperação entre fornecedores de matérias-primas é tão clara e com critérios tão bem definidos, que abre a possibilidade para pesquisas futuras usarem uma lógica semelhante para o mapeamento e projeto de redes de cooperação para a inovação.

#### **2.12.5. Estrutura Organizacional para a Gestão de Projetos**

Pande, Neuman e Cavanagh (2001) descreveram no livro “Estratégia Seis Sigma” sobre como esta metodologia de gestão de projetos pode ser implementada, de modo a se dinamizar mudanças significativas na empresa.

A metodologia Seis Sigma começou na Motorola em 1987 no Setor de Comunicações com o propósito de melhorar a qualidade dos produtos. O nome da metodologia se origina da letra do alfabeto grego utilizada em estatística para simbolizar o desvio-padrão, ou seja, uma medida para quantificar a variação e inconsistência de um determinado processo.

O Seis Sigma é uma metodologia abrangente que prescreve:

- a. Uma estrutura organizacional para a condução de projetos;
- b. Uma abordagem de se modelar os processos de negócio para a definição de projetos de melhoria;
- c. Fases de estruturação de projetos;
- d. Uma seqüência estruturada de um conjunto de ferramentas analíticas e organizacionais.

A metodologia Seis Sigma define um redesenho na estrutura organizacional da empresa. Em alusão às artes marciais, os papéis exercidos na estrutura organizacional Seis Sigma indicam o grau de presteza na condução da metodologia.

**Faixa-Preta** - O papel-chave é o do gerente do projeto que é um funcionário capacitado em todas as ferramentas da metodologia Seis Sigma e que comprovou ter um desempenho de carreira diferenciado. Não se trata de um funcionário de apoio (*staff*) permanente, pois este cargo é limitado por um período de poucos anos. Com isso, se evita burocracia tecnocrática e se estabelece um alinhamento coeso do papel do gerente de projeto com os interesses dos diretores de negócio, pois, dependendo do desempenho do gerente de projeto ao longo do seu mandato, ele será promovido para gerente de uma área da empresa.

**Patrocinador** - Os gerentes de área exercem o papel de patrocinadores, ou seja, são responsáveis por remover quaisquer barreiras que o time venha a ter na empresa durante a realização do projeto.

**Coach** de Seis Sigma – É o especialista técnico que fornece assistência às equipes de projeto em assuntos como, por exemplo, estatística, gestão da mudança e estratégia de projetos. Além disso, esse é o papel de quem ensina a metodologia e ferramentas Seis Sigma aos respectivos usuários na empresa.

**Faixa-Verde** – Os funcionários das áreas funcionais recebem um treinamento menos intenso do que os Faixa-Preta, porém com conteúdo suficiente para liderar projetos Seis Sigma.

**Proprietário de Processo** - Após o termino do projeto é necessário que alguém se responsabilize para que o novo desempenho seja mantido. O Proprietário de Processo é o papel do funcionário designado para garantir pelo cumprimento dos novos procedimentos de trabalho definidos pelo projeto Seis Sigma.

Para definir um projeto Seis Sigma, primeiramente se define um processo de negócio. Ao longo do projeto, as análises buscam identificar as variáveis independentes que mais contribuem para causar uma mudança na variável dependente que expressa o



desempenho do processo de negócio. A variável dependente é denominada de Y e as variáveis independentes de X. Tem-se, então que  $Y=f(X)$ .

Os projetos Seis Sigma passam por cinco fases: Definição, Mensuração, Análise, Melhoria e Controle. Estas fases são mais conhecidas pela sigla DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*)

- a. Definição - Um projeto se inicia com uma declaração do problema a ser solucionado.
- b. Mensuração – Nesta fase, as métricas dos Ys do projeto são medidas em uma série temporal, da qual se identifica o valor da média e se quantifica a variabilidade atual do processo.
- c. Análise – A fase de análise identifica os possíveis Xs, ou seja, identifica as possíveis variáveis independentes, prioriza-as e quantifica seu poder explicativo sobre o comportamento do Y.
- d. Melhoria – Uma vez comprovados os Xs relevantes na fase de Análise, a fase de melhoria testa ou simula mudanças nas variáveis independentes selecionadas. Deste modo, se cria um protótipo da solução.
- e. Controle – Finalmente, a fase de controle cria novos procedimentos de trabalho e novas atribuições de papéis e responsabilidades, de modo a se garantir que as melhorias atingidas pelo projeto sejam mantidas continuamente.

A cada fase dos projetos Seis Sigma, são utilizadas as seguintes ferramentas:

Fase de Definição – Nessa fase, a ferramenta utilizada é a Carta de Projeto na qual as partes envolvidas definem os papéis de cada membro do time, as métricas do projeto, escopo e prazo.

Fase de Mensuração – São utilizadas ferramentas estatísticas para se medir o Y e para se quantificar o quanto do comportamento do Y se deve à variação do processo e quanto se deve ao erro no sistema de medição (aparelhos de medição e pessoas que fazem a medição).

Fase de Análise – Nesta fase, se descreve o processo de negócio sendo modificado, por meio do Diagrama de Processo (fases do processo, variáveis de entrada e variáveis de saída). Do Diagrama de Processo obtém-se todos os possíveis Xs, ou seja, todas as variáveis independentes.

Em seguida, os Xs são priorizados e os Xs selecionados são analisados em detalhe com outra ferramenta para análise, o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) que estuda: a) os modos de falha; b) os seus respectivos efeitos para os Ys do projeto; c) e as causas de cada modo de falha. Em seguida, se faz uma segunda priorização dos Xs sob os critérios de severidade (o quanto o modo de falha é prejudicial para o projeto), frequência (do efeito do modo de falha) e detectabilidade (a possibilidade de se detectar o problema antes que ele prejudique o Y do projeto).

O Diagrama de Processo e o FMEA são ferramentas utilizadas por times multifuncionais ainda de modo subjetivo e não quantificado. Os Xs priorizados pelo FMEA passam também por uma Análise de Múltiplas Variáveis, na qual se usa ferramentas estatísticas como a regressão, ANOVA, etc.... Deste modo, se quantifica a correlação entre os Xs e os Ys do projeto. Feito isso, conclui-se o diagnóstico do projeto e o time sabe em que variáveis independentes deve focar mudanças de melhoria.

Fase de Melhoria – O time utilizá-se de ferramentas como Simulação ou Desenho de Experimentos com técnicas estatísticas para se definir os pontos ótimos de cada X selecionado, de modo a se otimizar o desempenho do Y para se atingir os objetivos definidos na Carta de Projeto.

Fase de Controle – Por fim, a fase de controle é concluída com ferramentas estatísticas de monitoramento dos Ys e dos Xs melhorados. Também fazem parte desta fase documentos para os novos procedimentos que garantem o controle dos Xs, conforme especificado na fase de Melhoria.

A metodologia Seis Sigma mostra evidências de resultado na literatura de negócios. Por exemplo, o respeitado ex-CEO (*Chief Executive Officer*) da *General Electric*, Jack Welsh (2001), afirma que a metodologia Seis Sigma contribuiu significativamente para a G.E. otimizar seu desempenho.

De fato, a metodologia Seis Sigma tem o mérito de utilizar o raciocínio científico indutivo (SALMON, 1993) de modo simplificado para gerar valor econômico no ambiente organizacional.

Por outro lado, a metodologia Seis Sigma pouco uso faz do raciocínio científico dedutivo (SALMON, 1993). Deste modo, se utiliza apenas o conhecimento operacional dos integrantes do time de projeto para se identificar e priorizar as variáveis independentes. Isso representa uma limitação, uma vez que o conhecimento teórico

sobre os assuntos relacionados com os respectivos processos de negócio poderia ajudar o time operacional a “enxergar” as potenciais variáveis independentes de maior impacto. Portanto, na estrutura organizacional do Seis Sigma falta o papel de um membro do time que seria responsável pela interação entre o conhecimento teórico e prático de modo a aumentar a sinergia entre o processo científico indutivo com o processo dedutivo.

Além disso, a metodologia Seis Sigma não gerencia sistematicamente o conjunto do conhecimento tácito gerado pela somatória dos projetos individuais. Deste modo, na fase de Análise do projeto, o raciocínio científico por indução capacita o time de projeto a chegar ao conhecimento com poder explicativo sobre o comportamento dos Ys e Xs do processo, de modo a implementar ações de melhoria com resultados previsíveis nas fases de Melhoria e de Controle. No entanto, uma vez obtido, este conhecimento por indução não é usado de forma mais genérica para se tentar explicar o comportamento de um maior conjunto de processos de negócio semelhantes, de modo a se otimizar o fluxo de *know-how* pela organização como um todo.

O **Quadro 2** apresenta uma síntese das abordagens estudadas.

<b>Autores</b>	<b>Pyka e Küppers, 2002</b>	<b>Nonaka e Takeuchi, 1997</b>	<b>Glasl e Lievegoed, 1994</b>	<b>Jones e Womack, 2002</b>	<b>Pande, Neuman e Cavanagh, 2001</b>
<b>Assunto</b>	Redes de Inovação.	Inovação via gestão do conhecimento organizacional.	Pré-requisitos organizacionais para redes interempresas.	Formação de rede em uma cadeia de suprimento.	Gestão de projetos. Estrutura organizacional para projetos.
<b>Tipo de bibliografia</b>	Livro com resultado de pesquisas	Livro com resultado de pesquisas	Livro texto	Manual prático	Livro de consultores
<b>Público alvo</b>	Pesquisadores e políticos	Tomadores de decisão nas empresas	Tomadores de decisão nas empresas	Tomadores de decisão nas empresas	Tomadores de decisão nas empresas
<b>Orientação teórica.</b>	Teoria da Complexidade. Simulação.	Gestão do Conhecimento.	Teoria do Desenvolvimento Organizacional	Produção Enxuta	Estatística e Técnicas da Qualidade.
<b>Orientação prática</b>	Quatro estudos de caso	Estudos de caso das empresas japonesas	Alguns exemplos ilustrativos	Exemplo ilustrativo	Exemplo ilustrativo
<b>Redes</b>	São formadas por auto-organização	Não escreve detalhadamente a respeito.	Só são possíveis para organizações maduras.	Só é possível para empresas que eliminaram desperdícios.	Descreve como os diferentes papéis internos devem cooperar (rede intra-empresa)
<b>Inovação</b>	Tornou-se muito complexa e multidisciplinar, portanto requer redes.	Resulta da criação do conhecimento organizacional.	Não escreve detalhadamente a respeito.	Não escreve a respeito.	Descreve um processo eficaz para a inovação em processos de negócio.
<b>Redes de Inovação</b>	Elabora uma teoria de redes de inovação.	Comenta serem necessárias para consolidar as bases de conhecimento.	Não escreve detalhadamente a respeito.	Não escreve a respeito.	Não escreve a respeito.
<b>Mérito geral</b>	Descreve as variáveis e a dinâmica de funcionamento de redes de inovação.	Descreve como gerenciar os tipos de conhecimento necessários para a inovação.	Descreve os pré-requisitos da maturidade organizacional para a participação em redes.	Elabora uma ferramenta prática para modelagem de rede.	Descreve um processo para aumentar a eficiência organizacional, através da gestão de projetos.

**Quadro 2:** Análise comparativa resumida

### 2.13. Críticas e Conseqüências para Pesquisas Futuras

A revisão bibliográfica acima permite identificar as seguintes críticas sobre as contribuições analisadas:

- Não atendem à necessidade dos profissionais responsáveis por manter o *know-how* de uma metodologia de gestão gerando resultados de longo prazo nas empresas.
- Não capacitam os agentes de mudança das empresas com técnicas práticas para efetivamente projetar, formar e gerenciar redes de inovação para metodologias de gestão.
- Não definem critérios para avaliar a maturidade dos agentes para participar de uma rede de inovação.
- Não detalham a definição dos papéis dos agentes integrantes de uma rede de inovação e suas respectivas responsabilidades e relacionamentos nos processos de conhecimento inter e intra-organizacionais que geram a inovação.

A pergunta a ser feita a partir dessas críticas é a seguinte: qual a abordagem que as pesquisas futuras podem adotar a fim de propor técnicas gerenciais para que redes de inovação bem projetadas mantenham o *know-how* em metodologias de gestão no longo prazo nas empresas usuárias?

Uma possível estratégia de pesquisa é seguir uma abordagem semelhante à utilizada por Jones e Womack (2002), quando elaboraram uma técnica de modelagem de redes de cooperação na cadeia de suprimento de matérias-primas. Estes autores conciliaram os resultados das pesquisas do MIT no setor automobilístico com ferramentas gerenciais usadas por gerentes da Toyota. Desta conciliação, os autores criaram novas ferramentas gerenciais para a formação de redes de cooperação interempresas.

De modo semelhante, pesquisas futuras sobre redes de inovação em metodologia de gestão podem confrontar os resultados da literatura acadêmica sobre redes de inovação com práticas gerenciais utilizadas pelas empresas bem sucedidas em implementar metodologias de gestão, de modo a definir técnicas de modelagem de redes de inovação em metodologias de gestão.

## 2.14. Elementos Constitutivos de Redes de Inovação

A fim de se elaborar um modelo para redes de inovação com base nos estudos de caso, primeiramente será realizada uma pesquisa bibliográfica para se responder à seguinte questão: Como se comportam as principais variáveis independentes que, segundo Pyka e Küppers (2002), determinam o desempenho de redes de inovação?:

- Os papéis e atributos dos agentes;
- As bases de conhecimento dos agentes;
- A estrutura dos relacionamentos entre os agentes.

### 2.14.1. Os Papéis e Atributos dos Agentes

Andrew Hargadon é um pesquisador da Universidade de Standford que teve experiência profissional na IDEO, uma empresa americana líder em projetos de produtos. O autor apresentou o conceito de “corretor de tecnologia” no artigo *Technology Brokering and Innovation in a Product Development Firm*, publicado em 1997. Este conceito se baseou numa pesquisa etnográfica realizada na IDEO.

Hargadon (1997) observa que a ampla base de conhecimento dos engenheiros da IDEO resulta justamente de seu acesso a soluções de projetos em vários mercados. Um dos motivos que explica por que a IDEO consegue exercer este papel de corretor de tecnologia é o fato de seus engenheiros não se especializarem em apenas um setor econômico, mas de serem alocados em projetos em diferentes setores econômicos. Deste modo, a IDEO consegue adquirir conhecimento sobre soluções de projeto inovadoras em um determinado setor econômico, para armazenar este conhecimento e reativá-lo num projeto futuro em um outro setor econômico na forma de uma nova combinação de soluções.

O papel de “corretor de tecnologia” tem mais propensão em aparecer quando surgem novas tecnologias com potencial valor para vários setores que, por outro lado, ainda ignoram o novo conhecimento.

Em 1971, Allen, do MIT, analisou os papéis intra-organizacionais de membros de times de projetos corporativos. O autor define “guardiões-porteiros” (*Gatekeeper*) como profissionais de alto desempenho e que também comunicam com mais frequência por toda a organização, inclusive com pessoas fora de sua área de especialidade. Estes profissionais fazem parte de times de projeto e exercem o papel de trazer informação do mundo externo para a sua organização e de levar informação do time de projeto para as outras áreas da empresa. (ALLEN, 1971)

Toby (1998) desenvolveu os conceitos de “posição de reputação” e “posição de tecnologia povoada” ao analisar empiricamente o setor de alta tecnologia em empresas de semicondutores por um período de seis anos. Foram identificadas empresas com dois tipos de posições diferentes na rede de inovação:

- a) Empresas em posições povoadas são empresas não-diferenciadas, porque participam de segmentos tecnológicos, nos quais muitas empresas inovam ativamente. Esta posição é medida pela densidade de competidores para um mesmo foco tecnológico;
- b) Empresas de prestígio são as empresas com histórico de desenvolvimento de invenções seminais.

A importância desta classificação fica evidente ao se constatar que a formação de uma relação de aliança estratégica é facilitada pela posição que a empresa tem dentro da rede. A posição de tecnologia povoada e a posição de reputação favorecem um maior número de alianças estratégicas.

Muitos autores afirmam, na literatura, que as redes de cooperação são um modelo organizacional estrategicamente vantajoso. Por que, então, não se observa um maior número de empresas buscando alianças estratégicas? Um dos motivos, segundo Toby (1998), é justamente o fato de que apenas empresas com posições estruturais na rede dos tipos “posição de tecnologia povoada” ou “posição de prestígio” têm as condições que viabilizam conduzir esta estratégia de alianças com sucesso. Isso significa, como comprovou o autor, que empresas que não são de prestígio e vivem em áreas tecnológicas com baixa densidade de competidores são empresas que apresentam menor propensão a alianças estratégicas.

Outro fato interessante, é que empresas de menor prestígio procuram alianças estratégicas com empresas de grande prestígio como uma forma de adquirir um tipo de “certificação” perante o mercado. Por saberem disto, as empresas de prestígio adquirem um grande poder de barganha, de modo a definirem os principais termos da aliança a ser formada com uma empresa de menor prestígio.

No setor de semicondutores, Toby (1998) também validou estatisticamente, que empresas com várias alianças estratégicas prévias se beneficiam com acesso privilegiado a potenciais parceiros adicionais. Neste mesmo sentido, Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996) constataram no setor da biotecnologia que a reputação de uma empresa depende de ela ter vínculo de colaboração com diversos parceiros.

Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996) estudaram redes de cooperação para a aprendizagem entre empresas e concluíram que, no setor de biotecnologia, a idade de uma empresa não é importante para explicar a propensão de um agente para se engajar em uma rede. Além disso, os pesquisadores constataram que o tamanho de uma empresa não é uma causa, mas é uma consequência da participação em uma rede.

#### **2.14.2. As Bases de Conhecimento dos Agentes**

Os seguintes determinantes das bases de conhecimento dos agentes integrantes de redes de inovação foram identificados na revisão da literatura:

- Processo organizacional para o gerenciamento do conhecimento em empresas com o papel de corretoras tecnológicas;
- Participação em projetos específicos;
- Dispersão das fontes de conhecimento;

Hargadon (1997) descreveu as rotinas que a IDEO utiliza para gerenciar o desenvolvimento de seu conhecimento organizacional. Tais rotinas estimulam uma grande ampliação da diversidade de experiência em seus profissionais. Para este fim, a empresa criou rotinas organizacionais para adquirir, armazenar e reativar uma ampla gama de conhecimentos tecnológicos. A isso Hargadon e Sutton (1999) deram o nome de ciclo de corretagem de conhecimento.

A primeira fase deste ciclo consiste na captura de boas idéias. Quando um engenheiro da IDEO encontra uma idéia interessante, ele não a arquiva simplesmente, mas brinca com a idéia, imaginando novas aplicações e cria modelos tangíveis para descobrir sutilezas de seu funcionamento.

O segundo passo, é manter as idéias vivas. A IDEO tem “*Tech Boxes*” que são lugares para o armazenamento de modelos e protótipos de várias boas idéias. Cada lugar destes tem um curador responsável e cada peça está documentada na intranet da empresa. As empresas de consultoria, como a McKinsey, por exemplo, já têm maior dificuldade de manter vivas idéias, já que metodologias de gestão são intangíveis. No início, esta consultoria procurou grandes bancos de dados para armazenar o seu conhecimento. No entanto, a empresa percebeu que o aspecto chave para manter o conhecimento vivo, é facilitar que seus consultores encontrem o especialista certo rapidamente em caso de dúvida.



A terceira fase é imaginar novos usos para velhas idéias. Isso ocorre, pelo uso de analogias.

Por fim, a quarta fase visa testar conceitos promissores. Nesta fase, a IDEO faz com que o profissional tenha acesso a vários especialistas para ajudá-lo a testar uma idéia rapidamente. Se a idéia não funciona, ela é descartada para que uma outra idéia seja testada.

Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996) também chegaram à importante constatação que o conhecimento em redes de inovação é obtido por meio da colaboração em projetos específicos.

No entanto, as redes de conhecimento também são determinadas por fatores ambientais. Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996) analisaram os fatores determinantes na motivação para a formação de redes de inovação. No núcleo do relacionamento entre empresas de tecnologia está a necessidade vital de acessar conhecimento relevante, pois este é um conhecimento sofisticado e bastante disperso, sendo, portanto, difícil de se obter apenas por esforços internos de uma única empresa. Segundo os autores, as redes surgem em setores econômicos, nos quais as fontes de conhecimento estão dispersas e os caminhos para o desenvolvimento de tecnologia ainda não estão padronizados.

Nooteboom (1999) se remete a teorias cognitivas que entendem que as pessoas e as empresas precisam de fontes externas de cognição e competências a fim de complementar a suas próprias cognições. Deste modo, o autor reforça o argumento de que ligações entre organizações são importantes para a inovação, através da utilização de competências complementares.

### **2.14.3. Estrutura dos Relacionamentos entre os Agentes**

Primeiramente, é necessário se definir o significado de relacionamento organizacional. Holmen, Pedersini e Torvatn (2004) fazem uma clara distinção entre relacionamento e episódio. Um relacionamento é um conjunto de episódios de trocas organizacionais conectadas. Os episódios são limitados no tempo e tratam de assuntos pontuais como, por exemplo, um projeto conjunto de desenvolvimento de um novo produto, testes de produtos, troca de pessoal, etc... O interessante é que, quando um certo episódio é precedido por uma série de outros episódios, os agentes em questão já estabeleceram uma orientação conjunta, ou seja, estabeleceram um relacionamento

organizacional. Um relacionamento influencia um episódio de troca organizacional e cada episódio afeta o próprio relacionamento.

A estrutura de relacionamentos entre os agentes varia conforme varia a finalidade da rede de inovação. Ao analisar como redes de inovação entre empresas agrícolas na França desenvolvem produtos ambientalmente sustentáveis, Chiffolleau (2004) diferencia dois tipos de redes com papéis distintos na inovação. O primeiro tipo visa ao desenvolvimento de um conhecimento comum. Já o segundo tipo, é uma fonte para respostas pragmáticas para questões específicas. Ulrich e Ellison (1999) analisam como os requerimentos do cliente determinam em quais componentes a empresa deve ter pleno controle do projeto e em quais pode deixar o projeto ser desenvolvido por parceiros. Baseados num estudo estatístico de uma análise transversal de 225 produtos (nos mercados: automotivo, consumo, militar, médico e industrial), os autores constataram que aumenta a proporção de componentes projetados num produto, quanto mais holísticos forem os requerimentos do consumidor. Portanto, o tipo de requerimento do cliente é um determinante da complexidade da inovação e, em decorrência, da propensão para a formação de parcerias na inovação de produtos.

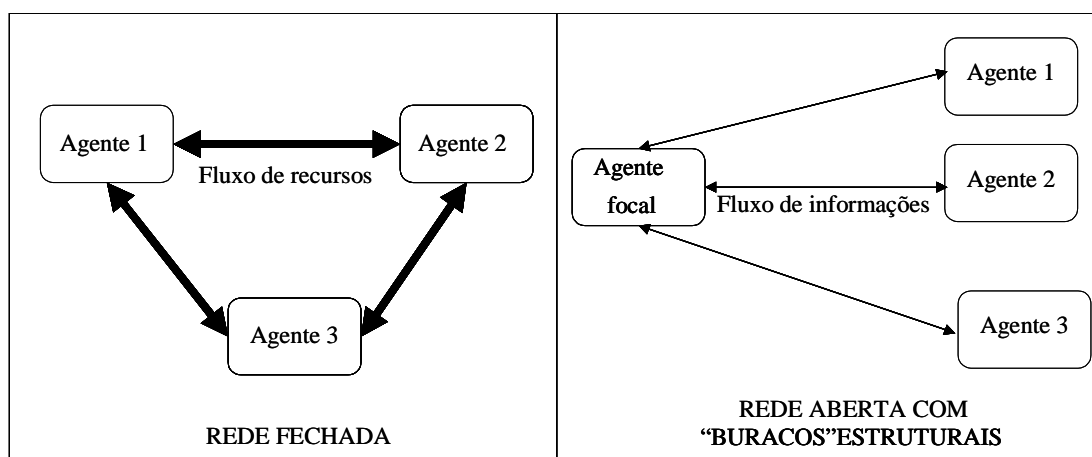
Na literatura, se destacam os seguintes assuntos sobre as estruturas de relacionamento entre os agentes de redes de inovação: resultado das parcerias, alianças em P&D como a “porta de entrada” para as redes de inovação, redes fechadas versus buracos estruturais e relacionamentos diretos e indiretos.

No setor de biotecnologia, a análise estatística de Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996) comprova que empresas com parcerias têm maior competência e experiência do que empresas sem laços de parceria. Deste fato, os autores concluíram que, neste setor de rápido desenvolvimento tecnológico, o âmbito da inovação ocorre em comunidades, ou seja, em redes de relações interorganizacionais.

Segundo Powell, Koput, e Smith-Doerr (1996), o ingresso de acesso às redes de inovação são alianças em pesquisas de P&D. Reforçando esta conclusão, tem-se o fato que é raro se encontrar empresas sem parcerias no setor de biotecnologia e a maioria das empresas que sobreviveram e cresceram, são empresas com várias parcerias. A pesquisa destes autores revelou que, durante o período de 1990 a 1994, as empresas analisadas aumentaram a sua densidade de rede (calculada pelo número de conexões) em 50%.

Ahuja (2000) estudou como as redes afetam a inovação, medida pelo número de patentes no setor químico, onde constata que redes fechadas, ou seja, redes com relacionamentos de compromisso de longo prazo entre os agentes, são redes propícias

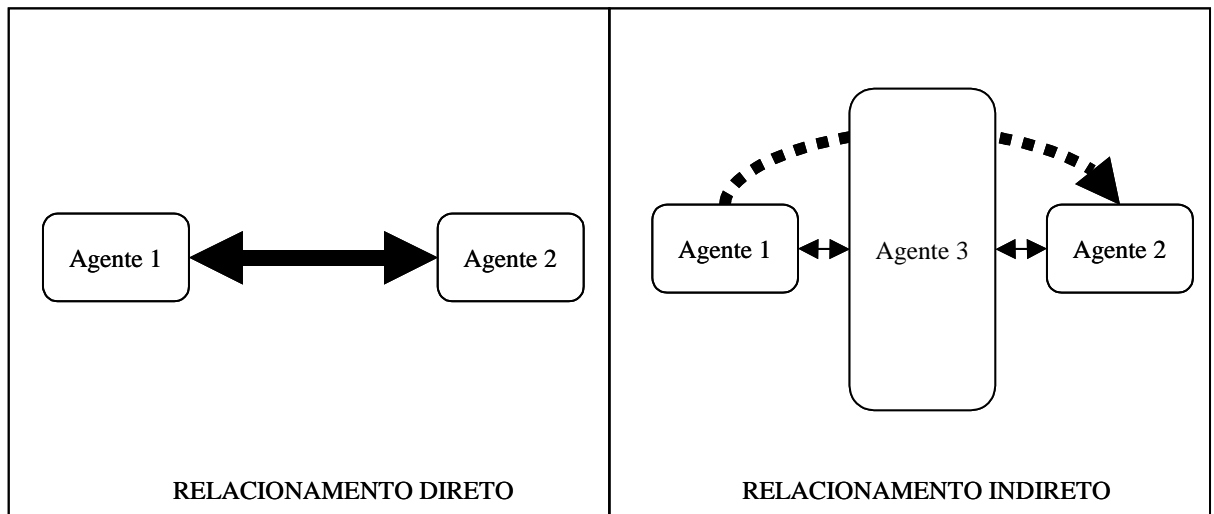
para criar ambiente colaborativo e para superar o oportunismo (risco do atual parceiro não cumprir com os acordos da parceria e usar o conhecimento da parceria para disputar com a empresa ex-parceira). Por outro lado, redes com buracos estruturais (isto é, contatos com diversos parceiros que não interagem entre si) facilitam para se obter rápido acesso a informações diversificadas. No entanto, os buracos estruturais dificultam a inovação, por prejudicarem a relação de confiança entre os agentes parceiros. A **Figura 2** apresenta a configuração da rede fechada e da rede aberta.



**Figura 2** – Rede Fechada e Rede Aberta. Figura do autor, segundo Ahuja (2000).

Ahuja (2000) também mostra o efeito das ligações diretas e das ligações indiretas no desempenho em inovações. Uma ligação direta é o acesso à empresa com a qual se estabeleceu uma parceria, sendo que tal ligação ocorre sem a intermediação de terceiros. Por outro lado, ligações indiretas, são os relacionamentos nos quais a empresa analisada tem algum tipo de acesso indireto a várias empresas por intermédio de uma empresa com a qual tem parceria direta. Por exemplo, um cliente de uma consultoria tem uma relação direta com esta empresa de consultoria e uma relação indireta com vários outros clientes atendidos pela mesma empresa de consultoria. Ahuja demonstra que as ligações diretas entre empresas proporcionam compartilhamento de recursos e conhecimento, enquanto que as ligações indiretas, proporcionam apenas o compartilhamento de informações para a empresa focal.

As configurações dos relacionamentos diretos e dos relacionamentos indiretos são representadas na **Figura 3**.



**Figura 3** – Relacionamentos Direto e Indireto. Figura do autor, segundo Ahuja (2000).

### 2.15. A Metodologia de Gestão da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle de Produção

Para que se compreenda como a rede de inovação dos estudos de caso foi elaborada, será necessário descrever brevemente as principais características da metodologia de gestão implementada: o aplicativo da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle da Produção.

A Teoria das Restrições foi criada pelo físico israelense, Eliyahu Goldratt. Após concluir o seu doutorado sobre otimização de fluxo de líquidos e obter patentes neste campo, Goldratt se dedicou a resolver problemas de programação de produção em uma fábrica. Para otimizar o atendimento de pedidos no prazo, aumentar a produtividade e diminuir os estoques, Goldratt elaborou um método de programação da produção e fundou uma empresa para comercializar o *Optimized Production Technology*, software criado para programar a produção de manufaturas.

Em 1982, sua empresa foi avaliada como a sexta empresa de maior crescimento nos EUA. Alguns anos depois, escreveu o livro “A Meta”, que vendeu mais de dois milhões de cópias, para divulgar sua metodologia de produção, o “*Drum-Buffer-Rope*” (GOLDRATT, 1984).

De acordo com o conceito de inovação tecnológica utilizado por Kruglianskas (1996) pode-se considerar uma implementação da metodologia de planejamento e controle da produção pela Teoria das Restrições como uma inovação tecnológica, por ser comprovada a sua contribuição no aumento da competitividade da empresa em

indicadores como atendimento de pedidos no prazo, tempo de fabricação e giro de estoque. (CSILLAG e CORBETT, 1998)

Os detalhes sobre o funcionamento dos algoritmos do Tambor-Pulmão-Corda (*Drum-Buffer-Rope*) foram publicados por Goldratt, quando ele decidiu focar no ensino da Teoria das Restrições e não mais no software de programação da produção. (GOLDRATT, 1991).

A seguir serão descritos os algoritmos e rotinas do Tambor-Pulmão-Corda.

a) *Drum* (Tambor) – A Definição do Ritmo Viável de Produção

A programação da produção pela Teoria das Restrições visa alinhar o ritmo de todo o fluxo de produção com o ritmo de vendas. Para isso, apenas um recurso ou um centro de trabalho é programado.

Se a demanda for maior do que a capacidade, alguns pedidos não serão entregues no prazo e o volume de produção do fluxo de produção como um todo vai ser determinado pelo recurso de menor capacidade, ou seja, pelo gargalo. Portanto, a seqüência de produção que irá maximizar a entrega de produtos no prazo deve ser definida no gargalo, de acordo com sua capacidade real. Tanto a liberação de materiais como a seqüência de produção dos recursos não-gargalo devem se subordinar à programação do gargalo. Deste modo, o recurso com restrição de capacidade deve ser o responsável pelo ritmo de todo o fluxo de produção. Ele é o *Drum* (tambor), numa analogia ao exército que marchava sincronizadamente pelo ritmo de um tambor.

Caso a demanda seja menor que a capacidade, haverá ociosidade. Neste caso, o ritmo para o fluxo de produção como um todo deve ser dado pela seqüência da expedição.

b) *Buffer* (Tempo de Proteção) - Imunização do Fluxo contra Paradas Imprevistas

Nem tudo ocorre conforme o planejado em uma fábrica. Os pedidos de produção podem atrasar por faltas de materiais ou embalagens, erro no sistema de informação, defeito de qualidade, falta de mão-de-obra, etc. Além disso, os lotes de produção, as reprogramações e os “encaixes” de pedidos de última hora para clientes-chave são causas muito comuns para a fila de ordens de produção crescer demais e dificultar a gerenciabilidade do sistema.

Apesar de não se saber o que dará errado, pode-se fazer um levantamento da frequência e duração das paradas imprevistas durante os últimos meses e programar a liberação de materiais e o recurso com restrição de capacidade com um tempo de proteção dimensionado em função deste levantamento. Essa medida simples evita excesso de reprogramações.

c) *Rope* (Corda) – Limitação Controlada do Estoque em Processo

Para que a proteção de tempo seja formada, o programa da liberação de materiais deve ser subordinado ao programa da restrição e da expedição, sendo que está “amarrado” entre os programas em diferentes pontos do fluxo é feita pela “Corda”. Assim, a seqüência da liberação de materiais respeita a capacidade do gargalo e, além disso, é antecipada pela duração dos Tempos de Proteção.

c) *Buffer Management* (Controle da Proteção de Tempo) – Gerenciamento das Exceções

As rotinas de Controle da Produção na Teoria das Restrições são realizadas pelo *Buffer Management*, que consiste do acompanhamento do *status* real da proteção de tempo de cada pedido e ordem de produção da linha de produtos. Na prática, o Controle da Proteção de Tempo oferece um claro critério de priorização e urgenciamento de produção em termos de risco de atraso.

Uma segunda função do monitoramento do risco de atraso consiste na identificação das causas de consumo imprevisto da proteção de tempo. Essas causas são priorizadas para orientar o foco em projetos de melhoria para redução do tempo de suprimento (*lead-time*).

## **2.16. Considerações Finais sobre a Revisão Bibliográfica**

Em síntese, a revisão bibliográfica resultou na noção de que a inovação é um determinante-chave para o desenvolvimento econômico e para a competitividade das empresas e das regiões econômicas. Além disso, se enfatizou o conceito que inovação consiste de invenções e melhorias em produtos e processos que gerem impacto econômico no desempenho organizacional. No entanto, foi visto que a dinâmica da inovação é bastante distinta entre uma inovação incremental, uma inovação em arquitetura ou uma inovação de ruptura. Tais dinâmicas distintas decorrem dos diferentes pré-requisitos organizacionais que compõem a capacidade de inovação

adequada para cada tipo de inovação. Por outro lado, a revisão analisou como a capacidade de inovação depende da estratégia de inovação, da abordagem para a mudança organizacional e da abordagem de gestão de projetos.

Finalmente, a revisão geral da literatura evidenciou vários recortes temáticos e exemplos práticos que comprovam como a capacidade de inovação pode ser significativamente consolidada, por meio da estruturação de redes entre os agentes de inovação, tanto entre as empresas, quanto dentro da empresa.

Já a revisão aprofundada da literatura analisou cinco livros com temas relacionados a redes de inovação. Desta análise, foi possível concluir que as variáveis independentes mais importantes para uma rede de inovação são os atributos dos agentes, as estruturas de relacionamento entre os agentes e a evolução das bases de conhecimento dos agentes. Em seguida, foram vistos detalhes nos processos organizacionais que fazem as bases de conhecimento evoluir. Também foram analisados os pré-requisitos na maturidade organizacional para que uma organização possa formar e gerir uma rede entre empresas. O recorte temático seguinte descreveu o efetivo processo, fase a fase, para a formação de uma rede de cooperação entre empresas em uma cadeia de suprimentos. Por fim, foram revistos os mecanismos organizacionais do Seis Sigma, uma metodologia eficazmente utilizada pelas grandes empresas na gestão de projetos.

No entanto, a presente revisão da literatura não foi capaz de identificar uma contribuição estruturada sobre como os próprios agentes organizacionais podem formar e gerenciar uma rede de inovação, o que abre a oportunidade de contribuição para a presente pesquisa. Para tangibilizar tal oportunidade, foi realizada uma revisão detalhada sobre as variáveis independentes de uma rede de inovação, ao se analisar os diversos tipos de agentes, as diversas formas e propósitos de estruturas de relacionamento e os possíveis processos para se gerenciar a evolução das bases de conhecimento.

Por fim, a revisão aprofundada da literatura descreveu o funcionamento dos algoritmos e procedimentos da Teoria das Restrições no Planejamento e Controle da Produção, pois são estes algoritmos e procedimentos que serão objeto do modelo proposto para inovação incremental, em arquitetura e de ruptura nesta metodologia de gestão.

## 3

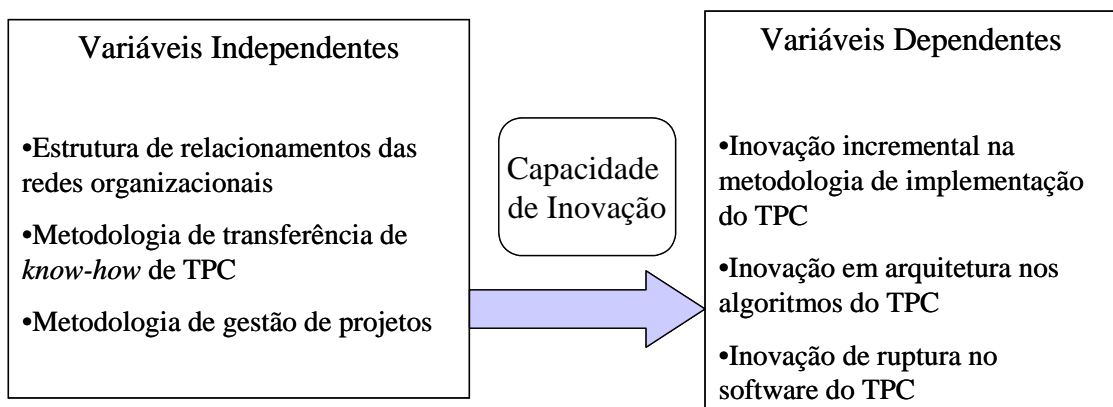
---

 METODOLOGIA DE PESQUISA
 

---

### 3.1. Introdução

De acordo com os construtos identificados na revisão bibliográfica, foi estabelecida uma estrutura analítica para a dissertação de mestrado conforme a **Figura 4**.



**Figura 4** – Estrutura analítica da dissertação (CALIA, 2005).

Para cumprir com o objetivo da pesquisa de “propor um modelo para sistematizar os requisitos para a formação e gerência de uma rede de inovação em uma metodologia de gestão, a Teoria das Restrições no Planejamento e Controle da Produção”, será necessário analisar como se obtém inovações nos algoritmos desta metodologia de gestão, ou seja, no Tambor-Pulmão-Corda, ou TPC. Deste modo, foram escolhidas três modalidades de inovação como variáveis dependentes da pesquisa:

- a) A inovação incremental para criar uma metodologia mais eficiente de implementação do TPC;



- b) A inovação em arquitetura para criar uma nova geração de algoritmos do TPC;
- c) A inovação de ruptura para criar um novo software de TPC.

A pesquisa avaliará o papel dos condicionantes destas inovações em variáveis independentes como:

- a) A estrutura de relacionamento nas redes entre as empresas e organizações especializadas no TPC;
- b) A metodologia de transferência de *know-how* de TPC;
- c) A metodologia de gestão de projetos utilizada nas implementações de TPC.

A pesquisa dará ênfase em observar como tais variáveis independentes afetam a capacidade de inovação dos times de manufatura e dos times de especialistas de TPC, a fim de conduzirem as inovações almejadas.

Para conduzir esta estrutura analítica, optou-se pela metodologia de estudo de caso. As considerações sobre a metodologia de estudo de caso a seguir, se fundamentam no livro “Estudo de Caso – Planejamento e Métodos” de Robert Yin (YIN, 2005).

Segundo Yin (2005), a metodologia de estudo de caso se presta para pesquisas que procuram respostas a perguntas do tipo “como” e “por que”, quando a ênfase se encontra em fenômenos inseridos em algum contexto da vida real.

Uma vez que a pesquisa visa propor um modelo de inovação para o TPC, será necessário entender como e por que implementações de TPC são eficazes. Além disso, para inferir sobre o potencial de novas gerações do TPC, através da inovação em arquitetura, também será necessário analisar como e por que aumenta a eficiência de implementações de TPC, quando as funcionalidades dos algoritmos de Teoria das Restrições são integradas com as funcionalidades de outras metodologias de gestão, como a Produção Enxuta e o Seis Sigma. Por fim, para inferir sobre o potencial de inovação de ruptura no software de TPC, será necessário investigar como e por que os usuários finais atingem bons resultados na manufatura, utilizando apenas uma pequena porção das funcionalidades do software de TPC.

Portanto, para propor um modelo de inovação para o TPC, será necessário conduzir uma pesquisa explanatória.

Outra vantagem do estudo de caso, é que esta metodologia de pesquisa é adequada para analisar condições contextuais, caso sejam pertinentes ao fenômeno em

estudo (YIN, 2005). O fenômeno estudado na dissertação é a inovação do TPC. Como essa metodologia de gestão só faz sentido ser analisada no seu contexto representado pela manufatura usuária, a metodologia de estudo de caso proporcionará que se investigue as circunstâncias organizacionais que favorecem a inovação do TPC, como, por exemplo, a estrutura organizacional para a gestão de projetos de implementação, a metodologia adotada para a transferência do *know-how* de TPC e a estrutura de relacionamentos organizacionais entre os agentes envolvidos nas implementações de TPC.

O Projeto de Pesquisa de Estudo de Caso apresentado no **Quadro 3** abaixo, define que será realizada uma pesquisa explanatória voltada à inovação do TPC (unidade de análise) a fim de se compreender como as redes organizacionais contribuem para as inovações do TPC. Mais especificamente, o Estudo de Caso visa validar a hipótese de que a inovação do TPC requer uma estrutura de redes organizacionais para se obter os conhecimentos tácitos necessários à inovação do TPC. Para isso, será realizado um Estudo de Casos Múltiplos composto por três casos. Através da comparação dos resultados destes três casos, busca-se compreender como a inovação do TPC depende: a) da estrutura de relacionamento das redes organizacionais; b) da metodologia de transmissão de *know-how* de TPC e c) da metodologia de gestão de projetos.

O primeiro estudo de caso foi realizado na Empresa Metalúrgica, onde ocorreu o desenvolvimento final e a primeira implementação do software do TPC (o Drummer) ocorrida entre os anos 1998 e 2000. Os estudos de caso seguintes foram realizados nas Manufaturas I e II de uma subsidiária brasileira de uma empresa norte-americana. A implementação do TPC na Manufatura I ocorreu entre 2001 e 2003, enquanto que a implementação na Manufatura II ocorreu de 2003 a 2004. Ambas as manufaturas implementaram o TPC com o software Drummer, analisado no primeiro estudo de caso.

As implementações nas Manufaturas I e II foram escolhidas por conveniência a fim de se aproveitar a fonte de dados provinda da observação direta participante (YIN, 2005), pois o autor desta dissertação, como funcionário da empresa proprietária das Manufaturas I e II, exerceu o papel de coordenador interno da implementação do TPC e especialista interno de TPC.

A vantagem de estudos de caso realizados pela coleta de dados a partir da observação participante é a oportunidade de se perceber a realidade do ponto de vista de

alguém de “dentro” do estudo de caso para proporcionar um retrato acurado do fenômeno analisado (YIN, 2005).

No entanto, a observação participante incorre no risco do pesquisador chegar a conclusões tendenciosas, por não ter a perspectiva imparcial de observador externo (YIN, 2005). Para se minimizar este risco, a presente pesquisa realizou análises de dados temporais que comprovam a eficácia das implementações e dados sobre a duração das implementações. Além disso, as evidências dos estudos de caso realizados por observação participante foram confrontadas com evidências do primeiro estudo de caso (no qual o pesquisador não exerceu o papel de observador participante) e com evidências de fontes de informações secundárias advindas do mercado internacional de softwares de TPC.

<b>Componentes do Projeto de Pesquisa</b>	
<b>Tipo de Pesquisa</b>	Explanatória
<b>Questão do estudo</b>	De que modo as redes organizacionais podem contribuir para as inovações no aplicativo da Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle da Produção?
<b>Hipótese</b>	A inovação do TPC depende de redes de inovação para a transmissão de novos conhecimentos tácitos
<b>Unidade de Análise</b>	Inovação do TPC
<b>Número de Casos</b>	Estudo de Casos Múltiplos (Três Casos) para replicações teóricas para produzir resultados contrastantes
<b>Limites de Tempo</b>	De 1998 a 2000 para o caso 1, de 2001 a 2003 para o caso 2 e de 2003 a 2004 para o caso 3
<b>Local</b>	Empresa Metalúrgica, Manufatura I e Manufatura II
<b>Validade dos construtos</b>	Utilização de fontes múltiplas de evidências (três diferentes manufaturas, observações diretas, documentos, gráficos e entrevistas)
<b>Validade interna (qualidade da relação causal)</b>	Adequação ao modelo lógico de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002).
<b>Validade externa (domínio de generalização das descobertas do estudo de caso)</b>	Utilizou-se da lógica de replicação em estudos de caso múltiplos
<b>Confiabilidade (demonstra que os procedimentos podem ser repetidos)</b>	Utilizou-se protocolo de estudo de caso

**Quadro 3:** Componentes do Projeto de Pesquisa (Quadro do autor, segundo YIN, 2005)

Para se obter construtos válidos a partir do estudo de caso, foram utilizadas diversas fontes de dados além da observação direta participante. A pesquisa utilizou-se de:

- a) Relatórios de implementação dos projetos de implementação do TPC;
- b) Levantamentos de dados de percentual de pedidos atendidos no prazo e de inventário antes e depois da implementação de TPC;

- c) Entrevistas com os principais envolvidos nas implementações: os planejadores de produção, os líderes de produção e os gerentes de manufatura.

Por fim, para se obter a validade externa, de modo a se definir o domínio para a generalização das conclusões da pesquisa, foi adotada a estratégia de Estudo de Casos Múltiplos.

Os Estudos de Caso Múltiplos foram estruturados em uma seqüência apresentada no **Quadro 4**, a fim de confirmar as descobertas tanto pela repetição de resultados, como pela confrontação de resultados (YIN, 2005).

O primeiro estudo de caso foi realizado sobre o desenvolvimento e a primeira implementação do Drummer, o software de TPC, para validar se apenas estruturas de relacionamentos abertas seriam suficientes para se obter os conhecimentos necessários para o desenvolvimento de um software de TPC eficaz, apto a diminuir atrasos e reduzir estoques na manufatura. No entanto, como veremos com mais detalhe no próximo capítulo, o primeiro estudo de caso rejeitou a hipótese inicial, mostrando que a eficácia do software do TPC só foi possível devido ao conhecimento tácito obtido pelo relacionamento fechado e direto com a Empresa Metalúrgica, que foi a primeira manufatura usuária do software.

Para se confirmar a descoberta do primeiro estudo de caso, foi realizado o segundo estudo de caso, agora na Manufatura I, o qual constatou que a eficácia da implementação do TPC dependeu do conhecimento tácito gerado através de relacionamento fechado e direto com a linha de produção escolhida como piloto das implementações.

Por fim, o terceiro estudo de caso realizado na Manufatura II, procurou confrontar-se com o estudo de caso da manufatura I ao comparar não os resultados de redução de atrasos e redução de inventário, mas ao comparar os resultados, em termos de tempo de implementação. Deste modo, foram confrontados os resultados de eficiência da implementação e não de eficácia. Para isso, o terceiro estudo de caso analisou dois fatores com potencial de agilizar a eficiência da implementação do TPC:

- a) A adoção de uma estrutura matricial para a gestão de projetos de implementação;
- b) A integração dos algoritmos do TPC com funcionalidades da Produção Enxuta e do Seis Sigma, o que representa uma inovação em arquitetura nas funcionalidades do TPC.

Estrutura de Estudo de Casos Múltiplos			
	Desenvolvimento e primeira implementação do software de TPC	Implementação do TPC na Manufatura I	Implementação do TPC na Manufatura II
Hipótese	A rede de relacionamentos aberta é o suficiente para que o software de TPC seja eficaz	A rede de relacionamentos aberta é o suficiente para que a implementação do TPC seja eficaz	Uma estrutura matricial por projeto agiliza a implementação do TPC e favorece a sua integração com outras metodologias de gestão.
Conclusão	O software do TPC foi desenvolvido a partir do conhecimento tácito em TPC obtido pelo relacionamento fechado com a Empresa Metalúrgica	Os resultados da implementação só foram obtidos, quando se gerou conhecimento tácito em TPC obtido pelo relacionamento fechado com a implementação piloto	A estrutura matricial proporcionou maior foco e rapidez à implementação e viabilizou a integração do TPC com a Produção Enxuta e o Seis Sigma através de relacionamentos abertos com especialistas.

**Quadro 4:** Estrutura de Estudo de Casos Múltiplos (Quadro do autor, segundo YIN, 2005)

### 3.2. Protocolos dos Estudos de Caso

Segundo Yin (2005), os protocolos de pesquisa definem procedimentos padronizados para o estudo de caso poder ser replicado por outros pesquisadores de modo a se obter os mesmos resultados, para um mesmo estudo de caso. Ou seja, os protocolos viabilizam a reprodutibilidade da pesquisa.

O protocolo de estudo de caso deve definir a questão da pesquisa, a hipótese sendo validada, as fontes de informação e as questões para serem respondidas pela pesquisa. Note-se que as questões levantadas no protocolo de estudo de caso não são direcionadas às pessoas entrevistadas pelo pesquisador, mas são questões direcionadas ao próprio pesquisador, para guiá-lo de modo a obter o conjunto de evidências necessárias e suficientes para se responder às questões do protocolo (YIN, 2005).

Deste modo, o protocolo do primeiro estudo de caso, conforme sintetizado no **Quadro 5**, visa analisar a criação do software de TPC e sua inovação incremental durante a sua primeira implementação na Empresa Metalúrgica. Para isso, foram entrevistados:

- a) O sócio empreendedor da Linter Sistemas que liderou o desenvolvimento do software de TPC;
- b) O principal executivo da Empresa Metalúrgica que participou do desenvolvimento final do Drummer e liderou a primeira implementação do mesmo;

- c) Os consultores de Teoria das Restrições do Instituto Goldratt envolvidos no desenvolvimento do Drummer.

Além das entrevistas, também foram utilizados dados de séries temporais para avaliar a eficácia do Drummer na Empresa Metalúrgica (dados de atendimento de pedidos no prazo, giro de inventário, material em processo, horas-extras e tempo de produção).

Para estabelecer as relações causais entre os atributos de rede organizacional e a transmissão de conhecimento, foi utilizado o modelo de Ahuja (2000).

Durante o estudo de caso, foram analisados o histórico do desenvolvimento do software de TPC, as contribuições das organizações envolvidas, as estruturas de relacionamento e a evolução das bases de conhecimento.

<b>Protocolo do Estudo de Caso do Desenvolvimento do Drummer (software de TPC)</b>	
<b>Questão do estudo</b>	De que modo as redes organizacionais podem contribuir para a criação do software do TPC e para a sua primeira implementação?
<b>Hipótese</b>	A rede de relacionamentos aberta é o suficiente para que o software de TPC seja eficaz
<b>Unidade de Análise</b>	Criação e inovação incremental do software do TPC
<b>Limites de Tempo</b>	De 1998 a 2000
<b>Local</b>	Empresa Metalúrgica
<b>Validade dos construtos</b>	Utilização de fontes múltiplas de evidências (documentos, gráficos e entrevistas com representantes da Linter, da Empresa Metalúrgica e do Instituto Goldratt)
<b>Validade interna (qualidade da relação causal)</b>	Adequação ao modelo lógico de Ahuja (2000).
<b>Questões do Estudo de Caso</b>	Qual foi o histórico do desenvolvimento do Drummer (o software de TPC)?
	Quais foram as organizações que participaram do desenvolvimento do Drummer e de que modo contribuíram?
	Quais eram as estruturas de relacionamento com as organizações que participaram do desenvolvimento do Drummer? Relacionamentos abertos ou fechados? Relacionamentos diretos ou indiretos?
	Como a base de conhecimento da Linter e da Empresa Metalúrgica se desenvolveu ao longo da criação do Drummer? O que foi aprendido? Quais foram as novas competências obtidas?

**Quadro 5:** Protocolo para o Estudo de Caso do desenvolvimento do *Drummer* (Quadro do autor, segundo YIN, 2005)

Já no segundo e terceiro estudos de caso, procurou-se subsídios para o modelo de inovação incremental e inovação de ruptura no TPC ao focar na unidade de análise

representada pela implementação do TPC e pela sua utilização pelos usuários finais. Além das questões sobre as variáveis analisadas no estudo de caso anterior, o segundo e terceiro estudos de caso também questionaram a metodologia de transmissão de *know-how* do TPC adotada durante a respectiva implementação (**Quadro 6** e **Quadro 7**).

Para se obter a validade interna, de modo a gerar boa qualidade nas relações causais entre as variáveis estudadas, optou-se por confrontar as implementações na Manufatura I e II com dois modelos lógicos:

- a) Para se analisar a metodologia de transferência de *know-how* de TPC foi utilizado o modelo de Jones e Womack (2002);
- b) Para se analisar a dinâmica de rede de inovação foi adotado o modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002).

<b>Protocolo do Estudo de Caso da Implementação do TPC na Manufatura I</b>	
<b>Questão do estudo</b>	De que modo as redes organizacionais podem contribuir para a implementação do TPC na Manufatura I?
<b>Hipótese</b>	A rede de relacionamentos aberta é o suficiente para que a implementação do TPC seja eficaz
<b>Unidade de Análise</b>	Implementação e utilização do TPC
<b>Limites de Tempo</b>	De 2001 a 2003
<b>Local</b>	Manufatura I
<b>Validade dos construtos</b>	Utilização de fontes múltiplas de evidências (observações diretas, documentos, gráficos e entrevistas com o gerente de manufatura, o planejador da produção e com o líder de produção)
<b>Validade interna (qualidade da relação causal)</b>	Adequação ao modelo lógico de Jones e Womack (2002) e ao modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002).
<b>Questões do Estudo de Caso</b>	Qual foi o histórico da implementação do TPC?
	Quais foram as organizações e agentes que participaram da implementação e de que modo contribuíram?
	Quais eram as estruturas de relacionamento com as organizações e agentes que participaram da implementação?
	Qual foi a metodologia de transmissão do <i>know-how</i> do TPC? Como a base de conhecimento da Manufatura I se desenvolveu ao longo da implementação?

**Quadro 6:** Protocolo para o Estudo de Caso da implementação do TPC na Manufatura I (Quadro do autor, segundo YIN, 2005)

<b>Protocolo do Estudo de Caso da Implementação do TPC na Manufatura II</b>	
<b>Questão do estudo</b>	De que modo as redes organizacionais podem contribuir para a implementação do TPC na Manufatura II?
<b>Hipótese</b>	Uma estrutura matricial para a gestão de projetos agiliza a implementação do TPC e favorece a sua integração com outras metodologias de gestão.
<b>Unidade de Análise</b>	Implementação e utilização do TPC
<b>Limites de Tempo</b>	De 2003 a 2004
<b>Local</b>	Manufatura II
<b>Validade dos construtos</b>	Utilização de fontes múltiplas de evidências (observações diretas, documentos, gráficos e entrevistas com o gerente de manufatura, o planejador da produção e com o líder de produção)
<b>Validade interna (qualidade da relação causal)</b>	Adequação ao modelo lógico de Jones e Womack (2002) e ao modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002).
<b>Questões do Estudo de Caso</b>	Qual foi o histórico da implementação do TPC?
	Quais foram as organizações e agentes que participaram da implementação e de que modo contribuíram?
	Quais eram as estruturas de relacionamento com as organizações e agentes que participaram da implementação?
	Qual foi a metodologia de transmissão do <i>know-how</i> do TPC? Como a base de conhecimento da Manufatura II se desenvolveu ao longo da implementação?

**Quadro 7:** Protocolo para o Estudo de Caso da implementação do TPC na Manufatura II (Quadro do autor, segundo YIN, 2005)



## 4

### PESQUISAS EMPÍRICAS

---

#### **4.1. Histórico do Desenvolvimento do Software**

Os Empreendedores e a Empresa - A Linter Sistemas é uma empresa criada por dois sócios: o sócio empreendedor e o sócio programador de sistemas. A empresa surgiu em 1988 e obteve o nome atual em 1997. Antes de fundar seu negócio próprio, o sócio empreendedor trabalhou em uma manufatura por cinco anos no departamento de Tecnologia da Informação e na implementação de ERP (*Enterprise Resource Planning*). O sócio programador de sistemas também teve experiência profissional em uma empresa antes de entrar para a sociedade.

O Produto – O presente estudo de caso analisa o desenvolvimento de produto da Linter Sistemas para o *Drummer*, o primeiro software de programação e controle da produção no Brasil a utilizar os algoritmos da Teoria das Restrições. Esse software é responsável atualmente por 70% do faturamento da Linter Sistemas e está implementado em 34 clientes.

A Idéia do Software – Em 1986, quando ainda trabalhava em uma empresa fabricante de elevadores, o sócio empreendedor participou de uma apresentação sobre o OPT (*Optimized Production Technology*).

Depois disso, o sócio empreendedor criou a sua própria empresa, na qual o principal produto era um ERP (*Enterprise Resource Planning*). No entanto, ao longo dos anos seguintes, os sócios sentiram que o ERP era um produto que estava se tornando uma *commodity*. Além disso, os empreendedores não estavam satisfeitos com

o desempenho no “chão de fábrica” do programa de produção do MRP (*Material Resource Planning*) integrado ao ERP, pois essa metodologia de programação da produção pressupõe capacidade de produção infinita.

Por esse motivo, os sócios procuravam um novo produto para a sua empresa e uma nova base de diferenciação para o seu negócio.

Em 1993, o sócio empreendedor teve a primeira idéia para o produto ao ler e resumir o livro “A Síndrome do Palheiro: Procurando Informação de um Oceano de Dados” de autoria do Eliyahu Goldratt (1991). O livro forneceu um roteiro para o desenvolvimento de um software de programação da produção mesmo para manufaturas com capacidade de produção finita. Segundo o sócio empreendedor, esse resumo do livro consistiu a “gênese” do Drummer. No entanto, a idéia permaneceu intocada por mais dois anos.

Em 1995, o sócio empreendedor procurava validar se realmente a Teoria das Restrições tinha perspectiva de futuro, ou seja, o empreendedor queria estimar o risco de desenvolver um produto baseado nos algoritmos da Teoria das Restrições para a programação e controle da produção. Por esse motivo, ele procurou informação sobre a Teoria das Restrições na Internet, encontrou a página eletrônica do Instituto Goldratt e entrou em contato com um consultor associado do instituto, que se interessou pela idéia de um software brasileiro de Teoria das Restrições, porque os softwares disponíveis naquela época eram produtos importados e de preço excessivamente elevado para uma grande parte do mercado potencial no Brasil. O consultor de Teoria das Restrições acreditava que um software mais barato iria superar um dos principais obstáculos para a disseminação da Teoria das Restrições no Brasil.

Assim, o consultor visitou o escritório da Linter Sistemas, onde o sócio empreendedor lhe apresentou o resumo do livro “A Síndrome do Palheiro” e lhe apresentou um protótipo simples de um software para a programação de uma operação com restrição de capacidade na manufatura. O consultor, então, descreveu ao sócio empreendedor tanto as suas experiências com os softwares importados de Teoria das Restrições, quanto as suas implementações práticas da metodologia nos seus clientes. Além disso, o especialista em Teoria das Restrições deu indicações sobre funcionalidades específicas como, por exemplo, recomendações para automatizar os agrupamentos de pedidos para a redução de tempo de preparação de máquina no recurso com restrição de capacidade.

O sócio empreendedor da Linter Sistemas também reforça que esse consultor associado do Instituto Goldratt foi a primeira pessoa a encorajar os empreendedores a dar continuidade ao desenvolvimento do primeiro software brasileiro de Teoria das Restrições.

O Teste das Funcionalidades - Para o desenvolvimento do Drummer, o ano mais importante foi 1998, por causa da primeira implementação em cliente, uma empresa metalúrgica que produz acessórios para a indústria automobilística e produz equipamentos para filtragem de água.

Esse primeiro cliente entrou em contato com a Linter Sistemas, por meio de uma propaganda da mesma veiculada em uma revista de uma instituição de treinamentos e edições sobre manufatura.

A Linter Sistemas não cobrou a Empresa Metalúrgica pelo Drummer, pois se tratava da implementação piloto para testar as funcionalidades do novo produto.

A atual configuração do Drummer foi obtida depois de implementações em cerca de doze clientes até o ano 2000.

## **4.2. Papéis e Atributos dos Agentes**

A seguir, serão apresentados os agentes que participaram do desenvolvimento do Drummer, assim como as suas respectivas contribuições e características.

### **4.2.1. Linter Sistemas**

O sócio empreendedor elaborou a definição conceitual do Drummer e selecionou as funcionalidades que agregam valor ao usuário. Por outro lado, o sócio técnico liderou o desenvolvimento que transformou estes conceitos e idéias em programas funcionais.

### **4.2.2. Instituto Goldratt**

O Instituto Goldratt participou do desenvolvimento do Drummer de 1995 a 2000.

Eliyahu Goldratt, descreveu a estrutura de um sistema de informação para a programação e controle de produção em seu livro a “A Síndrome do Palheiro”.

O consultor associado enriqueceu o desenvolvimento do Drummer com o seu conhecimento prático de Teoria das Restrições e também deu idéias práticas para

funcionalidades específicas. Além disso, ele também motivou os empreendedores a dar continuidade no desenvolvimento do primeiro protótipo para concluir o Drummer.

O Instituto Goldratt se interessou em oferecer aos seus clientes a opção de automatizar a operação dos algoritmos da Teoria das Restrições para a programação e controle da produção. Com isso, o Drummer proporciona um benefício adicional de manter a mudança na cultura organizacional necessária durante a implementação da metodologia da Teoria das Restrições.

Após o desenvolvimento do Drummer, o Instituto Goldratt apoiou a sua comercialização, ao ajudar a Linter Sistemas a fechar contratos com grandes clientes.

#### **4.2.3. Empresa Metalúrgica**

A primeira organização a implementar o Drummer participou do desenvolvimento do mesmo de 1997 a 1999, ao servir de “laboratório” para os testes das funcionalidades do sistema.

Antes da implementação do Drummer, a Empresa Metalúrgica programava a produção com planilhas eletrônicas. Nesta época, a programação era uma tarefa que requeria uma semana inteira de trabalho. Com posteriores melhorias no banco de dados da empresa, a programação passou a demorar um dia e, no início da implementação do Drummer, esse tempo reduziu para quarenta minutos.

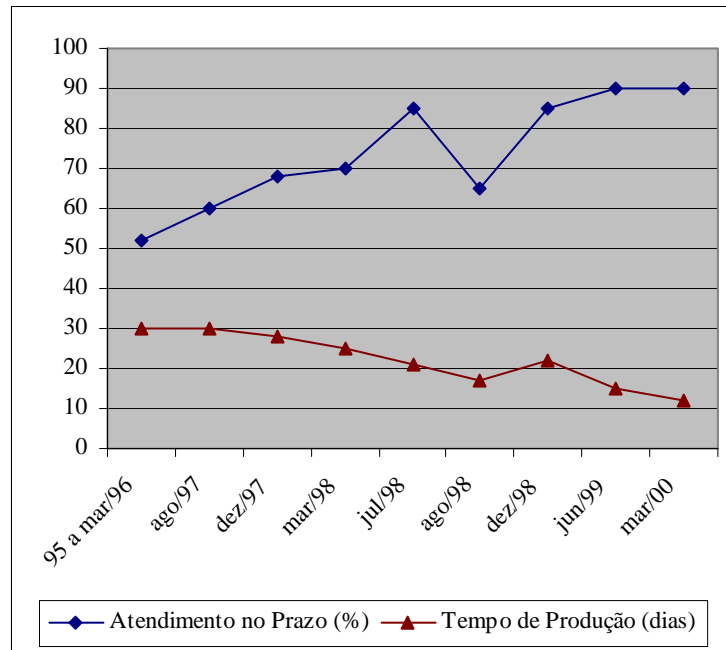
A Empresa Metalúrgica ajudou a Linter Sistemas a validar as funcionalidades do Drummer, assim como os seus relatórios emitidos e o seu tempo de processamento.

O gerente da Empresa Metalúrgica liderou esta primeira implementação e demonstrou a eficácia do software de Teoria das Restrições na manufatura: o atendimento no prazo aumentou, enquanto o inventário e o tempo de produção (*lead time*) diminuíram. Estes resultados são apresentados nas **Figuras 4, 5 e 6**.

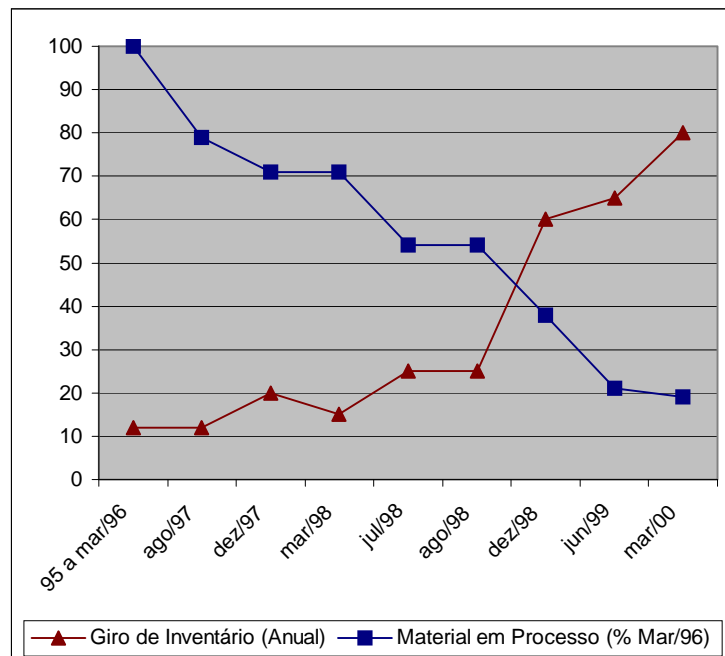
Já antes do software, se iniciaram tais resultados com a implementação dos algoritmos de Teoria das Restrições em planilhas eletrônicas. No entanto, o software permitiu um processo mais eficiente, aumentando a viabilidade operacional da metodologia. Além disso, o Drummer melhorou o controle de cada pedido de cliente, facilitando o melhor desempenho em atendimento no prazo.

Durante a implementação, o gerente da Empresa Metalúrgica deu várias contribuições ao novo software ao expressar quais eram os atributos e parâmetros importantes e quais não eram relevantes na perspectiva da manufatura usuária. A Linter

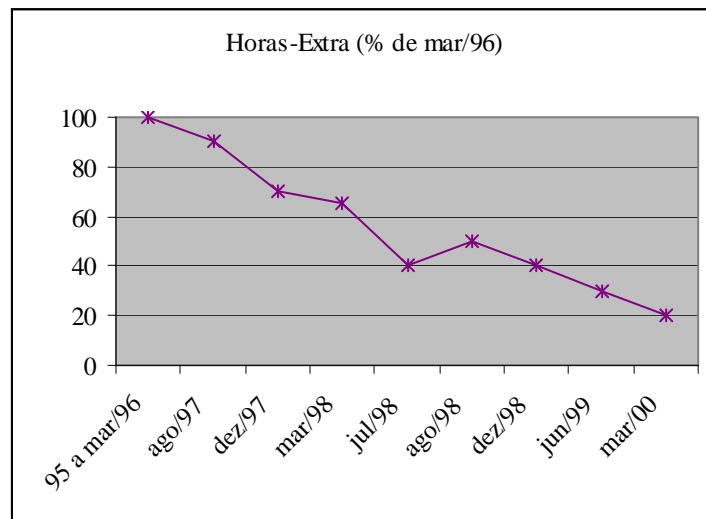
Sistemas discutiu com o gerente da Empresa Metalúrgica a maioria dos conceitos do Drummer antes de efetivá-los.



**Figura 4:** Evolução de Atendimento de Pedidos no Prazo e Tempo de Produção (Lead-Time) na Empresa Metalúrgica. (CALIA, 2005.)



**Figura 5:** Evolução de Giro de Inventário e Material em Processo na Empresa Metalúrgica. (CALIA, 2005.)



**Figura 6:** Evolução de Horas Extras na Empresa Metalúrgica. (CALIA, 2005.)

#### 4.2.4. Instituição para Treinamentos e Edições em Manufatura

Essa instituição organizou o evento, no qual a Linter Sistemas teve o primeiro contato com a Teoria das Restrições. Além disso, a Linter Sistemas obteve o primeiro cliente para o novo produto através de uma propaganda especializada veiculada na revista desta instituição. Em 1998, a instituição também organizou o evento, no qual ocorreu a primeira apresentação pública do *Drummer*.

#### 4.2.5. Empresa Líder no Setor de Informática

Uma empresa líder no setor de informática foi o distribuidor do *Drummer* de Teoria das Restrições de 2001 a 2003, período no qual vendeu oito cópias do novo produto a empresas em sua base de clientes. Deste modo, essa empresa líder no setor de informática contribuiu para aumentar a visibilidade do *Drummer* no mercado.

### 4.3. Estrutura de Relacionamento da Linter Sistemas

Os tópicos abaixo descrevem os tipos de relacionamento que a empresa criadora do *Drummer* estabeleceu com os seus respectivos parceiros de desenvolvimento.

#### 4.3.1. Com o Instituto Goldratt

Em 1997, Eliyahu Goldratt recomendou a todos os seus sócios ao redor do mundo para que dessem apoio a empresas de software na criação de sistemas que operacionalizassem os algoritmos da Teoria das Restrições.

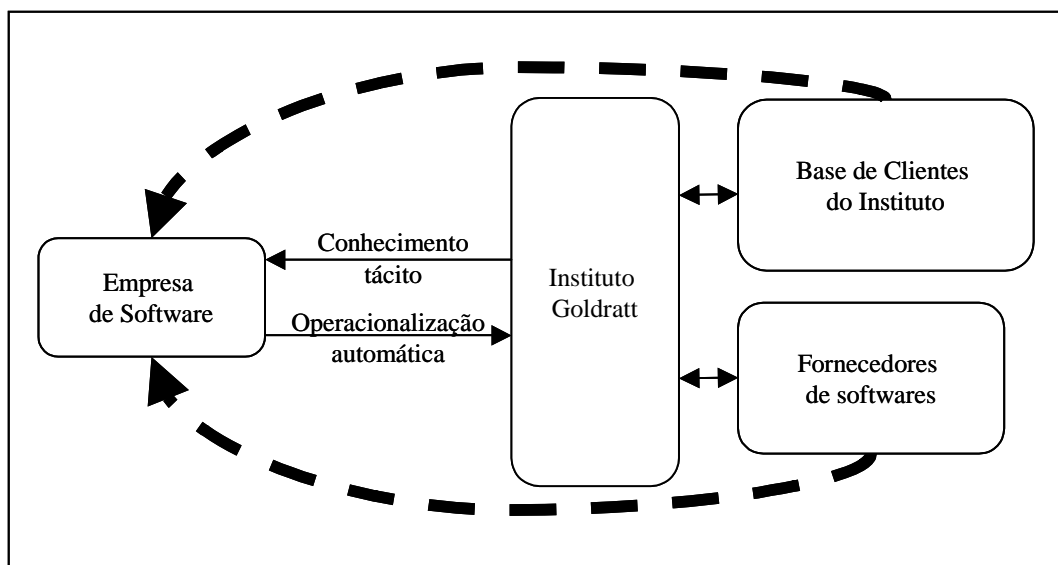
O relacionamento entre a Linter Sistemas e o Instituto Goldratt iniciou-se com o desenvolvimento do software para a programação da produção e continuou com parcerias posteriores para a implementação de Teoria das Restrições nas empresas-cliente, nas quais o Instituto oferecia a consultoria e treinamento na metodologia e a Linter Sistemas oferecia o sistema para operacionalizar os novos procedimentos.

O relacionamento empresarial também contou com uma nova inovação conjunta. O sócio do Instituto Goldratt contribuiu no desenvolvimento de um software para a definição do *mix* de produtos e para a precificação por Margem Bruta de Contribuição dividida pelo tempo de produção na operação com restrição de capacidade.

As duas empresas optaram por manter o relacionamento através de acordos informais sem a utilização de contratos legais.

Por meio da rede interorganizacional do Instituto Goldratt, a Linter Sistemas obteve contato indireto com várias empresas de softwares estrangeiros e com várias manufaturas brasileiras usuárias da metodologia. Por isso, o relacionamento com o Instituto Goldratt viabilizou, além da aquisição do conhecimento explícito contido no livro “A Síndrome do Palheiro”, o conhecimento tácito advindo da longa experiência prática do Instituto em implementações em clientes, assim como o conhecimento sobre as forças e fraquezas dos softwares importados de Teoria das Restrições.

A **Figura 7** representa a estrutura de relacionamento entre a Linter Sistemas e o Instituto Goldratt.



**Figura 7:** Estrutura de Relacionamento na Fase de Elaboração do Conceito do Software. (CALIA, 2005.)

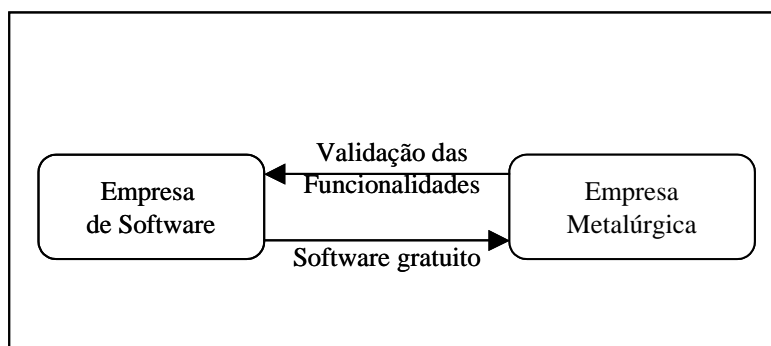
#### 4.3.2. Com a Empresa Metalúrgica

A Linter Sistemas e a Empresa Metalúrgica realizaram um acordo, no qual, por um lado, a Empresa Metalúrgica não seria cobrada pelo Drummer e, por outro lado, a Empresa Metalúrgica aceitaria ser a implementação piloto de um software ainda não completamente desenvolvido.

Inicialmente, a Empresa Metalúrgica entendia haver risco nessa parceria, uma vez que nada garantia que o software realmente seria concluído e, depois disso, que ele seria mantido pela Linter Sistemas. Outro risco consistia de ficar dependente de uma Linter Sistemas para atender os pedidos na manufatura, ou seja, risco de passar para terceiros a operação de um processo de negócio chave. Além disso, a Empresa Metalúrgica incorria em risco competitivo, no caso dos seus concorrentes receberem suas informações confidenciais por meio da Linter Sistemas. No entanto, nenhum destes riscos ocorreu e o gerente da Empresa Metalúrgica afirma que o relacionamento com a Linter Sistemas foi positivo e que os acordos de negócio entre as duas organizações foram respeitados.

Trata-se, portanto, de um relacionamento com intensa complementaridade de interesses. A Empresa Metalúrgica sofria forte pressão competitiva para melhorar seu desempenho operacional rapidamente e para automatizar a utilização dos algoritmos de Teoria das Restrições, enquanto que a Linter Sistemas queria desenvolver um produto e, para este fim, validar as funcionalidades de seu software, além de obter um primeiro caso de sucesso para constar em seu *portfolio*.

A **Figura 8** sintetiza graficamente o relacionamento da Linter Sistemas com a Empresa Metalúrgica.



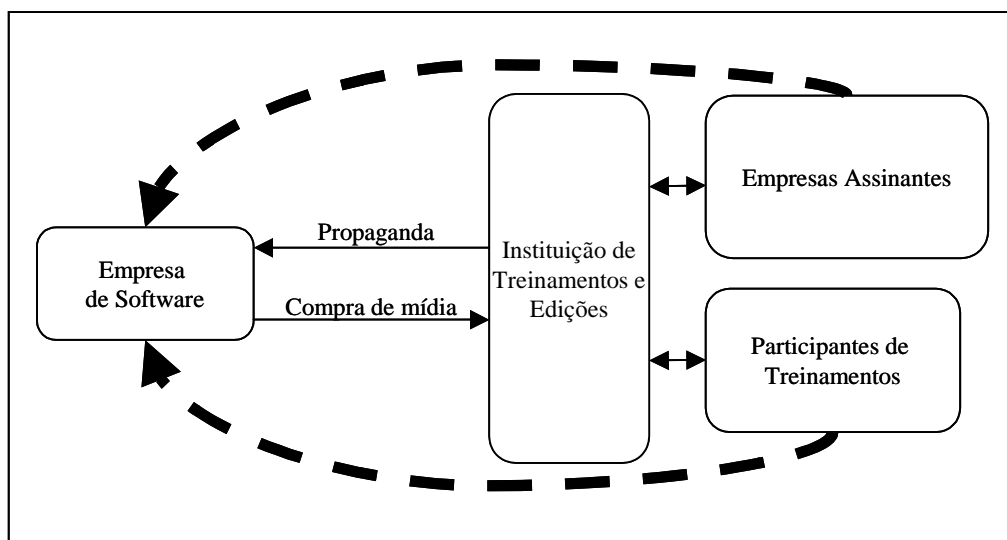
**Figura 8:** Estrutura de Relacionamento na Fase de Teste de Mercado do Software. (CALIA, 2005.)



#### 4.3.3. Com a Instituição para Treinamentos e Edições em Manufatura

O Interesse de negócio desta organização consiste na venda de treinamentos, livros e revistas.

Este relacionamento se caracteriza por eventos esporádicos e de curta duração com uma organização que ofereceu à Linter Sistemas vários contatos indiretos com a sua base de clientes composta de profissionais que freqüentam os seus treinamentos e que consomem a sua literatura especializada. Conforme representado na **Figura 9**, por meio deste relacionamento, a Linter Sistemas conseguiu comunicar o software de Teoria das Restrições para o seu mercado-alvo.

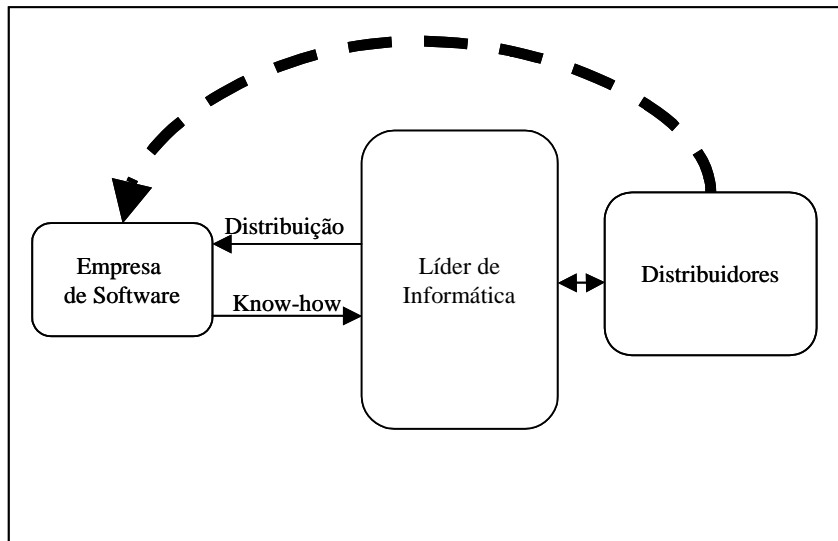


**Figura 9:** Estrutura de Relacionamento para a Comunicação do Software.  
(CALIA, 2005.)

#### 4.3.4. Com a Empresa Líder em Informática

Essa empresa de grande porte estava interessada em adquirir *know-how* em Teoria das Restrições para a programação e controle da produção. Por outro lado, a Linter Sistemas estava interessada em comercializar o seu novo produto por uma estrutura de distribuição com ampla capilaridade, de modo a aumentar o conhecimento do seu software de Teoria das Restrições no mercado. A **Figura 10** apresenta a estrutura deste relacionamento.

Este relacionamento foi formalizado contratualmente. O acordo viabilizou o acesso da Linter Sistemas aos parceiros de distribuição da Empresa Líder de Informática, por meio de uma estrutura de relacionamentos indiretos.



**Figura 10:** Estrutura de Relacionamento para a Distribuição do Software. (CALIA, 2005.)

#### 4.4. Evolução da Base de Conhecimento e Estratégia Empresarial

O sócio empreendedor da Linter Sistemas conclui que a base de conhecimento da sua organização evoluiu consideravelmente ao longo do desenvolvimento do Drummer.

Por meio dessa experiência de inovação em rede de cooperação, a Linter Sistemas mudou o seu paradigma estratégico, de modo a abandonar o foco no fornecimento de ERP (*Enterprise Resource Planning*) para se posicionar como criadora de softwares especializados.

Desde então, a Linter Sistemas formalizou a sua definição estratégica para o desenvolvimento de aplicativos complementares ao ERP, ou seja, sistemas para tarefas operacionais específicas.

Na perspectiva do gerente geral da Empresa Metalúrgica, essa primeira empresa usuária contribuiu para melhorar a base de conhecimento da Linter Sistemas sobre a interface do Drummer com a base de dados do usuário e sobre o processo analítico e gerencial para se operacionalizar e gerenciar a manufatura, de modo que os relatórios do Drummer realmente apoiem os tomadores de decisão a priorizar os pedidos que devem ser priorizados e a otimizar a utilização da capacidade produtiva. Além disso, por meio do conhecimento tácito dos planejadores de produção, engenheiros de processo e operadores da Empresa Metalúrgica, a Linter Sistemas aprendeu como conduzir projetos de implementação de seu software.

Por outro lado, a Empresa Metalúrgica também amadureceu a sua base de conhecimento organizacional e o seu direcionamento estratégico, através da participação nesta rede de inovação, porque aprendeu o valor de se automatizar processos de negócio. Depois da experiência de automatizar a programação da produção, a Empresa Metalúrgica também automatizou processos decisórios em vendas, marketing e na engenharia.

O gerente da Empresa Metalúrgica enfatiza que a sua organização só pôde contribuir para o desenvolvimento do Software de Teoria das Restrições, porque ele e o seu time já haviam internalizado os conceitos de Teoria das Restrições, por meio de treinamentos do Instituto Goldratt e da utilização dos algoritmos da metodologia em programas de produção simplificados em planilhas eletrônicas. Tanto este aprendizado teórico, como a experiência prática com as rotinas da Teoria das Restrições na produção ocorreram antes do primeiro contato com a Linter Sistemas.

Portanto, o gerente da Empresa Metalúrgica acredita que a sua competência que mais contribuiu para o desenvolvimento do Drummer foi a de saber exatamente o que ele queria desse software: automatizar os procedimentos que ele já validou em planilha eletrônica e comprovou funcionar.

#### **4.5. Métricas para o Processo de Inovação**

A Linter Sistemas não utilizou nenhuma métrica de desempenho para gerenciar a inovação do seu software de Teoria das Restrições. Todo o processo de desenvolvimento foi tratado como um experimento informal. O prazo final para realmente terminar o desenvolvimento do produto, surgiu apenas pelo compromisso de se concluir a implementação no primeiro cliente.

O sócio empreendedor da Linter Sistemas afirma que esta experiência de inovação gerou realização profissional e pessoal em todos os aspectos, porque os sócios não criaram expectativas exageradas antecipadamente e porque foi possível atingir os objetivos empresariais através do novo produto.

#### **4.6. Considerações Finais**

A Linter Sistemas foi bem sucedida no processo de inovação que resultou no seu principal produto, o primeiro software no Brasil para a programação e controle da produção com algoritmos da Teoria das Restrições.

A inovação analisada ocorreu em um ambiente organizacional específico, ocorreu em uma rede de organizações parceiras. Portanto, o *Drummer* é um produto desenvolvido por uma rede de inovação.

A Linter Sistemas adotou uma estrutura de relacionamento composta de um relacionamento direto e três redes com relacionamentos indiretos. Cada um destes relacionamentos contribuiu em uma fase distinta da inovação para criar um produto funcional e aceito pelo mercado:

1. Para adquirir *know-how* de produto (o conhecimento explícito e tácito em Teoria das Restrições) a Linter Sistemas criou relacionamentos indiretos através da rede do Instituto Goldratt.
2. A fim de comunicar o software de Teoria das Restrições ao mercado-alvo, a Linter Sistemas utilizou-se de relacionamentos indiretos, por meio da rede de uma instituição especializada em treinamentos e edições sobre logística.
3. Para concluir o teste do produto e finalizar as funcionalidades do software de Teoria das Restrições, a Linter Sistemas adotou um relacionamento direto com intensivo compartilhamento de recursos com a empresa da implementação piloto (software gratuito versus conhecimento das necessidades do usuário).
4. Com o propósito de aumentar a amplitude de distribuição do seu produto, a Linter Sistemas utilizou-se de relacionamentos indiretos através da rede de uma empresa líder no setor de informática com um consolidado canal de distribuição no mercado-alvo do software de Teoria das Restrições.

Por fim, o presente estudo evidencia como a Linter Sistemas evoluiu na definição de sua estratégia empresarial. Antes de se integrar a uma rede de inovação, os sócios da empresa conduziram o seu negócio baseados em uma percepção subjetiva de que o seu principal produto, um ERP (*Enterprise Resource Planning*) estava perdendo diferenciação no mercado. Após a experiência bem sucedida de participar de uma rede de inovação para desenvolver o software para o planejamento e controle da produção, a Linter Sistemas formalizou a sua estratégia empresarial e se posicionou no mercado como fornecedora de softwares especializados complementares ao ERP das empresas-cliente.

#### **4.7. Estudos de Caso de Implementações nas Manufaturas I e II**

Este capítulo tem como propósito descrever e comparar as implementações de Teoria das Restrições em duas manufaturas diferentes da empresa analisada.

A fim de elaborar-se um modelo para redes de inovação em uma metodologia de gestão, o qual seja tanto teoricamente fundamentado, quanto de operacionalidade prática, as observações empíricas do estudo de caso serão confrontadas com a teoria das redes de inovação revisada nos capítulos anteriores.

#### **4.8. Caracterização da empresa**

A empresa analisada tem mais de cem anos de existência, desde a sua fundação nos EUA e atua no Brasil a mais de cinquenta anos. A empresa tem US\$ 18 bilhões de valor de mercado e opera em mais de sessenta países e em cerca de quarenta mercados diferentes. Essa empresa conta com uma extensa linha de produtos e é reconhecida pela sua inovação.

#### **4.9. Implementação na Manufatura I**

A Teoria das Restrições foi implementada com sucesso em uma das manufaturas da empresa nos EUA. No Brasil, o gerente de produção de uma pequena manufatura de uma subsidiária da empresa se encontrou várias vezes com um especialista experiente em Teoria das Restrições, para aprender detalhes da metodologia. Este gerente e a sua equipe conseguiram operacionalizar os algoritmos da Teoria das Restrições de forma simplificada em planilha eletrônica e obtiveram resultados significativos no desempenho da manufatura.

Este gerente foi então promovido para gerente de uma unidade de negócios antes de assumir a gerência de fábrica de todas as manufaturas da matriz no Brasil. Nesta nova posição, este profissional recomendou que a empresa se aprofundasse mais em Teoria das Restrições.

Foi escolhida a maior manufatura como piloto. A empresa contratou um especialista externo em Teoria das Restrições para conduzir um treinamento sobre o *Drum-Buffer-Rope* e ajudar a planejar a implementação dos algoritmos da Teoria das Restrições. Em seguida, a empresa comprou o *Drummer*, software de Teoria das Restrições (cujo desenvolvimento foi descrito no estudo de caso do capítulo anterior), assim como um treinamento nesta ferramenta eletrônica e a sua prototipagem.

#### 4.9.1. Primeira Fase da Implementação na Manufatura I

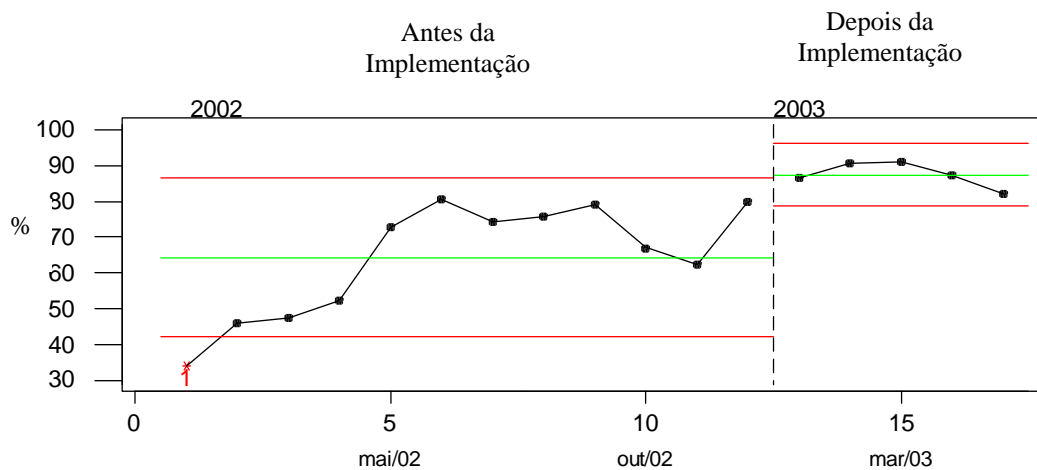
A primeira fase do projeto de implementação tinha como missão diminuir os atrasos de entrega dos pedidos e melhorar a produtividade. A área em questão estava com sérios problemas de atrasos, a ponto de alguns clientes diminuírem a quantidade de pedidos. Os profissionais de marketing observavam a diminuição na participação de mercado e apontavam a principal causa nos atrasos. Alguns motivos estruturais foram responsáveis por esta crise na limitação da capacidade produtiva e pelas dificuldades em atendimento no prazo.

A capacidade de produção ficou restringida devido aos seguintes motivos:

- Aumento das exportações
- Grande criação de novos produtos para atender à diversidade de necessidades do mercado interno

Outro problema era a grande variabilidade de demanda dos produtos estocados. Para mais da metade destes itens, o desvio padrão da demanda semanal era maior que 120% da demanda média semanal.

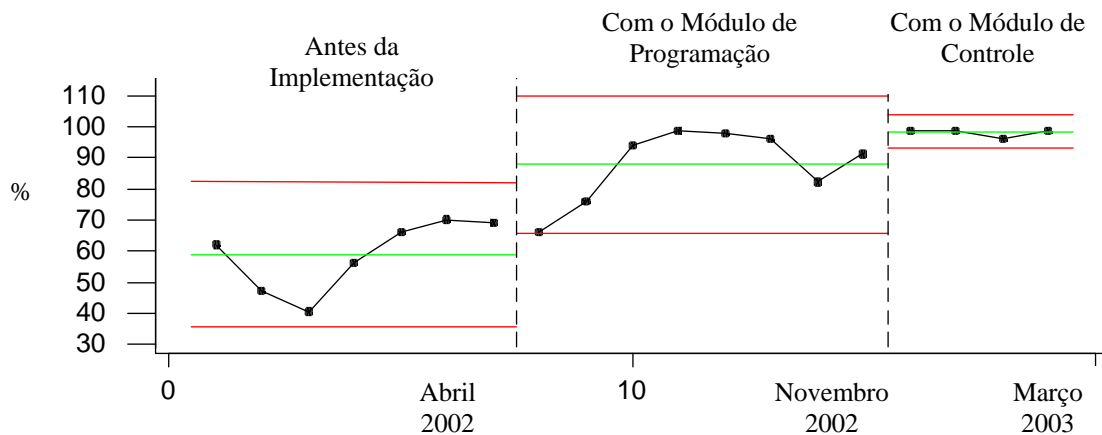
Antes do projeto, a média da entrega no prazo para produtos feitos para pedidos (*make-to-order*) durante 12 meses era 65%. Depois do projeto, o desempenho foi para de 87,6%, conforme representa a **Figura 11**.



**Figura 11:** Evolução Mensal da Percentagem de Pedidos Atendidos no Prazo para Produtos Não Estocados antes e depois da Teoria das Restrições

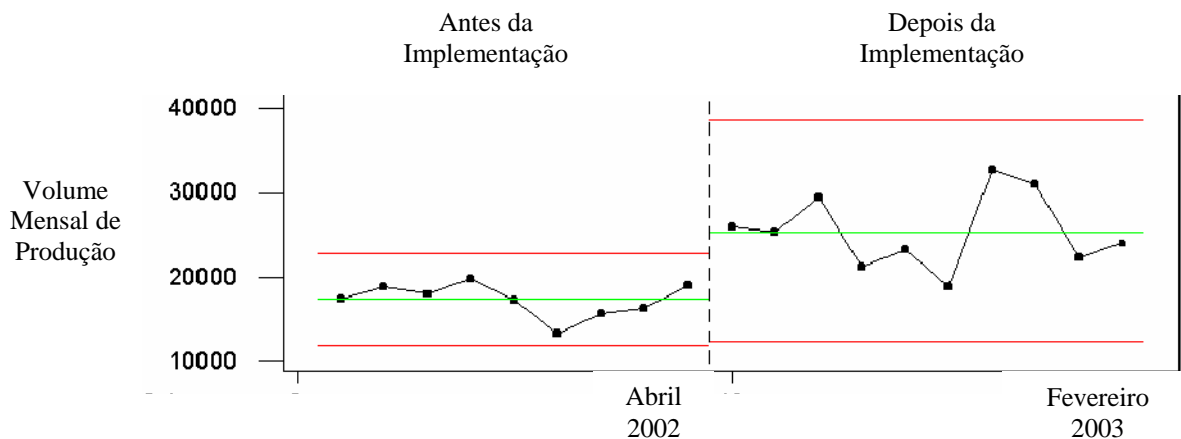
O atendimento no prazo para produtos feitos para o estoque (*make-to-stock*) estava sendo cumprido para 60% dos pedidos antes da implementação. Durante a implementação do Planejamento e Programação da produção pelo *Drum-Buffer-Rope*, este número foi para cerca de 87%, enquanto que a posterior implementação do controle

de produção pelo *Buffer Management* (Controle das Proteções de Tempo) estabilizou o desempenho de atendimento no prazo em 98%. (**Figura 12**)



**Figura 12:** Evolução Mensal da Percentagem de Pedidos Atendidos no Prazo para Produtos Estocados antes e depois da Teoria das Restrições

A melhoria observada no cumprimento do prazo de pedidos só foi possível devido ao concomitante aumento de produtividade que melhorou em 40%. (**Figura 13**)



**Figura 13:** Volume de Produção Mensal antes e depois da Teoria das Restrições

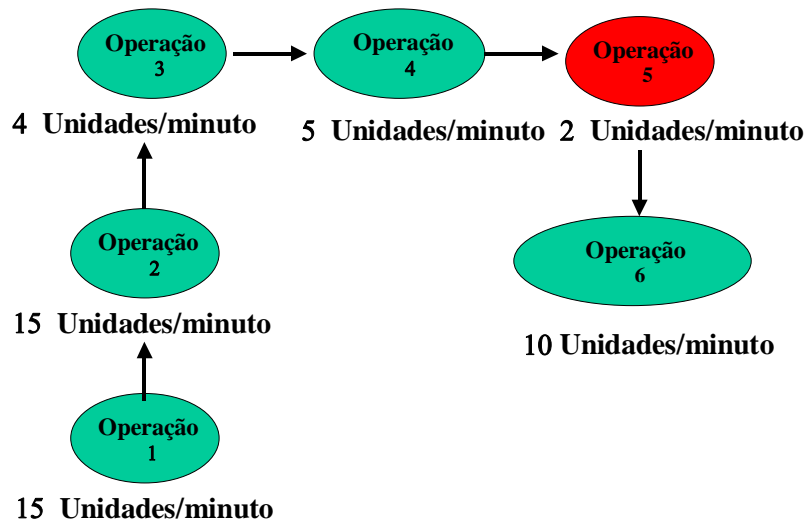
Como a demanda estava maior que a capacidade produtiva, este aumento de produtividade resultou em aumento de vendas em 31%.

Para obter estes resultados, foi necessário seguir os passos de otimização contínua da Teoria das Restrições:

1. Identificar a restrição;
2. Eliminar todo o desperdício de capacidade na restrição;
3. Subordinar todos os recursos não restritivos à programação da restrição;
4. Elevar a capacidade da restrição;

### 5. Identificar a nova restrição.

Portanto, foi identificado o gargalo atual e foram implementadas ações simples para elevar a sua capacidade. Com isso, os implementadores conseguiram migrar o gargalo para o recurso que foi tido como o mais vantajoso para exercer o papel de ponto de controle do ritmo do fluxo de produção. **(Figura 14)**



**Figura 14:** Identificação do Gargalo no Fluxo de Produção

Uma vez que o gargalo estabilizou em um recurso estratégico, a operação 5, se implementaram regras para garantir que a capacidade do gargalo não fosse desperdiçada. Para isso, se garantiu que os pedidos chegassem com antecedência antes do gargalo para ele não parar devido às faltas de material. Outra medida simples foi o revezamento no horário de café entre os operários.

O passo mais difícil foi subordinar a seqüência dos recursos não gargalo à capacidade do gargalo, pois esta mudança requeria uma grande mudança de mentalidade nas práticas de trabalho com as quais os operadores estavam habituados:

- **Critério de agrupamento na operação 1:** aproveitar o material que está na máquina para produzir o maior número de pedidos para diferentes linhas de produtos.
- **Critério de agrupamento na operação 3:** agrupar de acordo com os dois principais tipos de matéria-prima.



Uma vez que o gargalo se estabilizou na operação 5, foi necessário reduzir os agrupamentos nas operações 1 e 3. No entanto, os operários estavam habituados a fazer estes agrupamentos por vários anos. Além disso, eles tiveram dificuldade de compreender como a empresa estava pedindo que eles diminuíssem a utilização de suas máquinas, de modo a “piorar” a produtividade local para melhorar a produtividade da linha de produtos como um todo.

#### **4.9.2. Segunda Fase da Implementação na Manufatura I**

Na segunda fase de implementação, o objetivo do projeto passou a ser a diminuição de inventário. Na fase anterior, a manufatura estava totalmente enfocada em gerenciar atrasos e em estabelecer um novo modelo de fluxo de informações pela Teoria das Restrições que permitisse que a causa destes atrasos fosse solucionada.

Uma vez que clientes e profissionais de negócios não precisam mais fazer telefonemas ao planejamento da produção para exigir priorização e re-priorização de pedidos, foi possível liberar tempo dos planejadores, supervisores de produção e engenheiros de processo para poderem se dedicar à redução de estoque.

A principal causa identificada para os estoques elevados de produto acabado foi o longo tempo de re-suprimento (*lead-time*). O fluxo de produção para essa linha de produtos estava repleto de ordens de produção abertas. Com isso, perdeu-se a gerenciabilidade do fluxo. Por sua vez, esta fila com excesso de pedidos era causada pela produção feita com grande antecedência para proteger o prazo do cliente contra as freqüentes paradas imprevistas.

O time de implementação passou a registrar as principais causas de parada imprevista. Mensalmente, foi realizada uma análise estatística para identificar a principal causa. Então, foram definidos projetos de melhoria enfocados para resolver a principal causa identificada.

Assim que a principal causa foi resolvida, o *time buffer* foi reduzido de 15 para 12 dias. Ou seja, se antes deste projeto de melhoria um pedido para o dia 30 era liberado para a primeira operação no dia 15, agora ele seria liberado no dia 18.

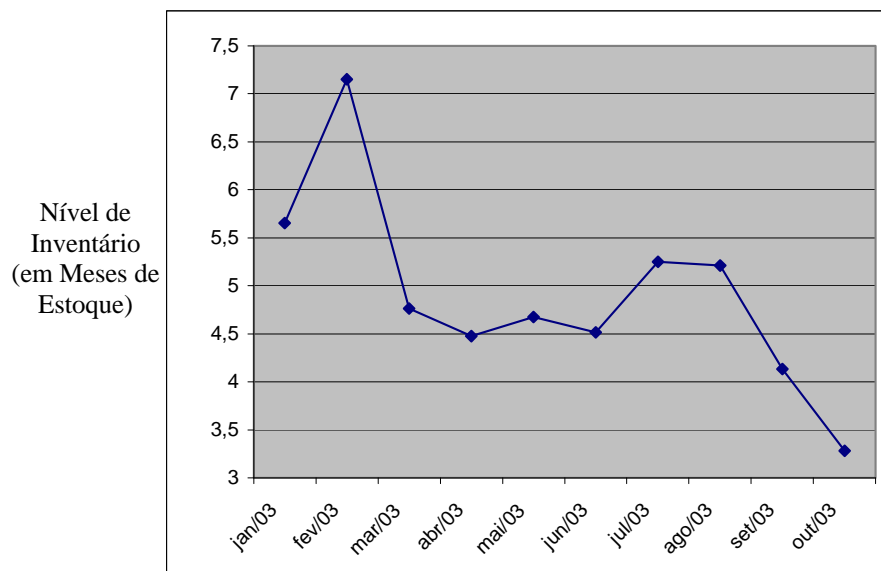
Desta forma, foram feitas análises sucessivas das principais causas de parada da produção que, em seguida, foram solucionadas por implementações de melhorias. Com o fluxo de produção mais estável e robusto, foi possível fazer reduções adicionais no *time buffer* de 12 para 9 dias, então, para 6 dias e, por fim, chegou-se a 3 dias entre o tempo que o pedido entrava na primeira operação até o dia que ele chegava na

expedição. Paralelamente a este processo, o time de implementação monitorou estritamente o desempenho de entregas no prazo e o risco de atraso, para que as reduções no tempo de produção não deteriorassem os resultados obtidos na primeira fase do projeto.

Como, no caso da implementação analisada, o *lead-time* de produção é determinado pelo *time buffer*, a redução no *lead-time* de produção (ou tempo de re-suprimento) foi de 15 para 3 dias, ou seja, uma redução de 80%.

Inicialmente, os planejadores temiam que a redução no tempo de proteção prejudicasse o atendimento no prazo, no entanto, o nível de serviço melhorou. Com o fluxo de produção sofrendo menos paradas imprevistas e com uma menor fila de ordens de produção abertas, ficou mais fácil de se gerenciar as informações do fluxo e de se responder rapidamente com ações corretivas para garantir o cumprimento da programação da expedição.

O ganho de redução de inventário foi possível justamente devido a esta significativa redução do tempo de re-suprimento. Os estoques de produtos acabados tinham que ser maiores quando se demoravam 15 dias para reabastecê-los, a fim de atender à demanda que continuava a ocorrer durante este período. Agora, os estoques precisavam garantir apenas três dias de consumo. (**Figura 15**)



**Figura 15:** Comportamento do Inventário (em meses de estoque) ao longo da implementação.

Pode-se resumir as diversas fases cronologicamente:

- **Redução de atraso:** Início da implementação em abril de 2002. Melhora de desempenho depois de três meses e estabilização do resultado depois de nove meses.
- **Redução de estoque:** Início da implementação em fevereiro de 2003. Melhora de desempenho em um mês e estabilização depois de sete meses.

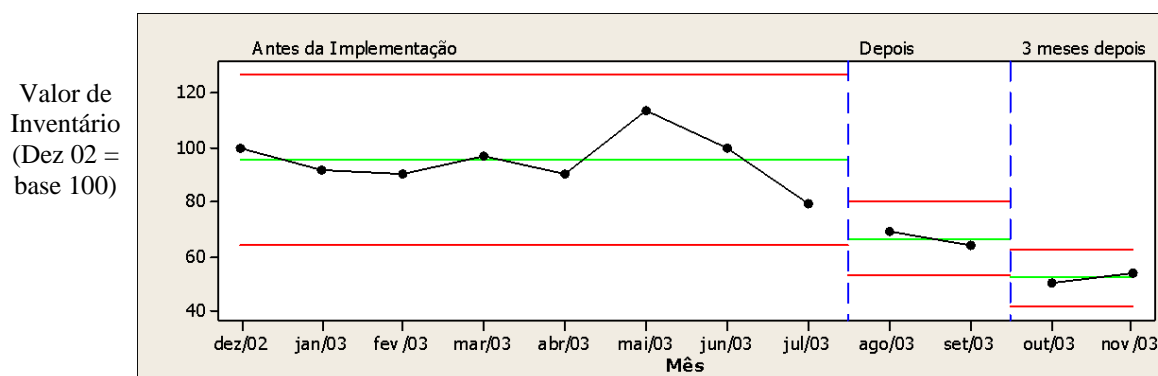
#### 4.10. Implementação na Manufatura II

Diferente da primeira implementação, a segunda implementação não tinha como objetivo principal a diminuição de atrasos, pois o percentual de pedidos atendidos no prazo era considerado como aceitável. A finalidade desta segunda implementação era a diminuição do valor de estoques.

Nesta segunda implementação, o time do projeto obteve os resultados desejados a partir de 45 dias de implementação. Esta rapidez na implementação foi beneficiada por vários fatores de negócio mais favoráveis do que os fatores presentes na primeira implementação. A segunda manufatura é bem menor do que a primeira manufatura e processa uma menor variedade de produtos, por atender a segmentos de mercado mais bem definidos. Além disso, a equipe da manufatura teve bom desempenho em experiências anteriores de conduzir inovações em metodologias de gestão. Com isso, essa equipe era mais favorável à mudança em seus processos de trabalho, do que a equipe da primeira manufatura.

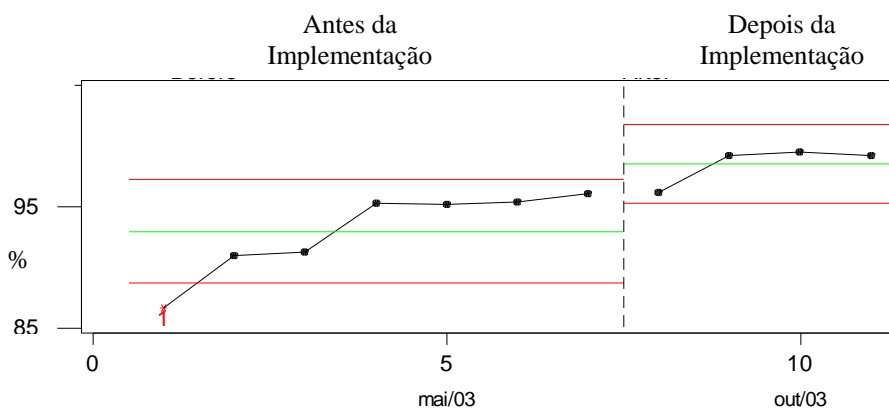
O desempenho da segunda manufatura melhorou gradativamente e, após três meses de implementação, o valor de inventário do fluxo de produção como um todo (produtos acabados, material em processo e matéria-prima) foi reduzido em 45%.

(Figura 16).



**Figura 16:** Evolução do valor de inventário ao longo da implementação.

No entanto, esta redução de estoque não causou atrasos. Pelo contrário, concomitantemente à redução de inventário, observou-se uma melhoria no atendimento no prazo para produtos feitos contra pedidos (*make-to-order*) que passou de 93% para 98,6% (**Figura 17**)



**Figura 17:** Percentagem de Pedidos Atendidos no Prazo para Produtos Não Estocados antes e depois da Teoria das Restrições

Estes resultados ocorreram devido às seguintes mudanças nos procedimentos de planejamento e controle de produção: Produção “puxada” pela demanda real; sincronização da manufatura; e proteção de tempo no programa de produção.

O planejamento da produção passou a ser baseado no reabastecimento para a demanda real e não para as previsões de venda (que não tinham um índice de acerto satisfatório). Com isso, a programação da produção para os produtos estocados passou a ser regida por estoques do tipo “supermercado”, ou seja, estoques que só são reabastecidos pela operação fornecedora, quando o mercado efetivamente consome o produto até que o nível de estoque fique abaixo do ponto de reposição. Deste modo, os estoques do tipo “supermercado” puxam a programação das operações que fabricam os produtos estocados.

Outra mudança no processo de programação é que o fluxo de manufatura foi sincronizado. Isso significa que as operações não são programadas independentemente uma das outras, mas que se programa o fluxo de produção por inteiro, ao se programar apenas a operação com restrição de capacidade que passa a ditar o ritmo para as demais operações. Deste modo, as operações sem restrição de capacidade têm sua seqüência e seu ritmo de produção subordinados à seqüência e ritmo de produção da operação gargalo. Com isso, evita-se excesso de inventário em processo entre as operações e os materiais fluem mais rapidamente ao passar pelas operações.

Por um lado, a redução de inventário foi obtida pela programação puxada por estoques do tipo “supermercado” e pela sincronização da manufatura, por outro lado, a melhoria concomitante no percentual de atendimento a pedidos no prazo ocorreu devido à instituição de tempos de proteção (*time buffers*) contra os imprevistos que aleatoriamente causam paradas na produção e no atendimento a pedidos. Ou seja, cada pedido passou a ser liberado para a produção com uma certa antecedência de tempo parametrizada, de modo a se mudar o enfoque do controle da produção, que deixa de direcionar as ações corretivas para diminuir os problemas que já causaram os atrasos, para passar a executar ações corretivas antes que o atraso ocorra. Com isso, o controle da produção visualiza os pedidos e ordens de produção em termos de risco de atraso, o que proporciona um critério de priorização bastante claro e pragmático.

O planejador da produção foi entrevistado a fim de relatar quais foram os benefícios da Teoria das Restrições em sua manufatura. Segundo ele, problemas que antes costumavam interromper a produção, agora não estão mais causando atraso e a fila de produtos não-estocados diminuiu.

Outro benefício observado, é que a fábrica agora consegue alocar melhor os operadores aos centros de trabalho. Os centros de trabalho priorizados são os que estiverem com maior risco de atraso, de acordo com os seus relatórios de controle. Estes relatórios mostram a priorização de pedidos conforme o estado da proteção de tempo (*time buffer*) para cada ordem de produção.

Além disso, a implementação da Teoria das Restrições obteve o significativo resultado de diminuir o tempo de fabricação de 12 para 6 dias, devido à melhoria no fluxo de materiais e no fluxo de informação na fábrica.

Em resumo, a segunda implementação teve o seguinte desempenho cronologicamente:

- **Redução de Estoque** – Início da implementação em julho de 2003. Melhora de desempenho em 45 dias e estabilização do desempenho depois de três meses.
- **Redução de Atrasos** – Melhora e estabilização de desempenho depois de dois meses após o início da implementação.

#### 4.11. Síntese do Desempenho das Duas Implementações

Em síntese, as duas implementações foram eficazes na redução de atraso e redução de estoques. No entanto, as duas implementações não tiveram a mesma eficiência.

A implementação na Manufatura I teve uma duração de 11 meses, do início da consultoria, que definiu os primeiros parâmetros do TPC até a estabilização do nível de atendimento de pedidos no prazo. No entanto, muito tempo foi perdido com ações não relacionadas diretamente com a implementação como, por exemplo, a contratação da Linter Sistemas e a contratação da Empresa de Interface do Drummer com o ERP corporativo.

Portanto, para comparar as duas implementações, adotou-se o critério de considerar o início da implementação na Manufatura I apenas o momento, no qual a fábrica dispunha do software com os parâmetros adequados, de modo a ter-se uma situação de igualdade com as condições encontradas na implementação na Manufatura II.

A partir do momento em que o Drummer estava devidamente parametrizado, a redução de atraso na Manufatura I levou sete meses, enquanto que na Manufatura II, a melhoria de atendimento no prazo se estabilizou após dois meses. Obviamente, foi bem mais difícil estabilizar o atendimento no prazo na Manufatura I, pois a situação de atrasos estava bem mais crítica do que na Manufatura II.

Por outro lado, a Manufatura I estabilizou a redução de estoques depois de nove meses, e a Manufatura II depois de três meses. Portanto, conforme apresentado no **Quadro 8**, a Manufatura II diminuiu inventário três vezes mais rapidamente do que a Manufatura I.

	Manufatura I	Manufatura I	Manufatura II
<b>Redução de Estoque</b>	A partir da consultoria	A partir do software parametrizado	
Início de Melhoria	Após 11 meses	Após 3 meses	Após 1,5 meses
Estabilização do Desempenho	Após 23 meses	Após 9 meses	Após 3 meses
<b>Redução de Atrasos</b>			
Início de Melhoria	Após 1 mês	Após 1 mês	Após 2 meses
Estabilização do Desempenho	Após 7 meses	Após 7 meses	Após 2 meses

**Quadro 8:** Duração das Implementações de Teoria das Restrições – Comparação do Desempenho da Manufatura I com o da Manufatura II

## **4.12. Análise das Implementações pela Teoria de Redes de Inovação**

### **4.12.1. Atributos e Papéis dos Agentes Envolvidos**

A Empresa de Consultoria cumpriu com o papel de fonte do *know-how* de Teoria das Restrições para a implementação na Manufatura I. Fez o treinamento na metodologia e a modelagem dos algoritmos antes da aquisição do Drummer. Esta empresa foi representada por um especialista que participou de várias implementações de Teoria das Restrições, tanto no papel de gerente de manufatura de uma empresa usuária, quanto no papel de consultor para empresas clientes. Apesar das várias implementações, não é possível caracterizar a Empresa de Consultoria como “*Knowledge Broker*” para a Manufatura I, pois o conhecimento adquirido anteriormente era em implementações em empresas e manufaturas de menor porte e menor complexidade organizacional. Portanto, a experiência obtida nestas outras implementações foi útil como referência, mas não como solução pronta para ser replicada.

A Linter Sistemas forneceu a ferramenta eletrônica para operacionalizar os algoritmos de Teoria das Restrições, a fim de automatizar os relatórios do programa de produção, assim como os relatórios de controle. Essa empresa gerenciou o trabalho de integração entre o ERP da empresa usuária e o software de Teoria das Restrições, para que os dados fossem atualizados automaticamente. Em paralelo, a Linter Sistemas fez treinamentos no software e elaborou uma implementação protótipo para a Manufatura I.

Uma Empresa de Consultoria de Produção Enxuta foi contratada para implementar o Mapa de Fluxo de Valor (ferramenta para se diagnosticar e eliminar desperdícios no fluxo de produção) na Manufatura II. Esta empresa pode ser considerada “*knowledge broker*”, pois sua experiência prévia na implementação desta ferramenta analítica pôde ser replicada na Manufatura II.

A Empresa de Consultoria de Seis Sigma (metodologia de gestão de projetos com validação estatística) ensinou a matriz da empresa analisada nos EUA a mudar a estrutura organizacional para melhorar os processo de negócio através de projetos. Para isso, foram criados papéis intraorganizacionais de gerentes de projetos, treinadores e especialistas internos em Seis Sigma. O gerente de projeto da implementação na Manufatura II era um gerente de projeto Seis Sigma e utilizou as técnicas estatísticas desta metodologia para comprovar a eficácia da implementação de Teoria das Restrições, o que deu maior legitimidade organizacional para a mesma.

A equipe de implementação da Manufatura I era composta por profissionais bastante desmotivados pelo fato de terem que conviver durante anos com baixo desempenho no percentual de pedidos entregues no prazo e no nível de inventário. Além disso, devido ao tamanho da operação, as áreas funcionais (planejamento, produção e engenharia de processos) trabalhavam de forma relativamente isolada, com baixo grau de comunicação e de envolvimento interfuncional.

A equipe de implementação da Manufatura II, por outro lado, era constituída por profissionais multifuncionais muito motivados e integrados. De fato, estes profissionais se orgulhavam de terem tido sucesso na implementação de outras inovações em seus processos de negócio, o que lhes atribuía autoconfiança diante de novas mudanças em metodologias de gestão.

#### **4.12.2. Estrutura dos relacionamentos entre os Agentes**

Os relacionamentos da empresa analisada (proprietária das Manufaturas I e II) com a Empresa de Consultoria de Teoria das Restrições e com a Linter Sistemas de Teoria das Restrições podem ser caracterizados como dois relacionamentos diretos, abertos e descontínuos, pois para cada empresa foi feito um contrato de serviço diferente: um para o treinamento e a modelagem teórica e outro para a aquisição, implementação e manutenção do software. O treinamento e modelagem teóricos feitos pela Empresa de Consultoria em Teoria das Restrições tiveram de ser refeitos pela Linter Sistemas ao serem analisadas as compatibilidades técnicas do software com as características dos dados e do processo da Manufatura I. Além disso, o coordenador da equipe de implementação teve que refazer este trabalho novamente, quando decidiu diminuir o escopo do projeto-piloto para viabilizar a implementação da metodologia. Portanto, por falta de uma coleta sistemática de dados sobre as características técnicas do software, do ERP e da produção desta manufatura, foi necessário mudar o escopo de implementação e se refazer o trabalho de modelagem da Teoria das Restrições duas vezes, devido a esta estrutura de relacionamentos seqüenciais.

A velocidade da implementação na Manufatura II foi favorecida por um modelo organizacional que neutralizou as resistências às mudanças, que costumam ser intensas nas interfaces entre as diversas áreas funcionais das grandes organizações. Nesta segunda implementação, o processo de inovação ocorreu por meio de uma estrutura matricial por projeto com clara definição dos papéis e responsabilidades do time de projeto e com sistemática mensuração das variáveis dependentes.



#### 4.12.3. Bases de Conhecimento da Empresa Analisada

O primeiro passo no processo de absorção do *know-how* de Teoria das Restrições pela empresa analisada foi a transformação do conhecimento teórico e explícito da metodologia em conhecimento prático e operacional, por meio do processo de internalização do conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). A metodologia da Teoria das Restrições começou a fazer parte do conhecimento organizacional da empresa em questão, no momento em que o gerente de produção da pequena manufatura de uma subsidiária da empresa tomou a iniciativa de aprender os conceitos da metodologia em detalhes. Ao captar estas idéias explícitas e aplicá-las na sua manufatura, ocorreu o primeiro processo de internalização do conhecimento.

Este processo se repetiu, quando foi definido o objetivo mais desafiador de implementar a metodologia na manufatura mais complexa da empresa. Neste momento, foi contratado um especialista da Empresa de Consultoria para conduzir o treinamento sobre a metodologia e planejar a implementação. Da mesma forma, ocorreram treinamento e prototipagem quando a empresa comprou da Linter Sistemas um sistema computacional de Teoria das Restrições para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). Para viabilizar a adoção da metodologia em larga escala pelo Drummer, o gerente de planejamento foi bastante hábil em definir a arquitetura lógica da integração entre o software de Teoria das Restrições e o ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa.

Apesar de todas estas ações, a complexidade da manufatura escolhida como piloto dificultava a efetiva transição dos procedimentos de trabalho para a nova metodologia.

O coordenador do time de implementação decidiu, então, fazer uma implementação piloto num escopo bem mais restrito. Ele escolheu apenas um centro de trabalho dedicado exclusivamente a uma linha de produtos e implementou os algoritmos da Teoria das Restrições de forma simplificada em planilha eletrônica. Enquanto isso, os engenheiros de processo corrigiam os dados do ERP, pois a grande quantidade de falhas no roteiro e estrutura de produto, além de grandes distorções nos dados de produtividade, obviamente faziam com que o *software* de programação não gerasse uma seqüência factível para a produção.

A programação improvisada em planilha eletrônica conseguiu definir um ritmo de produção realista e imune aos principais tipos de paradas imprevistas na produção.

Foi esta programação que permitiu a internalização do conhecimento da Teoria das Restrições, o início da formação de conhecimento tácito na metodologia.

Quando os dados do ERP foram corrigidos, a fase de internalização do conhecimento foi complementada pelas competências obtidas para operacionalizar a Teoria das Restrições por meio de um software específico.

As bases de conhecimento da empresa analisada se consolidaram na metodologia da Teoria das Restrições, quando o conhecimento operacional e tácito obtidos na Manufatura I foi replicado pela equipe da Manufatura II, por meio do processo da socialização do conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1997). A segunda manufatura também passou por um treinamento formal. Em seguida, foi realizado um “mini-estágio” dos planejadores e dos líderes de produção na primeira manufatura, com demonstrações práticas “in loco” de como executar os procedimentos de planejamento e controle da produção pela Teoria das Restrições. Este estágio ajudou o time novato a superar as inúmeras dúvidas e receios quanto à produção puxada pela demanda real e quanto ao dimensionamento dos “*time buffers*”. Mais confiantes, eles puderam conduzir a transição para os novos procedimentos rapidamente.

Em seguida, a empresa enriqueceu suas bases de conhecimento ao criar sua própria metodologia de implementação da Teoria das Restrições, através do processo de externalização. Com base na experiência acumulada na primeira implementação, o especialista interno de Teoria das Restrições procurou definir uma nova abordagem de implementação. Com os outros integrantes do time da primeira manufatura, buscou compreender as causas da complexidade e demora da primeira implementação. Com isso, foi elaborado um conceito de transição gradual em três fases.

Na primeira fase de implementação, os operários foram treinados nos novos conceitos. Depois de uma semana, ocorreu a segunda fase, na qual o chefe dos operários e o planejador da produção explicaram para os operários os novos procedimentos de trabalho. Durante a semana seguinte, esses procedimentos foram seguidos informalmente, para que os operários se familiarizassem com as novas regras de trabalho e pudessem sugerir melhorias no texto do procedimento. Na última fase de implementação, o gerente de fábrica fez uma apresentação para marcar a mudança oficial para os novos procedimentos de planejamento e controle da produção.

Por fim, o *know-how* em Teoria das Restrições foi contextualizado na base de conhecimento organizacional da empresa analisada, por meio do processo de

combinação com o conhecimento de outras metodologias sendo implementadas na manufatura, tanto para a redução de desperdícios de estoques (metodologia “Produção Enxuta”), quanto para o gerenciamento de projetos com validações estatísticas (metodologia “Seis Sigma”).

Na segunda implementação, o método de planejamento e controle de produção pela Teoria das Restrições foi implementado de forma sinérgica com o Mapa do Fluxo de Valor (ferramenta da Produção Enxuta) e o Seis Sigma. O Mapa do Fluxo de Valor (SHOOK e ROTHER, 1999) definiu onde seriam colocados estoques de reabastecimento pelo real consumo, a frequência de reposição de estoques e a definição de projetos de melhoria para redução de tempo de preparação de máquina. O *software* de Teoria das Restrições viabilizou este projeto de Fluxo de Valor, por ser capaz não só de gerar as ordens de produção para um grande número de itens estocados, mas de seqüenciá-las pela capacidade da operação restritiva e de protegê-las com os tempos de proteção.

Já o Seis Sigma (PANDE, NEUMAN e CAVANAGH, 2001) foi fundamental como estrutura organizacional para o projeto de implementação. O gerente de projeto era responsável por atingir uma meta de redução de estoque. No seu time de projeto, foram alocados o planejador de produção e o engenheiro de processo (que definiram o Mapa do Fluxo de Valor da área) e um especialista interno em Teoria das Restrições que coordenou a implementação do primeiro estudo de caso. Com a metodologia Seis Sigma, o gerente de projeto deu maior legitimidade organizacional para as inovações e comprovou com dados estatísticos os resultados do time, tornando indubitável a melhoria de desempenho.

Deste modo, os procedimentos da Teoria das Restrições foram combinados com os procedimentos de outras metodologias sinérgicas que estavam sendo utilizadas pela empresa.

As bases de conhecimento organizacionais da empresa analisada também foram consolidadas pelo processo de inovação incremental. No início do projeto, tanto o objetivo como o escopo foram supradimensionados. Acreditou-se ser possível forçar uma melhoria abrupta em um grande salto, ao invés de visar melhorias em saltos menores e graduais. Conforme o projeto não mostrava resultados tangíveis e as resistências à mudança se intensificaram, o coordenador do projeto se viu forçado a limitar o escopo do projeto piloto para uma linha de produto com o menor número de

complicações, ou seja, com produtividade fácil de medir, roteiro de produção simples e empacotamento feito no próprio centro de trabalho e não em empresa terceirizada.

As mudanças iniciais causadas pela adoção da Teoria das Restrições representaram uma inovação radical, já que alguns paradigmas correntes na empresa foram desafiados:

- A manufatura parou de produzir para a previsão de vendas e passou a produzir apenas para pedidos ou estoques reabastecidos pelo real consumo.
- A manufatura deixou de otimizar a produtividade de todos os recursos e passou a buscar a maior eficiência do fluxo de produção como um todo, o que equivale a criar procedimentos para aumentar a produtividade apenas do recurso com restrição de capacidade, subordinando o ritmo das outras operações ao ritmo da operação gargalo.

Num primeiro momento, porém, estas mudanças radicais desestabilizaram o processo de atendimento a pedidos, porque os procedimentos propostos eram muito diferentes dos procedimentos que os planejadores e operadores estavam habituados.

A estabilização do processo de atendimento a pedidos foi atingida graças às melhorias incrementais no planejamento e no chão de fábrica. No módulo de controle da Teoria das Restrições, a lista de pedidos é priorizada em função do risco de atraso. Com este critério de priorização claro, foram feitos vários ciclos de projetos de melhoria.

Cada projeto de melhoria passava pelas seguintes fases:

- a) Primeiro, o coordenador do projeto entrevistava representantes do planejamento, da engenharia de processos e operários de cada turno para identificar as causas de risco de atraso para os pedidos priorizados.
- b) Em seguida, as causas sugeridas eram validadas com evidências mensuráveis ou constatáveis de forma indubitável.
- c) Então, se analisava a causa mais freqüente com os representantes de cada área e os seus chefes para definir projetos de melhoria para eliminar aquela principal causa.
- d) Assim que a principal causa de risco de atraso tinha sido eliminada, o coordenador do projeto repetia o processo para identificar a próxima principal causa de risco de atraso.

Durante estas reuniões, o coordenador tinha que insistir para que o time identificasse as causas do risco de atraso, porque as pessoas tinham um impulso natural

de confundir a pergunta “por que?” com a pergunta “o que você vai fazer para dar prioridade a este pedido?” Portanto, foi fundamental nestas reuniões, tirar o time da rotina e conduzi-los a um processo de análise coletiva dos motivos que geram os problemas da rotina. Estes projetos de melhoria viabilizaram a redução do tempo de ressuprimento sucessivamente de 15 dias para 12, então 9, depois 6 até se chegar em 3 dias.

Já na segunda implementação, o time foi estruturado num projeto mais formal, com um gerente de projeto eliminando rapidamente todas as resistências à mudança e validando estatisticamente a necessidade e a contribuição das ações implementadas. Também foram monitoradas as métricas de desempenho e o projeto foi dividido em fases de definição, medição, análise, melhoria e controle. Esta estrutura de projeto liberou o foco do especialista em Teoria das Restrições para dedicar-se exclusivamente à implementação sem ter que se preocupar com as decorrências políticas do projeto, que ficaram a cargo do gerente de projeto. A documentação formalizada com métricas tangíveis proporcionou grande credibilidade ao esforço de inovação, já que os resultados foram estatisticamente comprovados.

Além disso, ficou claro o horizonte de tempo no qual o time de inovação seria responsável pelos resultados e quando esta responsabilidade voltaria ao gerenciador do processo, que era o planejador da área. Assim que o giro de estoque atingisse a meta do projeto e permanecesse acima deste nível por três meses seguidos, seria oficializada a transição de responsabilidade do time do projeto para o “dono do processo”.

#### **4.12.4. Domínio de *know-how***

Nos casos acima descritos, houve uma aquisição de *know-how* inicial, no momento em que o consultor foi contratado para conduzir o treinamento sobre a metodologia e para planejar a implementação. Da mesma forma houve aquisição de *know-how* no momento em que a empresa analisada comprou da Linter Sistemas um sistema computacional de Teoria das Restrições, junto com um treinamento sobre o software e uma prototipagem. No entanto, toda esta transmissão formal e explícita de conhecimento não foi suficiente para diminuir os atrasos.

Na verdade, a empresa se encontrava num círculo vicioso. Os atrasos demandavam a quase totalidade da atenção dos planejadores e supervisores de produção, de modo que era praticamente impossível eles dedicarem tempo para a implementação da nova metodologia. Essa manufatura tinha passado por várias

tentativas de resolução do problema de atraso, que cada vez ficava mais crônico. Com a falta de resultados, alguns planejadores expressavam claramente não acreditar que deixariam de ter atrasos. Além disso, faltava foco no time da manufatura. Antes do projeto de implementação de Teoria das Restrições, havia muitas propostas de melhorias ao mesmo tempo, o que dispersava os esforços dos funcionários.

Uma vez que o fluxo de produção foi sincronizado e as propostas de melhoria foram priorizadas de acordo com o impacto na utilização do gargalo, criou-se um objetivo comum claro para todos os departamentos envolvidos. Os sucessivos pequenos projetos de melhoria para diminuir as causas de interrupção imprevistas na produção deram resultados concretos de modo que o líder dos operários afirmou que nos dois meses iniciais da implementação da Teoria das Restrições, a fábrica fez mais melhorias, do que nos dois anos anteriores. Assim, foi possível fazer uma gradual mudança na cultura, de modo a formar uma mentalidade mais favorável à inovação nos processos de gestão.

A equipe de implementação considerou deter o domínio do *know-how* em Teoria das Restrições apenas quando os atrasos diminuíram e a área de planejamento e a área de produção já estavam familiarizadas com os novos procedimentos que eles ajudaram a definir para operacionalizar a nova metodologia.

#### **4.12.5. Considerações finais**

O treinamento formal é necessário, porém é um processo muito superficial para a efetiva incorporação do *know-how* de Teoria das Restrições nas bases de conhecimento da empresa usuária. O que promove replicações mais rápidas é o exemplo vivo em evolução contínua do próprio projeto-piloto com procedimentos de Teoria das Restrições já assimilados em rotinas específicas da organização.

A transição do conhecimento teórico para o conhecimento prático deve ser adquirida em passos graduais de familiarização com as novas regras e com os novos procedimentos de trabalho. Além disso, o primeiro passo para a criação de conhecimento tácito deve ocorrer num ambiente simplificado e livre da interferência de variáveis externas que prejudiquem a demonstração de resultados.

A inovação radical causa uma ruptura nos procedimentos de trabalho correntes. Se a implementação demorar muito tempo para gerar resultados reconhecidos por todos os envolvidos, a nova metodologia perde credibilidade. Por isso, logo após a implementação da inovação radical, devem-se tomar ações complementares pela

inovação incremental, com o propósito de estabilizar o processo sendo modificado e solucionar as principais barreiras ao pleno desempenho da nova metodologia.

O sucesso destas melhorias incrementais depende do envolvimento dos funcionários mais operacionais do processo. Na Manufatura I, a participação dos operários de “chão de fábrica” foi decisiva para se identificar as principais hipóteses de causas de risco de atraso. Estas idéias e hipóteses dos operários foram validadas quantitativamente antes de serem implementadas e o resultado foi medido objetivamente e comunicado a todos os envolvidos.

O investimento em conhecimento explícito externo se mostrou necessário, porém bastante volátil, pois não resultou em aplicação imediata. O domínio inicial do *know-how* da Teoria das Restrições ocorreu durante a implementação de ferramentas e procedimentos simplificados para a operacionalização da metodologia.

A manutenção contínua do domínio de *know-how*, porém, foi proporcionada:

- a) Pelos novos procedimentos de trabalho definidos participativamente;
- b) Pelas sucessivas ampliações do escopo da implementação inicial;
- c) E pelas replicações da metodologia em outras manufaturas da empresa.

Outro fator que favoreceu a manutenção do conhecimento de Teoria das Restrições, foi o desafio de integrá-lo com outras metodologias de gestão inovadoras, como a Produção Enxuta e o Seis Sigma.

# 5

## PROPOSTA DE FERRAMENTA PRÁTICA E DE MODELO TEÓRICO

### 5.3.Introdução

A pesquisa empírica desta dissertação pretende colher dois resultados com base nas análises advindas dos estudos de caso descritos no capítulo anterior:

- Propor uma ferramenta prática para melhorar a eficiência do processo de transferência de *know-how* das funcionalidades atuais do TPC nas manufaturas usuárias dessa metodologia.
- Propor um modelo de redes de inovação resultante do processo recomendado por Carlile e Christensen, (2005) para a formação de uma teoria, de modo que os especialistas de TPC possam conduzir redes de inovação a fim de melhorar não apenas o planejamento e controle da produção de manufaturas usuárias do TPC, mas sim, melhorar as próprias funcionalidades atuais do TPC, além de criar novas arquiteturas, novas funcionalidades e novas ferramentas de apoio para essa metodologia.

O que justifica a apresentação de duas abordagens distintas é a diferença ontológica e a diferença de perspectiva de cada uma das abordagens, o que resulta numa respectiva diferença de genealogia de pesquisa e, em decorrência, numa diferente forma de representação gráfica e diagramática.

A ferramenta prática proposta tem como objeto o processo de transferência de *know-how*, ou seja, a implementação do TPC na sua configuração atual. Portanto, utiliza-se a perspectiva do receptor do *know-how* que é a manufatura usuária do TPC. Uma das genealogias de pesquisa que tem sido mais reconhecida para se melhorar processos e fluxos de transformação é a linha de pesquisa iniciada pelo



Sistema Toyota de Produção e continuada por pesquisadores do MIT com a denominação de “Produção Enxuta”. Já que, como vimos na revisão da literatura, atualmente as pesquisas compreendem que o conhecimento que gera inovações tem atributos de recursos, utilizou-se na presente pesquisa o método de análise e de representação gráfica proposto pela Produção Enxuta para descrever o fluxo de *know-how*, tanto para uma análise de diagnóstico, quanto para se projetar fluxos otimizados.

Por outro lado, o objeto do modelo de redes de inovação proposto não é o processo de implementação do TPC atual, mas é a própria inovação do TPC para renovar essa metodologia de gestão. Portanto, a perspectiva não é mais da manufatura usuária que demanda o TPC, mas dos especialistas que ofertam o TPC. O método de representação utilizado veio de uma genealogia de pesquisa bem diferente do que a genealogia da Produção Enxuta: Trata-se de pesquisas patrocinadas pela Comunidade Européia para se definir, com base empírica, um modelo dinâmico e sistêmico de rede de inovação dentro da genealogia de pesquisa que se inicia com o economista Schumpeter.

A ligação entre as duas abordagens é de finalidade. Para elaborar um modelo de rede de inovação no TPC, a ferramenta prática de análise do fluxo de transferência de *know-how* ajudou significativamente a identificar as variáveis-chave.

Deste modo, a ferramenta proposta para melhorar a implementação do TPC atual serve para conferir fundamentação empírica ao modelo teórico proposto para inovar o TPC.

#### **5.4. Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how***

O objetivo de consolidar a eficiência organizacional é abordado ao se propor uma ferramenta prática para os decisores organizacionais gerenciarem melhor o processo de transferência de *know-how* de TPC, a fim de ajudar as manufaturas usuárias da metodologia a realizarem uma inovação no processo de atendimento de pedidos para diminuir atrasos e diminuir estoques.

Com base tanto nos conceitos da teoria de redes de inovação, como nos fatos empíricos coletados na parte prática da presente pesquisa, segue-se uma proposta de mapeamento de fluxo de operações para a transferência de *know-how* de TPC.

O mapeamento visa primeiro descrever a situação atual de redes de agentes de implementação do TPC para, em seguida, propor projetos para estados futuros, ou seja,

projetos para estados desejados do fluxo de operações para a transferência de *know-how*, de modo que este fluxo seja mais eficaz ao produzir implementações de melhor resultado e, além disso, para que seja mais eficiente ao gerar resultados mais rapidamente.

Na literatura, um dos métodos de modelagem que comprovou maior aplicabilidade prática para a cooperação entre empresas é o método de Jones e Womack (2002) para implementar a metodologia de gestão da “Produção Enxuta” no fluxo de produção de uma cadeia de suprimentos, o que os autores intitulam de “mapeamento do fluxo de valor estendido”.

A abordagem proposta para um fluxo de operações para a transferência de *know-how* se inspira no mapeamento de Jones e Womack (2002). Portanto, para se fazer a transposição do mapeamento de uma cadeia de suprimento para o mapeamento de operações de transferência de *know-how*, a cada passo construtivo será feita referência ao modelo de Jones e Womack (2002).

### **5.2.1. O Mapeamento de Fluxo de Valor**

Jones e Womack (2002, p. 1) definem claramente no que consiste o que denominam de mapeamento:

“O mapeamento do fluxo de valor é o simples processo de observação direta dos fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho”.

De modo semelhante, a modelagem proposta para o fluxo de transferência de *know-how* deve primeiro descrever visualmente e resumir o processo real de transferência de *know-how* realizado pelos especialistas em TPC. Em seguida, a modelagem deve propor soluções para que melhores implementações de TPC sejam finalizadas mais rapidamente.

Jones e Womack (2002) recomendam que caso seja necessário se crie outros ícones particularmente para atividades que não constam no manual “Enxergando o Todo”, certificando-se, no entanto, que todos os envolvidos no mapeamento utilizem os mesmos ícones. Como o objeto de estudo de uma cadeia de suprimento é bastante diferente do objeto de estudo representado pelo fluxo de transferência de *know-how*, será necessário seguir a recomendação dos autores e adaptar alguns ícones por eles utilizados.

## **5.2.2. Elementos Constitutivos do Mapeamento**

### **5.2.2.1. O Fator Gerador do Fluxo de Transferência de *Know-how* – As Metas da Implementação**

Para indicar o fator gerador do fluxo de produção na cadeia de suprimento, Jones e Womack (2002) iniciam a modelagem com uma representação visual do cliente final e de sua demanda. Assim, no caso de uma cadeia de suprimentos para a fabricação de limpadores de pára-brisa, o cliente final é uma montadora. Uma caixa de dados quantifica a demanda total e a demanda para cada um dos dois produtos analisados no fluxo de valor em questão.

Para a transferência de *know-how* de TPC, a demanda é iniciada pelo gerente responsável pela manufatura que requisita a implementação da metodologia de gestão para cumprir metas de melhoria de atendimento de pedidos no prazo e metas de redução de estoques dentro de um determinado prazo de implementação.

### **5.2.2.2. A “Matéria-Prima” das Operações – A Capacitação do Time de Manufatura.**

O mapeamento de fluxo de transferência de *know-how* descreve o processamento das próprias competências do time de manufatura.

A “entrada” (*input*) para o fluxo de transferência de *know-how* é o time de manufatura sem *know-how* de TPC. Depois do processo de transferência de *know-how*, a “saída” (*output*) do processo é o time capacitado e gerando resultados com a nova metodologia, ou seja, o time que demonstrou deter o *know-how* do TPC.

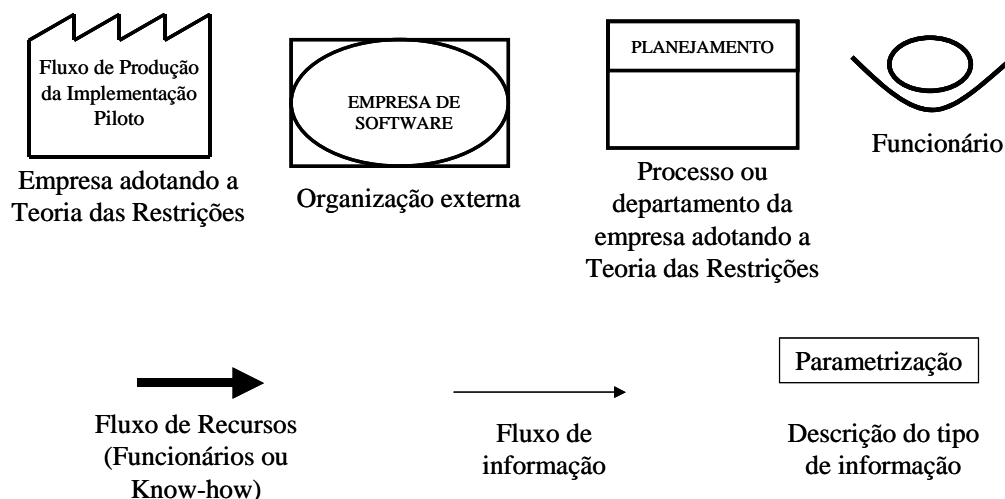
Deste modo, o “material”, o “recurso” sendo transformado são as competências dos funcionários da manufatura no planejamento e controle de produção.

### **5.2.2.3. A Unidade Primária de Análise do Fluxo de Inovação – Os Agentes Envolvidos na Transferência de *Know-How*.**

Jones e Womack (2002) definem que a unidade primária de análise do mapeamento do fluxo de valor estendido é cada fábrica integrante da cadeia de suprimento. Desse modo, no segundo passo do mapeamento, os autores representam cada agente da cadeia de suprimento.

No fluxo de transferência de *know-how*, as competências do time de manufatura são processadas por diversos agentes: o Especialista Externo de Teoria das Restrições, a Empresa de Software, o Especialista Interno, etc...

No fluxo de transferência de *know-how*, os agentes externos não são expressos por um ícone representando uma fábrica, mas por um ícone abstrato para cada organização externa que participa da implementação de Teoria das Restrições.



**Figura 18** - Ícones para representar o mapeamento do fluxo de transferência de *know-how* de TPC. (CALIA, 2005, Adaptado de JONES e WOMACK, 2002)

#### 5.2.2.4. Os Dados Determinantes do Fluxo

Para uma cadeia de suprimentos basta caracterizar uma das plantas integrantes para saber as características da transformação resultante e o seu respectivo efeito na logística da cadeia de suprimento. Por esse motivo, Jones e Womack (2002) definem atributos de cada planta com dados como: Estoques, número de turnos, dias de produção por semana, frequência de produção de cada produto e número de defeitos.

No caso da transferência de *know-how* de TPC, os condicionantes do fluxo são variáveis bem menos padronizáveis e quantificáveis. O que determina o fluxo das operações é o conteúdo de cada operação dos especialistas externos ou internos. Por isso, optou-se por substituir a caixa de dados (utilizada nas operações de uma cadeia de suprimento) por uma caixa informação indicando o que o respectivo agente realiza na fase do processo em questão.

#### 5.2.2.5. O Fluxo de Informação

O fluxo de produção de uma cadeia de suprimento recebe informações sobre a quantidade e o momento certo de produção de cada produto, além da informação sobre a matéria-prima necessária para cada pedido de cliente, ou seja, a cadeia de suprimento recebe informação quanto à programação da produção.

No caso do fluxo de transferência de *know-how* para as implementações de TPC, as informações mais relevantes são:

- a) As metas do projeto de implementação;
- b) A definição dos profissionais que receberão o papel de membro de time do projeto;
- c) As informações para contratar os especialistas externos;
- d) Os critérios técnicos que a empresa usuária define para a implementação do novo software;
- e) E as informações quanto ao resultado dos testes dos programas de produção pelo TPC.

#### **5.2.2.6. Eficácia e Eficiência – Métricas de Desempenho da Implementação**

Para o fluxo de materiais em uma cadeia de suprimento, a eficácia é medida pelo número de peças sem falhas de qualidade e pelo percentual de pedidos entregues no prazo. Por outro lado, a eficiência é medida pelo tempo que um material leva entre a primeira e a última operação da cadeia de suprimento.

Já para a implementação do *know-how* do TPC, a eficácia é medida pelo grau de cumprimento das metas de redução de inventário e de melhoria do atendimento no prazo. A mensuração da eficiência da implementação no mapeamento proposto é realizada pela duração de tempo de cada fase e pela duração da implementação como um todo.

#### **5.2.3. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de *Know-How* à Manufatura I**

Na Manufatura I, o fluxo de transferência de *know-how* do TPC iniciou-se com a demanda gerada pelo diretor responsável. O diretor definiu as metas e o prazo do projeto de implementação para o gerente de manufatura que assumiu o papel de “patrocinador” do projeto.

O gerente da manufatura selecionou o planejador da produção e o líder de produção para assimilarem o *know-how* no TPC e fazerem parte do time de implementação. Em paralelo, o gerente requisitou ao Departamento de Compras que contratasse a consultoria especializada em TPC.

O especialista externo então, recebeu o time de manufatura sem o conhecimento tácito em TPC e iniciou o processo de capacitação, ao treiná-los na metodologia e ao

determinar como utilizar os algoritmos do TPC no fluxo de produção. Destas atividades resultaram o escopo do projeto e os parâmetros do TPC.

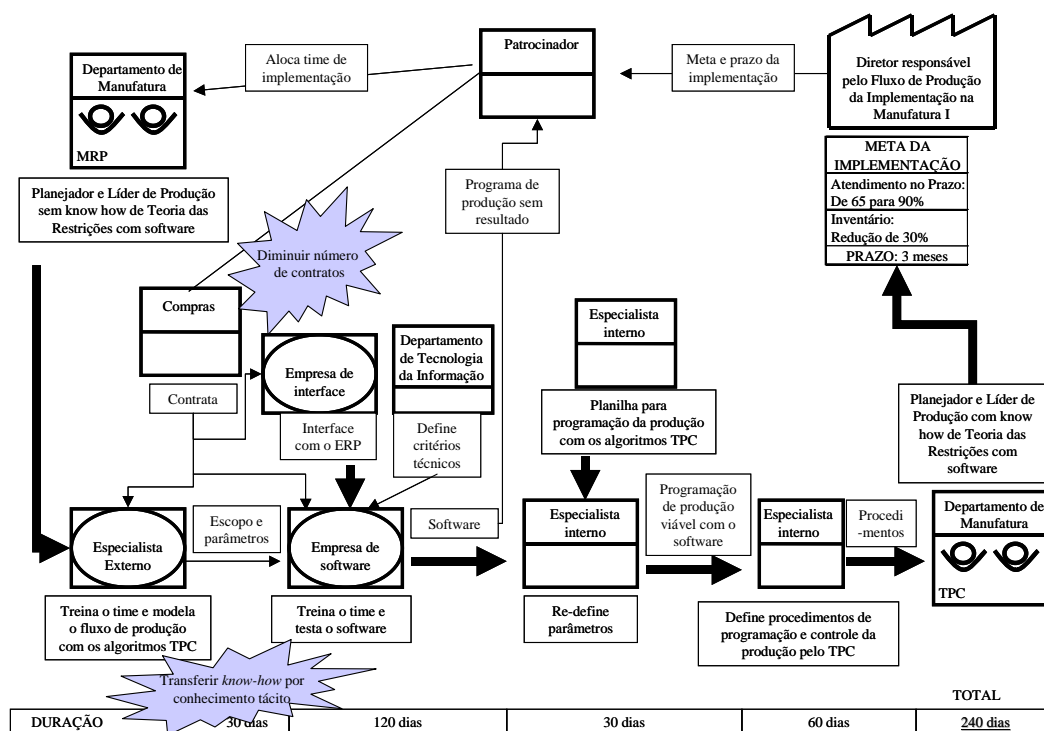
Em seguida, o gerente da manufatura pediu ao Departamento de Compras que contratasse a Empresa de Software e a Empresa de Interface para fornecer o software de Teoria das Restrições com carga automática dos dados vindos do ERP corporativo, sob os critérios do Departamento de Informática. A Empresa de Software, então, treinou o time de manufatura no uso do software e testou o sistema.

No entanto, o programa de produção resultante se mostrou ineficaz. Com isso, o gerente de manufatura aceitou que o Especialista Interno em TPC diminuísse o escopo da implementação piloto, redefinisse os parâmetros do TPC e programasse a produção utilizando os algoritmos TPC de forma simplificada em planilha eletrônica. Este programa iniciou a diminuição de atrasos de pedidos, o que comprova que foram identificados os parâmetros viáveis para a programação da produção com o TPC.

Por fim, o Especialista Interno treinou o time de manufatura a usar o software com os parâmetros viáveis e o time definiu os procedimentos de trabalho para a programação e o controle da produção pelo TPC na linha de produção piloto.

Como resultado deste fluxo, o planejador de produção e o líder da produção absorveram o *know-how* de TPC e conseguiram manter o desempenho em atendimento de pedidos e redução de inventário, de acordo com a meta do projeto de implementação.

A **Figura 19** apresenta o Mapa de Fluxo de *Know-how* aplicado à implementação do TPC na Manufatura I.



**Figura 19** - Mapa do fluxo da transferência de *know-how* de TPC na Manufatura I. (CALIA, 2005, Adaptado de JONES e WOMACK, 2002)

#### 5.2.4. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de *Know-How* à Manufatura II

Na Manufatura II, o fluxo de transferência de *know-how* foi bem distinto do fluxo na Manufatura I.

O gerente de manufatura determinou as metas e o prazo do projeto e os delegou para um gerente de projeto.

O gerente de projeto é um profissional capacitado em estruturar as fases do projeto e a validar as ações e resultados do projeto com análises estatísticas. Além disso, a empresa conferiu ao gerente do projeto plena autoridade para remover os obstáculos políticos à efetiva conclusão do projeto.

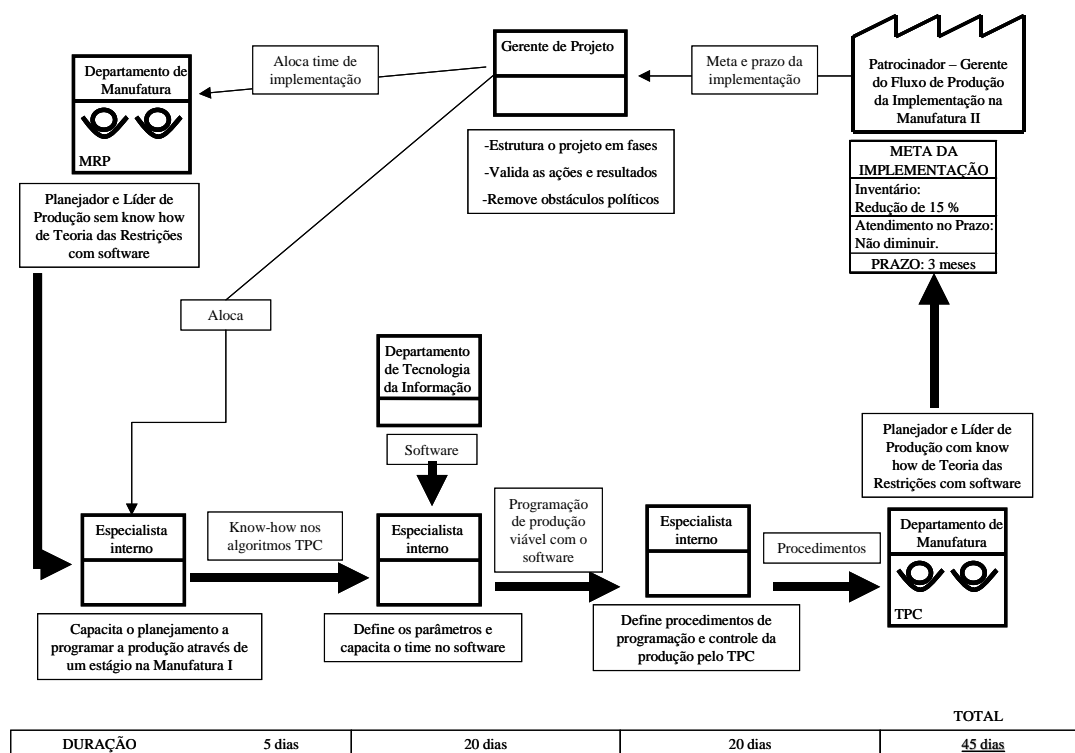
O gerente do projeto definiu os profissionais de manufatura e o Especialista Interno de TPC como membros do time da implementação.

O Especialista Interno capacitou o planejador da produção e o líder de produção, por meio de um “estágio” na Manufatura I.

Em seguida, o Departamento de Tecnologia disponibilizou o software para a Manufatura II, o Especialista Interno definiu os parâmetros do TPC no software e capacitou o time a usá-lo. Então, o time determinou os novos procedimentos de

planejamento e controle da produção pelo TPC, para atingir a meta do projeto e manter o desempenho.

O Mapa de Fluxo de *Know-how* para a Manufatura II é apresentado na **Figura 20**.



**Figura 20** - Mapa do fluxo da transferência de *know-how* de TPC na Manufatura II. (CALIA, 2005, Adaptado de JONES e WOMACK, 2002)

### 5.2.5. Proposta de Estado Futuro para o Fluxo de *Know-How* de TPC

Com base nas pesquisas empíricas nas Manufaturas I e II, propõe-se um Estado Futuro para o fluxo de transferência do *know-how* de TPC para implementações em novas manufaturas usuárias.

No Estado Futuro, o mapeamento proposto recomenda que o fluxo de transferência de *know-how* de TPC se inicie com o Especialista Externo capacitando os usuários a programar a produção em planilhas eletrônicas que utilizem os algoritmos do TPC de forma simplificada. Com isso, o enfoque do time deixa de ser conhecimentos explícitos em longos treinamentos e deixa de ser o aprendizado sobre o software com o qual o time não está familiarizado e o enfoque passa a ser a própria utilização dos algoritmos. As explicações sobre os conceitos e os parâmetros já são realizadas durante a situação de uso do TPC.

Outra grande mudança no fluxo é a eliminação de numerosos contratos que costumam ser lentamente despachados pelo Departamento de Compras. No Estado

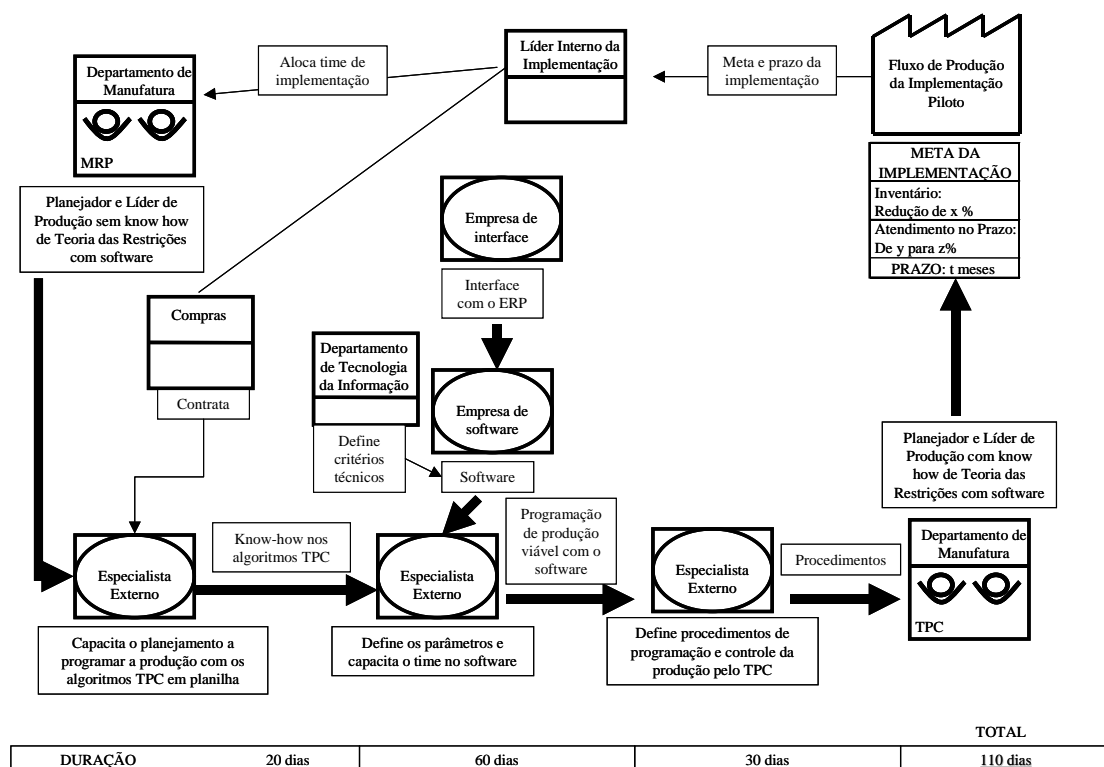


Futuro, o Especialista Externo de Teoria das Restrições pode diminuir significativamente o tempo total da implementação se cumprir o papel de “sistemista” de forma semelhante ao que ocorre na indústria automobilística. Deste modo, é feito um só contrato entre a manufatura usuária e o Especialista Externo de Teoria das Restrições, que se responsabiliza pela entrega integrada da metodologia de TPC com o software e com a interface do software no ERP da empresa usuária.

Após transmitir o *know-how* de TPC de forma simplificada pelas programações da produção em planilhas, o Especialista Externo deve definir os parâmetros de TPC no software e capacitar o time no uso do software. Isso também representa uma sensível mudança em relação ao Estado Atual da implementação na Manufatura I, pois se a empresa de software oferece o treinamento no software, ocorre demasiado enfoque em se mostrar um grande número de funcionalidades, ao invés de se selecionar o mínimo de funcionalidades que tenham a maior praticidade de uso para os planejadores de produção. O Especialista Externo deve assumir a perspectiva dos programadores de produção para realizar os treinamentos na linguagem pragmática de usuário e não na linguagem técnica de especialistas de software.

Em seguida, o Especialista Externo deve orientar os usuários a redefinir os procedimentos internos de planejamento e controle da produção.

A **Figura 21** representa a proposta para o Estado Futuro no fluxo de transferência de *know-how* de TPC.



**Figura 21** - Proposta de Estado Futuro para o Fluxo de Transferência de *Know-How* de TPC. (CALIA, 2005, Adaptado de JONES e WOMACK, 2002)

### 5.2.6. Proposta de Estado Ideal para o Fluxo de *Know-How* de TPC

Por fim, no fluxo de uma cadeia de produção, Jones e Womack (2002) sugerem que o fluxo ideal requer um modelo organizacional colaborativo, por meio de uma modalidade de rede de cooperação entre empresas: um condomínio industrial.

Já no fluxo de transferência de *know-how* de TPC, pode-se almejar um fluxo de desempenho otimizado, um fluxo ideal, ao se desafiar os obstáculos estruturais do fluxo atual, por meio de uma rede de inovação.

Este estado ideal deve superar três grandes obstáculos:

- A. A falta de um processo ágil de formação de conhecimento tácito em programação da produção pela Teoria das Restrições nos novos usuários da metodologia;
- B. A dificuldade de integrar a implementação de Teoria das Restrições com outras metodologias de gestão comumente implementadas pelas manufaturas usuárias no processo de atendimento a pedidos;
- C. A dependência atual do envolvimento do departamento de Tecnologia da Informação e a dependência da carga de um grande número de dados do ERP como pré-requisitos para a implementação do atual software de Teoria das Restrições.

O fluxo ideal requer a eliminação de tais obstáculos. Portanto, o fluxo ideal pressupõe as seguintes inovações:

- a. Um novo procedimento para realizar a transferência do *know-how* do TPC;
- b. Uma nova “geração” da metodologia do TPC, mais aderente às outras metodologias adotadas como práticas modernas em operações;
- c. E um novo software de TPC, mais simples de implementar, mais fácil de usar e restrito apenas às funcionalidades que realmente agregam valor aos usuários.

No entanto, tal inovação requerida depende da participação integrada de diversos agentes distintos (o especialista externo, usuários atuais, pesquisadores, empresa de software). Disto resulta que o fluxo ideal para a transferência de *know-how* de TPC requer uma rede de inovação.

### 5.3. Modelo para Rede de Inovação em TPC

A seguir, procura-se reunir as contribuições para a teoria de redes de inovação resultantes da pesquisa empírica da dissertação.

Para se realizar tal contribuição teórica, primeiramente será utilizado um modelo teórico de redes de inovação na perspectiva econômica elaborado por pesquisadores europeus, o qual será ampliado pelas demais teorias complementares analisadas na revisão bibliográfica, a fim de transformá-lo em um modelo de perspectiva não econômica, mas organizacional. O modelo ampliado será, então, confrontado com os resultados da pesquisa empírica. Deste modo, será construído o modelo específico para rede de inovação em implementações de Teoria das Restrições.

Finalmente, para detalhar o modelo e facilitar sua comunicação será apresentada a representação do modelo proposto em uma linguagem de modelagem amplamente adotada: UML (*Unified Modeling Language*).

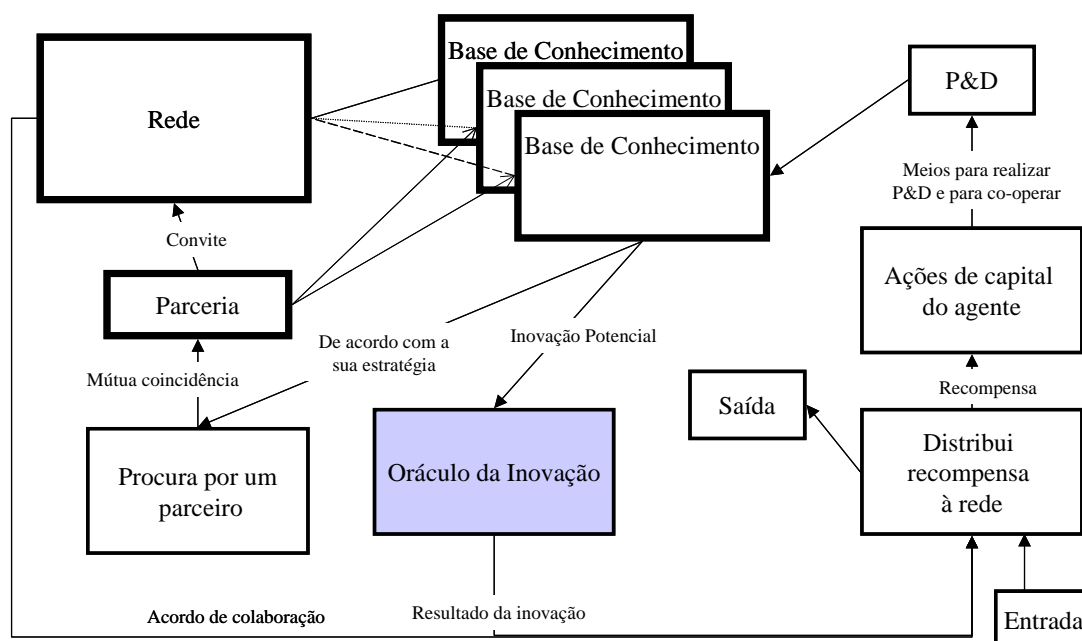
#### 5.3.1. A Construção do Modelo Proposto para Redes de Inovação

##### 5.3.1.1. O Ponto de Partida - Um Modelo de Redes de Inovação na Perspectiva Econômica

Para definir as contribuições teóricas da pesquisa empírica da dissertação conforme o processo de formação de uma teoria proposto por Christensen (2004), será necessário confrontar os achados empíricos com um modelo teórico já existente.

Além disso, Hodgson (1993) considera que a melhor maneira de gerar novas idéias em uma determinada área de conhecimento é capturar conceitos de outros âmbitos de estudo. Por este motivo, procura-se gerar um modelo para a gestão das operações organizacionais de inovação com base em um modelo proposto por pesquisadores de outra área de conhecimento, como a economia.

O modelo teórico escolhido é o modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002), representado na **Figura 24**. Esse modelo, já comentado no capítulo de revisão bibliográfica, apresenta a vantagem de resultar de pesquisas empíricas em quatro setores econômicos e de apresentar uma teoria que relaciona as variáveis de uma rede de inovação de forma dinâmica e sistêmica.



**Figura 24** – Modelo de Redes de Inovação Adaptado de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002).

O modelo desses pesquisadores europeus, parte de um agente, ou seja, de uma organização que realiza Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para ampliar sua base de conhecimento. No modelo computacional, os autores representam a base de conhecimento de uma empresa por um conjunto de competências e habilidades técnicas e organizacionais. De tal base de conhecimento, a empresa cria uma inovação potencial que é avaliada por uma instituição denominada pelos autores como “oráculo da inovação” que vai julgar se a inovação potencial terá sucesso ou fracasso. Se a empresa tiver sucesso na inovação, então receberá uma recompensa financeira que valoriza suas ações de capital, viabilizando futuros projetos de P&D.

Para acelerar o desenvolvimento de sua base de conhecimento e a chance de sucesso de uma inovação potencial, uma empresa pode buscar uma outra organização para uma parceria de inovação, de acordo com a sua estratégia de desenvolvimento de novos produtos. Caso o parceiro potencial também se interesse pela parceria, então ocorre uma mútua coincidência de intenções e a parceria é efetivada.

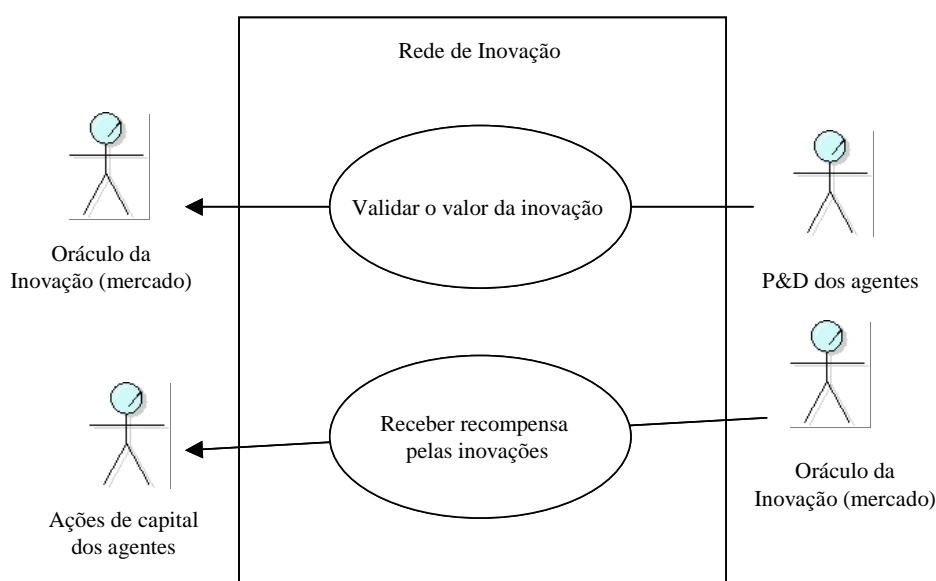
A parceria de inovação viabiliza que a empresa tenha duas fontes para desenvolver a sua base de conhecimento: o seu próprio P&D e a base de conhecimento do parceiro. Novamente, a base de conhecimento resultante da parceria cria uma inovação potencial que é avaliada pelo “oráculo de inovação”. No caso de fracasso, a parceria pode buscar um novo projeto ou, eventualmente, se dissolver. No caso de

sucesso da inovação, os parceiros são financeiramente recompensados e o parceiro não-integrante da rede de inovação ganha a reputação necessária para ser convidado pelo parceiro integrante da rede a participar da mesma. Com isso, o número de membros da rede cresce e aumentam as fontes de desenvolvimento das bases de conhecimento para cada membro.

Fazendo parte da rede de inovação, o membro recém convidado passa pelo mesmo ciclo de desenvolvimento da base de conhecimento através do aprendizado a partir do conhecimento dos outros integrantes da rede, para criar uma nova inovação potencial, que será avaliada pelo “oráculo de inovação”. No modelo, um certo número sucessivo de fracassos implica na dissolução da rede, enquanto que inovações bem sucedidas resultam em recompensas financeiras que são distribuídas entre os agentes da rede, conforme o acordo de colaboração.

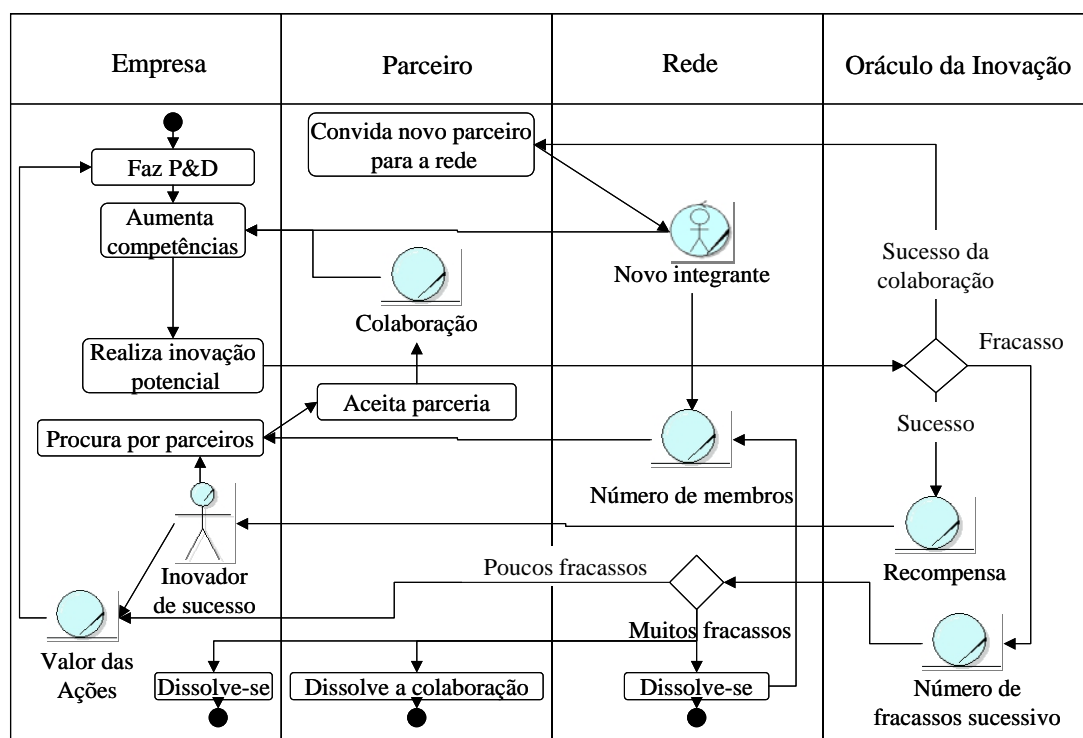
Esse processo é representado visualmente, por meio da linguagem unificada de modelagem, UML, na **Figura 25** e na **Figura 26**.

O Diagrama de Caso de Uso proporciona uma visão macro da utilidade de um processo, de acordo com a perspectiva dos beneficiados pelo mesmo. Cada Caso de Uso representa uma solução diferente com valor para o cliente do processo. O “oráculo da inovação” é o receptor das inovações resultantes da rede, por meio do caso de uso de validação do valor da inovação. Se a inovação for bem sucedida, as ações de capital dos agentes integrantes da rede se beneficiam, por meio do caso de uso representado pelo recebimento das recompensas financeiras.



**Figura 25** – Casos de Uso de Redes de Inovação pelo Modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002) em UML. (CALIA, 2005)

O Diagrama de Atividades descreve como ocorre o caso de uso dentro da rede de inovação.



**Figura 26** – Diagrama de Atividade de Redes de Inovação pelo Modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002) em UML. (CALIA, 2005)

### 5.3.1.2. O Modelo de Redes de Inovação Ampliado na Perspectiva Organizacional

O capítulo de revisão bibliográfica apresentou outras teorias com bom potencial para complementar o modelo de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002). Tal ampliação (apresentada na **Figura 27**) é apropriada, sobretudo por uma questão de escopo e de perspectiva, pois os pesquisadores europeus, liderados pelo economista neoschumpeteriano Andréas Pyka, elaboraram um modelo visando apoiar a decisão dos responsáveis pela política de desenvolvimento econômico, enquanto o presente trabalho visa apoiar a decisão dos próprios agentes interessados na formação e gerenciamento de redes de inovação.

Por isso, optou-se em ampliar o modelo econômico de redes de inovação com as contribuições de teorias de inovação e de teorias de redes na perspectiva organizacional.

Segundo Kotter (1996), um processo de mudança organizacional se inicia com o que denomina de “senso de urgência” para motivar a mudança. Como um projeto de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos com frequência implica em mudanças organizacionais (LEONARD-BARTON, 1992), não bastam recursos financeiros para

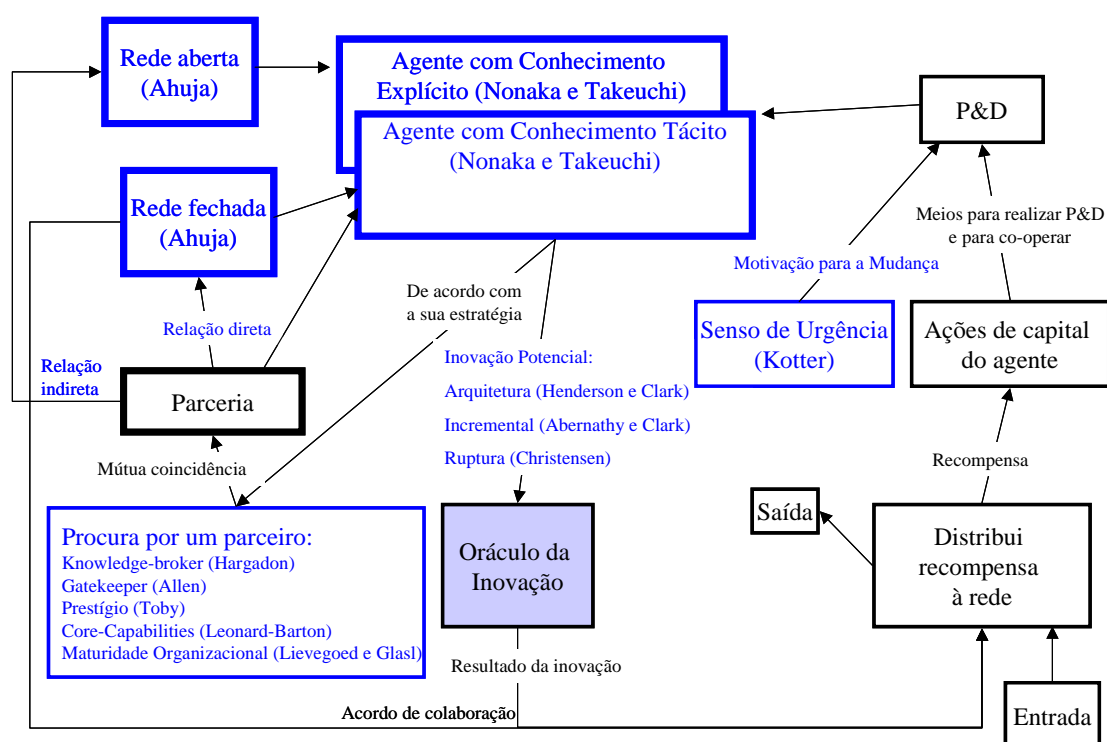
deflagrar a inovação, é necessária também a criação de um senso de urgência na organização.

Na perspectiva organizacional, Nonaka e Takeuchi (1997) demonstram que as bases de conhecimento de uma organização se diferenciam em duas categorias bem distintas de conhecimento: o conhecimento explícito e o conhecimento tácito.

Quanto à inovação potencial, pode-se categorizá-la em diferentes tipos. Para a presente modelagem foram selecionadas a inovação incremental (ABERNATHY e CLARK, 1985), a inovação de arquitetura (HENDERSON e CLARK, 1990) e a inovação por ruptura teorizada por Christensen (2004).

Também os agentes são classificados numa tipologia, de acordo com o seu papel. São de especial importância para a presente modelagem, os conceitos de: a) *knowledge-broker* (corretor de conhecimento), ou seja, o agente que tem acesso a diversas fontes de soluções para a inovação (HARGADON, 1997); b) *Gatekeeper* (porteiro) (ALLEN, 1977) para descrever o agente que lidera o time de projeto dentro da organização; c) agente de prestígio, noção com a qual se analisa a posição do agente na rede (TOBY, 1998); d) agente com competências centrais favoráveis a inovação (LEONARD-BARTON, 1992); e) e o conceito de fases de desenvolvimento organizacional para se avaliar a chance de um agente contribuir a uma rede, de acordo com a sua maturidade organizacional (LIEVEGOED e GLASL, 1996)

Por fim, Ahuja (2000) descreve como as relações indiretas em redes abertas facilitam a obtenção de informação, enquanto que os relacionamentos diretos em redes fechadas favorecem a troca de *know-how*.



**Figura 27** – Modelo de Redes de Inovação de Pyka, Gilbert e Ahrweiler (2002) Ampliado com Teorias Complementares. (CALIA, 2005)

### 5.3.1.3. Pesquisa Empírica para o Desenvolvimento da Teoria de Redes de Inovação

Segundo as concepções de Christensen (2004) para o desenvolvimento teórico, uma teoria representa uma afirmação de causalidade válida em contextos bem específicos. No escopo da dissertação de mestrado, optou-se por um contexto bem delimitado. Aqui, a teorização se limita aos agentes de implementação de Teoria das Restrições, sejam eles externos ou internos. Deixa-se a cargo de futuras pesquisas a ampliação da presente contribuição teórica para implementações em outras metodologias de gestão.

Conforme foi visto no capítulo que descreveu sobre a implementação de TPC na Manufatura I, a pesquisa empírica evidencia três fatos que indicam a necessidade de se adaptar ou detalhar a Teoria de Redes de Inovação quando aplicada à explicação da transferência de *know-how* de Teoria das Restrições ao departamento de manufatura de uma empresa.

Na perspectiva da empresa que está recebendo o *know-how*, o esforço de inovação para desenvolver novos processos de planejamento de produção não resulta apenas dos meios proporcionados pelos ganhos financeiros de inovações anteriores. No



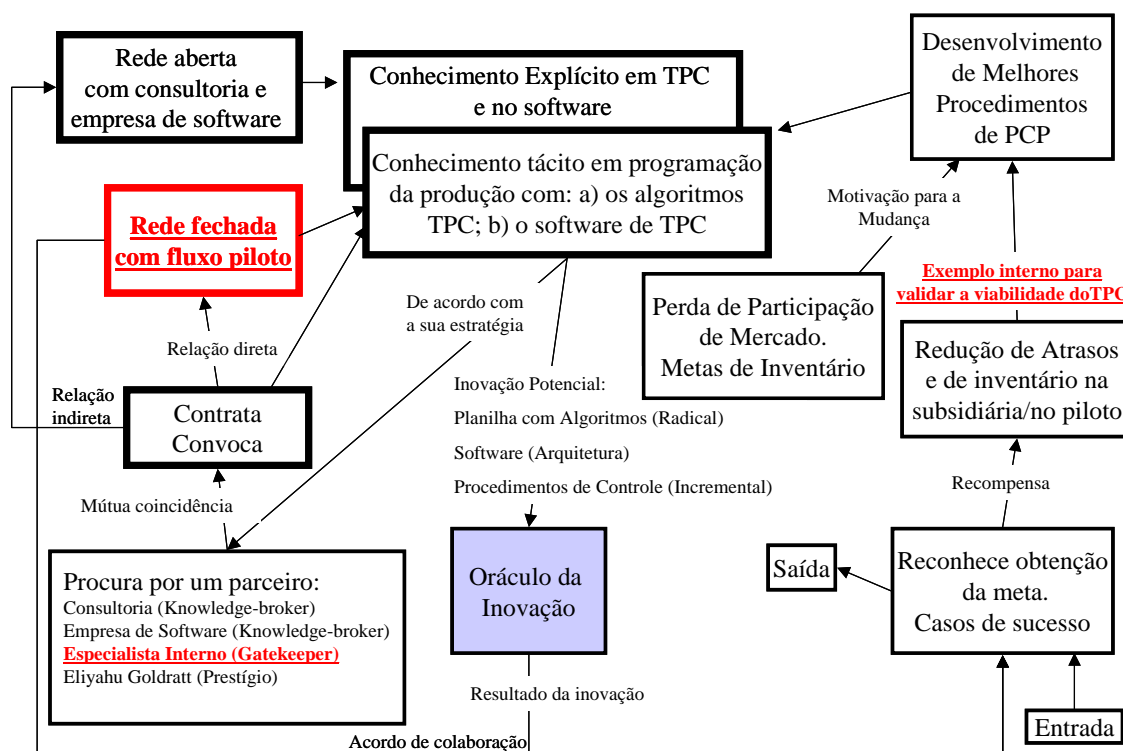
caso da manufatura analisada, foi necessário um exemplo interno que validou a viabilidade dos algoritmos do TPC.

Para o fluxo de valor piloto na Manufatura I, tal exemplo foi representado pela experiência anterior na pequena fábrica da subsidiária da empresa. Nos ciclos de inovação seguintes, o exemplo interno de validação foi proporcionado pelo fluxo de valor piloto, o qual facilitou as replicações posteriores para mais nove fluxos de valor dentro da mesma manufatura, assim como favoreceu a replicação para a manufatura II.

A segunda descoberta é a necessidade da formação de um Especialista Interno para detalhar o processo de transferência e absorção do *know-how* em Teoria das Restrições, ao fazer o papel de *gatekeeper* (ALLEN, 1971), ou seja, o papel de membro de time de projeto que comunica intensamente com as outras partes da organização. Prova desta necessidade é que as primeiras programações de produção com o software de Teoria das Restrições não diminuíram atrasos, enquanto que a programação em planilha eletrônica com os algoritmos de TPC elaborada pelo especialista interno iniciou o processo de melhoria no atendimento de pedidos.

A terceira conclusão da pesquisa empírica na Manufatura I é que o Especialista Interno necessita de relacionamentos estreitos com a equipe da implementação piloto para obter um “Laboratório Interno”, onde seja possível a demonstração das bases de conhecimento tácito em contínua evolução, facilitando o processo de sociabilização de conhecimento tácito e, assim, melhorar a eficiência das replicações.

A **Figura 28** representa o modelo proposto aplicado à pesquisa empírica na Manufatura I.



**Figura 28** – Modelo de Redes de Inovação Ampliado Aplicado à Pesquisa empírica na Manufatura I. (CALIA, 2005)

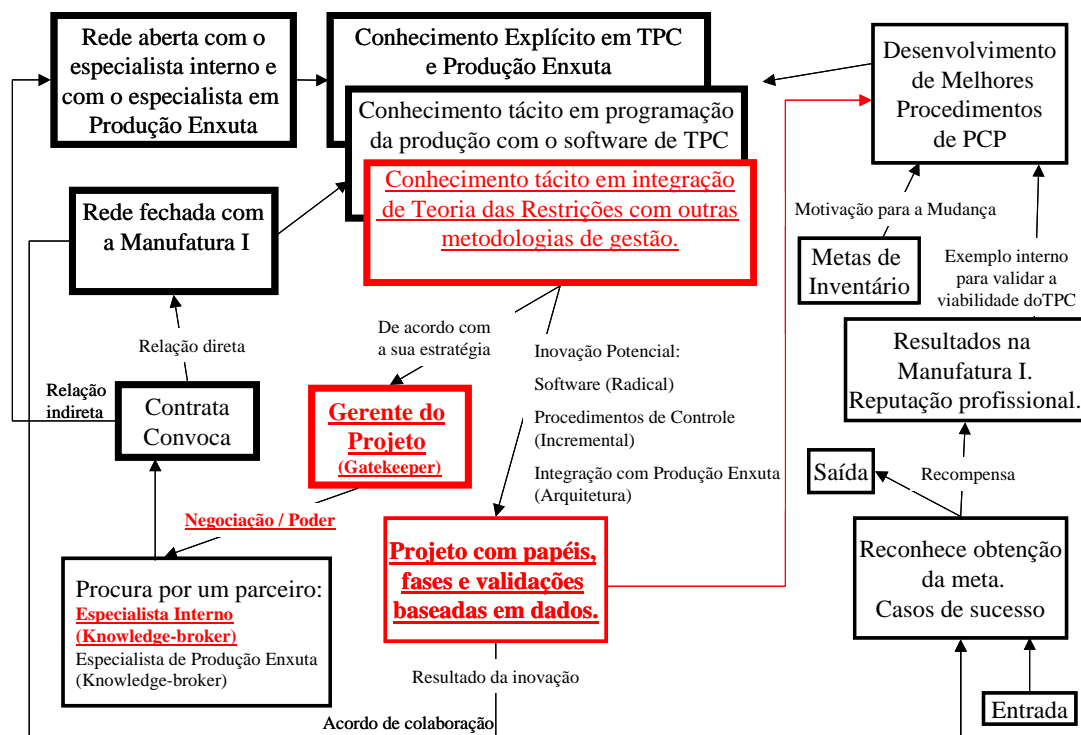
A pesquisa empírica realizada na Manufatura II oferece duas contribuições à Teoria de Redes de Inovação.

A primeira conclusão afirma que o projeto de inovação é mais eficiente quando liderado não por um Especialista Interno, mas por um Gerente de Projeto dotado, pela Diretoria da empresa, de efetiva autoridade e poder para conduzir a mudança e remover os obstáculos políticos à adoção da nova metodologia de planejamento da produção. Além de ter a autoridade para a inovação, o Gerente de Projeto deve legitimar as ações do time de implementação com validações baseadas em fatos para direcionar as decisões específicas que resultam em novos procedimentos. Além disso, o gerente de projeto deve definir papéis bem claros a cada membro do time de implementação e estruturar o projeto em fases distintas de: mensuração, análise, teste de soluções e definição de novos procedimentos. Com isso, minimizam-se os riscos associados à inovação, o que traz maior previsibilidade aos resultados das ações do time de implementação. (Por isso, foi tirada a representação do “oráculo da inovação” na **Figura 29** para o modelo aplicado à pesquisa empírica na Manufatura II).

A segunda conclusão é que, quando o Especialista Interno é liberado das tarefas políticas do Gerente de Projeto, então, ele pode se dedicar aos relacionamentos com especialistas de outras metodologias sendo simultaneamente implementadas na mesma

manufatura. Com isso, ele pode contribuir para desenvolver formas de integrar o conhecimento tácito em Teoria das Restrições com os conhecimentos de Produção Enxuta, por exemplo, como foi descrito na pesquisa empírica na Manufatura II. Deste modo, o time de implementação pode combinar o conhecimento tácito de diferentes metodologias, o que caracteriza a inovação por arquitetura (HENDERSON e CLARK, 1990)

A **Figura 29** mostra o modelo aplicado à Manufatura II.



**Figura 29** – Modelo de Redes de Inovação Ampliado Aplicado à Pesquisa empírica na Manufatura II. (CALIA, 2005)

#### 5.3.1.4. Modelo de uma Rede de Inovação em Teoria das Restrições

Com base na transformação do modelo econômico em um modelo organizacional de redes de inovação, por um lado, e com base na validação do modelo organizacional ao confrontá-lo com a pesquisa empírica, por outro lado, será possível delinear uma proposta de um modelo para rede de inovação em Teoria das Restrições. Para isso, será necessária uma nova mudança de perspectiva.

Na pesquisa empírica adotou-se a perspectiva do receptor do *know-how*, ou seja, a manufatura usuária objetivando inovações em seu processo de atendimento de pedidos resultando na diminuição de atrasos e redução de inventário. Já na proposta de modelo,

adota-se a perspectiva dos agentes que oferecem o *know-how*, ou seja, os agentes de implementação, os pesquisadores e as empresas de software objetivando inovações representadas por: melhores procedimentos de transferência de *know-how*; metodologias mais eficazes e abrangentes; e softwares mais amigáveis e fáceis de implementar.

As seguintes propostas para a inovação dos fornecedores de *know-how* se fundamentam nas constatações obtidas tanto nas pesquisas empíricas.

O modelo inicia-se com os meios e motivadores para a inovação. No caso dos Especialistas em Teoria das Restrições, a inovação consiste na melhoria da eficiência na transferência de *know-how* sobre a utilização dos algoritmos do TPC para a programação e controle da produção. Os meios para tal inovação são os recursos financeiros dos Especialistas em Teoria das Restrições, no entanto, esses recursos não são suficientes para deflagrar a inovação. Assim, a inovação requer motivadores, ou seja, metas específicas de inovação para dar direção e propósito aos esforços de P&D na metodologia de gestão.

#### **5.3.1.4.1. Primeiro Ciclo de Inovação em Rede – Inovação Incremental**

O modelo proposto recomenda que o primeiro passo para a rede de inovação em Teoria das Restrições seja o agente formador da rede procurar conhecimento explícito quanto às satisfações e insatisfações em relação ao atual processo de implementação na opinião das manufaturas já usuárias do TPC. Com isso, se obtém dados para poder definir o escopo do primeiro projeto de P&D na metodologia de gestão.

Com o escopo definido, o próximo passo é desenvolver o novo processo de transferência de *know-how* em parceria com um usuário que já o absorveu e que detém o *know-how* do TPC no núcleo de suas competências profissionais (*core capabilities*), ou seja, um Especialista Interno de TPC em uma empresa já usuária da metodologia. Este Especialista Interno será membro do time do projeto de P&D, no qual o papel de líder de projeto de inovação fica a cargo de um Especialista Externo em Implementações de Teoria das Restrições.

A finalidade da parceria de inovação com um Especialista Interno é de se aprimorar o processo de transferência de *know-how* do TPC, por meio da criação de um “Laboratório” para experimentação de metodologias de gestão (JONES e WOMACK, 2002). Para garantir a eficácia do novo processo, o conhecimento deve vir da validação prática, ou seja, do conhecimento tácito do protótipo da inovação funcionando no

“Usuário-Laboratório”. Como se trata de uma parceria para a transferência de *know-how*, será necessário que o relacionamento entre organizações seja estruturado como uma rede direta e fechada (AHUJA, 2000).

Em seguida, o modelo preconiza que os resultados do P&D da rede de inovação vão depender da utilização de uma metodologia estruturada de gerenciamento de projetos. Aproveitando-se as constatações da pesquisa empírica na Manufatura II, o modelo recomenda que o gerenciamento do projeto de P&D defina claramente os papéis dos membros do time do projeto e estruture o projeto nas seguintes fases: mensuração das dimensões de performance desejadas pelas manufaturas usuárias; análise de causas de obstáculos ao melhor desempenho; teste de soluções; e estabilização da solução.

Através do gerenciamento do projeto de P&D pode-se gerar uma inovação incremental potencial. Essa inovação visa melhorar a eficiência do atual processo de transferência do *know-how* em TPC. Em seguida, esse novo processo pode ser testado em novas manufaturas potencialmente usuárias do TPC, antes do lançamento definitivo do novo procedimento de implementação. Com isso, reduz-se a aleatoriedade e imprevisibilidade do lançamento da inovação. O teste no mercado-alvo gera informação para a equipe de P&D: a) aprimorar suas estratégias; b) buscar conhecimento explícito mais específico sobre as avaliações de usuários atuais; c) e melhorar a inovação incremental potencial.

O sucesso na inovação incremental proporciona o reconhecimento necessário para formar uma rede mais ampla de parcerias. Na expressão dos pesquisadores do modelo econômico, o agente inovador deve ser bem sucedido nas inovações de seu P&D antes de formar uma parceria. Isso sinaliza ao mercado que o agente cumpriu com os pré-requisitos para formar uma rede de inovação.

#### **5.3.1.4.2. Segundo Ciclo de Inovação em Rede – Inovação em Arquitetura**

Num segundo ciclo de inovação, o modelo recomenda que a meta de P&D seja uma inovação em arquitetura, ou seja, que os componentes do TPC sejam reagrupados com os componentes de outras metodologias de gestão eficazes no planejamento e controle da produção. Para isso, o modelo recomenda que seja criado um novo projeto de P&D em parceria com redes indiretas e abertas (AHUJA, 2000) com Universidades e Institutos especializados nas metodologias de novas técnicas em planejamento e controle da produção. Com isso, será possível se identificar os componentes eficientes

das diversas metodologias e recombina-los numa arquitetura mais eficaz, de modo a se criar uma geração mais avançada dos aplicativos da Teoria das Restrições.

Uma vez que se tenha o projeto da nova arquitetura, o processo de inovação deve demonstrar a sua funcionalidade. Para isso o modelo retorna ao primeiro ciclo de inovação e passa novamente pelo processo de inovação incremental a fim de se estabilizar o desempenho da nova arquitetura antes de lançá-la no mercado-alvo.

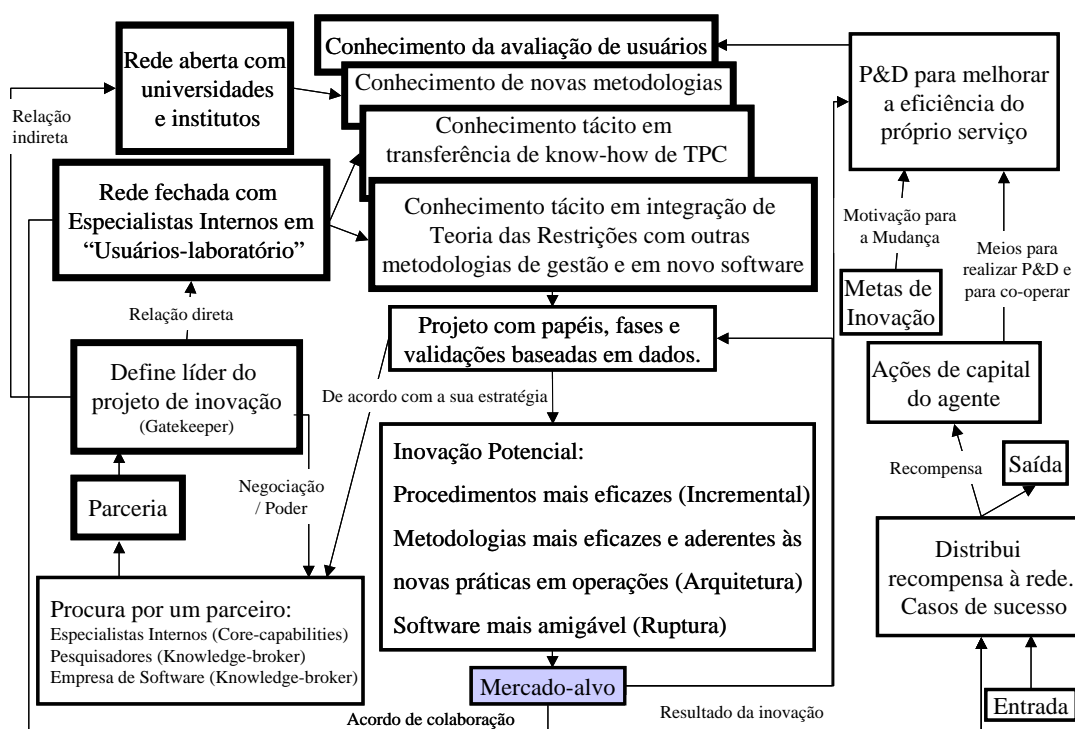
#### **5.3.1.4.3. Terceiro Ciclo de Inovação em Rede – Inovação em Ruptura**

Uma vez que o Especialista Externo de Teoria das Restrições obteve os recursos de curto-prazo com a inovação incremental e os recursos de médio prazo com a nova arquitetura, será possível buscar uma inovação de longo-prazo através da inovação em ruptura (CHRISTENSEN, 2004) ao se eliminar os obstáculos de implementação do software de Teoria das Restrições que é o principal veículo de manutenção do *know-how* de TPC nas empresas usuárias.

O ciclo de inovação em ruptura percorre o mesmo processo delineado no modelo de redes de inovação proposto. Como resultado deste ciclo, surge o conceito de um novo software de Teoria das Restrições, um software mais amigável de implementar e mais simples de utilizar.

Uma vez que o conceito esteja definido, o processo de transferência de *know-how* de TPC com o novo software, retorna também ao primeiro ciclo de inovação para garantir a estabilidade do software, por intermédio da inovação incremental no “Usuário Laboratório”.

A **Figura 30** apresenta o modelo com os ciclos de inovação para a metodologia TPC.

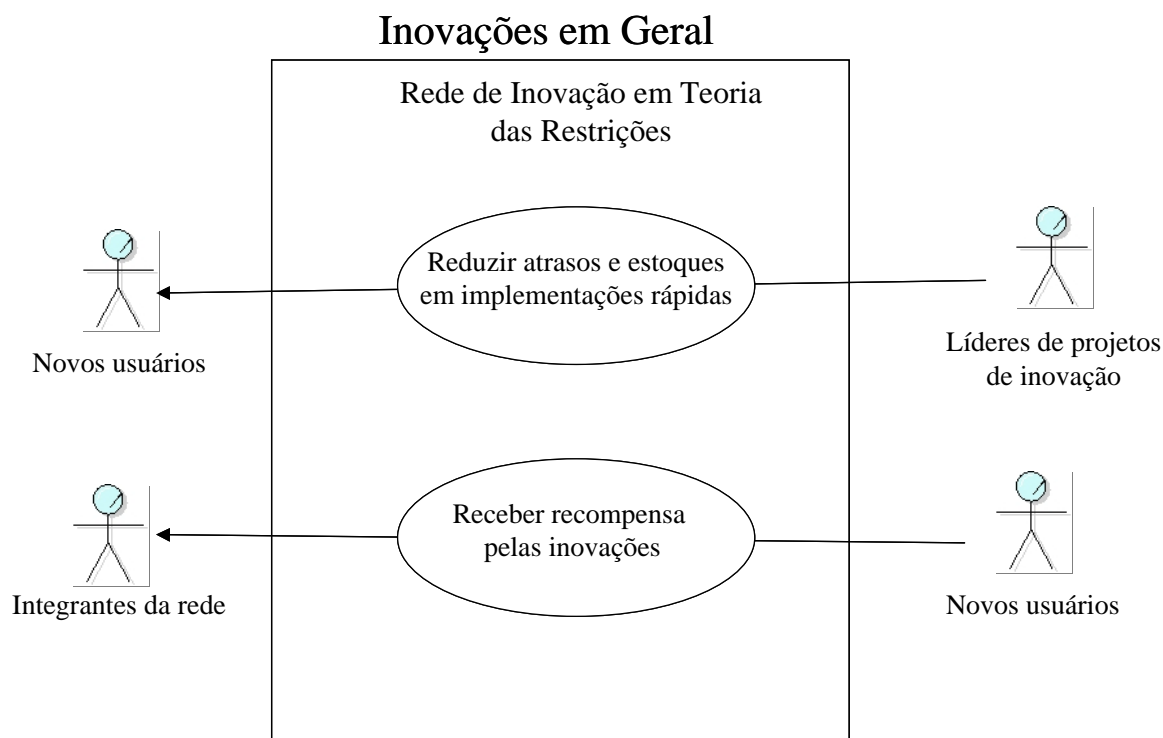


**Figura 30** – Modelo de Redes de Inovação em Teoria das Restrições. (CALIA, 2005)

### 5.3.2 Os Processos de Inovação em Rede

Para melhor comunicar o modelo proposto, será utilizada a linguagem unificada de modelagem, a notação UML.

O Diagrama de Caso de Uso (**Figura 31**) apresenta a visão macro da rede de inovação em Teoria das Restrições na perspectiva dos beneficiados pela mesma. Como os “novos usuários” utilizam uma rede de inovação de Teoria das Restrições? Estas novas manufaturas se beneficiam da metodologia TPC por reduzirem seus atrasos e diminuírem seus inventários em implementações eficientes.

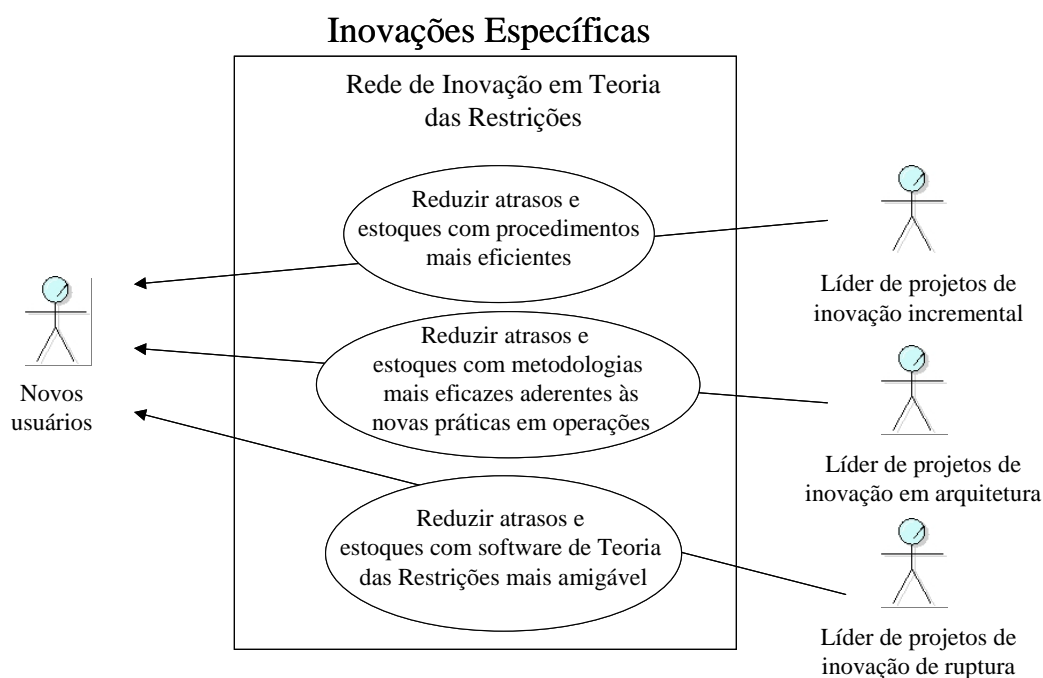


**Figura 31** – Casos de Uso das Redes de Inovação para a Teoria das Restrições. (CALIA, 2005)

É possível diferenciar os Casos de Uso, pois o resultado de cada ciclo de inovação oferece uma forma diferente de solução com valor para os clientes (**Figura 32**):

- a. A inovação incremental propicia procedimentos mais eficazes de transferência de *know-how* de TPC.
- b. Já a inovação em arquitetura, faz com que a própria metodologia TPC evolua ao ser mais aderente às práticas mais modernas de gestão de manufatura, de modo a aumentar ainda mais a eficácia e eficiência na redução de atrasos e redução de estoques.
- c. Por fim, a inovação de ruptura cria um software de Teoria das Restrições totalmente novo. Este novo produto deve simplificar a implementação num amplo mercado de manufaturas. Deste modo, poderá ser possível eliminar a necessidade de transferir *know-how* de TPC para o departamento de manufatura através da intermediação do departamento de informática e através do envolvimento de uma empresa de interface com o ERP, já que ambas as intervenções atrasam significativamente as atuais implementações de TPC.





**Figura 32** – Casos de Uso das Redes de Inovação para a Teoria das Restrições Detalhados pelos Tipos de Inovação. (CALIA, 2005)

Após comunicar a visão geral da utilidade de uma rede de inovação, pode-se detalhar o funcionamento interno da rede de inovação durante a efetiva realização de cada caso de uso. Para isso, utiliza-se o diagrama de Fluxo de Atividades.

Para a inovação incremental, o diagrama de atividades inicia-se com a iniciativa do Especialista Externo em Implementação de Teoria das Restrições. Esse especialista define metas de inovação incremental e inicia um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento para melhorar o próprio procedimento de implementação. Para isso, define-se um “Líder do Projeto de Inovação Incremental”, o qual procura a sua rede aberta de relacionamentos organizacionais composta de sua atual base de clientes para identificar o que eles acreditam ser falhas no atual processo de transferência de *know-how* de TPC. Identificado o problema a ser resolvido pela inovação, o líder gerencia o projeto definindo os papéis dos membros do time, as fases do projeto e realiza as validações que fundamentam as decisões do time com dados e análises quantitativas.

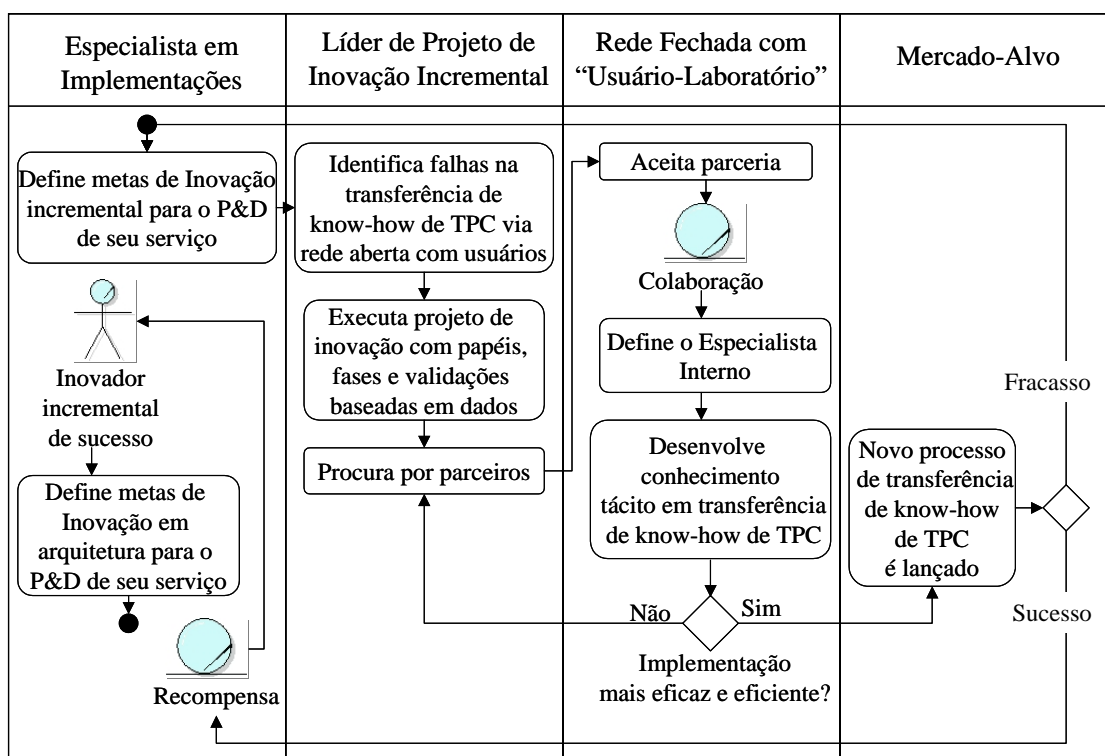
A seguir, o líder procura por parceria de relacionamento fechado com um usuário para criar um “Laboratório” que irá validar e corrigir os resultados da inovação incremental. Neste usuário, determina-se um Especialista Interno para gerar conhecimento tácito no novo procedimento de transferência de *know-how* de TPC.

Se os resultados de redução de atrasos, de diminuição de estoques e de tempo de implementação não forem satisfatórios, o líder da inovação procura uma nova parceria

com outro usuário para servir de laboratório. Porém, caso a inovação resulte em melhor desempenho, então o novo processo de transferência de *know-how* é implementado em um teste de mercado (KOTLER, 2000) com uma amostra de manufaturas potencialmente usuárias do TPC.

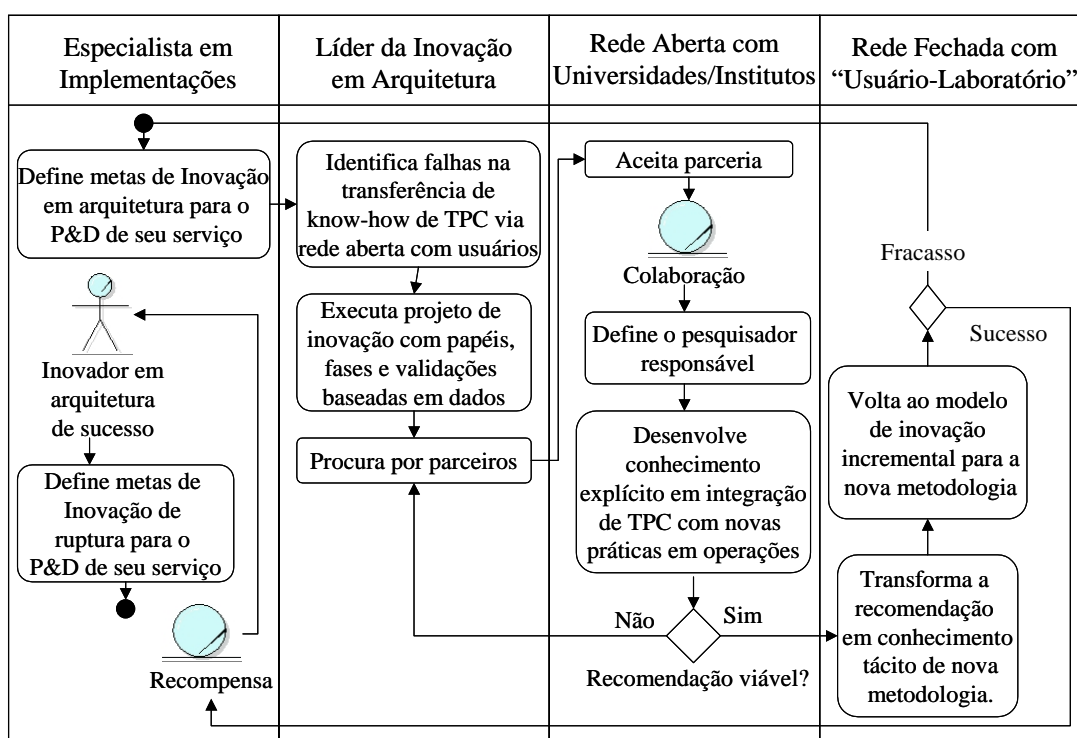
Se o teste de mercado fracassar, os agentes de implementação procuram um novo projeto de inovação incremental. Caso o teste demonstre boa receptividade das manufaturas, então o mercado recompensa o especialista na metodologia de gestão, que ganha a reputação de inovador de sucesso, conquistando, deste modo, o pré-requisito para parcerias nos próximos ciclos de inovação.

Este fluxo de atividades de inovação incremental se baseia na pesquisa empírica nas Manufaturas I e II. A pesquisa empírica efetivamente realizou tal inovação incremental, pois resultados significativos na redução de estoques e no atendimento no prazo foram obtidos em 45 dias na Manufatura II, o que demonstra a eficiência do método de transferência de *know-how* de TPC elaborado pelo Especialista Interno na empresa analisada. Como descrito nos estudos de caso, essa transferência de conhecimento foi acelerada na Manufatura II pelo compartilhamento de conhecimento tácito do time experiente no uso do TPC na Manufatura I. Deste modo, o fluxo piloto serviu de laboratório para a inovação incremental (**Figura 33**).



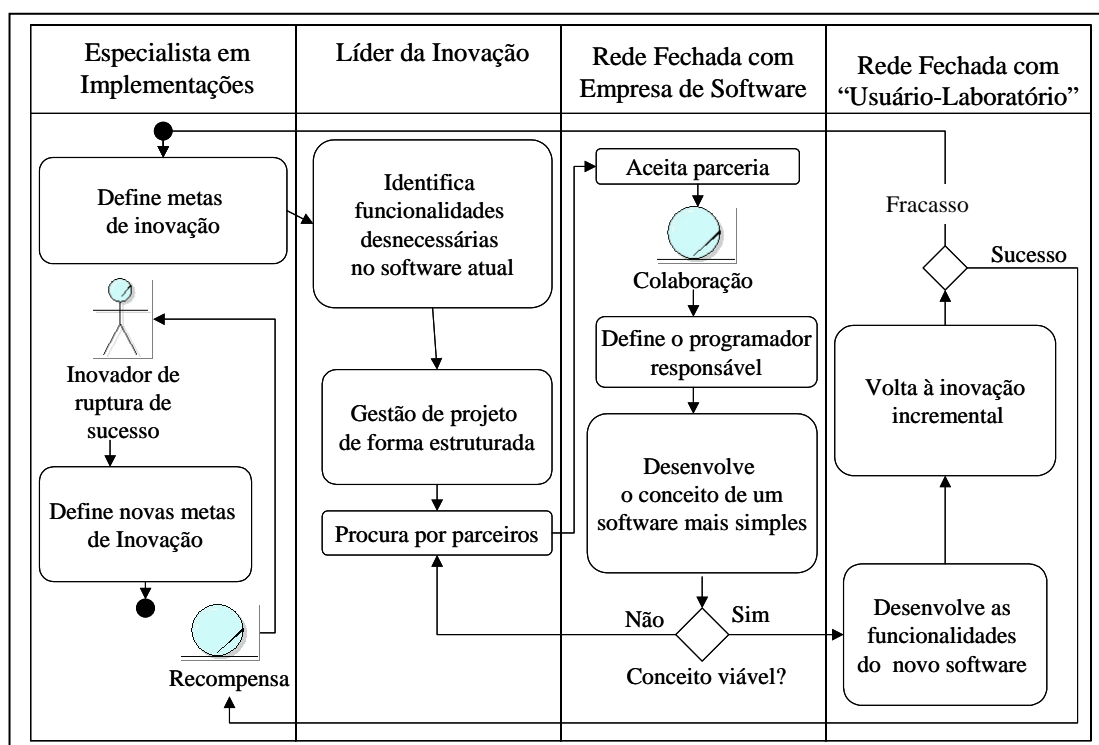
**Figura 33** – Rede de Inovação Incremental em Teoria das Restrições. (CALIA, 2005)

O fluxo de atividades da inovação em arquitetura segue uma lógica semelhante. No entanto, as parcerias de inovação são realizadas com redes de relacionamentos abertos e indiretos, por meio de colaborações com pesquisadores de Universidades e Institutos para gerar conhecimento explícito quanto à integração dos algoritmos do TPC com as práticas mais eficazes e promissoras em operações. Se a recomendação dos pesquisadores for viável para a inovação em arquitetura, então, adota-se novamente o fluxo de atividades anterior para se estabilizar o desempenho da nova arquitetura através de inovações incrementais no Usuário-Laboratório. Deste modo, o conhecimento explícito das recomendações teóricas se transforma em conhecimento tácito na nova arquitetura da metodologia (**Figura 34**).



**Figura 34** – Rede de Inovação em Arquitetura para a Teoria das Restrições. (CALIA, 2005)

Por fim, o diagrama de fluxo de atividades para a inovação de ruptura ilustra que pode ser criado um software mais simples de implementar e de operar os algoritmos de Teoria das Restrições ao se criar um relacionamento direto de rede fechada com a empresa de software para se elaborar um novo conceito de software de TPC. Também essa inovação de ruptura deve voltar às atividades da inovação incremental para transformar o novo conceito em funcionalidades estáveis (**Figura 35**).



**Figura 35** – Rede de Inovação de Ruptura em Teoria das Restrições. (CALIA, 2005)

#### 5.4. Considerações Finais

Foi visto que Clayton Christensen considera que uma teoria é uma afirmação sobre uma relação de causa e efeito para uma situação específica, de modo a definir esquemas de categorização baseados em circunstâncias bem definidas, para que a teoria tenha poder de previsão (CHRISTENSEN, ANTHONY e ROTH, 2004).

Para sintetizar as descobertas da presente dissertação, serão apresentadas, a seguir, as conclusões de relações de causalidade contextualizada entre as inovações incremental, em arquitetura e de ruptura e suas respectivas variáveis independentes.

Para a inovação incremental no método de implementação de Teoria das Restrições, concluiu-se serem necessários os seguintes pré-requisitos:

- Metas de inovação incremental;
- Um Líder de inovação incremental;
- Um diagnóstico de falhas de transferência de *know-how*;
- Um gerenciamento estruturado de projeto de inovação;
- Um relacionamento de rede fechada com um Usuário-Laboratório;
- E um Especialista Interno.

Havendo tais pré-requisitos, então um projeto de inovação incremental resultará num processo mais eficiente de transferência de *know-how* de TPC, do que o processo que ocorreu na Manufatura I.

Esse enunciado teórico deve ser testado em diferentes contextos para ser validado, já que três estudos de caso não são suficientes para garantir a universalidade e o poder preditivo desta relação de causalidade.

Para a rede de inovação em arquitetura poder integrar os algoritmos da Teoria das Restrições com outras metodologias de gestão, concluiu-se serem necessárias as seguintes variáveis independentes:

- a) Metas de inovação;
- b) Líder de inovação;
- c) Levantamento das falhas da arquitetura atual;
- d) Gerenciamento estruturado de projetos;
- e) Rede aberta com pesquisadores;
- f) E estabilização da nova arquitetura pela repetição da inovação incremental.

A relação de causalidade contextualizada indica que, caso ocorram tais variáveis independentes, então a inovação resultará em uma nova e mais eficiente arquitetura do TPC.

Novamente, tal preposição teórica é fundamentada apenas na pesquisa empírica na Manufatura II, da qual resultou uma metodologia de implementação integrando os algoritmos do TPC com técnicas do Seis Sigma e da Produção Enxuta.

Outra evidência que reforça a validade deste enunciado teórico é o fato de haverem agentes de implementação nos EUA que fornecem pacotes integrando o TPC com técnicas de Produção Enxuta. Além disso, a matriz da empresa analisada no estudo de caso das Manufaturas I e II criou treinamentos de metodologias de Produção Enxuta com Teoria das Restrições.

Por fim, o projeto de inovação de ruptura deve contar com os seguintes pré-requisitos:

- a) Definir metas de inovação;
- b) Definir um Líder para o projeto de inovação;
- c) Identificar as funcionalidades de baixo resultado para os usuários;
- d) Gerenciar o projeto de inovação estruturadamente;

- e) Criar uma rede fechada com uma empresa de software;
- f) E estabilizar as novas funcionalidades no Usuário-Laboratório.

Se ocorrerem tais pré-requisitos, então a transmissão de *know-how* de TPC será mais eficiente, através de um software mais simples de implementar e usar.

Para essa preposição teórica, as evidências são mais escassas. Nas Manufaturas I e II, os usuários do TPC obtiveram e mantém os resultados utilizando uma pequena parte das funcionalidades do software atual. Isso é um sinal típico para a oportunidade de inovação de ruptura. Um novo software poderia se ater apenas às funcionalidades efetivamente utilizadas pelos usuários atuais, de modo a se criar um software bem mais simples.

Além disso, o estudo de caso de desenvolvimento do primeiro software de TPC no Brasil indica que a definição das funcionalidades foi realizada num Usuário-Piloto, a Empresa Metalúrgica, por meio de um relacionamento direto em rede fechada. Uma evidencia adicional é o fato de, nos EUA, ter sido lançado um novo pacote de implementação de Teoria das Restrições que utiliza um novo software com funcionalidades bastante simplificadas.

## 6

### CONCLUSÃO

---

A pesquisa partiu da experiência prática em implementações de uma metodologia de gestão. Trata-se da metodologia de planejamento e controle da produção pela Teoria das Restrições, ou seja, os algoritmos Tambor-Pulmão-Corda (*Drum-Buffer-Rope*), conhecidos pela sigla TPC. Tal objeto de estudo passou por uma reflexão sob a perspectiva dos conceitos vindos dos campos temáticos da teoria da inovação, da teoria de redes e da emergente teoria de redes de inovação.

O desafio de utilizar a teoria de redes de inovação para analisar uma metodologia de gestão procurou atender a dois propósitos:

1. Criar uma ferramenta prática para transmitir *know-how* em TPC com mais eficiência;
2. Criar um modelo para inovar a própria metodologia TPC ao se definir melhores métodos de implementação, novas gerações de funcionalidades e novos softwares de operacionalização dos algoritmos.

Ao longo da dissertação, foi possível avançar alguns passos em direção destes dois objetivos: A criação de uma ferramenta prática de transmissão de *know-how* e o desenvolvimento de um modelo para rede de inovação do TPC.

Para melhorar a eficiência da transferência de *know-how* de TPC, foi proposta uma ferramenta prática inspirada na Produção Enxuta: O “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*”. Apesar de ainda se encontrar em fase embrionária, tal ferramenta mostrou ter poder explicativo para descrever os motivos da diferença na eficiência das implementações nas duas manufaturas analisadas na pesquisa empírica.

A aplicação prática do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” revelou uma decorrência não prevista no início da pesquisa. Da mesma forma que a otimização de um fluxo de valor estendido a uma cadeia de suprimento indica a necessidade da criação e projeto de uma rede de cooperação, a observação e otimização do fluxo de *know-how* também indicaram claramente a necessidade da criação e projeto de uma rede de inovação. Isso sugere que pesquisas de redes de inovação podem ser bastante beneficiadas com análises preparatórias vindas de mapeamentos dos fluxos de valor dos produtos ou serviços que se procura inovar.

Para criar um modelo para rede de inovação do TPC foi utilizado como ponto de partida um modelo desenvolvido por economistas. Este modelo foi transformado para uma perspectiva organizacional, ao enriquecê-lo com as teorias organizacionais sobre inovação, sobre redes entre empresas e sobre redes dentro de empresas. O modelo transformado para a perspectiva organizacional foi, então, aplicado às pesquisas empíricas, resultando na identificação de insuficiências teóricas. Por este motivo, o modelo passou por uma segunda transformação a fim de torná-lo mais específico e a fim de aprimorar seu poder explicativo para o fenômeno de rede de inovação de uma metodologia de gestão.

Uma vez que o modelo adquiriu maior especificidade para explicar implementações do passado, utilizou-se da tipologia de inovação (inovação incremental, inovação em arquitetura e inovação de ruptura) para uma tentativa de utilizar o modelo para se prever possíveis cenários futuros do TPC. Para isso, o modelo se desmembrou em três ciclos seqüenciais de inovação.

O ciclo de rede de inovação incremental busca melhorar o método atual de implementação de TPC para que seja mais eficiente e estável. Para isso, se retoma o tema abordado pelo “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*”, mas, agora, a visão de rede de inovação contribui com construtos adicionais ao mostrar que o método de implementação melhorado requer:

1. Gerenciamento de projeto de inovação, por meio:
  - a. Da definição de metas de inovação;
  - b. Da definição de um líder de inovação;
  - c. E definição do uso de uma metodologia de condução estruturada de projeto;
2. Um diagnóstico de falhas do método atual na transferência de *know-how*;



3. Um relacionamento de rede fechada e direta com um “Usuário-Laboratório”;
4. Onde a definição do método de implementação melhorado seja conduzida em parceria com um “Especialista Interno” de TPC.

Já o ciclo de rede de inovação em arquitetura almeja criar uma nova geração de funcionalidades do TPC mais aderentes a outras metodologias de gestão freqüentemente implementadas pelas manufaturas no processo de planejamento e controle da produção. Para se obter essa nova arquitetura do TPC, foram identificadas as seguintes variáveis independentes:

1. Um relacionamento de rede aberta e indireta com pesquisadores especializados em metodologias de gestão no processo de planejamento e controle da produção;
2. Estabilização do método de implementação ajustado à nova arquitetura, através da repetição do ciclo de rede de inovação incremental.

Finalmente, o ciclo de rede de inovação de ruptura visa um resultado de longo-prazo: Criar uma nova geração de software de TPC mais fácil de implementar e de operacionalizar, a fim de se atingir uma grande escala de implementações em manufaturas. Com menos base empírica, indicou-se como candidatos a variáveis independentes para tal inovação de ruptura:

1. Um relacionamento de rede fechada e direta com uma empresa de software;
2. Estabilização do método de implementação do TPC adaptado ao novo software, através da repetição do ciclo de rede de inovação incremental.

Sem dúvida, não será tarefa fácil a implementação efetiva dos três ciclos de redes de inovação propostos no modelo. No entanto, também não foi fácil fazer com que a implementação do TPC na Manufatura II fosse três vezes mais rápida do que a implementação na Manufatura I. Tal resultado da pesquisa empírica foi facilitado pelas seguintes recomendações práticas, também aplicáveis à implementação do modelo proposto:

- a. Selecionar um líder de inovação com perfil empreendedor e que seja um hábil formador de parcerias;

- b. Começar com um escopo modesto;
- c. E selecionar como parceiros nos projetos de inovação apenas profissionais de comprovada competência e motivação.

Além disso, é importante que o time de inovação do TPC considere as possibilidades já existentes, pois é possível se aproveitar e agrupar as inovações incrementais, em arquitetura e de ruptura que já estão acontecendo em manufaturas no Brasil e em outros países. Até mesmo a experiência do time de implementação do TPC na Manufatura II poderia ser aproveitada, pois esse time já realizou vários dos passos recomendados pelo modelo.

Os resultados das implementações das pesquisas empíricas proporcionaram evidências para fundamentar tanto o “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” de TPC, quanto o modelo para redes de inovação do TPC.

No entanto, pode-se considerar que ambas as propostas se encontram ainda em estágio bastante inicial. Disto decorre, que o mapeamento e o modelo propostos são aplicáveis no máximo a uma metodologia (o TPC) e a manufaturas com características muito semelhantes às características das Manufaturas I e II analisadas na pesquisa empírica. No caso de se ultrapassar este escopo, as propostas apresentadas provavelmente devem apresentar baixo poder explicativo e menor ainda poder preditivo.

Pode-se aproveitar a proposta de uma ferramenta prática de “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” para as seguintes idéias de futuras pesquisas:

1. Analisar a aplicabilidade do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” para o TPC em uma amostra estatisticamente representativa de manufaturas de um mesmo setor econômico;
2. Estudar a aplicabilidade do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” para o TPC em manufaturas de setores econômicos diferentes;
3. Com base nos resultados das duas pesquisas propostas acima, elaborar versões mais robustas do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” para o TPC.

4. Validar a aplicabilidade do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” para outras metodologias de gestão, como, por exemplo, a Produção Enxuta e o Seis Sigma.
5. Validar a aplicabilidade do “Mapeamento do Fluxo de Transferência de *Know-how*” em operações de serviço, como, por exemplo, serviços educacionais para a formação de profissionais de engenharia ou de administração de empresas.

Por outro lado, também o modelo proposto para redes de inovação pode estimular futuras pesquisas, com o propósito de:

1. Checar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação incremental no método de implementação do TPC em várias manufaturas de diversos setores econômicos;
2. Testar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação em arquitetura de uma nova geração de funcionalidades do TPC em várias manufaturas de diversos setores econômicos;
3. Realizar uma pesquisa-ação para se efetivamente conduzir uma inovação em ruptura para criar um novo software de TPC, conforme o modelo proposto, de modo a se amadurecer o modelo com mais evidência empírica;
4. Validar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação para outras metodologias de gestão (Produção Enxuta, Seis Sigma, etc...);
5. Testar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação em operações de serviços;
6. Analisar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação para a criação de novos produtos;
7. Checar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação para se comparar o desempenho de redes de inovação de regiões como o Vale do Silício (EUA) ou Emilia-Romagna (Itália) com regiões inovadoras no Brasil;
8. Validar a aplicabilidade do modelo para rede de inovação em “*Science Parks*”, em incubadoras de empresa e em clubes de empreendedores de perfil inovador.

## REFERÊNCIAS

- ABERNATHY, W. J. CLARK, K. B. (1985). *Innovation: Mapping the winds of creative destruction*. Research Policy. 14 (1985) p. 3-22.
- ABRAMOVICI, M. e BANCEL-CHARENSOL, L (2004). *How to Take Customers into Consideration in Service Innovation Projects*. The Service Industries Journal. Vol 24, No. 1, p. 56-78.
- AHUJA, G. (2000) *Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study*. Administrative Science Quarterly. Vol 45 p. 425-455.
- ALLEN, T. (1977) *Managing the Flow of Technology: Technology Transfer and the Dissemination of Technological Information within the R&D Organization*, M.I.T., Cambridge.
- AMATO, J. N. (2000). *Redes de Cooperação Produtiva e Clusters Regionais. Oportunidades para as pequenas e médias empresas*. São Paulo: Atlas.
- ANTOLIN, M. N. – *Bases para el estudio del proceso de innovación tecnológica en la empresa*. Universidade de Leon, México, 2001.
- ARROW, K. (1962) *The economic implementations of learning by doing* Review of Economics Studies, Jun, pp. 155-173.
- AUTIO, E. (1997) *New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts*. Research Policy Vol. 26. Pp. 263-281
- BELZ, F. M. (2000). *Integratives Öko-Marketing: erfolgreiche Vermarktung ökologischer Produkte und Leistungen*. Wiesbaden. Gabler.
- BEST, M.H., (1990) – *The New Competition: Institutions of Industrial Restructuring*. Polity Press.
- BONE, S. e SAXON, T. (2000) *Developing effective technology strategies*. Research- Technology Management, Vol. 43(4)
- BRITTO, J. (2002). *Cooperação Industrial e redes de empresas*. Ed. Campus. Rio de Janeiro.

CAMAGNI, R. e CAPPELLO, R. (1997) *Innovation and performance of SMEs in Italy: The relevance of spatial aspects*, ESRC Working Paper Number 60, Cambridge: ESRC Center for Business Research.

CAMPOS, R. R., NICOLAU, J. A. e SIMIONI, M. (2002) *Inovação e interação produtor-usuário nas empresas de software*. In: SBRAGIA, R. e STAL, E. (edt.). *Tecnologia e Inovação: experiência de gestão e na micro e pequena empresa*. São Paulo. PGT/USP.

CASSAROTTO, N. F. e PIRES, L. H. (1998) *Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local: estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência italiana*. São Paulo. Atlas.

CARLILE, P. R. e CHRISTENSEN, C. M. (2005) *The Cycles of Theory Building in Management Research* Disponível em:

<<http://www.innosight.com/research.php#Theory%20Building.pdf>>. Acesso em 2 maio 2005.

CBI (Confederation of British Industry)/ DTI (1993) *Innovation: The best practice*. CBI / DTI. In NEELY et alii, (1998). *Innovation and Business Performance*. The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, 1998.

CHESNAIS, F. (1991) *Technological competitiveness considered as a form of structural competitiveness*. In: NOISI, J. (org.) *Technology and national competitiveness*. McGillQueens, University Press, Quebec-Canadá.

CHIFFOLEAU, Y (2004) *Learning about innovation through networks: the development of environment-friendly viticulture* Technovation, Volume 25, Issue 10, October 2005, Pages 1193-1204

CHRISTENSEN, C. M., ANTHONY, S. D. e ROTH, E. A. (2004). *Seeing what's next: using theories of innovation to predict industry change*. Harvard Business School Press. Cambridge. Mass.

CLARK, K. B. e WHEELWRIGHT, S. C. (1992) *Organizing and Leading "heavyweight" development teams*. California Management Review, pp. 9-27, Spring.

COHEN, W. e LEVINTHAL, D. (1990) *Adsorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*. Administrative Science Quarterly. Vol. 35, p.128-152.

- CORNELSEN, S. G., BUORO, F., SBRAGIA, R. e LARUBIA, A. C. (2002) *Inovação nas pequenas indústrias: resultados do programa mobilização tecnológica*. In: SBRAGIA, R. e STAL, E. (edt.). *Tecnologia e Inovação: experiência de gestão e na micro e pequena empresa*. São Paulo. PGT/USP.
- CSILLAG, J.M. e CORBETT, T. (1998). *Projeto de pesquisa de utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil*. Núcleo de Pesquisas e Publicações – FGV, São Paulo.
- DOSI, G. (1982). *Technological paradigms and technological trajectories*. Research Policy, North Holland, v.II, p.147-162,.
- DRUCKER, P. F. (1993). *Sociedade pós-capitalista*. São Paulo. Pioneira.
- EC (1995). *Green paper on innovation*. European Commission, Directorate-General XIII/D.
- FREEMAN, C. (1982) *The economics of industrial innovation*. London: Frances Pinter.
- FROST, B. e SCHOEN, S. (2004) *Viable Communities within Organizational Contexts: Creating and Sustaining Viability in Communities of practice at Siemens AG*.
- GALLOUJ, F. e WEINSTEIN, O. (1997) – *Innovation in Services*. Research Policy. Vol. 26, p. 537-556.
- GARGIULO, M. e BENASSI, M. (2000) – *Trapped in Your own Net? Network Cohesion, Structural Holes, and the Adaptation of Social Capital*. Organizational Science. Vol. 11, No. 2, p. 183-196.
- GEROSKI, P. A. (1994) *Market structure, corporate performance and innovative activity* Oxford. Clarendon Press. In NEELY et alii, (1998). *Innovation and Business Performance*. The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, 1998.
- GLASL, Friedrich. (1994)- *Der Erfolgskurs Schlanken Unternehmen*. Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart.

- GLASL, F. e LIEVEGOED, B. (1996) – *Dynamische Unternehmensentwicklung. – Wie Pionierbetriebe und Bürokratien zu schlanken Unternehmen werden.* Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart.
- GOLDRATT, E. e COX, J. (2002) *A Meta: Um Processo de Melhoria Contínua.* Nobel.
- GOLDRATT, E. (1991) *The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean.* North River Press.
- GRANT, R. M. (1996) *Toward a knowledge-based theory of the firm.* Strategic Management Journal, vol. 17, Special Issue Winter, pp. 109-122.
- GRILICHES (1990) *Patent statistics as economic indicators.* Journal of Economic Literature, 28, p. 1661-1707.
- GUPTA, A. K. e SINGHAL, A. (1993) *Managing Human Resources for Innovation and Creativity.* Research-Technology Management, pp. 41-48, May-June.
- HARGADON, A. (1997) *Technology Brokering and Innovation in a Product Development Firm.* Administrative Science Quarterly, 42. p. 716-749.
- HARGADON, A. (1998) *Firms as Knowledge Brokers: Lessons in Pursuing Continuous Innovation.* California Management Review; Spring. 40, 3; pg. 209.
- HARGADON, A. e SUTTON, R. I., (1999) - *Como Construir uma Fabrica de Inovação.* In: *Inovação na Prática: identificando novos mercados.* Harvard Business Review. Campus.(2002)
- HENDERSON, R. e CLARK, K. B. (1990) – *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms.* Administrative Science Quarterly. Vol. 35. p. 9-30.
- HILDRETH, P. e KIMBLE, C. (org.). *Knowledge Networks – Innovation through communities of practice.* London, Idea Group.
- HILL, C. W. L. e DEEDS, D. L. (1996). *The importance of industry structure for the determination of firm profitability: a neo-austrian perspective.* Journal of Management Studies. Vol. 33, número 4., pp. 429-452. In ANTOLIN, M. N. – *Bases para el estudio del proceso de innovación tecnológica en la empresa.* Universidade de Leon, México, 2001.

- HIGGINS, J. M. (1995) *Innovation: the core competence*. Planning Review. Nov/Dec, p.32-35. In NEELY et alii, (1998). *Innovation and Business Performance*. The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, 1998.
- HODGSON, G. M. (1993) *Economics and evolution. Bringing life back into economics*. (v.c. (1995): *Economia y Evolucion. Revitalizando la economia*. Celeste Ediciones, Madrid; pp. 40.)
- HOLMEN, E., PEDERSEN, A. C. and TORVATN, T. (2004) *Building relationships for technological innovation*. Journal of Business Research, Volume 58, Issue 9, Pages 1240-1250
- HUSTED, K. e VINTERGAARD, C. (2004) *Stimulating innovation through corporate venture bases*. Journal of World Business 39, pp. 296–306
- JONES, D. e WOMACK, J (2002) *Enxergando o Todo*. Lean Institute do Brasil, São Paulo.
- KIM, W. C. e MAUBORGNE, R. (1999) - *Como Criar Novo Espaço de Mercado*. In: *Inovação na Prática: identificando novos mercados*. Harvard Business Review. Campus.(2002)
- KOTLER, P (2000) – *Administração de Marketing*. São Paulo. Practice Hall.
- KOTTER, J. (1996) - *Liderando a Mudança*. In: *Mudança*. Harvard Business Review. Campus.(2000)
- KOTTER, J. (1997) - *Liderando Mudança*. Editora Campus.
- KRACKHARDT, D. and HANSON, J.F., (1993) *Informal Networks: The Company Behind the Chart*. Harvard Business Review. P. 104-111.
- KRUGLIANSKAS, I., (1996) *Tornando a Pequena e Média Empresa Competitiva – Como Inovar e Sobreviver em Mercados Globalizados*. Editora IEGE.
- KUMPE, T e BOLWIJN, P. T. (1994) *Toward the innovative firm- Challenge for R&D*. Research Technology Management, pp. 38-44, Jan-Feb.
- LEONARD-BARTON, D. (1992) – *Core Capabilities and Core Rigidities: a paradox in managing new product development*. Strategic Management Journal, Vol. 13, p.111-125.



- LOUTFY, R. e BELKHIR, L. (2001) *Managing innovation at Xerox*. Research-Technology Management, Jul-Aug.
- LÖFSTEN, H. e LINDELÖF, P. *R&D networks and product innovation patterns—academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks*. Technovation.
- MATTOS, J. R. L. e GUIMARÃES, L. S. (2005) *Gestão da Tecnologia e inovação – uma abordagem prática*. São Paulo. Saraiva.
- MELO NETO, J. C. (1996) *A Educação pela Pedra*. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira .
- NAZARENO, R. R., (2003) *Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- NEELY et alii, (1998). *Innovation and Business Performance*. The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, 1998.
- NELSON, R. R. e WINTER, S. G. (1982), *An evolutionary theory of economic change.*, Harvard University Press, Cambridge.
- NONAKA, I. e TAKEUCHI, H., (1997) *Criação de Conhecimento na Empresa*. Editora Campus.
- NOOTEBOOM, B. (1999) *Innovation and inter-firm linkages: new implications for policy*. Research Policy Vol. 28. Pp.793–805
- NOREEN E. e SMITH, D. e MACKEY, K. T. (1995) - *A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial*. Ed. Educator.
- OECD (1981) – *The measurement of scientific and technical activities – Frascati Manual 1980*”. Paris: OECD. In NEELY et alii, (1998). *Innovation and Business Performance*. The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, 1998.
- PANDE, P. S., NEUMAN, R.P. e CAVANAGH, R.R. (2001) – *Estratégia Seis Sigma*, Qualitymark, Rio de Janeiro
- PAPACONSTANTINO (1997) *Technology and industrial performance*. The OECD Observer. Number. 204, Feb/Mar, p.6-10.

- PORTER, M. E. (1983) *The technological dimension of competitive strategy*. In Burgelman, R. A., Maidique, M.A. eds. (1988): *Strategic management of technology and innovation*. Irwin, Homewood, Illinois, pp. 211-233.
- POWELL, W.W. e KOPUT, K. W. e SMITH-DOERR, (1996) *Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology*. *Administrative Science Quarterly*. Vol. 41, p.116-145.
- PYKA, A. e KÜPPERS, G., (2002) *Innovation Networks*. Edward Elgar Publishing Limited
- RENTES, A.F., (2000) *TransMeth – Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas*. Tese (Livre Docência). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- RIFKIN, K. I., FINEMAN, M. e RUHNKE, C. H. (1999) *Developing Technical Managers – First you need a competency model*. *Research-Technology Management*, pp. 53-57, March-April.
- RITTER e GEMÜNDEN (2003). *Network competence: Its impact on innovation success and its antecedents*. *Journal of Business Research* Vol. 56. Pp. 745– 755
- ROSENBERG, N. (1982) *Inside the black box. Technology and economics*. Cambridge University Press, Cambridge, Mass. (vc. (1993): *Dentro de la caja negra*. Tecnologia y economia, La Llar Del Llibre, Barcelona.)
- ROTHWELL, R. (1994) *Industrial innovation: success, strategy, trends*, in Dodgson, M. e Rothwell, R (eds.) *The handbook of industrial innovation*. Hants. Edward Elgar.
- RYCROFT, R.W. e KASH, D.E. (2004) *Self-organizing innovation networks: implications for globalization*. *Technovation* Vol. 24, pp. 187–197
- SALMON, W. C. (1993) *Lógica* Prentice hall do Brasil, Terceira Edição, p 1-72.
- SBRAGIA, R. (2000) – *The interface between project and functional managers in matrix organized NPD projects*. 8th International Conference on Management of Technology, Miami.
- SBRAGIA, R. et alii (1999) – *Los indicadores de I&D&I em las Empresas mas y menos innovadoras*. *Espacios*. Vol. 20, n. 1, pp. 5-22.

- SCHEIN, E., (1999) *The Corporate Culture Survival Guide*. San Francisco: Jossey-Bass.
- SCHUMPETER, J. A. (1942) - *Capitalism, Socialism and Democracy* Harper & Row, New York.
- SCHERER, F.M. (1980) *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Boston: Houghton Mifflin.
- SHOOK, J. e ROTHER, M. (1999) – *Aprendendo a Enxergar*. Lean Institute do Brasil, São Paulo.
- SINK, D. S. (1994) *By What Method?: Leading Large-Scale Quality and Productivity Improvement Efforts*. Engineering & Management Press, Atlanta.
- SLACK, N., CHAMBERS, S. e HARRISON, A. (2002) et al. *Administração da Produção*. Atlas. São Paulo.
- SOH, P. H. e ROBERTS, E. B. (2003) *Networks of innovators: a longitudinal perspective*. *Research Policy*, vol. 32 pp.1569–1588
- STAMER, J.M. (1996) *Competitividade sistêmica: quais são seus fatores e como se relacionam. Ela pode funcionar no Brasil?* In: MATHIEU, H. (org.). *A nova política industrial: o Brasil no novo paradigma*. São Paulo, Marco Zero: IDELFES, FINEP.
- STEVENS, C. (1997) *Mapping Innovation* The OECD Observer. Number. 207, Aug/Sept, p.16-19.
- TOBY, S. (1998) *Network Positions and Propensities to Collaborate: An Investigation of Strategic Alliance Formation in a High-Technology Industry*. *Administrative Science Quarterly*. Vol. 43, i3, p.668 (3)
- ULRICH, K. e ELLISON, D. (1999) *Holistic Customer Requirements and the Design-Select Decision*. *Management Science*. Vol. 45, No.5, p.641-658.
- VERNADAT, F. B. (1996) *Enterprise Modeling and Integration: principles and applications*. 1 ed. Chapman & Hall, London.
- WARD, LIKER, CRISTIANO e SOBEK (1995) – *The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster*. *Sloan Management Review*. p. 43-61.

WELCH, J. (2001) *Jack Definitivo: Segredos do Executivo do Século*. Campus.

WOEPPEL, M. (2000) – *Manufacturer's Guide to Implementing TOC*, St Lucie Press.

YIN, R. K. (2005) - *Estudo de Caso – Planejamento e Método*. Porto Alegre, Bookman.

ZANDER, U. e KOGUT, B., (1995) *Knowledge and the speed of transfer and imitation of organizational capabilities: an empirical test*. *Organizational Science*, vol. 6, número 1, pp. 76-92. In ANTOLIN, M. N. – *Bases para el estudio del proceso de innovación tecnológica en la empresa*. Universidade de Leon, México, 2001.