

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES E
GESTÃO DA DEMANDA:
UMA ANÁLISE CONCEITUAL**

ELIAS DOS SANTOS REIS

ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, na Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BARBARA D'OESTE

2007

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES E
GESTÃO DA DEMANDA:
UMA ANÁLISE CONCEITUAL**

ELIAS DOS SANTOS REIS

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 27 de fevereiro de 2007, pela Banca Examinadora constituída pelo professores:

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza
UNIMEP

Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignácio Pires
UNIMEP

Prof. Dr. Sílvio Roberto Ignácio Pires
UNIMEP

À minha família pelo imprescindível apoio
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado esta oportunidade de superar mais um desafio.

Ao orientador e amigo Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza sem o qual seria simplesmente impossível concluir este projeto.

Ao Prof. Dr. Silvio Roberto Ignácio Pires pela amizade e pelo apoio.

Ao Prof. Dr. Antônio Freitas Rentes por participar da banca de defesa deste trabalho.

A todos os diretores da FAAT – Faculdades Atibaia que acreditaram e financiaram este trabalho.

Ao meu amigo e professor Hercules Brasil Vernalha pela inspiração, pelo estímulo e pelo apoio incondicional.

A Secretaria de Pós-Graduação, aos professores e funcionários da UNIMEP pela atenção e disponibilidade.

REIS, Elias dos Santos Reis. **Teoria das Restrições e Gestão da Demanda** – Um modelo de análise conceitual. 2007. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste.

RESUMO

Atualmente, as empresas disputam mercados através da Cadeia de Suprimentos. Nesta direção, a forma pela qual as empresas desenvolvem a Gestão da Demanda torna-se, dentro de um cenário altamente competitivo, uma poderosa arma contra seus concorrentes e para compreender as necessidades de seus clientes. Contudo, limitações existem e devem ser consideradas. Nesta direção, a Teoria das Restrições oferece um conjunto de conceitos que, aplicados à Gestão da Demanda, implica em uma perspectiva completamente diferente sobre a relação entre a empresa e o mercado. Este trabalho, portanto, propõe uma análise conceitual sobre a Gestão da Demanda na sua forma convencional e sob a influência da Teoria das Restrições, além de propor uma síntese sobre a relação entre estes dois temas.

PALAVRAS-CHAVE: GESTÃO DA DEMANDA, GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, TEORIA DAS RESTRIÇÕES, ANÁLISE CONCEITUAL.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS..... | i |
| LISTA DE QUADROS..... | ii |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA..... | 2 |
| 1.2. PROBLEMATIZAÇÃO..... | 5 |
| 1.3. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA..... | 8 |
| 1.4. OBJETIVOS DA PESQUISA..... | 9 |
| 1.5. METODOLOGIA..... | 9 |
| 1.5.1. ETAPAS E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA..... | 11 |
| 1.5.2. ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 12 |
| | |
| 2. GESTÃO DA DEMANDA..... | 15 |
| 2.1. IMPORTÂNCIA E CONCEITUAÇÃO..... | 15 |
| 2.1.1. O ESCOPO DA GESTÃO DA DEMANDA..... | 19 |
| 2.2. O PROCESSO DE GESTÃO DA DEMANDA..... | 21 |
| 2.2.1. TIME DE EXECUÇÃO..... | 22 |
| 2.2.2. SUB-PROCESSOS ESTRATÉGICOS..... | 23 |
| 2.2.2.1. OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS..... | 24 |
| 2.2.2.2. PROCEDIMENTO DE PREVISÃO..... | 25 |
| 2.2.2.3. PLANO DE FLUXO DE INFORMAÇÃO..... | 27 |
| 2.2.2.4. PROCEDIMENTOS DE SINCRONIZAÇÃO..... | 28 |
| 2.2.2.5. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CONTINGÊNCIAS..... | 31 |
| 2.2.2.6. SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO..... | 32 |
| 2.2.3. SUB-PROCESSOS OPERACIONAIS..... | 33 |
| 2.2.3.1. COLETA DE DADOS E OU INFORMAÇÕES..... | 34 |
| 2.2.3.2. TÉCNICAS DE PREVISÃO..... | 37 |
| 2.2.3.3. SINCRONIZAÇÃO..... | 44 |
| 2.2.3.4. REDUÇÃO DA VARIABILIDADE E AUMENTO DA FLEXIBILIDADE..... | 45 |
| 2.2.3.5. MEDIDAS DE DESEMPENHO..... | 47 |
| 2.3. A GESTÃO DA DEMANDA E OS PROCESSOS ORGANIZACIONAIS..... | 47 |
| 2.3.1. A GESTÃO DA DEMANDA E O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO..... | 48 |
| 2.3.2. A GESTÃO DA DEMANDA E A GESTÃO DE ESTOQUES OU INVENTÁRIO..... | 52 |
| 2.3.3. A GESTÃO DA DEMANDA E A GESTÃO DE CAPACIDADE..... | 54 |

| | |
|--|------------|
| 2.3.4. A GESTÃO DA DEMANDA E O NÍVEL DE SERVIÇO..... | 56 |
| 2.3.5. LOGÍSTICA COMO SUPORTE À GESTÃO DA DEMANDA..... | 58 |
| 2.3.6. A GESTÃO DA DEMANDA E O AMBIENTE COMPETITIVO..... | 60 |
| 2.4. A GESTÃO DA DEMANDA E OS SISTEMAS PRODUTIVOS..... | 63 |
| 2.5. A GESTÃO DA DEMANDA E O CPF..... | 67 |
| 2.6. A GESTÃO DA DEMANDA E O CR..... | 68 |
| 3. A TEORIA DAS RESTRIÇÕES..... | 70 |
| 3.1. ORIGEM..... | 70 |
| 3.2.2. GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES..... | 72 |
| 3.3. PROCESSO DE FOCALIZAÇÃO..... | 74 |
| 3.4. AS MEDIDAS FINANCEIRAS DE APOIO À DECISÃO PARA A TOC..... | 80 |
| 3.5. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO SEGUNDO A TOC..... | 82 |
| 3.5.1. ANÁLISE DA ESTRUTURA LÓGICA V-A-T-I..... | 86 |
| 3.5.1.1. ANÁLISE DA ESTRUTURA LÓGICA V..... | 87 |
| 3.5.1.2. ANÁLISE DA ESTRUTURA LÓGICA A..... | 87 |
| 3.5.1.3. ANÁLISE DA ESTRUTURA LÓGICA T..... | 88 |
| 3.5.1.4. ANÁLISE DA ESTRUTURA LÓGICA I..... | 89 |
| 3.5.2. A TOC E OS SISTEMAS PRODUTIVOS..... | 90 |
| 3.6. A TOC E A CAPACIDADE PRODUTIVA..... | 91 |
| 3.7. PLANEJANDO A PRODUÇÃO SEGUNDO O MÉTODO TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC)..... | 95 |
| 3.7.1. CARACTERÍSTICAS DO TPC..... | 95 |
| 3.7.2. O MÉTODO TPC APLICADO EM SISTEMAS MTO..... | 98 |
| 3.7.3. O MÉTODO TPC APLICADO EM SISTEMAS MTS..... | 100 |
| 3.7.4. O MÉTODO TPC SIMPLIFICADO..... | 102 |
| 3.8. O MÉTODO GERENCIAMENTO DO PULMÃO PARA CONTROLE DA PRODUÇÃO..... | 107 |
| 3.8.1. O CONTROLE DA PRODUÇÃO NO TPC SIMPLIFICADO..... | 113 |
| 3.9. DISTRIBUIÇÃO E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS SEGUNDO A TOC..... | 114 |
| 3.10. O PAPEL DAS PREVISÕES DE VENDA SEGUNDA A TOC..... | 120 |
| 3.11. A TOC E A GESTÃO DA DEMANDA VIA FLEXIBILIDADE DO SISTEMA PRODUTIVO..... | 122 |
| 4. A GESTÃO DA DEMANDA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES..... | 125 |
| 4.1. SUBORDINAÇÃO AO MERCADO..... | 125 |
| 4.2. COMPARAÇÕES ENTRE A VISÃO TRADICIONAL E A VISÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES SOBRE A GESTÃO DE DEMANDA..... | 127 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.1. SUB-PROCESSOS ESTRATÉGICOS..... | 128 |
| 4.2.1.1. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS DA GESTÃO DA DEMANDA..... | 128 |
| 4.2.1.2. PROCEDIMENTOS DE PREVISÃO..... | 129 |
| 4.2.1.3. PLANO DE FLUXO DE INFORMAÇÃO..... | 130 |
| 4.2.1.4. PROCESSO DE SINCRONIZAÇÃO..... | 131 |
| 4.2.1.5. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CONTINGÊNCIAS..... | 131 |
| 4.2.1.6. SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO..... | 132 |
| 4.2.2. SUB-PROCESSOS OPERACIONAIS..... | 133 |
| 4.2.2.1. COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES..... | 133 |
| 4.2.2.2. TÉCNICAS DE PREVISÃO..... | 134 |
| 4.2.2.3. SINCRONIZAÇÃO..... | 134 |
| 4.2.2.4. REDUÇÃO DA VARIABILIDADE E AUMENTO DA FLEXIBILIDADE..... | 134 |
| 4.2.2.5. INDICADORES DE DESEMPENHO..... | 134 |
| 5. ANÁLISE DAS INFLUÊNCIAS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA GESTÃO DA DEMANDA..... | 137 |
| 5.1. INCORPORAÇÃO DO MERCADO AO SISTEMA PRODUTIVO..... | 137 |
| 5.2. ANÁLISE QUALITATIVA DA INFLUÊNCIA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NAS ATIVIDADES DE GESTÃO DA DEMANDA..... | 139 |
| 5.2.1. ELIMINAÇÃO DAS RESTRIÇÕES INTERNAS..... | 142 |
| 5.2.2. ELIMINAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS LOCAIS..... | 142 |
| 5.2.3. DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADE PROTETIVA..... | 143 |
| 5.2.4. O SISTEMA TPC..... | 143 |
| 5.2.5. O MÉTODO GERENCIAMENTO DO PULMÃO..... | 144 |
| 5.2.6. GANHO, INVESTIMENTO E DESPESAS OPERACIONAIS..... | 145 |
| 5.2.7. GDD (GANHO-DINHEIRO-DIA) E IDD (INVENTÁRIO-DINHEIRO-DIA)..... | 146 |
| 5.2.8. ELEVAÇÃO DO MERCADO..... | 147 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 148 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 151 |

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – PROBLEMATIZAÇÃO E HIPÓTESES
- FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO
- FIGURA 3 – GESTÃO DA DEMANDA NO PCP
- FIGURA 4 – MODELO DE GESTÃO DA DEMANDA
- FIGURA 5 – SUB-PROCESSOS ESTRATÉGICOS DA GESTÃO DA DEAMANDA
- FIGURA 6 – SUB-PROCESSOS OPERACIONAIS DA GESTÃO DA DEAMANDA
- FIGURA 7 – CONFIGURAÇÃO DAS ATIVIDADES DA GESTÃO DA DEMANDA
- FIGURA 8 – PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO
- FIGURA 9 – PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS
- FIGURA 10 – SISTEMAS ATO
- FIGURA 11 – A DEMANDA E OS SISTEMAS PRODUTIVOS
- FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES
- FIGURA 13 – PROCESSO DE FOCALIZAÇÃO
- FIGURA 14 – MODELO DE COMPONENTES DA ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL
- FIGURA 15 – RELAÇÃO ENTRE SISTEMA PRODUTIVO E MERCADO NO CONTEXTO DA SUBORDINAÇÃO
- FIGURA 16 – SUBORDINAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO AO MERCADO

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – MEDIDAS DE ERROS

QUADRO 2 – CAUSAS DE DISTORÇÃO DA DEMANDA

QUADRO 3 – RELAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS COM A DEMANDA

1. INTRODUÇÃO

O mundo empresarial atravessa uma das fases mais desafiadoras de que se tem conhecimento. Na história da gestão de negócios, é provável que nunca tenha havido um ambiente tão hostil para a sobrevivência das organizações (PEREIRA *et al.*, 2004); (ARRUDA *et al.*, 2004).

As incertezas que cercam as decisões empresariais têm aumentado tanto em grau de importância como em quantidade. Atualmente, é possível afirmar que, para cada oportunidade de negócio que surge, pelo menos uma ameaça, no mínimo tão significativa quanto ela, se apresenta à organização.

Parece ser consenso que esse cenário é resultado da intensificação da globalização (KRUGMAN, 1994; DOWBOR *et al.*, 1997; KOVALESKI *et al.*, 2005). O mercado potencial para bens e serviços se tornou qualquer lugar no mundo. A evolução das tecnologias comunicacionais, especialmente a Internet, permite, por exemplo, que um morador da África do Sul adquira um computador de um fabricante norte-americano situado na Califórnia (EUA) e receba, em sua residência, o produto pedido dentro do prazo de entrega combinado. Porém, o operador logístico, responsável pela entrega, é uma multinacional alemã e mais da metade dos componentes do computador são procedentes da China. Como se não bastasse, o suporte para solução de problemas é realizado por um técnico situado na Índia que fala inglês fluentemente e pode ser acionado por meio de um telefone norte-americano (SPULBER, 2005); (LEMON, 2005). Assim é o novo mundo dos negócios, simples e complexo – ao mesmo tempo.

Para as empresas, o desafio que se apresenta, portanto, passa certamente pela competição global. Por esta razão, parcerias com fornecedores capazes de agregarem valor por meio de suas competências têm sido fomentadas. Essas parcerias fazem parte do universo da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*).

Cada vez mais imprescindível em tempos de alta competitividade, uma bem desenvolvida Cadeia de Suprimentos tem o poder de permitir que os bens ou

serviços de uma empresa sejam oferecidos em qualquer lugar (GUARNIERI *et. al.* 2006). As parcerias com fornecedores de classe mundial estabeleceram um novo paradigma para os negócios. Seja nos Estados Unidos ou no emergente Leste Europeu, os fabricantes são estimulados a se adaptarem aos padrões globais de qualidade, de prazo para entrega e de preço (VERNALHA; PIRES, 2006; BLAUTH, 2003).

Se, por um lado, o conhecimento sobre a relação entre os elos da Cadeia de Suprimentos parece estar consolidado, por outro, a interação da cadeia com o mercado consumidor ainda precisa evoluir, principalmente, no que diz respeito à capacidade da cadeia em atender a demanda de mercado.

Não obstante haver na literatura diversos trabalhos que permitiram ampliar significativamente o conhecimento sobre o assunto, ainda há espaço para novas contribuições, razão pela qual o presente trabalho pretende estudar a aplicação da Teoria das Restrições (TOC – Theory of Constraints) às práticas que cercam a Gestão da Demanda.

1.1. Contextualização do Tema

De acordo com Helms *et al.* (2000), o principal objetivo da Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management*) é garantir que o produto:

- seja entregue na quantidade certa;
- esteja em local acessível;
- possa ser adquirido no momento da necessidade, e;
- tenha um preço que o cliente possa pagar.

O alcance deste objetivo depende da capacidade de articulação da Cadeia de Suprimentos para atender a demanda do mercado. Contudo, é preciso destacar que a dinâmica mercadológica, caracterizada por uma conjuntura de imprevisibilidade, torna o esforço de previsão mais crítico do que nunca, (SANDERS; RITZMAN, 2004). Sendo assim, faz-se necessário destacar alguns aspectos que expõem a importância da Gestão da Demanda para a Cadeia de Suprimentos.

Considerada por Croxton *et al.* (2002) um dos oito principais processos de negócio da Gestão da Cadeia de Suprimentos, a Gestão da Demanda permite que a empresa sincronize Produção, Suprimentos e Distribuição com as necessidades do mercado.

O sucesso dessa sincronização é diretamente influenciado pelo nível de eficiência e precisão da previsão de demanda, pois ela é o ponto de conexão entre os estoques e os níveis de serviço prestado ao cliente e o elemento responsável por assegurar o efetivo fluxo de material ao longo da cadeia (HELMS *et al.* 2000; PIRES, 2004). Evidentemente, a adequada Gestão da Demanda torna-se determinante para a implantação de estratégias de sucesso na Cadeia de Suprimentos.

No que diz respeito às estratégias, Walters e Rainbird (2004) afirmam que a combinação entre a capacidade da cadeia de suprimentos e uma efetiva gestão da demanda permite à empresa posicionar-se melhor para gerar valor aos clientes e explorar oportunidades de negócio.

A Gestão da Demanda ainda merece destaque quando tratada na perspectiva da Gestão da Produção. Ao abordar o Planejamento e Controle da Produção, Slack *et al.* (1997) classificam a demanda como o principal insumo para a tomada de decisão. Em relação ao MRP (*Material Requirements Planning*), os autores explicam que o ponto de partida para o funcionamento do processo é a Gestão da Demanda composta por carteira de pedidos e previsão de vendas (*forecasting*).

Fogarty *et al.* (1991) e Vollmann *et al.* (1992) dedicam capítulos exclusivos ao assunto. Neles, os autores destacam o papel da demanda no MPS (*Master Production Scheduling*). Além disso, ambos os trabalhos estruturam os processos de elaboração da demanda, definem conceitos e apresentam modelos de previsão.

Em que pese a existência de trabalhos como os citados para justificar a importância do estudo da Gestão da Demanda, o assunto ainda parece estar longe de estar esgotado. Favaretto (2001) e Corrêa *et al.* (2001) destacam que os processos de Gestão da Demanda empregados nas empresas não são corretamente estruturados

e as dificuldades em determinar as incertezas do mercado desestimulam a realização de previsões.

Em estudo realizado sobre o emprego da Gestão da Cadeia de Suprimentos à indústria de computadores, Parra e Pires (2003) analisam, entre outras práticas, o uso inadequado da Gestão da Demanda. De acordo com os autores, a falta de precisão nas informações provoca ineficiência no atendimento a clientes, redução do giro de estoque e alto índice de obsolescência agravada pela grande diversidade de materiais. Em conjunto, esses efeitos causam o comprometimento do retorno do investimento, o aumento do volume de capital investido e a ineficiência na gestão do ciclo de vida do produto.

Nessa conjuntura, quatro observações merecem destaque:

- a imprevisibilidade da dinâmica mercadológica faz com que a demanda seja uma variável de comportamento imprevisível (RICHERS, 2000);
- os erros de estratégia atribuídos à Gestão da Demanda são resultado de processos mal estruturados e não somente da dinâmica mercadológica, (PARRA; PIRES, 2003);
- o sucesso das estratégias implementadas tanto no nível da empresa quanto no nível da Cadeia de Suprimentos é determinado pela Gestão da Demanda (WALTERS; RAINBIRD, 2004);
- a incapacidade da Cadeia de Suprimentos em atender às necessidades dos clientes poder ser provocado por limitações da própria cadeia (CHOPRA; MEINDL, 2003).

A última observação abre espaço para a inserção dos conceitos da Teoria das Restrições às práticas de Gestão da Demanda. A referida teoria assume o pressuposto de que a incapacidade de um sistema em atingir seus objetivos é conseqüência direta de uma ou várias restrições (MABIN; BALDERSTONE, 2003). Para Rahman (1998), as restrições precisam ser identificadas e, depois, gerenciadas, pois determinam o desempenho do sistema.

Noreen *et al.* (1995) advogam que a aplicação dos conceitos e das práticas da TOC no gerenciamento das restrições (*Constraints Management*) poderá promover

rápidas melhorias no resultado das operações como, por exemplo, a obtenção de maior lucratividade. Contudo, Rahman (2002) afirma que a implantação contínua de melhorias moverá as restrições de dentro da fábrica para o mercado. Significa dizer que o mercado tende a ser a restrição predominante ao longo do tempo.

No plano acadêmico, é possível encontrar vasta literatura tratando da Gestão da Cadeia de Suprimentos. Na medida em que seu estabelecimento torna uma prática empresarial recorrente em escala global, pesquisadores do mundo inteiro têm se dedicado a estudar o assunto.

Situação parecida vive a Teoria das Restrições. Souza (2005) destaca que, embora a TOC não possa ser mais considerada uma nova abordagem de gestão, existe significativo nível de incompreensão em relação a muitos de seus conceitos. Portanto parece ser possível admitir que um número maior de trabalhos acadêmicos faz-se necessário para uma correta disseminação do tema.

1.2. Problematização

Com base nas considerações feitas até aqui, evidencia-se que a Cadeia de Suprimentos é influenciada fortemente pela volatilidade da demanda, que, por sua vez, está ligada à dinâmica do mercado. Em que pesem as dificuldades geradas por esta relação, a Cadeia de Suprimentos depende do mercado. Aliás, é seu desafio atendê-lo sob condições atrativas e, ao mesmo tempo, vantajosas.

Em termos de atratividade, o mundo ideal parte da premissa que o cliente deve ser atendido de forma plena. Por outro lado, as empresas integrantes da cadeia esperam cobrir seus custos bem como aferir lucros atendendo os clientes. Em determinadas circunstâncias, este equilíbrio nem sempre é possível.

Por tratar da Gestão da Demanda e da Teoria das Restrições no contexto da Gestão da Cadeia de Suprimentos, o problema deste trabalho deve delinear-se a partir da relação entre dois temas conhecidos (KOCHE, 2001). O autor ainda afirma que o problema é uma questão que desenvolve o relacionamento entre eles.

O primeiro tema, então, diz respeito à Gestão da Demanda no contexto da Cadeia de Suprimentos. A partir da citação de alguns autores, ficou claro que a incapacidade da Cadeia de Suprimentos em atender às necessidades dos clientes pode ser resultado de limitações internas. Por outro lado, o papel da Gestão da Demanda é viabilizar o pleno atendimento de tais necessidades. Sendo isto verdadeiro, a primeira variável é:

- ***Quais alterações na Gestão da Demanda permitiriam que a Cadeia de Suprimentos superasse suas limitações internas para melhor atender as necessidades do cliente?***

Na perspectiva da Teoria das Restrições, as limitações de um sistema em atingir os objetivos estabelecidos é motivada por restrições políticas (baseadas em regras decisórias errôneas) ou recursos com capacidade inferior à demanda. Portanto, o segundo tema se define da seguinte forma:

- ***Quais contribuições a Teoria das Restrições poderia proporcionar às práticas e conceitos de Gestão da Demanda e da Gestão da Cadeia de Suprimentos?***

Seguindo as orientações de Markoni e Lakatos (2002), alguns aspectos da valoração do problema proposto merecem ser destacados. A saber:

- **Viabilidade.** É perceptível a possibilidade de aplicar os princípios da Teoria das Restrições nas práticas da Gestão da Demanda. Apesar de conhecidos, estes princípios não foram tratados no contexto aqui proposto.
- **Relevância.** A importância da Gestão da Demanda para a Cadeia de Suprimentos por si só evidencia a necessidade de fazer novas contribuições sobre o tema.
- **Novidade.** O correlacionamento das variáveis dá ao trabalho certo caráter peculiar. Não há informações sobre pesquisa semelhante. Pretende-se, portanto, que a conclusão deste trabalho apresente conhecimentos relevantes sobre o tema.

- Exeqüibilidade. A base conceitual da pesquisa, qual seja, os conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos, Gestão da Demanda e Teoria das Restrições já foi desenvolvida e, cientificamente, é válida. Esta pesquisa desempenhará o papel de correlacionar estes três temas.
- Oportunidade. O desenvolvimento desta pesquisa é oportuno, pois aborda um tema que está em franca evolução.

Uma vez formulado o problema, faz-se necessário articular hipóteses que poderiam servir de base para a proposição de uma solução. São elas:

- **Hipótese 1:** Em geral, as empresas não dispõem de ferramentas ou mecanismos para gerenciar o impacto da dinâmica de mercado em suas previsões de demanda (e, desta forma, atender melhor as necessidades da SC)
- **Hipótese 2:** O tratamento da Gestão da Demanda sob a perspectiva da Teoria das Restrições pode provocar alterações nos conceitos e práticas deste processo na Cadeia de Suprimentos.

A elaboração da última hipótese foi o elemento propulsor para o desenvolvimento desta pesquisa, conforme Figura 1. A possibilidade de tratar a Gestão da Demanda na perspectiva da Teoria das Restrições abre a oportunidade para novas contribuições sobre o tema.

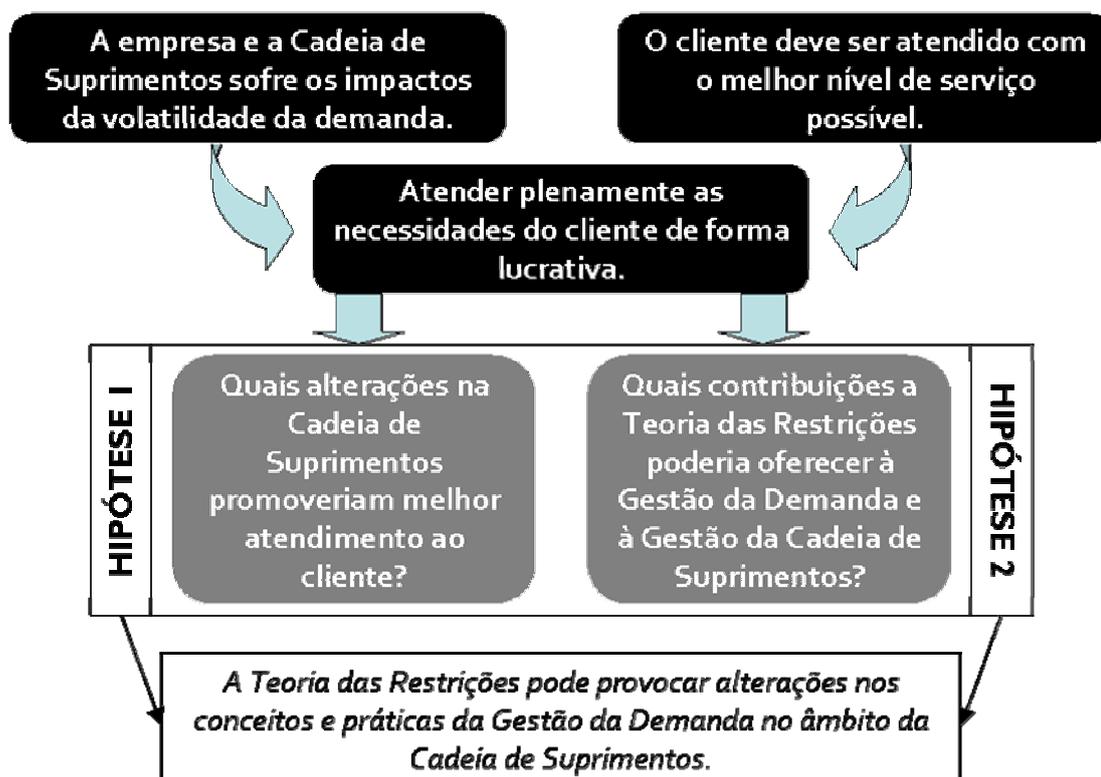


FIGURA 1 – Problematização e Hipóteses (Elaborada pelo autor)

1.3. Justificativa da Pesquisa

O levantamento bibliográfico parece sugerir a não existência de pesquisa com contornos semelhantes. Por esta razão, duas justificativas mostram-se bastante apropriadas para este trabalho. Inicialmente, parece provável que esta seja a primeira vez que a Gestão da Demanda é analisada sob a perspectiva da Teoria das Restrições. Desta forma, tem-se a oportunidade de estudar a Gestão da Demanda por intermédio de uma visão diferente das abordagens tradicionais.

Por fim, este trabalho permitirá ampliar os campos de aplicação da Teoria das Restrições na gestão de negócios. Fartamente desenvolvida nos últimos anos, a Teoria das Restrições tem ampliado sua cobertura sobre diversos aspectos da gestão de negócios com conceitos, filosofias e práticas. Portanto, esta pesquisa e as frentes de trabalho nela apresentadas apresentam-se como potenciais oportunidade para que a Teoria das Restrições continue avançando.

1.4. Objetivos da Pesquisa

Considerado o problema apontado e a hipótese escolhida para investigação, o objetivo geral do presente trabalho consiste em analisar as práticas e conceitos que regem a Gestão da Demanda sob a perspectiva da Teoria das Restrições.

Para melhor compreensão e direcionamento deste trabalho, seus objetivos específicos são três. A saber:

- Caracterizar as práticas e conceitos que fundamentam a Gestão da Demanda segundo as visões convencionais relativas ao tema.
- Compreender a forma pela qual a Teoria das Restrições, como filosofia de gestão organizacional, lida com as questões relativas à Gestão da Demanda.
- Analisar e sistematizar os conhecimentos adquiridos de forma que seja possível sintetizar as principais diferenças entre a visão convencional e a visão da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda.

1.5. Metodologia

Ruiz (1996) define pesquisa como um trabalho de investigação estruturado em acordo com os métodos científicos. Gil (2002) complementa esta visão afirmando que pesquisa é um procedimento sistemático e racional para desenvolver respostas a problemas propostos. Ela tem por origem a) a insuficiência de informações para responder aos problemas ou b) a necessidade de melhor ordenamento sobre as informações disponíveis. A origem do presente trabalho se caracteriza pela insuficiência de informações para responder ao problema proposto.

A finalidade da pesquisa pode ter diversas classificações. Markoni e Lakatos (2002) destacam cinco. A saber:

- Finalidade pura. Permite que sejam elaborados estudos mais aprimorados sobre problemas e fenômenos.
- Finalidade prática. Usada em situações nas quais a pesquisa é aplicada para fins práticos.

- Pesquisa por familiaridade. Estuda fenômenos para formular hipótese ou problemas sobre eles.
- Pesquisa por exatidão. Empregada na compreensão sobre as características de grupos, indivíduos ou situações.
- Pesquisas por análises. Estuda hipóteses causais.

Na medida em que objetiva a aplicação da Teoria das Restrições nas práticas e conceitos da Gestão da Demanda, este trabalho tem finalidade prática.

De acordo com Ruiz (1996) e Markoni e Lakatos (2002), a natureza da pesquisa pode ser tipificada de duas formas. Quando determinada a promover o progresso científico e estruturar modelos teóricos, a pesquisa é básica ou teórica. Por outro lado, a busca pela comprovação de modelos teóricos ou o emprego dos resultados na solução de problemas reais torna a pesquisa aplicada. Considerando que o resultado deste trabalho visa a contribuir para a melhoria de uma ferramenta de gestão utilizada no mundo real das organizações, a pesquisa é de natureza aplicada.

As pesquisas também são caracterizadas segundo seus objetivos gerais. Gil (2002) estabelece três grupos: pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas. No que diz respeito às pesquisas exploratórias, o objetivo consiste no refinamento de idéias e envolve métodos como o levantamento bibliográfico. As pesquisas descritivas descrevem características de determinada população ou fenômeno ou, ainda, o estabelecimento de relações entre variáveis. Normalmente, são empregadas por pesquisadores sociais, solicitadas por organizações e instituições educacionais, por exemplo. A preocupação em identificar fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de fenômenos é traço marcante nas pesquisas explicativas. Nas ciências sociais há uma grande dificuldade na utilização do método explicativo. Em alguns casos, os pesquisadores precisam recorrer a outros métodos tais como o observacional. Evidentemente, o fato de este trabalho enfatizar o aprimoramento do conhecimento sobre a Gestão da Demanda bem como a utilização de levantamento bibliográfico coloca-o no grupo das pesquisas exploratórias.

No que diz respeito ao aspecto prático da pesquisa, as técnicas empregadas em sua elaboração são divididas em cinco categorias: documentação indireta, pesquisa bibliográfica, documentação direta, observação direta intensiva, observação direta extensiva e outras. Considerando as definições de Markoni e Lakatos (2002), a técnica de pesquisa mais apropriada para este trabalho é a pesquisa bibliográfica. As justificativas consistem em três aspectos:

- além de colocar o pesquisador em contato com diversas teorias que estudam o assunto, a pesquisa bibliográfica abrange toda a bibliografia já publicada sobre o tema;
- permite explorar áreas do conhecimento em que os problemas não estão suficientemente consolidados;
- não é mera repetição do que já foi descoberto, pois propicia a oportunidade de tratar um tema sob novo enfoque ou abordagem chegando a conclusões inovadoras.

Oliveira (1998) classifica a abordagem da pesquisa em dois tipos, são eles: abordagem quantitativa e abordagem qualitativa. Na abordagem quantitativa é necessário quantificar opiniões, dados, nas formas de coletas de informações. Além disso, empregam-se recursos e técnicas estatísticas. No que diz respeito a abordagem qualitativa, não se tem por pretensão numerar ou medir unidades. Não se empregam dados estatísticos para formulação da resposta de um problema. Este trabalho, portanto, usa a abordagem qualitativa, pois se propõe a tratar a hipótese sobre um problema sem a aplicação de técnicas e métodos estatísticos.

Por fim, no que diz respeito ao método científico empregado, este trabalho se utiliza do método hipotético-dedutivo. De acordo com Markoni e Lakatos (2002), este método parte de um problema para o qual uma solução provisória (a hipótese) é oferecida. O teste da solução poderá comprová-la ou refutá-la.

1.5.1. Etapas e Delimitação da Pesquisa

Em respeito ao seu caráter científico, este trabalho se ocupou de seguir os procedimentos próprios do desenvolvimento de uma pesquisa científica.

A partir da realização do levantamento bibliográfico sobre o tema, ficou evidente a necessidade de contribuições sobre o tema. Este contexto contribuiu para a formulação de questões e hipóteses sobre o problema objeto desta pesquisa.

No que diz respeito à seqüência de atividades, após a definição do tema, deu-se a escolha da metodologia mais adequada para a elaboração da pesquisa bibliográfica. Os resultados deste levantamento permitiram a construção de uma análise comparativa que exponha a abordagem da Gestão da Demanda sob a perspectiva tradicional e a perspectiva da Teoria das Restrições.

Em que pese a tentativa de abordar o assunto de forma completa e propor novas contribuições, este trabalho não tem por objetivo esgotar os estudos a este respeito. Antes, o maior interesse é abrir novas frentes de pesquisa para que a comunidade científica amplie seu conhecimento e domínio sobre a Gestão da Demanda.

Quanto à aplicação desta pesquisa no mundo prático das organizações, tem-se que os seus resultados sejam mais empregáveis em negócios quando:

- a empresa explora mercados em fase de crescimento;
- a estrutura da organização é flexível o suficiente para permitir as alterações sugeridas;
- o produto oferecido pela empresa tem elasticidade de demanda.

Contudo, ainda é aconselhável que os negócios relativos a serviços e comércio em geral atentem-se para a necessidade de assimilar com reserva os resultados apresentados neste trabalho, uma vez que muitos dos conceitos aqui tratados dizem respeito à indústria.

1.5.2. Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho foi concebida de forma a permitir uma compreensão contextualizada sobre o tema. Nesta direção, o Capítulo 3 propõe a compreensão sobre o processo de Gestão da Demanda em três perspectivas:

- perspectiva de processo: as diversas atividades e procedimentos relativos à execução da Gestão da Demanda bem como a sua interface com outros processos organizacionais permitem desenvolver uma visão prática sobre o tema;

- perspectiva estratégica: os impactos e a importância da demanda para a gestão do negócio são tratados de forma a situá-la no processo de elaboração e execução das estratégias da empresa;

- perspectiva de cadeia: a relação com clientes e fornecedores passa, entre outros aspectos importantes, pelo dimensionamento da demanda, portanto, a compreensão a Gestão da Demanda dentro da Cadeia de Suprimentos torna-se fundamental.

No Capítulo 4, essencialmente, busca-se encontrar na Teoria das Restrições o tratamento dos diversos elementos que compõem a Gestão da Demanda. Evidentemente, a visão destes elementos está condicionada aos conceitos e filosofias da Teoria das Restrições. Propõe-se também uma revisão bibliográfica dirigida sobre a Teoria das Restrições.

A razão de ser deste trabalho encontra-se no Capítulo 5. Neste momento, a Gestão da Demanda é tratada a partir da perspectiva da Teoria das Restrições. Ao final, expõe-se uma análise sobre cada elemento da Gestão da Demanda dentro da visão tradicional e da Teoria das Restrições.

Por fim, no Capítulo 6, são feitas as conclusões sobre esta pesquisa. Também são apontadas as possíveis novas frentes de pesquisa sobre o tema.

Na tentativa de demonstrar a estrutura do trabalho, a figura 1 apresenta a relação entre os capítulos.

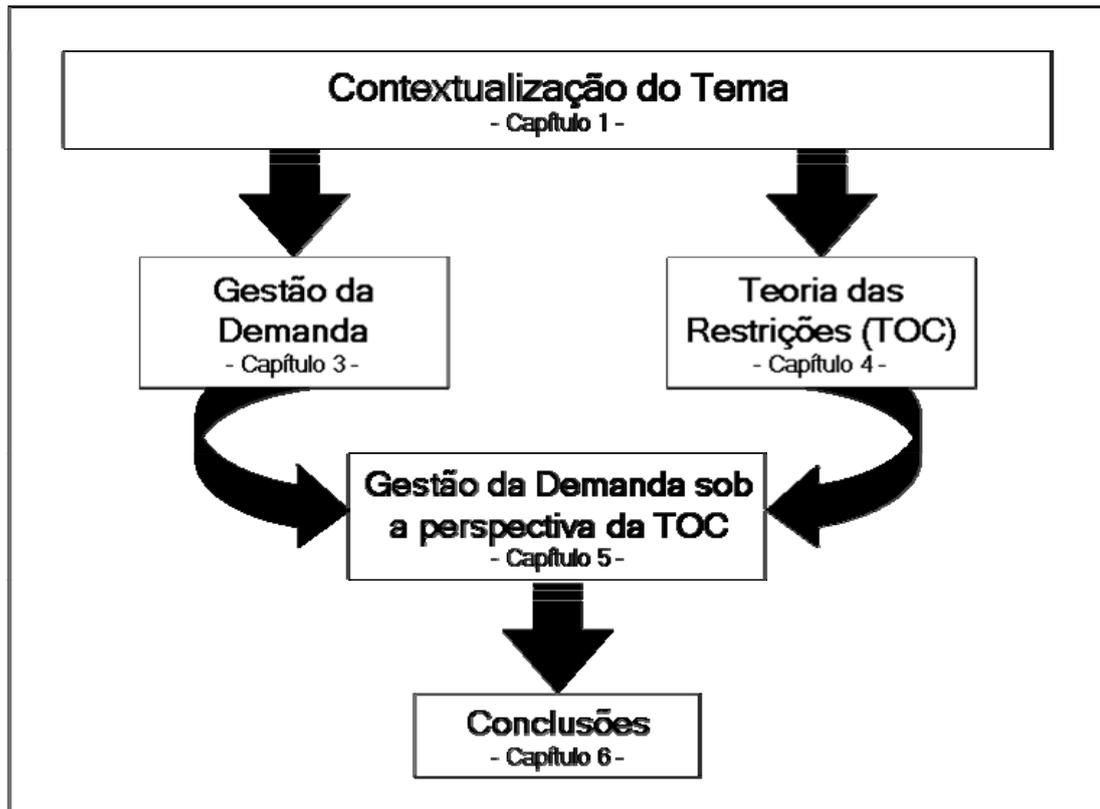


FIGURA 2 – Estrutura do Trabalho
(Elaborado pelo autor)

2. GESTÃO DA DEMANDA

No presente capítulo, será apresentada a revisão bibliográfica sobre a Gestão da Demanda e a sua relação com os principais processos de negócio. Para apoiar a revisão bibliográfica sobre o tema, será adotado um modelo conceitual de Gestão da Demanda ao qual serão agregadas as contribuições de diversos autores.

2.1. Importância e Conceituação

Em pontos dos capítulos anteriores foram apresentadas algumas conceituações sobre a Gestão da Demanda. Contudo, em torno do tema circunda um conjunto de conceitos e desdobramentos que carecem de melhor explicação. A seguir, serão apresentadas as visões de diversos autores a este respeito.

Buffa e Sarin (1987) afirmam que o Planejamento e Controle da Produção dependem de uma estimativa da demanda futura do bem ou o serviço. Para tanto, métodos numéricos de previsão têm sido desenvolvidos. No capítulo em que tratam especificamente do assunto, dá-se mais ênfase ao termo previsão e seus respectivos métodos quantitativos.

Fogarty *et al.* (1991) também dedicam um capítulo inteiro para abordar o tema previsão. Eles afirmam que o primeiro passo para o Plano de Produção e Gerenciamento de Estoques consiste em prever a demanda futura. Embora, os autores apontem para a existência de procedimentos subjetivos na formulação da previsão, os procedimentos objetivos são amplamente discutidos.

Ao abordarem a previsão, Davis *et al.* (2001) a definem como o ato de antecipar a demanda futura. Nos níveis de alta gerência, a previsão é a base do planejamento estratégico de longo prazo. Para a média gerência, a previsão funciona como um referencial na execução de atividades. No capítulo em que discutem o tema, a previsão por métodos quantitativos recebe maior atenção.

Heizer e Render (1996) definem a previsão como a arte de prever eventos futuros. Para tanto, é possível usar dados históricos e fazer projeções por meio de modelos matemáticos e métodos subjetivos baseados nos julgamentos dos gerentes. No capítulo em que o assunto é objeto de estudo, apontam a previsão como uma referência usada pela empresa para planejar, tomar decisões e orientar a execução de atividades. Contudo, dá-se preferência aos métodos quantitativos para a construção da previsão.

Todos os autores apresentados tratam demanda e previsão como conceitos aparentemente semelhantes. Além disso, em momento algum não é proposta uma visão mais ampla sobre o que seria a Gestão da Demanda.

Ao propor um conjunto de ferramentas para que a empresa gerencie o mercado em que seu público-alvo está posicionado, Kotler (2000) amplia esta perspectiva clássica sobre demanda e previsão. A conceituação de previsão de vendas se assemelha àquela usada pelos autores citados anteriormente, qual seja, o emprego de métodos quantitativos e qualitativos para estimar o volume do consumo de bem ou serviço. Porém, para o autor, a demanda de mercado consiste no “... *volume total que seria comprado por um grupo de clientes definido, em uma área geográfica definida, em um período definido, em um ambiente de marketing definido e sob um programa de marketing definido...*”. Esta definição diferencia a previsão da Gestão da Demanda, na medida em que a segunda consiste em um conjunto de ações do qual a primeira faz parte.

Rainbird (2004) adota uma perspectiva parecida com a de Kotler (2000). Entretanto, ele emprega o termo Gestão da Demanda para designar o processo de compreensão de expectativas presentes e futuras do consumidor, de estudo das características de mercado e de análise das alternativas disponíveis para atendimento por intermédio do desdobramento de processos operacionais.

Mello (1996) propõe um enfoque mais processual para o termo. Além de prever os níveis futuros de consumo, a Gestão da Demanda também implica no processamento de pedidos e no gerenciamento de vendas.

Segundo Pires (2004), o processo de balanceamento das necessidades dos clientes com a capacidade do fornecedor chama-se Gestão da Demanda. O autor ainda destaca que o advento da Gestão da Cadeia de Suprimentos fez alguns pesquisadores cunharem o termo Gestão da Cadeia da Demanda ou Gestão da Demanda na Cadeia de Suprimentos (*Demand Chain Management – DCM*). Vollmann *et al.* (2000) e Christopher (1998) advogam que a Gestão da Demanda na Cadeia de Suprimentos é o processo que coloca o foco da gestão da cadeia no consumidor, ou seja, o processo de Gestão da Demanda transcende os limites organizacionais e cruza toda a cadeia ligando fornecedores a clientes diretamente.

Explicando melhor o relacionamento da Gestão da Demanda com a Cadeia de Suprimentos, Croxton *et al.* (2002) afirmam que é por meio deste processo que se busca o balanceamento entre as necessidades do consumidor e a capacidade da cadeia de suprimentos, a partir da previsão de vendas.

Partindo dos conceitos apresentados e visando atender aos objetivos deste trabalho, algumas proposições de conceituação de demanda são oferecidas na tentativa de sintetizar os termos estudados. Tais proposições são:

- **Previsão de Vendas ou Previsão da Demanda** (*Forecasting*). É o processo de estimar o volume de consumo de bem ou serviço por meio do emprego de métodos subjetivos (qualitativos) ou objetivos (quantitativos) (FOGARTY *et al.*, 1991); (VOLLMANN *et al.*, 1992).
- **Gestão da Demanda** (*Demand Management – DM*). É um processo organizacional que estuda as tendências de mercado em todos os seus aspectos, acompanha a realização da previsão de vendas e promove o balanceamento entre a capacidade do fornecedor e as necessidades do cliente (MELLO, 1996); (CROXTON *et al.*, 2002); (KOTLER, 2000).
- **Gestão da Demanda na Cadeia de Suprimentos** (*Demand Chain Management – DCM*). Consiste na orientação de todas as atividades dos elos da cadeia para as necessidades do consumidor-final sob uma perspectiva que transcenda os

limites organizacionais (PIRES, 2004); VOLLMANN, 2000); (CHRISTOPHER, 1998).

Na prática, a diferença entre a Gestão da Demanda e a Gestão da Demanda na Cadeia é de perspectiva. A primeira enfatiza a demanda no nível dos elos, isto é, na visão da empresa que pode fazer parte de uma ou de diversas cadeias. A segunda adota uma visão de todo, uma vez que compreende a Gestão da Demanda no nível da cadeia de suprimento, isto é, um processo que cruza e influencia as empresas componentes.

Propõe-se este corte conceitual na tentativa de facilitar a compreensão sobre o delineamento que este trabalho oferece sobre o tema. Para tanto, as duas últimas conceituações sobre Gestão da Demanda serão empregadas de forma integrada neste trabalho.

2.2. O escopo da Gestão da Demanda

Para que se compreenda apropriadamente o processo de Gestão da Demanda, torna-se imprescindível conhecer os seus próprios limites. Por ser um processo de negócios que se relaciona com os ambientes interno e externo da empresa, parece ser adequado delimitar as fronteiras da Gestão da Demanda.

O processo de Gestão de Demanda, de acordo com Azevedo *et al.* (2006), pode ser representado em nove macro-atividades. A saber:

- **Previsão da Demanda:** Essencialmente a previsão determina o volume de vendas dos produtos para que sejam fabricados antecipadamente. Estrategicamente, o conhecimento sobre a demanda permite que a empresa compreenda o impacto de determinados elementos no comportamento do consumidor. Para tanto, ferramentas quantitativas e qualitativas podem ser empregadas.
- **Comunicação com o Mercado:** Empresas bem-sucedidas normalmente mantêm-se em contato constante com os clientes para antecipar

oportunidades e ameaças para seus negócios. Neste caso, a atividade de comunicação se encarrega de colher e analisar as informações disponíveis no mercado. Geralmente, o pessoal de vendas é responsável por desempenha este papel, pois são o ponto de contato entre a empresa e o cliente.

- **Influência sobre a Demanda:** O acesso às informações sobre a demanda permite que a empresas saiba quais segmentos do mercado podem ser influenciados ou não pelas suas ações. Este conhecimento é sobremaneira útil nas situações em que a oferta se torna maior que a demanda.
- **Promessa de Prazos de Entrega:** A confiabilidade das datas de entrega está condicionada aos dados de recebimento de matérias-primas e de previsão de vendas e do bom funcionamento do sistema produtivo. A data de entrega do produto é fortemente influenciada pela disponibilidade para promessa (*Available-to-Promise – ATP*). O conceito de ATP consiste na parte não comprometida do estoque e da programação da empresa mantidos para atender os compromissos com as datas de entrega.
- **Priorização e Alocação:** Nas situações em que não há produtos suficientes ou materiais necessários para atender aos pedidos, será necessário decidir quais clientes serão priorizados e quais deverão esperar em fila para processamento. Seja como for, o objetivo é atender toda a demanda.
- **Entrada de Pedidos:** Esta atividade implica em aceitar o pedido do cliente e traduzi-lo na linguagem própria do fabricante para que os processos de desenvolvimento e de produção sejam orientados corretamente. As quantidades e os prazos de entrega bem como os prazos de entrega são fatores importantes no processo de entrada dos pedidos.
- **Planejamento do Nível de Serviço aos Clientes:** O nível de serviço planejado ou requerido pelo cliente relaciona-se diretamente com a disponibilidade do produto em termos de quantidade e confiabilidade dos prazos de entrega. Quanto maior forem os objetivos de níveis de serviço aos clientes tanto maior serão os investimentos em estoques.

- **Planejamento da Distribuição:** A Gestão da Demanda fornece informações importantes para planejar a distribuição adequadamente. Estas informações são: as datas de entrega, a programação de ressuprimento e, quando necessário, o abastecimento entre plantas. As informações resultantes do programa mestre da produção (*MPS – Master Production Scheduling*), as capacidades de estocagem e de transportes também são úteis para o planejamento da distribuição.

Na tentativa de estabelecer contornos mais bem definidos ao escopo da Gestão da Demanda, Vollmann *et al.* (1992) explica que este processo é o elo entre a empresa e o ambiente externo no qual está inserido o mercado. Por esta razão, a demanda é um input fundamental para o Planejamento e Controle da Produção (PCP), conforme Figura 3. Percebe-se, portanto, que a Gestão da Demanda é a entrada através da qual informações do ambiente externo são inseridas, filtradas e organizadas.

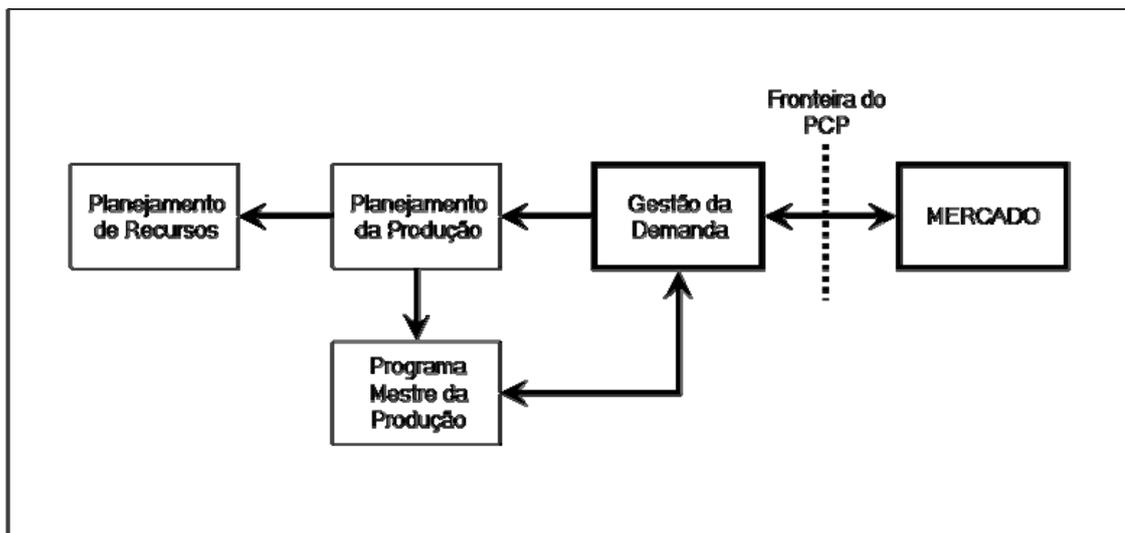


FIGURA 3 – Gestão da Demanda no PCP
(Adaptado de Vollmann *et al.*, 1992)

Uma vez definido o seu escopo, é oportuno compreender quais atividades serão ou não contempladas neste trabalho. Em função do modelo de processo de Gestão da Demanda empregado, as atividades de Comunicação com o Mercado não será tratada e a atividade de Influência sobre a Demanda será abordada com menor densidade.

2.2.1. O processo de Gestão da Demanda

Os conceitos apresentados indicam que a Gestão da Demanda não pode ser considerada um processo isolado ou uma atividade resumida na previsão de vendas. Faz-se necessário, portanto, compreender quais são os limites e as interfaces deste processo.

Na Figura 4, Croxton *et al.* (2002) propõem o modelo de Gestão da Demanda escolhido para o delineamento do tema neste trabalho. A preferência por este modelo se deu por três razões: completude, visão integrada e adequação. O modelo é completo na medida em que estuda a Gestão da Demanda no plano estratégico e operacional. A estrutura do modelo permite que a Gestão da Demanda seja compreendida a partir de todas as suas interfaces, oferecendo, assim, uma visão integrada de seu relacionamento com outros processos, funções organizacionais e elos-chave da cadeia de suprimentos.

A escolha deste modelo de processo se deu por ficar claro na Figura 4 que o escopo da Gestão da Demanda oferecido anteriormente é respeitado. Nesta perspectiva, o modelo divide a Gestão da Demanda em dois conjuntos: sub-processos estratégicos e sub-processos operacionais. Compõem os sub-processos estratégicos: Definição dos Objetivos e Estratégias da Gestão da Demanda; Definição dos Procedimentos de Previsão; Plano do Fluxo de Informação; Definição dos Procedimentos de Sincronização; Desenvolvimento de Sistemas de Gestão de Contingências; Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho.

Os sub-processos operacionais do modelo são: Coleta de Dados e Informações; Previsão; Sincronização; Redução da Variabilidade e Aumento da Flexibilidade; Indicadores de Desempenho.

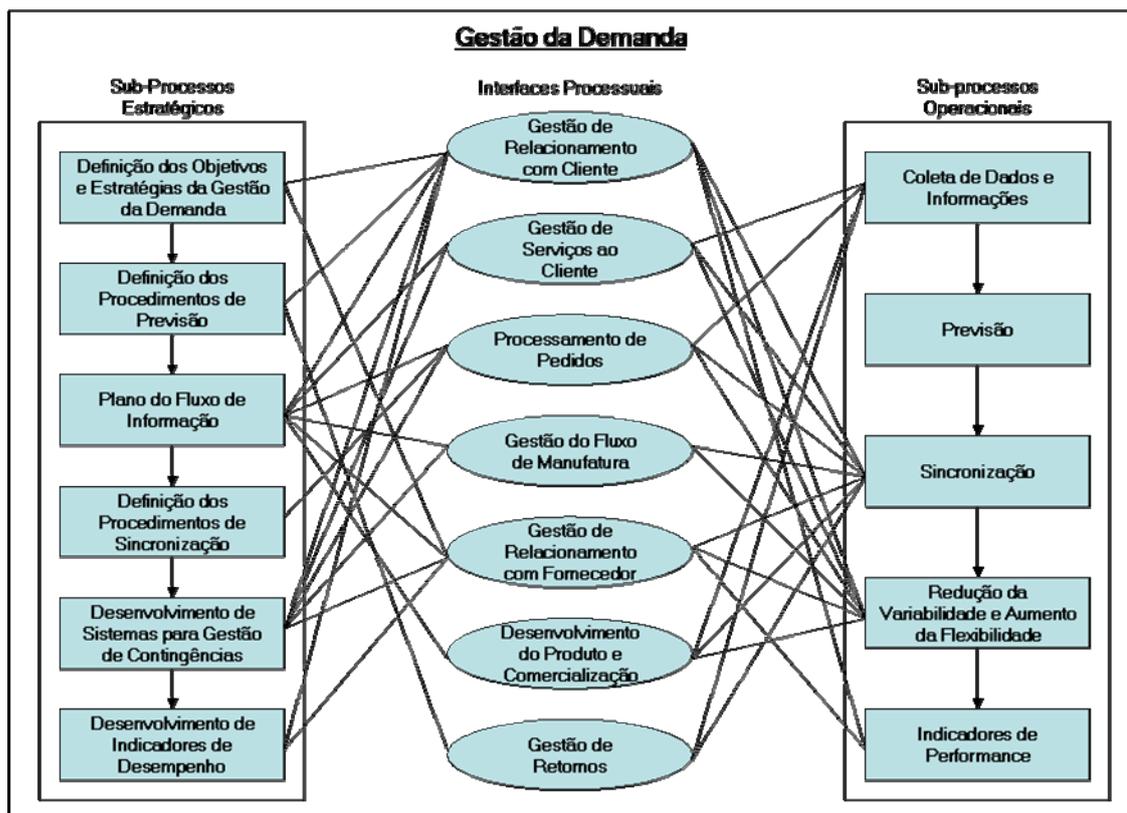


FIGURA 4 – Modelo de Gestão da Demanda
(Adaptado de Croxton *et al.*, 2002)

Nas próximas seções, cada um destes sub-processos serão analisados detalhadamente.

2.2.1. Time de Execução

Antes de abordar diretamente o processo de Gestão da Demanda, é oportuno refletir sobre a responsabilidade pela sua execução. Apesar das poucas proposições oferecidas pela bibliografia sobre o assunto, as considerações de alguns autores permitem delinear a responsabilidade de determinados agentes organizacionais pela execução do processo de Gestão da Demanda.

Fogarty *et al.* (1991) e Buffa e Sarin (1987) tratam do assunto em capítulo específico. Embora não fique claro, os autores parecem indicar que a elaboração da previsão é uma atividade específica e que deve ser executada por um especialista que tenha conhecimentos sobre estatística.

Slack *et al.* (1997) também não determina os responsáveis pela execução do processo de Gestão da Demanda. Entretanto, os cuidados sugeridos pelo autor permitem entender que o envolvimento do pessoal de Vendas e Marketing é determinante para o sucesso do processo.

Kotler (2000) é outro autor que aborda o tema, porém não define claramente os responsáveis. Contudo, o enfoque dado ao assunto sugere que o pessoal de Vendas e Marketing são elementos indispensáveis.

Vollmann *et al.* (1992) e Croxton *et al.* (2002) propõem uma visão multi-funcional para o processo ao sugerir um time composto por integrantes de diversos níveis e setores da organização, bem como representantes de elos-chave da Cadeia de Suprimentos. Em função do carácter estratégico, o time deve ser composto pelos gerentes de Finanças, Marketing, Desenvolvimento de Produtos, Suprimentos e Logística, Produção e Vendas. No plano operacional, as áreas mencionadas devem se fazer representadas por pessoal capacitado para cuidar do andamento diário do processo. Mello (1996) corrobora esta visão ao afirmar que as diversas aptidões para conduzir este processo possivelmente não poderão ser encontradas em uma única pessoa.

Eventualmente, colaboradores de outras áreas da empresa e representantes de fornecedores e clientes estratégicos devem participar do time.

Considerando que o modelo de Gestão da Demanda possui claramente aspectos multifuncionais, cada um de seus sub-processos estabelece pontos de intersecção com diversas áreas organizacionais e, em alguns momentos, com elos-chave da Cadeia de Suprimentos. Portanto, em termos de estrutura, o processo de Gestão da Demanda deve ter uma estrutura matricial. De acordo com Rebouças (2002), este é o modelo mais adequado para processos multi-funcionais.

2.2.2. Sub-Processos Estratégicos

A partir das interfaces entre os sub-processos estratégicos e os processos-chave de negócio apresentados na Figura 4, será estudado o delineamento da Gestão da

Demanda segundo a perspectiva de Croxton *et al.* (2002). A primeira parte do modelo, os sub-processos estratégicos, será estudada a seguir de acordo com a estrutura proposta pela Figura 5.

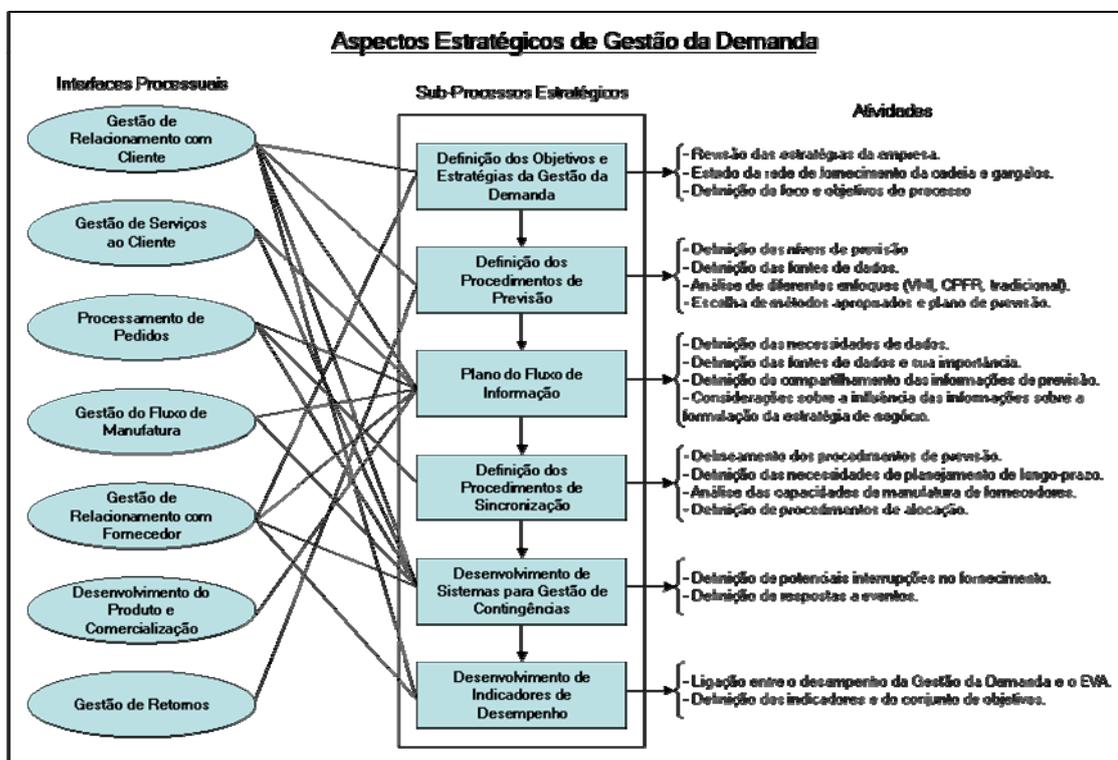


FIGURA 5 – Sub-Processos Estratégicos da Gestão da Demanda (Adaptado de Croxton *et al.*, 2002)

2.2.2.1. Objetivos e Estratégias

Na visão de Croxton *et al.* (2002), os objetivos do processo de Gestão da Demanda consistem em determinar a previsão de vendas, sincronizá-la com a capacidade produtiva da empresa e da cadeia, incorporar a estratégia da organização e mapear os consumidores e suas necessidades.

As informações sobre a cadeia de suprimentos e os clientes podem ser extraídas da Gestão de Relacionamento com Fornecedor (*Supplier Relationship Management - SRM*) e da Gestão de Relacionamento com Cliente (*Customer Relationship Management - CRM*) respectivamente.

Em termos estratégicos, o processo pode ter duas orientações: aumentar a flexibilidade do sistema produtivo para atender a demanda ou aperfeiçoar os métodos para redução dos erros de previsão.

Pires (1995) e Slack (2000) trabalham o conceito flexibilidade como a habilidade de reagir rapidamente a eventos inesperados e responder efetivamente a mudanças circunstanciais. Para os autores, a flexibilidade pode ser desenvolvida no mix, que se refere à produção de diferentes itens simultaneamente, ou no volume, que diz respeito a oscilações no volume de produção.

Fogarty *et al.* (1991), Vollmann *et al.* (1992) e Buffa e Sarin (1987) enfatizam métodos quantitativos focalizados na redução dos erros de previsão e aumento na precisão das informações.

Sendo assim, caberia ao Time de Execução escolher qual será a estratégia para atingir os objetivos propostos.

2.2.2.2. Procedimentos de Previsão

Importa destacar que os procedimentos serão tratados separadamente das técnicas e métodos de previsão, os quais serão abordados oportunamente. Os procedimentos aqui discutidos dizem respeito às atividades relativas ao exercício de previsão.

É responsabilidade do time de execução definir procedimentos para elaboração da previsão. Croxton *et al.* (2002) destacam a necessidade de definir o enfoque da previsão. As decisões que cercam esta definição consistem em determinar o nível de detalhamento, abrangência da previsão e identificação das fontes de informação. A este respeito, Mello (1996) propõe a seguinte estrutura de inter-relacionamento:

- **Previsão de Curto Prazo.** O horizonte de previsão deve cobrir de 1 a 26 semanas. Por detalhar os números em unidades mantidas em estoque (*stock keeping units - SKU*), o envolvimento da Logística com Marketing, Vendas e Produção na formulação da previsão é fundamental. Além da expectativa da força

de vendas, é aconselhável considerar outras fontes de informação tais como lançamentos de novos produtos, promoções e possibilidade de paralisação da fábrica. Para o processamento dos dados, é aconselhável aplicar algum método quantitativo de previsão aliado à utilização de programas de computador específicos para análise e desenvolvimento de projeções.

- **Previsão de Médio Prazo.** A previsão ocupa-se do volume de consumo para um período entre 6 e 24 meses. Em relação à previsão de longo prazo, o nível de detalhamento é menor, pois os grupos de SKU são o foco da previsão. Para assegurar que a capacidade produtiva, a compra de materiais, a necessidade de estoques e a distribuição sejam contempladas no processo, diversas áreas funcionais devem estar envolvidas. Neste nível de previsão, a alta e média gerências precisam se envolver diretamente. A previsão de longo prazo também é fonte de informações valiosa. Por meio da previsão de vendas de produtos a serem lançados e daqueles existentes no portfólio, oportunidades de negócio podem aparecer e seu aproveitamento implicará em planos de ações.

- **Previsão de Longo Prazo.** A abrangência cobre um horizonte entre 2 e 5 anos. Em função de o foco ser mais estratégico, o nível de detalhamento é pequeno, pois a previsão é feita para determinar a demanda por unidade de negócio. As informações podem ser extraídas de decisões estratégicas tais como o fechamento de uma unidade de negócio, o desenvolvimento de produtos ou serviços para explorar oportunidades e a redefinição do modelo de negócio da empresa. Os usuários desta previsão costumam ser Pesquisa e Desenvolvimento, Compras, Produção e Distribuição, pois precisarão implantar planos táticos para tornar a estratégia da empresa exeqüível. A consulta de especialistas no ramo de negócio pode ser uma outra fonte de informação bastante confiável.

Para todos os horizontes de previsão, faz-se necessário determinar claramente as responsabilidades sobre a coleta de dados.

Vale destacar que as fontes de informações também serão discutidas nos sub-processos Plano de Fluxo de Informação e Coleta de Dados.

2.2.2.3. Plano do Fluxo de Informação

Tanto as fontes de informação necessárias para alimentar o processo de Gestão da Demanda bem como os resultados finais do processo precisam ter um plano de tráfego bem definido dentro da empresa e entre elos-chave da cadeia de suprimentos. É papel do time de execução, portanto, definir o fluxo de informação no que diz respeito a origens e destinos das informações resultantes da previsão.

De acordo com Croxton *et al.* (2002), o processo de formulação da previsão pode receber importantes inputs de diversas áreas da empresa, conforme já destacado anteriormente. A Gestão de Relacionamento com o Cliente e o próprio cliente em ambiente CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*) são fontes relevantes. O conceito de CPFR será apresentado mais adiante neste trabalho.

Em pequenas empresas, o sistema de Gestão Empresarial (*ERP – Enterprise Resource Planning*) pode ser considerado um consistente provedor de dados. Em outros casos, o processo de gestão da demanda depende de informações provenientes de elos da cadeia de suprimentos. O VMI (*Vendor Management Inventory*) e a implementação do CPFR podem facilitar a visualização do estoques ao longo da cadeia (PIRES, 2002).

Naturalmente, a troca de informações entre empresas, que, por exemplo, usam diferentes sistemas de informações, não é simples. Em determinadas situações a troca é pouco possível. Tanto Pires (2002) quanto Croxton *et al.* (2002) apontam as ferramentas baseadas em tecnologia web como facilitadores da troca de dados. Oportunamente, estas ferramentas serão discutidas.

Os destinos das informações provenientes da previsão são tão ou mais importantes que as origens. Em ambiente de aplicação do CPFR, as previsões no nível de SKU podem envolver os clientes de primeira camada. Em relação ao compartilhamento de informações sobre as previsões, fornecedores de primeira camada e, eventualmente, um fornecedor-chave de segunda camada podem ser envolvidos. Croxton *et al.* (2002) alertam que, neste caso, as informações precisam estar em nível agregado por força de sua importância estratégica.

Dentro da empresa, Langabeer (2000) afirma que na formulação do plano estratégico, as informações podem ser usadas para definir as estratégias de negócio bem como orientar a tomada de decisões.

No plano tático, as áreas funcionais da empresa são os principais elementos envolvidos. Por exemplo, Kotler (2000) entende que estas informações podem ter valor para auxiliar o pessoal de Marketing a gerenciar o ciclo de vida dos produtos, determinando qual o melhor timing para o lançamento de novos produtos e planejando a descontinuidade de outros. No plano estratégico, a empresa pode decidir qual direção tomar com base nas previsões (CROXTON *et al.*, 2002).

Mello (1996) trabalha o corte entre tático e estratégico de outra forma, porém com objetivos parecidos aos de Croxton *et al.* (2002). Mello (1996) entende que a previsão de vendas faz parte do plano do negócio, portanto, está no nível estratégico. Caso a previsão indique que a estrutura de custo não poderá ser sustentada pelo volume de vendas, provavelmente decisões para reverter o quadro precisam ser tomadas.

Em relação ao plano tático, Mello (1996) afirma que o objetivo da previsão da demanda é assegurar a redução dos níveis de estoques e a exeqüibilidade dos planos de produção e de suprimentos para que seja possível atingir os níveis prometidos de serviço ao cliente em relação ao SKU.

A diferença entre os autores citados, portanto, consiste no horizonte da previsão e na perspectiva de sua utilidade. Croxton *et al.* (2002) fazem o corte com base na utilidade da previsão enquanto Mello (1996) trabalha o horizonte da previsão para a tomada de decisão.

2.2.2.4. Procedimentos de Sincronização

Na medida em que a Gestão da Demanda se articula de forma multi-funcional, a existência de sincronismo com outros processos de negócio é fator determinante para o sucesso. Nesta direção, parece ser razoável estabelecer procedimentos para

combinar a previsão com a capacidade logística e a capacidade de suprimentos tanto da empresa quanto da cadeia.

Frequentemente, o Planejamento de Vendas e Operações (*Sales and Operations Planning – S&OP*) se encarrega deste papel. Em certa medida, Pires (1995) e Vollmann *et al.* (1992) corroboram com esta visão. Croxton *et al.* (2002) ampliam a responsabilidade pelo sincronismo para outras áreas funcionais, como Marketing, Finanças, Produção, Logística e Suprimentos.

O Planejamento de Vendas e Operações para Wallace (2000) consiste na consolidação dos níveis macros de produção e de capacidade para o médio e longo prazo e também no estabelecimento dos níveis alvos iniciais de venda. Neste nível, a comparação entre carga de trabalho prevista e os níveis de capacidade atuais permite tomar decisões de planejamento com antecedência. Vollmann *et al.* (1993) explicam que o S&OP determina as necessidades de manufatura para que os planos estratégicos sejam alcançados. Correa *et al.* (2001) afirmam que o S&OP é formulado a partir de previsões de vendas que são ajustadas à medida que há variações na demanda, na disponibilidade de recursos internos e do suprimento de materiais e serviços externos.

Em termos de execução, o Planejamento de Vendas e Operações ocorre a partir de uma seqüência de etapas. A descrição destas etapas propostas por Wallace (2000) permite compreender a relação que este processo estabelece com a Gestão da Demanda. A saber:

- Internamente, são analisados itens como histórico de vendas, estoque, produção em andamento e pedidos. Externamente, analisam-se as informações de marketing sobre produtos e mercados;
- Através destes relatórios, marketing e vendas realizam as previsões para o período de cobertura desejado;

- Com as previsões prontas, faz-se necessário avaliar a capacidade instalada para determinar possíveis limitações da produção, capacidade de armazenagem, nível de estoques e recursos financeiros;
- O pessoal de S&OP deve se reunir para avaliar as decisões tomadas nas fases anteriores. O foco da reunião deve ser potenciais limitadores de atendimento à demanda e soluções por família de produto;

Por fim, o pessoal de S&OP deve promover o alinhamento de suas propostas com o planejamento estratégico da empresa bem como expor as soluções para os fatores limitadores para o atendimento da demanda. No fim, o resultado consiste nos Planos de Vendas e de Produção alinhados às expectativas do negócio.

Em ambientes *Make-to-Stock* (MTS), ou de produção para estoque, o S&OP se torna interessante na medida em que promove melhor nível de atendimento ao mercado, porém, sem alavancar os níveis de estoques de produtos acabados (SANTA EULÁLIA, 2001). No caso dos sistemas produtivos *Make-to-Order* (MTO), ou de produção sob encomenda, o S&OP tem potencial para proporcionar melhor nível de serviço ao cliente e menores *lead-times*.

A integração do S&OP com a Gestão da Demanda dá-se em função da necessidade de: desenvolver uma previsão unificada, identificar a existência de mudanças significativas da demanda, identificar as tendências e mudanças no ambiente de negócios e consolidar as bases do plano (TROQUE, 2004).

Com o funcionamento do S&OP, em nível operacional, a sincronização deve se apoiar na previsão de demanda e na capacidade de fornecimento dos elos a montante da Cadeia de Suprimentos (CROXTON *et al.*, 2002). Este plano ainda pode oferecer importantes informações sobre a Produção para serem usadas no MRP e detalhes para o atendimento de pedidos por meio do Planejamento das Necessidades de Distribuição (*Distribution Requirement Planning – DRP*).

Croxton *et al.* (2002) defendem que a sincronização da demanda deve se estender às políticas de estocagem, quando o fornecimento for superior à demanda, e de

reposição, quando a demanda for superior ao fornecimento. Neste processo de sincronização da demanda, importa destacar que clientes e fornecedores estratégicos devem ser envolvidos. De acordo com Pires (2002), sob estas circunstâncias, ferramentas como o CPFR podem fornecer um suporte significativo.

Ainda sobre a sincronização com a cadeia de suprimentos, o time de execução da Gestão da Demanda deve conhecer profundamente a capacidade e a flexibilidade dos elos-chave da cadeia. Para Croxton *et al.* (2002), caso a previsão aponte para demanda com alta sazonalidade ou um forte crescimento sustentável, faz-se necessário o desenvolvimento de planos de longo prazo para o atendimento destas necessidades.

Para os casos em que a demanda é sazonal, porém com capacidade de fornecimento limitada, Slack *et al.* (1997) sugere duas estratégias: antecipar a demanda por meio de alterações na capacidade produtiva e ou ajuste dos estoques para compensar o descompasso entre os picos da demanda e a capacidade instalada.

2.2.2.5. Sistema de Gerenciamento de Contingências

Sejam motivados por causas internas ou externas, existem eventos que podem comprometer a capacidade da empresa em atender a demanda. Nesta conjuntura, é fundamental a formulação de planos de contingência para gerenciar a consequência destes eventos sobre o balanceamento entre a capacidade de fornecimento e a demanda.

Croxton *et al.* (2002) dizem que, na verdade, deve ser criado um sistema de contingência envolvendo clientes (*CRM – Customer Relationship Management*) e fornecedores (*SRM – Supplier Relationship Management*). No que diz respeito aos clientes, é preciso criar condições para que o atendimento dos pedidos não seja interrompido. Em relação aos fornecedores, a preocupação é assegurar a continuidade do fluxo de insumos.

De certa forma, pode-se assumir que o fluxo contínuo de insumos seja a normalidade de funcionamento da Cadeia. Conseqüentemente, os eventos não caracterizados desta forma devem ser tratados como exceções. Partindo desta premissa, Robbins e Coulter (1998) sugerem que as exceções devem ser alvo de controles estratégicos, isto é, nestes casos, deve ser praticada a Gestão por Exceção.

Corrêa *et al.* (2001) explicam que a Gestão por Exceção consiste na análise de ocorrências. Esta análise se desenvolve a partir de parâmetros e controles estabelecidos previamente. O resultado final permite que o tomador de decisões faça escolhas mais confiáveis.

Portanto, parece ser possível assinalar que o Sistema de Gerenciamento de Contingências deveria, sobretudo, se apoiar na Gestão por Exceção. Desta forma, os fatores causadores de comprometimento no abastecimento poderiam ser alvos de planos de ações corretivos.

2.2.2.6. Sistema de Indicadores de Desempenho

Os resultados do processo de Gestão da Demanda promovem impactos na sustentabilidade financeira da empresa. Seria conveniente, portanto, mensurar esta influência.

Croxtton *et al.* (2002) apresentam indicadores para mensurar o impacto da Gestão da Demanda no desempenho financeiro da empresa com base no Valor Econômico Agregado (*Economic Value Added – EVA*). A saber:

- aumento das vendas provocado pela maior fidelidade dos clientes;
- maior disponibilidade do produto pode ocasionar taxas mais altas de reposição e, conseqüentemente, redução dos estoques;
- maior constância na reposição de estoques resulta em maior sortimento dos produtos e exercício de maior atratividade sobre o consumidor;
- um número menor de carregamentos e menos mudanças de última hora na programação da produção podem reduzir o custo do produto acabado;

- aumento de giro e menor investimento em estoques que proporcionam redução dos custos;
- redução do esforço de contas a receber para cobrar faturas não pagas por entrega de pedidos incompletos e ou por não cumprimento das datas de entrega.

Normalmente, os indicadores são direcionados para avaliar a capacidade de utilização e erros de previsão. Porém, se o objetivo for o aumento da flexibilidade do sistema produtivo e a redução da variabilidade das previsões, faz-se necessário desenvolver indicadores que avaliem estes aspectos. Para tanto é preciso mensurar o papel dos fornecedores no aumento da flexibilidade e o papel dos clientes na redução da variabilidade. Consequentemente, as contribuições destes dois elementos devem ser retribuídas pela empresa (CROXTON *et al.*, 2002).

2.2.3. Sub-Processos Operacionais

O modelo de Gestão de Demanda estudado propõe cinco sub-processos operacionais. Orientados pelas decisões tomadas no nível estratégico, estes sub-processos se encarregam de executar tais diretrizes. A Figura 6 apresenta os cinco sub-processos, as atividades relativas a cada um deles e suas interfaces. São eles: Coleta de Dados e Informações, Previsão, Sincronização, Redução da Variabilidade e Aumento da Flexibilidade e Indicadores de Desempenho.

Assim como no nível estratégico, a análise dos sub-processos operacionais também será feita sob a perspectiva e a contribuição de diversos autores.

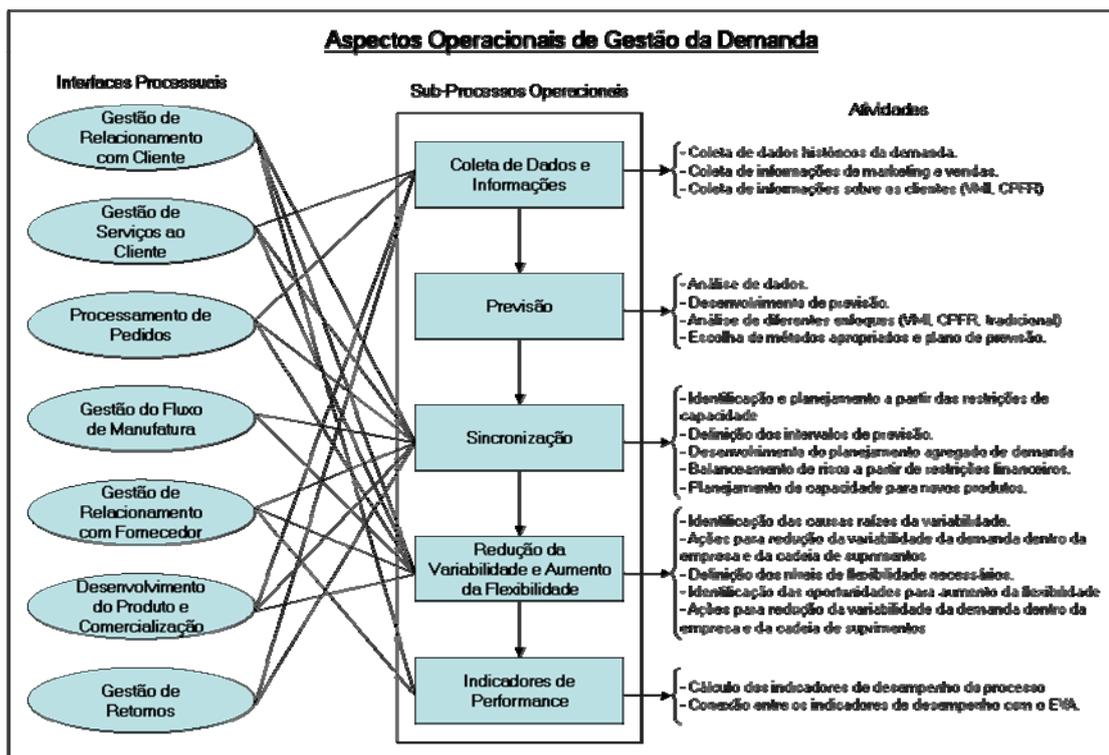


FIGURA 6 – Sub-Processos Operacionais da Gestão da Demanda (Adaptado de Croxton *et al.* 2002)

2.2.3.1. Coleta de Dados e ou Informações

Nos sub-processos estratégicos Procedimentos de Previsão e Plano de Fluxo de Informação, as fontes de informações foram tratadas no plano mais estratégico. Este assunto será retomado novamente, porém, dentro de um contexto mais operacional.

A coleta de dados, na avaliação de Croxton *et al.* (2002), deve compreender um número significativo de fontes que ofereçam dados confiáveis. A coleta, portanto, torna-se uma das atividades mais importantes para a construção da previsão.

Com uma visão mais voltada para o ambiente interno, Mello (1996) sugere um conjunto de medidas para o desenvolvimento de uma base de dados confiável. A saber:

- **Sistema de Processamento de Pedidos.** O sistema deve oferecer um histórico de vendas confiável em relação a grupo de produtos, marca, SKU, segmentos de clientes e identificação de vendas perdidas.

- **Relatórios.** A elaboração de relatórios com detalhes correspondentes às necessidades dos tomadores de decisão é fundamental para o bom andamento do processo.
- **Previsões de SKU.** As previsões de SKU devem ser realizadas a partir de uma metodologia clara e com a frequência adequada de atualização.
- **Meta-Processo.** A verificação da qualidade nas previsões deve ser feita e, quando for necessário, os procedimentos e parâmetros de previsão devem ser modificados.
- **Lançamento de Novos Produtos.** Devem-se implantar processos que permitam a adequada inserção de novos produtos no sistema de previsão.
- **Descontinuidade de Produtos.** Os métodos de descontinuidade de produtos devem permitir a mensuração do impacto desta decisão na previsão e, se for o caso, a transferência do seu histórico de demanda para o produto substituto. Kotler (2000) emprega uma perspectiva mais mercadológica para o desenvolvimento da base de dados. O autor propõe algumas ferramentas para tanto. A saber:
 - **Pesquisa de Intenção dos Compradores.** Analisa a escala de probabilidade de compra relacionando três variáveis: a intenção de compra, renda presente e futura e confiança na economia.
 - **Opinião de Força de Vendas.** Consiste nas estimativas da força de vendas sobre as vendas futuras. Embora seja uma fonte de dados de fácil acesso, alguns cuidados são necessários: fazer ajustes estatísticos para evitar a distorção do resultado em função de opiniões extremadas e enviar relatórios detalhados aos vendedores sobre o histórico de vendas que comparem o previsto frente ao realizado.
 - **Opinião de Especialistas.** As opiniões de elos da cadeia de suprimentos, associações comerciais, institutos de pesquisa de marketing, revistas especializadas ou empresas especializadas em previsões econômicas podem ser largamente

exploradas pela empresa. É aconselhável também que sejam montados painéis de especialistas no setor para estimar o volume da demanda.

- **Análise de Vendas Passadas.** A partir do histórico de vendas, é possível fazer análises considerando aspectos da demanda tais como tendências, ciclo, sazonalidade e sinuosidade.

- **Método de Teste de Mercado.** Consiste na inserção do novo produto em um cenário autêntico, para identificar o tamanho do mercado e como os consumidores e revendedores reagem ao manuseio, uso e compra do produto.

O corte conceitual oferecido à Gestão da Demanda propõe o balanceamento entre a capacidade do fornecedor e as necessidades do cliente. Nesta direção, Pires (2004) propõe algumas práticas para facilitar a coleta de dados junto a fornecedores. Importante destacar que as ferramentas citadas desenvolvem diversas funções, entre elas algumas que interessam à coleta de dados para a Gestão da Demanda. As ferramentas são:

- **Troca Eletrônica de Dados** (*Electronic Data Interchange – EDI*). Permite a troca de dados através de rede e programas de computador que interligam as empresas. Esta tecnologia aumenta a integridade dos dados e a rapidez no acesso a eles. Para o processo de atualização da previsão, estas condições são importantes.

- **Resposta Eficiente ao Consumidor** (*Efficient Consumer Response – ECR*). Viabiliza o melhor atendimento às necessidades dos clientes por meio da reposição automática dos estoques. De acordo com o Pires e Musetti (2000), o uso do EDI com o ECR proporciona melhor entendimento sobre o comportamento do mercado e oferece subsídios para as decisões de marketing e produção.

- **Gerenciamento de Estoque pelo Fornecedor** (*Vendor Managed Inventory – VMI*). O fornecedor gerencia o estoque de seus produtos na planta ou site de seu cliente. Por meio desta prática, o fornecedor também pode repor os itens de

estoque. Combinado com o EDI, o VMI proporciona melhor atendimento do cliente, aumento da fidelização e facilita a atualização dos dados sobre o consumo.

Outras ferramentas, o CPFR e CR, que também auxiliam na coleta de dados, serão discutidas oportunamente.

2.2.3.2. Técnicas de Previsão

Elaborar uma previsão de vendas assertiva é tarefa de alto grau de dificuldade. Escolher a técnica mais adequada para este fim parece ser tão complicado quanto. BOWERSOX e CLOSS (2001) apontam que a complexidade ou a simplicidade da técnica não é fator determinante para o sucesso da previsão.

Na tentativa de facilitar esta decisão, alguns autores propõem referenciais de apoio. Pellegrini e Fogliato (2001) selecionam alguns critérios. São eles:

- conhecimento sobre ações que influenciam o comportamento da demanda;
- definição das características da série temporal;
- nível da agregação de dados;
- frequência das previsões.

Makridakis e Wheelwright (1997) ampliam esta relação agregando outros critérios:

- precisão;
- horizonte de planejamento;
- importância das previsões;
- disponibilidade de dados;
- padrão de dados disponíveis;
- experiência dos executores.

A revisão bibliográfica oferece várias classificações para as técnicas de previsão. Porém, parece ser consenso a existência de dois grupos em torno dos quais se agrupam as mais diversas técnicas: técnicas quantitativas e técnicas qualitativas. De

acordo com alguns autores, o emprego de cada uma delas está condicionado às circunstâncias em que são aplicadas.

Avaliando as opiniões de Bowersox e Closs (2001), Dias (1999), Slack *et al.* (1997), Spedding (2000), Buffa e Sarin (1987) e Fogarty *et al.* (1991), é possível concluir que as técnicas qualitativas são recomendáveis quando:

- os dados históricos não existem ou estão disponíveis em quantidade insuficiente;
- as competências dos gerentes devem ser exploradas;
- as metas de venda são estabelecidas pela empresa;
- o impacto da velocidade das mudanças tecnológicas no negócio não pode ser previsto por modelos matemáticos;
- determinadas situações no ambiente de negócio não podem ser previstas por modelos matemáticos;
- o horizonte da previsão é de médio ou longo prazo;
- o lançamento de um novo produto precisa ser mensurado;
- as estratégias de negócio estão sendo formuladas;
- a reação dos clientes a testes de mercado ou promoções estratégicas precisa ser antecipada.

As técnicas quantitativas também podem oferecer melhores resultados quando empregadas em ambientes adequados. A partir dos trabalhos de Bowersox e Closs (2001), Davis *et al.* (2001) e Mello (1996) é possível apontar que estas técnicas são mais empregáveis sob as seguintes circunstâncias:

- a base de dados é consistente, confiável e está disponível;
- o horizonte de previsão é de curto prazo;
- os padrões de demanda são estáveis;
- os eventos passados podem ser quantificados em números;
- os fatores que influenciaram o passado continuarão presentes no futuro.

Fogarty *et al.* (1991) propõem uma sub-classificação das técnicas quantitativas em intrínsecas e extrínsecas. As técnicas quantitativas intrínsecas são empregadas em

situações nas quais a previsão apóia-se no passado e suas próprias variáveis. Já as técnicas qualitativas extrínsecas permitem que a previsão seja formulada a partir de uma variável principal dependente, à qual um conjunto de variáveis independentes está relacionado.

- **Técnicas Qualitativas**

As técnicas qualitativas estão substancialmente fundamentadas na capacidade de julgamento, análise e intuição dos executores.

Bethlem (2004) e Kotler (2000) mencionam a Técnica ou Modelo Delphi. Um grupo de especialistas recebe questionários para responder. As respostas são utilizadas para obtenção de consenso e formulação de novas questões. O resultado final é uma média de opiniões sobre a probabilidade e a data da ocorrência de eventos futuros.

A Pesquisa de Mercado é um procedimento sistemático, formal e consciente para o teste de hipóteses de mercado. São normalmente empregadas em previsões de longo prazo e no lançamento de novos produtos. Para aplicá-la, faz-se necessário um número de dados significativo, questionários e análises de série temporal de variáveis (DAVIS *et al.*, 2001).

Holmstrom (1998), Smaros e Hellstrom (2004) sugerem o Método de Previsão por Sortimento como uma técnica qualitativa. Os autores assumem que é mais fácil prever a venda de todo portfólio de produtos do que de cada um isoladamente. O modelo pressupõe certa relação de dependência entre os produtos e que a canibalização de um produto afeta todo portfólio.

Três passos são necessários para realizar a previsão a partir deste modelo. A saber:

- os produtos que compõem o portfólio devem ser ranqueados em ordem ascendente baseada na expectativa de unidades vendidas;
- a previsão final deve ser feita considerando o total de unidades vendidas no portfólio;

- a função escalar deve ser usada para dividir a previsão total de unidades vendidas do portfólio pelas unidades vendidas de cada produto de acordo com o *ranking*.

Davis *et al.* (2001), Buffa e Sarin (1987) e Bethlem (2004) citam a Analogia Histórica. A técnica consiste na análise comparativa do lançamento de um produto novo com o ciclo de vida de um produto similar. A técnica é aplicável em previsões de longo prazo, venda de novos produtos e previsões de margens. É necessário ter histórico de vários anos de um ou mais produtos.

De acordo com Buffa e Sarin (1987) e Bethlem (2004), outras técnicas podem ser empregadas:

- cenário baseado em previsão;
- consenso de grupo;
- previsão visionária;
- *brainstorming*.

- **Técnicas Quantitativas**

As técnicas quantitativas consistem essencialmente em equações, algoritmos, e modelos matemáticos. Embora os autores adotem nomenclaturas distintas para as mais diversas técnicas, neste trabalho serão usadas denominações comuns ou muito próximas em termos de significado.

As técnicas apresentadas são citadas em Buffa e Sarin (1998), Forgarty *et al.* (1991), Vollmann *et al.* (1992), Slack *et al.* (1997), Davis *et al.* (2001), Kotler (2000) e Heizer e Render (1996).

- **Média Móvel Simples.** Aplicável em produtos em que a demanda não cresce ou decresce rapidamente e não há indícios de sazonalidade. Esta técnica pode ser útil para identificar tendências.

- **Médio Móvel Ponderada.** Permite que cada período seja tratado de acordo com sua significância por meio da atribuição de pesos. Por exemplo, podem-se atribuir pesos maiores aos períodos mais recentes.

- **Média Ponderada Exponencial.** Considerada uma técnica de alta precisão em relação ao resultado final, a média ponderada exponencial parte da premissa que os períodos mais recentes possuem peso maior na determinação de períodos futuros. Apenas três conjuntos de dados são necessários: previsões recentes, demanda real ocorrida no período e a constante alpha.
- **Regressão e Correlação.** Estabelecem a melhor relação entre a variável-objeto da previsão e outras variáveis relacionadas.
- **Análise de Regressão Múltipla.** Mais de uma variável independente é considerada juntamente com os efeitos de cada um dos elementos de interesse.
- **Modelos Econométricos.** Esta técnica é complexa. Empregada na análise de variáveis de grande importância como, por exemplo, variáveis macroeconômicas, crescimento de setores econômicos, etc.

Os autores também apresentam outros modelos que envolvem relacionamentos causais, exploratórios, entre outros:

- previsão de demanda adaptável;
- análises de regressão linear;
- coeficiente de determinação.

A evolução das tecnologias computacionais está permitindo que novas técnicas quantitativas sejam desenvolvidas. Entre as novidades que surgiram, as redes neurais têm sido largamente exploradas. Davis *et al.* (2001) afirmam que as redes neurais podem desenvolver relacionamentos complexos que existem entre entradas e saídas de informações, além de efetuar cálculos envolvendo grande quantidade de dados com mais rapidez. Tong e Liang (2005), por exemplo, propõem um modelo de previsão que envolve a Média Móvel Integrada com Sazonalidade Autoregressiva (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average – SARIMA*) e redes neurais.

Alguns pesquisadores têm estudado a possibilidade de integrar técnicas quantitativas e qualitativas. Para Sanders e Ritzman (2004), a principal razão para buscar esta integração consiste na possibilidade de somar a precisão, a consistência e a capacidade de processar grande quantidade de dados das técnicas quantitativas com o estudo de eventos, de mudanças no ambiente de negócios e a expertise de

conhecedores do negócio proporcionados por meio das técnicas qualitativas. Os autores, portanto, propõem quatro métodos de integração:

- **Ajustamento Analítico das Técnicas Quantitativas.** As decisões de previsão são tomadas por meio de um processo de integração multi-funcional e do compartilhamento de informações por toda a empresa. A previsão obtida por meio das técnicas quantitativas é analisada e, conseqüentemente, ajustada com base no julgamento dos envolvidos no processo.

- **Correção Quantitativa da Previsão por Julgamento.** O método reduz os efeitos negativos do julgamento por meio de uma correção quantitativa aplicada diretamente na parcialidade da previsão.

- **Combinação de Análise com Previsões Estatísticas.** As previsões geradas por técnicas quantitativas e qualitativas são analisadas de forma comparativa para que os ajustes sejam feitos e, então, se produza previsão final.

- **Desenvolvimento de Modelos a partir de Julgamentos.** As técnicas qualitativas são usadas como input para identificar padrões, selecionar variáveis e definir parâmetros. Com estas informações, o emprego da múltipla regressão, por exemplo, permite que a previsão seja feita.

- **Técnicas de Medição de Erros**

Considerando sua essência, é possível afirmar que todas as técnicas de previsão contêm elementos que podem torná-las inconsistentes. Em última análise, Melnyk e Christensen (2000) afirmam que toda previsão está errada, pois não é possível assegurar a total precisão dos resultados.

A revisão bibliográfica sugere que a forma mais adequada de corrigir os erros do processo de previsão é por meio do envolvimento de diversas áreas organizacionais na elaboração e do feedback contínuo.

Bowersox e Closs (2001), Sanders (1997) e Tanwari e Betts *apud* Santa Eulália (2001), por exemplo, sugerem uma classificação dos erros e das respectivas melhorias:

- **Desvios de Demanda.** Técnicas matemáticas são usadas para apurar as discrepâncias entre a previsão real a previsão realizada.
- **Erros de Consolidação.** Os pontos e as formas de consolidação precisam ser criteriosamente definidos.
- **Erros de *Feedback*.** Na medida em que os resultados da previsão são reinseridos no processo, é importante definir o momento e os pontos mais adequados.
- **Erros Históricos.** Erros históricos e as medidas corretivas devem compor uma base de conhecimento para ser usada futuramente.
- **Processamento.** Atualmente, tem sido recorrente o emprego de programas de computador para previsões mais precisas e rápidas bem como para desenvolvimento mais adequado dos *feedbacks*.

No que diz respeito aos erros estatísticos, Sanders (1997) propõem um quadro de medidas da precisão das previsões por meio da análise do cálculo de erros:

| | |
|--------------------------------|--|
| Erro médio | $ME = \sum_{t=1}^n Et \times \frac{1}{n}$ |
| Erro médio absoluto | $MAD = \sum_{t=1}^n Et \times \frac{1}{n}$ |
| Erro quadrado médio | $MSE = \sum_{t=1}^n (Et)^2 \times \frac{1}{n}$ |
| Raiz do erro quadrado médio | $RMES = \sqrt{\sum_{t=1}^n Et \times \frac{1}{n}}$ |
| Erro percentual médio | $MPE = \sum_{t=1}^n PEt \times \frac{1}{n}$ |
| Erro percentual médio absoluto | $MAPE = \sum_{t=1}^n PEt \times \frac{1}{n}$ |

QUADRO 1 – Medidas de Erros
(Adaptado de Sanders 1997)

Após as considerações dos autores citados, é possível consensar que a melhor forma de tornar o processo de previsão mais assertivo é usar em conjunto as técnicas analíticas, as técnicas de medição de erros, desenvolver um processo multifuncional e *feedback* contínuo.

2.2.3.3. Sincronização

O modelo proposto por Croxton *et al.* (2002) implica na sincronização em nível operacional com outros processos da organização e elementos da cadeia de suprimentos. Esta atividade consiste em delinear o plano de atendimento da demanda. A sincronização, portanto, consiste em cinco medidas:

- **Identificar e planejar a partir das restrições de capacidade.** Entender as limitações de capacidade requer um olhar a jusante e a montante, além dos níveis de estoques existentes na cadeia. Uma análise comparativa destas informações com a previsão da demanda auxiliará na identificação de restrições. Com o apoio das outras áreas da empresa, o time de execução poderá determinar como gerenciar os gargalos e alocar os recursos necessários para priorizar a demanda.
- **Determinar intervalos confiáveis de previsão.** Por meio dos erros passados de previsão, é possível calcular intervalos confiáveis para atualização dos dados sobre previsão. Definindo o valor final da demanda, a empresa pode estabelecer margens inferiores e superiores com base no histórico para aquele período. Esta escala pode ser compartilhada com fornecedores e usada para negociar disponibilidade de capacidade. Importante considerar a estrutura de custo da empresa e objetivos estratégicos na hora de estabelecer a escala.
- **Balancear o risco com restrições financeiras.** Dentro do plano de atendimento da demanda, é preciso praticar o gerenciamento de risco. Quando não é financeiramente possível atender toda a demanda, deve-se decidir qual a forma mais efetiva de alocar recursos. Os métodos de contingência definidos no nível estratégico pode ser decisivo neste balanceamento.

- **Planejar capacidade para novos produtos.** O desenvolvimento de um plano de capacidade para os produtos que serão lançados é importante para determinar quão rapidamente os fornecedores-chave responderão em caso de excesso da demanda.

- **Desenvolver a execução do plano agregado de demanda.** O resultado final da sincronização é o plano de atendimento à demanda que inclui o plano agregado de produção e o plano de posicionamento dos estoques. Estas informações devem ser compartilhadas com outras áreas funcionais e com elos-chave da cadeia de suprimentos.

2.2.3.4. Redução da variabilidade e aumento da flexibilidade

Acredita-se que a variabilidade compromete o planejamento. Em certa medida, parece ser fácil planejar por meio de considerações medianas. A causa do problema reside nos desvios. Para Croxton *et al.* (2002), os gerentes gastam tempo e dinheiro delineando as conseqüências da variabilidade. Na verdade, existem duas alternativas para enfrentar o problema. A saber:

- **Redução da Variabilidade.** Inicialmente, faz-se necessário identificar a fonte da variabilidade – a variação da demanda. O Quadro 2 relaciona fontes de variabilidade e soluções potenciais. As práticas internas que impulsionam a variabilidade da demanda devem ser encontradas como, por exemplo, os carregamentos finais. Se os novos produtos possuem demanda altamente variável, controles estratégicos devem ser inseridos nos testes de mercado para avaliar os padrões de demanda.

| Causas de Distorção da Demanda | Possíveis Soluções na Cadeia de Suprimentos |
|-----------------------------------|---|
| Promoções para Clientes | Desenvolvimento do planejamento de promoções em conjunto com os clientes. |
| Indicadores de Venda | Desenvolvimento indicadores consistentes que evitam como interrupções no abastecimento. |
| Condições de Crédito | Revisão das condições de créditos para assegurar que as negociações não afetarão negativamente os padrões de compra dos clientes. |
| Precificação/Incentivos | Ações junto a vendas e marketing que ofereçam incentivos que verdadeiramente aumentem as vendas no longo-prazo. |
| Pedidos Pequenos | Garantir que todos os custos serão inclusos nos cálculos de pedidos pequenos. |
| Excessos Sistemas de Distribuição | Incorporar a volatilidade da demanda na tomada de decisões ao longo da cadeia. |

QUADRO 2 – Causas de Distorção da Demanda
(Adaptado de Croxton *et al.*, 2002)

- **Aumento da Flexibilidade.** A redução da variabilidade está ligada ao aumento da flexibilidade que, por sua vez, influencia confiabilidade, qualidade, custos e velocidade dos processos e seus produtos. É preciso decidir sobre o nível de flexibilidade desejável e sua relação com as necessidades da cadeia de suprimentos. O Quadro 2 também apresenta algumas ações para aumentar a flexibilidade do sistema produtivo. Por exemplo, o fluxo de uma linha de produção pode ser alterado pela introdução do *postponement*, e adoção de práticas da manufatura ágil, etc.

Pires (2004) menciona diversos modelos de sistemas produtivos existentes, entre eles, a Montagem sob Encomenda (*Assemble-to-Order – ATO*) que, na verdade, é uma combinação entre Fazer para Estoque (*Make-to-Stock – MTS*) e Fazer sob Encomenda (*Make-to-Order – MTO*). De acordo com o autor, este modelo pressupõe uma base de componentes similar ao de outros com uma parte final ajustada às necessidades do consumidor final. O fato de fazer mudanças apenas nos componentes finais permite que a variabilidade da demanda tenha menor impacto no sistema produtivo.

Slack (2002) e Pires (2004) relacionam os tipos de flexibilidade do sistema produtivo e as respectivas formas de desenvolvê-las:

- Flexibilidade no Mix: Mão-de-obra multifuncional e equipamentos com múltiplos objetivos.

- Flexibilidade no Volume: Mão-de-obra reaproveitável em outros locais e equipamentos com limite de capacidade ajustável ao volume da produção.
- Flexibilidade a Substituições: Mão-de-obra com habilidade necessária para se ajustar às mudanças no mix e menor nível de automação rígida.
- Flexibilidade a Modificações: Mão-de-obra competente para modificar procedimentos operacionais e equipamentos de fácil ajuste e menores *set-ups*.
- Flexibilidade nos Roteiros: Ambiente operacional propício a que mão-de-obra e equipamentos alterem os roteiros de produção.
- Flexibilidade nos Materiais: Mão-de-obra e equipamentos capazes para realizar ajustes sempre que houver alterações no fornecimento de materiais.
- Flexibilidade nos Sequenciamentos: Mão-de-obra e equipamentos com capacidade para rebalancear a carga de trabalho.
- Flexibilidade de Entrega: Mão-de-obra e equipamentos capazes de replanejar as datas de entrega, se possível, antecipá-las.

2.2.3.5. Medidas de Desempenho

De acordo com Croxton *et al.* (2002), as medidas de desempenho escolhidas no nível estratégico devem ser aplicadas pelo Time de Execução. Elas devem ser usadas internamente para melhorar o processo de Gestão da Demanda e alimentar o CRM, o SRM bem como os elos-chave da cadeia. Basicamente, estas medidas devem permitir analisar a lucratividade por cliente, a lucratividade por fornecedor e reportar a custos.

2.3. A Gestão da Demanda e os Processos Organizacionais

Conforme definido anteriormente, a Gestão da Demanda é um processo que se desenvolve dentro de cada elo da cadeia, isto é, dentro de cada empresa que compõe a Cadeia de Suprimentos.

Internamente, a Gestão da Demanda tem interfaces importantes com processos importantes para o negócio, como a Gestão da Produção, Gestão de Estoques, Logística, Serviço ao Cliente, Planejamento de Marketing, Planejamento de Vendas e Planejamento Estratégico.

2.3.1. A Gestão da Demanda e o Planejamento da Produção

Slack *et al.* (1997) definem que o objetivo do Planejamento é “... *garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve*”. Fogarty *et al.* (1991), Buffa e Sarin (1987), Vollmann *et al.* (1992) parecem concordar que o planejamento inicia com as previsões e termina com o atendimento da demanda. Assim, parece ser procedente relacionar o nível de atendimento das necessidades do cliente com a forma de elaboração e execução do Planejamento da Produção.

A Figura 7 delimita a influência da Gestão da Demanda nas atividades de Planejamento e Controle da Produção (*Operations Planning and Control*). Correa e Giansi (1993) afirmam que o Planejamento da Produção está focalizado no longo prazo e que, portanto, um dos principais insumos é a previsão de demanda agregada. Esta visão apresenta um possível alinhamento com as definições de Mello (1996) oferecidas no tópico sobre Procedimentos de Previsão. De acordo com os autores, a base do Planejamento Agregado da Produção é a previsão de longo prazo.

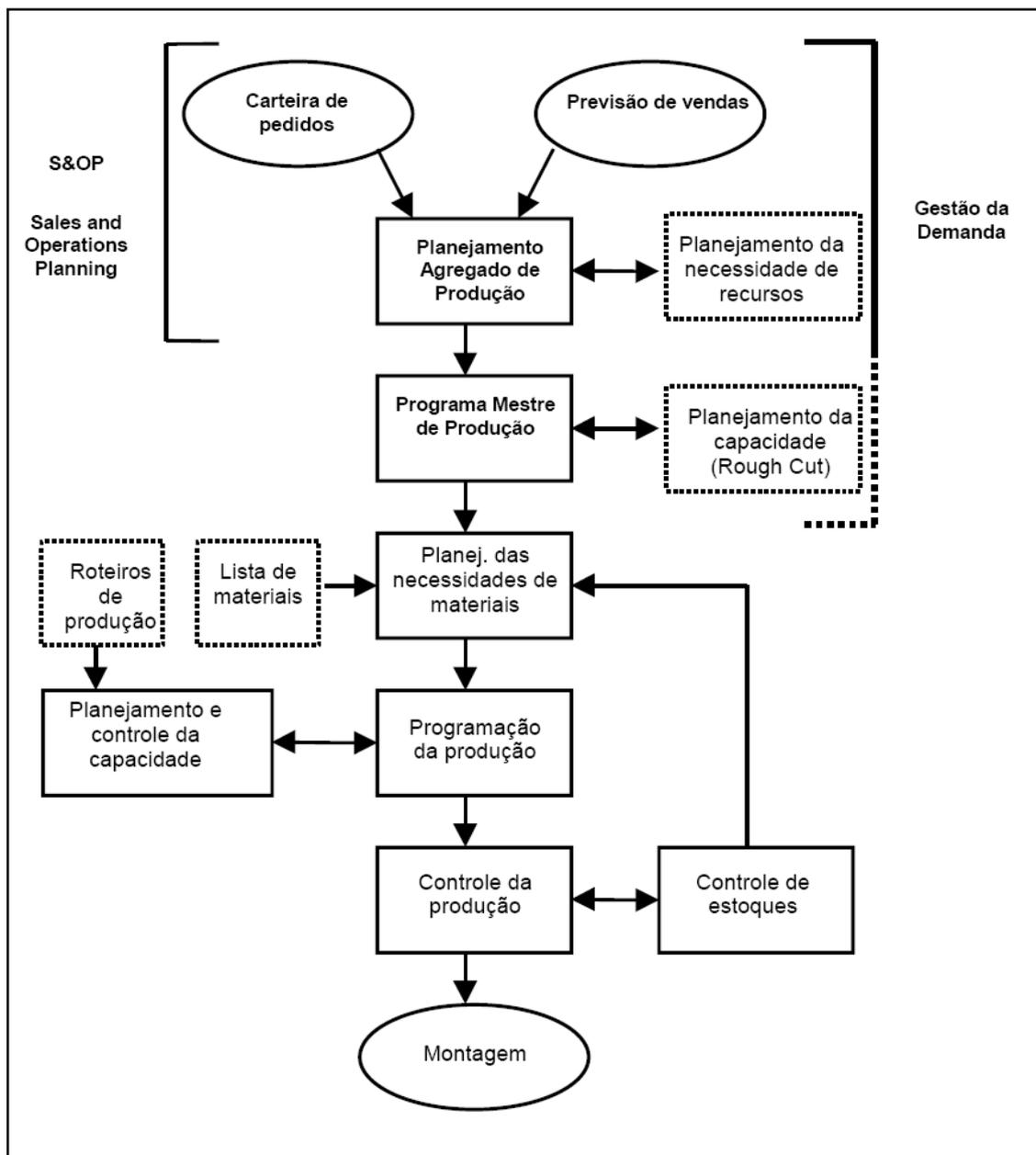


FIGURA 7 – Configuração das Atividades de Gestão da Demanda (Adaptado de Pires, 1995)

Bremer e Lenza (2000) destacam que o planejamento agregado não é necessariamente correspondente à demanda em nível agregado. Durante a sua elaboração, a empresa pode inserir parâmetros relativos à estratégia do sistema produtivo e à capacidade instalada disponível.

Conforme delineamento da Figura 7, o desagregamento das informações contidas no Planejamento Agregado da Produção resulta no Programa Mestre de Produção (MPS – *Master Production Scheduling*). Vollmann *et al.* (1997) parecem estabelecer

um fundamento básico para o papel do MPS. De acordo com os autores, o MPS deve verificar se o pedido será atendido e a data de início da fabricação. Caso a programação implique no atraso da execução do pedido, a partir desta informação a empresa tem condições de negociar com o cliente antecipadamente.

A Figura 8 apresenta as informações necessárias para o desenvolvimento do Programa Mestre da Produção. Ao propor este esquema, Slack *et al.* (1997) oferecem uma detalhada compreensão sobre os fatores que influenciam a construção do MPS. Slack *et al.* (1997) e Correa e Giansesi (1993) explicam o funcionamento do MPS. De acordo com os autores, considera-se a previsão para um determinado período de tempo. Dentro deste período, compara-se a previsão de demanda com o estoque disponível. Na medida em que os estoques existentes são insuficientes para atender a demanda, ordens de produção são projetadas.

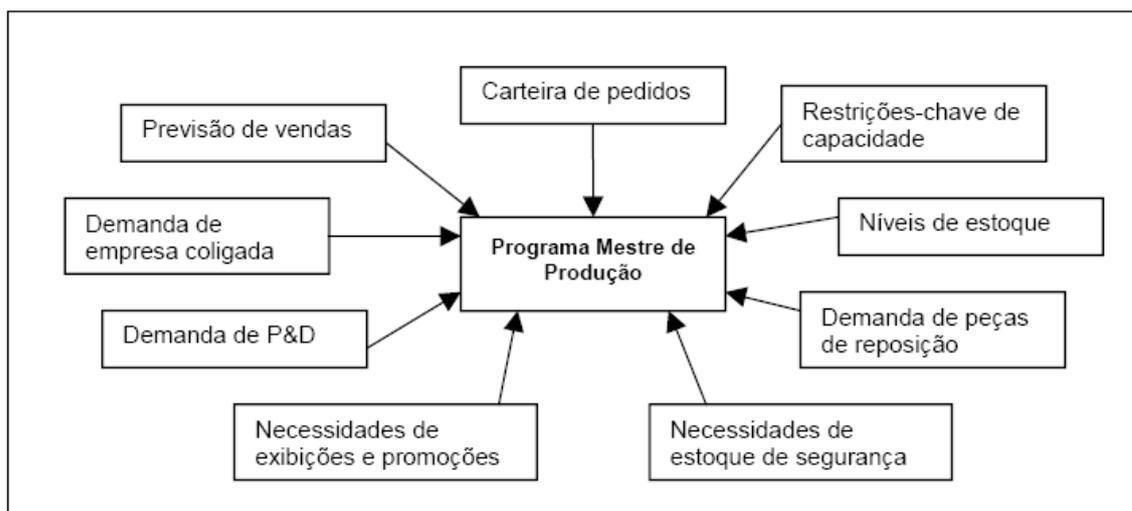


FIGURA 6 – Programa Mestre de Produção
(Slack *et al.*, 1997)

No contexto organizacional, o MPS assume uma função importante entre Marketing/Vendas e a Produção. De acordo com Vollmann *et al.* (1997), o MPS é o elemento responsável por promover uma aproximação entre os objetivos destas duas áreas. Para tanto, Correa e Giansesi (1993) tratam a demanda como um input crítico. Para atendê-la, o MPS identifica grosseiramente as limitações do sistema produtivo por meio do *Rough-cut Capacity Planning* (Planejamento Grosseiro de Capacidade) otimizando o uso da capacidade instalada. Conseqüentemente, o atendimento a determinados pedidos pode ser antecipado enquanto que outros

poderão ser rejeitados. De acordo com os autores, esta última decisão estaria relacionada com a possível existência de “setores que possam representar possíveis gargalos no fluxo de produção”, o que pode ser confirmado com um estudo mais detalhado feito por meio Planejamento das Necessidades de Capacidade (*CRP – Capacity Requirements Planning*).

A relação da Gestão da Demanda com o MPS é delineada por Higgins *et al.* (1996). Os autores propõem um modelo de integração que pode ser explicada da seguinte forma:

- **Sincronização.** O MPS promove maior responsividade do sistema produtivo para com as demandas de mercado, na medida em que assegura o atendimento dos pedidos firmados e ou antecipados por meio da melhor programação possível.
- **Identificação da Demanda.** A Gestão da Demanda deve compreender a carteira de pedidos e a previsão de vendas. A partir das ferramentas de programação do MPS, os pedidos firmados devem ser confirmados.

Ainda de acordo com a estrutura proposta na Figura 6, as informações geradas pelo Programa Mestre de Produção alimentam o Planejamento das Necessidades de Materiais (*MRP – Material Requirements Planning*).

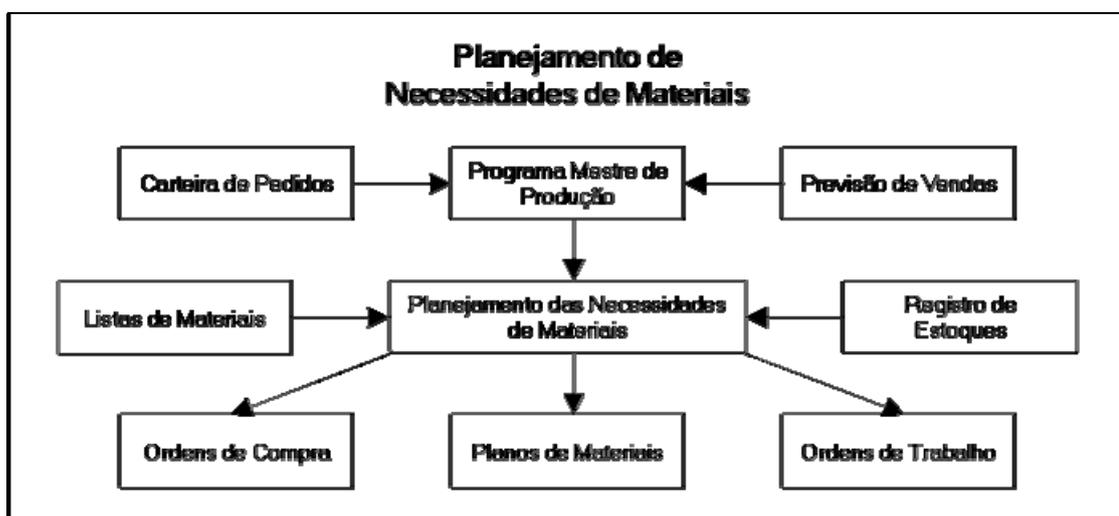


FIGURA 9 – Planejamento da Necessidade de Materiais
(Slack *et al.*, 1997)

De acordo com Fogarty *et al.* (1991), Slack *et al.* (1997) Vollmann *et al.* (1992) e Correa e Gianesi (1993), o papel do MRP consiste em definir quais materiais serão necessários, as respectivas quantidades, a data da necessidade e quando serão montados. A bibliografia indica que este seria o chamado MRP I.

Os mesmos autores sugerem que a evolução da ferramenta fez com que o uso de todos os recursos utilizados na produção fosse planejado a partir do conceito MRP, considerando a capacidade de cada um. A sigla, portanto, mudou para Planejamento de Recursos de Manufatura (*MRP II – Manufacturing Resourcing Planning*). Esta evolução condicionou a programação da produção à capacidade finita dos recursos empregados no sistema produtivo. Porém, o MRPII, em seu conceito básico, não faz a programação finita dos recursos de manufatura.

A partir destas definições, parece ser possível imaginar que a volatilidade da demanda promove impactos significativos no planejamento da Produção. Nesta direção, Slack *et al.* (1997) estabelecem três mudanças que o cliente pode desejar fazer após confirmar o pedido: substituição do produto, alteração na quantidade solicitada e antecipação ou prorrogação da data de entrega. Em certa medida, pode-se sugerir que são estes os principais fatores que provocam variação na demanda, além, é claro, de forças existentes no ambiente externo que promovem a volatilidade da demanda.

Levando em consideração a visão moderna de MRP, parece ser possível compreender que as limitações que comprometem um sistema produtivo de atender a demanda de mercado são: a capacidade dos recursos produtivos, a programação e a disponibilidade de materiais.

2.3.2. A Gestão da Demanda e a Gestão de Estoques ou Inventário

A pesquisa bibliográfica parece sugerir que a forma mais adequada de tratar a relação entre a Gestão da Demanda e a Gestão de Estoques é fazê-la na perspectiva da Cadeia de Suprimentos.

Mello (1996) denomina de enfoque tradicional a forma com que as empresas satisfazem as necessidades de seus clientes. Basicamente, a relação entre cliente e

fornecedor toma forma na medida em que o primeiro estabelece a demanda e o segundo se compromete em atendê-la.

Pires (2000) observa que ao longo da cadeia, isto se torna um problema. Na verdade, a demanda aumenta na medida em que a informação passa do cliente (um ponto de venda, por exemplo) para o fornecedor. Propondo uma cadeia simples envolvendo quatro elos, percebe-se que o valor da demanda aumenta de um elo para o outro, na direção a montante da cadeia. Este processo de amplificação da demanda pode é mais comumente conhecido como efeito-chicote.

Mello (1996) e Pires (2004) atribuem este efeito aos seguintes fatores:

- diferenças entre os sistemas logísticos adotados por cada elo da cadeia;
- as conseqüências da lógica dos lotes econômicos;
- tendência dos tomadores de decisão em superdimensionar ordens de compras e produção.

Slack *et al.* (1997) e Willcox (1997) relacionam este efeito ao nível de serviço prometido ao cliente. O tamanho dos estoques está relacionado diretamente ao nível de estoque prometido, pois, para reduzir o risco de desabastecimento, por exemplo, elevam-se os níveis dos estoques de segurança.

Apesar de Bowersox e Closs (2001) destacarem que o objetivo do estoque é assegurar o suprimento em períodos de reposição e diante de variações de curto prazo, Caridi e Cigolini (2002) relacionam algumas características dos sistemas produtivos que aumentam consideravelmente a necessidade de estoques de segurança. São elas:

- disponibilidade e desempenho do equipamento;
- capacidade de carga;
- paradas de máquina;
- efeitos do enfileiramento.

É importante destacar que o estoque tem uma função estratégica no gerenciamento da demanda. A política de estoques pode permitir que a empresa consiga atender

variações positivas na demanda, tornando-se, portanto, fator determinante para aumento das receitas (SLACK *et al.*, 1997). Por outro lado, os custos de se manter elevados níveis de estoques pode comprometer o fluxo de caixa bem como desestabilizar a estrutura de custos da empresa, na medida em que reduz a disponibilidade de dinheiro e aumenta a necessidade de investimentos (PIRES, 1995); (BALLOU, 1995).

Na medida em que as empresas são desafiadas a atender melhor aos seus clientes por intermédio de políticas de estoques que não comprometam sua competitividade, Christopher (1992) aponta uma solução: redução dos prazos. Objetivamente, o autor acredita que quanto maior for o ciclo do pedido, maior será a variabilidade no tempo consumido para atendimento do pedido. Consequentemente, a confiabilidade das entregas fica comprometida, que, por sua vez, implica em políticas de estoques mais caras. Portanto, o encurtamento dos prazos reduz os estoques por duas razões:

- com ciclos produtivos menores, o desempenho do sistema produtivo fica menos vulnerável a gargalos, processos ineficientes e flutuações no volume de pedidos sobre a competitividade do sistema produtivo;
- o horizonte da previsão de vendas também é minimizado, o que permite fazer previsões mais confiáveis e, portanto, aumentar o aproveitamento de pedidos.

Para Christopher (1992), estas medidas permitiriam minimizar os estoques de segurança.

2.3.3. A Gestão da Demanda e a Gestão de Capacidade

A concepção do MRP II permitiu que a capacidade dos recursos do sistema produtivo, bem como a capacidade do sistema como um todo, assumisse maior importância no planejamento da produção. Dumond (2005) explica que a programação de sistemas de capacidade finita consiste em alocar para cada centro de trabalho um plano de operações que esteja condicionado à capacidade do próprio centro dentro de um horizonte de tempo definido. Desta forma, a programação se torna mais realista por que usa a disponibilidade de cada recurso para atender a necessidade do cliente.

Mello (1996) expande a compreensão sobre o fator capacidade, na medida em que desdobra o MRP no Planejamento das Necessidades de Capacidade – fator responsável pelo nível de atendimento da demanda. Slack *et al.* (1997) parecem complementar esta visão, pois entende que a Gestão da Capacidade é importante na resposta do sistema produtivo à demanda de mercado.

Ao abordar a Gestão da Capacidade, parece ser necessário tratar do balanceamento da capacidade dos recursos produtivos. De acordo com Askin e Standridge (1993) *apud* Moraes e Santoro (2000), *“uma linha de montagem é um conjunto de estações de trabalho dispostas seqüencialmente, normalmente interligadas mediante um sistema contínuo de movimentação de materiais, e projetada para montar componentes e realizar qualquer operação necessária à obtenção de um produto acabado”*. O balanceamento de linha consiste em alocar trabalho a um número mínimo de estações, considerando-se um tempo de ciclo predeterminado (MORAES e SANTORO, 2000).

No que diz respeito à alocação de trabalho às estações de trabalho, Souza et al. (2002) propõem oito configurações mais freqüentemente apresentadas na literatura técnica. São elas:

- Distribuição balanceada.
- Distribuição Bowl.
- Distribuição linear crescente.
- Distribuição linear decrescente.
- Distribuição segmentada.
- Distribuição em passo.
- Distribuição em “V”.
- Distribuição alternada.

Nyhuis e Pereira Filho (2002) lembram que, no contexto do balanceamento da capacidade, faz-se necessário tratar dos gargalos. Por definição, os gargalos são recursos que, em função da sua baixa capacidade em relação aos outros, comprometem a capacidade do sistema produtivo em atender a demanda de

mercado. Ao tratarem do assunto, os autores sugerem que o estudo do fluxo de material auxilia na detecção dos recursos gargalos.

2.3.4. A Gestão da Demanda e o Nível de Serviço

Christopher (2001) afirma que não existe qualquer valor no serviço ou produto até que ele esteja nas mãos dos clientes. Essencialmente, o nível de serviço está relacionado com a disponibilidade do produto ou serviço para atender as necessidades dos clientes. De acordo com o autor, a disponibilidade envolve elementos como frequência e confiabilidade da entrega, ciclos de estoques e tempo consumido nos ciclos de pedidos.

Mello (1996) complementa esta visão alertando que o nível de serviço a ser oferecido está diretamente relacionado com dois fatores: variabilidade no lead-time e variabilidade da demanda. Este alerta faz sentido na medida em que os custos se alteram conforme o nível de serviço pretendido.

Avaliando o assunto por outro ângulo, Bowersox e Closs (2001) apontam para o que se pode chamar de ciclo virtuoso do nível de serviço. As expectativas dos clientes precisam ser correspondidas, porém, o nível de satisfação pode ser influenciado pelas ações da empresa e de seus concorrentes. Considerando que a dinâmica competitiva é constante, pode estar no nível de serviço um dos grandes diferenciais competitivos (LAMBERT, 1993)

Christopher (2001) admite que a Gestão da Demanda não seja o único elemento responsável pelos níveis de serviço prestados ao cliente. Nesta direção, Mello (1996) propõe um conjunto de processos que auxiliam a empresa melhorar os níveis e, indiretamente, atender melhor as necessidades de seus clientes. São eles:

- **Frequência de Entrega.** Influencia o nível de estoque mantido, pois o estoque médio é a metade da quantidade do pedido. Por outro lado, quanto maior o numero de entregas, menor o tamanho do pedido.
- **Tempo de Ciclo do Pedido.** Compreende o tempo total desde quando o cliente envia o pedido até seu recebimento para processamento.

- Disponibilidade de Inventário. As informações da previsão da demanda podem auxiliar na distribuição de produtos de alto volume e rápida movimentação. Para produtos de baixo volume, pode-se utilizar sistemas de resposta rápida.
- Condição do Pedido. A partir das informações de estoque, os clientes podem ser avisados sobre a escassez do produto. Nesta direção, devem ser oferecidas oportunidades de negociar as datas de entrega.
- Precisão dos Registros de Estoque. Permite o desenvolvimento do perfil de serviço oferecido para facilitar a análise de pedidos e respostas corretas para consultas sobre as condições de estoques.

Considerando que a disponibilidade é um elemento central no nível de serviço a ser prestado ao cliente, Christopher (2001) sugere uma matriz a partir da qual estratégias específicas podem ser implementadas visando ao equilíbrio entre estoques e lucratividade.

- **Quadrante 1:** Reduza os Custos. Supõe-se que os produtos de alto giro de estoque sejam procurados frequentemente. Porém, possuem baixa margem de contribuição. Neste caso, a prioridade deve ser a revisão da estrutura de custos para aumentar o lucro.
- **Quadrante 2:** Aumente a disponibilidade. Os produtos são procurados frequentemente e são mais lucrativos. Os níveis de serviços oferecidos devem manter-se o mais próximo das expectativas do cliente com alta disponibilidade.
- **Quadrante 3:** Analise criticamente. Estes produtos tendem a ser eliminados do portfólio, exceto se possuírem um papel estratégico. Eles normalmente não contribuem para o aumento da lucratividade e são lentos do ponto de vista de vendas.
- **Quadrante 4:** Pratique “Just-in-time”. São produtos altamente lucrativos, porém a quantidade vendida é relativamente baixa. Eles devem ser mantidos em uma localização centralizada, no estágio mais inicial da cadeia de suprimentos, para reduzir o investimento total em estoques e serem enviados diretamente para o cliente.

2.3.5. Logística como suporte à Gestão da Demanda

A Logística neste contexto será tratada especificamente no que diz respeito à distribuição. Na concepção de Slack *et al.* (1997), distribuição consiste em armazenagem e transporte. Distribuição consiste na transferência do produto na direção da empresa para o cliente, para tanto, faz-se necessário o uso de armazéns e transporte.

Em relação ao armazém, Mello (1996) assegura que os objetivos do gerenciamento dos armazéns é buscar o equilíbrio entre a minimização dos custos das operações e o nível desejado de serviço ao cliente. De acordo com a perspectiva proposta pela autora, as decisões sobre armazenagem devem ser tomadas no contexto de uma rede logística integrada. Desta forma, a localização é questão-chave, pois provocará impactos nas estratégias de transporte, inventário, provisão de informações, além dos níveis de serviço.

Mello (1996) considera haver dois modelos de armazenagem: locais únicos e locais múltiplos. Para o modelo de local único há três métodos de reposição:

- **Método Gráfico.** Normalmente, é utilizado quando a demanda é pré-alocada em um armazém e os custos de transportes são uma variável importante na escolha do local. A escolha tem por objetivo escolher o ponto em que a soma dos custos é a menor possível. Além disso, este método permite calcular a penalidade caso a entrega seja desviada do melhor local.

- **Método do Centro da Gravidade.** O método é baseado no princípio de que o armazém é mais bem localizado no centro da gravidade do produto do volume da demanda e em indicadores de transporte. O centro da gravidade é calculado levando em consideração a demanda, a localização dos clientes, tamanho do pedido e as distâncias. Embora seja um método de fácil utilização, a redução de custos não é o principal objetivo.

- **Método da Média.** O método procura a melhor localização quando deficiências precisam ser consideradas, tais como: demanda não-uniforme, distâncias altamente variadas, uso de veículos de prestadores de serviços. Em

linhas gerais, o método busca definir o local ótimo para estocagem a partir das cargas médias.

Para situações em que há múltiplos locais de armazenagem, os modelos são:

- **Modelo Algorítmico.** A partir de uma estrutura matemática busca-se uma localização ótima, porém, o tempo de cálculo pode ser uma limitação. Em linhas gerais, o algoritmo procura identificar o local ótimo considerando custos, distâncias, etc.

- **Modelo de Simulação.** Em certa medida, o modelo deve expressar de forma realística o sistema logístico em termos de álgebra simples e premissas lógicas que podem ser manipulados pelo computador. Geralmente, é usado para avaliar as diversas configurações de localizações.

- **Modelo Heurístico.** Estes modelos buscam associar modelos abstratos de solução de problemas com julgamento gerencial para modificar o modelo a fim de determinar uma solução final prática.

Pires (2004) relaciona algumas práticas logísticas em relação a transportes. São elas:

- *Milk Run.* A lógica consiste em ter um sistema de abastecimento com roteiros e horário pré-definidos.
- *Cross-docking.* O objetivo é evitar armazenagens desnecessárias em centros de distribuição. O procedimento consiste em separar os pedidos de forma que fiquem em posição de serem carregados por veículos.
- *Transit Point.* A carga consolidada é colocada em um veículo maior. Em certo ponto, esta carga é repassada para veículos menores para facilitar a entrega nos pontos-de-venda.
- *Merge-in-Transit.* Os componentes do produto final são reunidos no ponto mais próximo do cliente para serem integrados. Evita transportes desnecessários e redundantes, contudo, exige uma coordenação bastante precisa das operações.

- *Just-in-Sequence*. Por ser um refinamento do just-in-time, esta prática é possível apenas para empresas parceiras entre si. O objetivo é entregar os componentes para o cliente no exato momento de sua necessidade, isto é, quando ele será utilizado na linha de produção.
- *Postponement*. Em certa medida, é uma estratégia de transporte, pois permite que o fabricante postergue o ajuste do produto final às características do mercado alvo até o último momento possível.

2.3.6. A Gestão da Demanda e o Ambiente Competitivo

Em certa medida, pode-se dizer que a demanda é o principal elemento que conecta a empresa ao ambiente de negócio. O modelo de análise estratégica proposto por Chiavenato e Sapiro (2003) permite delinear este ambiente competitivo e identificar seus principais elementos: as variáveis ambientais e a estrutura do setor de negócios.

De acordo com Zacarelli (1996), cada variável isoladamente é um elemento potencial capaz de alterar o ambiente competitivo de uma empresa, na medida em que provocam o surgimento de ameaças e de oportunidades. Em conjunto, o comportamento de cada variável e a forma pela qual uma influencia a outra determinam o ambiente competitivo em que a empresa atua.

Bethlem (2001), Kotler (2002) e Mintzberg (2000) oferecem um conjunto de variáveis que permitem entender como o ambiente competitivo está estruturado:

- **Variável econômica.** A economia lida com os fatores que influenciam a atividade produtiva e seus resultados. Em relação à demanda, a economia influencia fortemente no poder de compra de um segmento do mercado-alvo, por exemplo.
- **Variável Demográfica.** Compreende o estudo das características de uma determinada população. Estas características compreendem, por exemplo, movimentos migratórios, redução da taxa de natalidade e aumento da expectativa de vida. A demografia é um fator importante para a demanda, pois explica a estrutura que compõe o mercado-alvo em termos de indivíduo.

- Variável Sócio-Cultural. É composto por variáveis ligadas às crenças básicas, valores, normas e costumes de uma sociedade e padrões de atitudes e comportamentos. O entendimento destes aspectos permite que a empresa ajuste seu mix de marketing para influenciar a demanda favoravelmente.

- Variável Política. Em linhas gerais, política consiste na capacidade de se governar países, regiões e cidades. Neste contexto, a regulação das relações entre os agentes econômicos, a estabilidade e o crescimento econômicos e o desenvolvimento social são componentes importantes do contexto político. A política pode determinar o comportamento da demanda de diversas formas, como, por exemplo, medidas governamentais para o aumento de vagas de empregos que, por sua vez, tem relação direta com o poder de compra do consumidor.

- Variável Político-Externa. Basicamente, busca-se analisar a natureza das relações entre os países. A este respeito, atualmente, destacam-se a formação de blocos econômicos, as disputas comerciais entre países, os acordos comerciais bilaterais e as áreas de livre comércio. Estas decisões podem afetar diretamente a demanda de diversos negócios.

- Variável Jurídica. Naturalmente, exprimi-se aqui a preocupação com formulação e o cumprimento das Leis. Em síntese, o ambiente jurídico consiste no conjunto de leis, decretos e vários outros instrumentos legais que o país pode utilizar para regular as relações entre os indivíduos, entre estes e as organizações, entre as organizações e o governo e as próprias organizações. As leis servem de base para definir os limites e a forma de relações entre cliente e fornecedor.

- Variável Tecnológica. É o composto de tendências relativas ao conhecimento humano que acabam influenciando no uso de insumos aplicados nos processos operacionais e no desenvolvimento do produto. Tecnologia e demanda se relacionam quando se consegue atender de forma mais precisa a necessidade do cliente: produtos melhores, processos de produção que asseguram maior qualidade, meios de distribuição e transporte, etc.

- Variável Ecológica. Diz respeito ao conjunto das leis que governam os seres vivos e seu habitat. De certa forma, a relação desta variável com a demanda consiste em dois pontos: o comportamento do consumidor e os impactos do ciclo de vida de um produto na natureza. Objetivamente, a demanda de um produto pode ser afetada pelos materiais empregados em sua produção, por exemplo.

O outro elemento importante na compreensão do ambiente competitivo é a estrutura do setor de negócios. Por exemplo, Ansoff (1984) permite compreender que os concorrentes possuem potencial suficiente para afetar a demanda por um produto ou serviço. Naturalmente, eles precisam ser considerados dentro do contexto da Gestão da Demanda.

Porter (1996) oferece um modelo de análise do setor que permite compreender as forças que o compõem e a sua estrutura. O modelo consiste no estudo de cinco forças. São elas:

- Ameaça de novos entrantes. Cuida de determinar a atratividade de um setor para novos concorrentes, as ações que os concorrentes já instalados podem empreender para levantar barreiras que dificultem esta entrada e as conseqüências da entrada de novos concorrentes na relação entre demanda e oferta.

- Ameaça de produtos substitutos. Permite conhecer em que medida os produtos principais podem se tornar obsoletos com o surgimento de produtos substitutos desenvolvidos a partir de novas tecnologias. Os produtos substitutos podem antecipar a descontinuidade do produto principal.

- Poder de negociação dos compradores. Na medida em que os clientes podem influenciar a estratégia de uma empresa favoravelmente ou não, é preciso compreender qual é o poder dos clientes para tanto. Dependendo deste poder, o cliente pode ser capaz de determinar os preços, nível de serviço e a expectativa de qualidade.

- Poder de negociação dos fornecedores. As parcerias com fornecedores podem ser capazes de suportar a estratégia da empresa na sua relação com a demanda. Em determinadas circunstâncias, o poder que a empresa tem de estimular a

colaboração dos fornecedores é fundamental para isto. Em sentido contrário, os fornecedores podem comprometer esta estratégia em função do poder que possuem em relação à empresa.

- **Concorrência Interna.** As características da relação entre concorrentes influenciam a demanda, uma vez que, em tese, todos disputam o mesmo mercado. No contexto da demanda, a concorrência se dá na medida em que os concorrentes se propõem a atendê-la da forma mais adequada.

2.4. A Gestão da Demanda e os Sistemas Produtivos

A Gestão da Demanda possui uma relação importante com a Gestão da Produção. Esta relação tem haver com o tipo de sistema produtivo empregado pela empresa.

Vollmann *et al.* (1992), Slack *et al.* (1997) e Pires (1995; 2004) estabelecem quais são os sistemas produtivos conhecidos e amplamente utilizados. A seguir, cada um destes sistemas produtivos será abordado segundo estes autores.

I. Produzir para Estoque (*MTS – Make-to-Stock*)

A principal característica deste sistema é que o processo produtivo ocorre antes mesmo que a venda ou o pedido do cliente tenha sido confirmado. Nestes sistemas, os produtos são totalmente padronizados. Não há, portanto, margem para customização, pois os pedidos, quando feitos, orientam-se pelos estoques de produtos acabados. Isto significa que a interação com o cliente é mínima ou quase inexistente. Contudo, as decisões de produção são fortemente influenciadas por previsões e níveis projetados ou requeridos de serviço ao cliente.

Nesta direção, a grande vantagem de sistemas produtivos MTS é a rapidez da entrega. Em termos de atendimento, o MTS seria a alternativa com o melhor nível de serviço por força da alta disponibilidade do produto. Por outro lado, os custos de estoques tendem a ser elevados e os ciclos de vida podem ser longos, porém, previsíveis.

II. Produzir por Encomenda (*MTO – Make-to-Order*)

Neste sistema, o processo produtivo é iniciado depois que o pedido está confirmado pelo cliente, embora, o projeto básico do produto pode ser desenvolvido em meio aos contatos iniciais com o cliente. Tem-se, portanto, um sistema produtivo orientado pela encomenda, que conseqüentemente possui pequena ou quase nenhuma dependência em relação à demanda.

Os produtos geralmente não são repetitivos. Muito embora esta característica permita uma maior interação com o cliente nas decisões de projeto e fabricação do produto, sistemas produtivos MTO destacam-se pela complexidade de gestão do processo produtivo.

A maior interação com o cliente também influencia nos prazos de entrega que, comparativamente, são maiores em relação a sistemas produtivos MTS. Apesar desta desvantagem, o cliente está disposto a tolerar a demora para ter um produto customizado. Para o fornecedor, a vantagem consiste em menores estoques, além, é claro, de uma maior satisfação do cliente.

Importa destacar que os produtos fabricados em sistemas MTO podem ser completamente inéditos, isto é, produzido sob medida para o cliente ou a configuração do produto pode ser ajustada às necessidades do cliente a partir de um conjunto de opções previamente definidos.

III. Montagem por Encomenda (*ATO – Assemble-to-Order*)

Pode-se dizer que este sistema é híbrido, pois, conforme a Figura 5, ele é uma combinação de sistemas MTS com sistemas MTO. Os componentes de uso comum e de maior demanda são produzidos para estoque. Na medida em que o pedido dos clientes é confirmado, inicia-se a produção dos componentes que atenderão as especificações contidas nos pedidos.

Estes sistemas dependem da demanda para planejamento da produção dos componentes produzidos para estoque. Estes componentes são produzidos em módulos ou subconjuntos – são os produtos intermediários. A segunda parte dos componentes não depende da demanda e sim das especificações contidas nos

pedidos dos clientes. Desta forma, a interação com o cliente fica restrita a esta segunda parte.

Os prazos de entrega tendem a ser médios, As incertezas da demanda são absorvidas pelos estoques dos produtos intermediários. Desta forma, este sistema permite um número razoável de combinações sem elevar significativamente os custos de estoques e os ciclos produtivos.

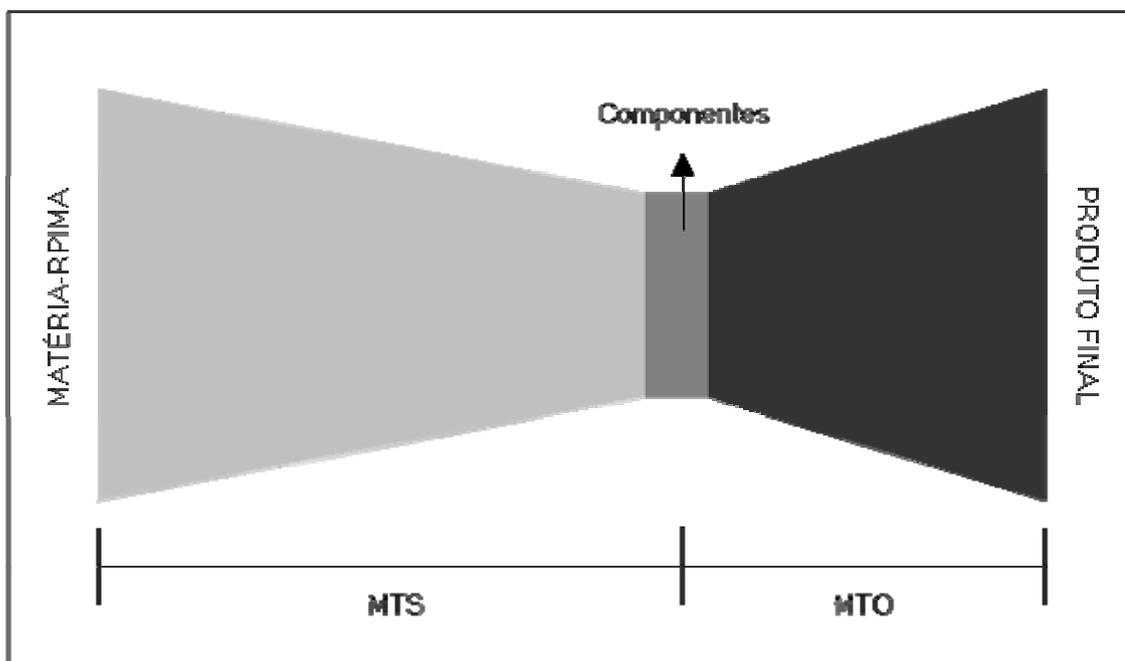


FIGURA 10 – Sistema ATO
(Pires, 2004)

IV. Projetado por Encomenda (*ETO – Engineer-to-Order*)

Menos freqüente em termos de aplicação, o ETO representa uma importante tendência de modelo de negócio. De certo modo, este sistema pode ser considerado uma extensão do MTO. A diferença consiste no nível de interação com o cliente que se inicia no desenvolvimento de projeto do produto e, portanto, é bastante intenso.

Neste contexto, os produtos são altamente customizados. A especificação do produto é completamente imprevisível. Estes dois fatores provocam *lead-times* demasiadamente longos.

Em relação à demanda, pode-se considerar que, tal qual o MTO, sistemas ETO possuem dependências com características semelhantes.

Resumidamente, o Quadro 3 delinea a relação dos sistemas produtivos com a os elementos que compõem a demanda.

| ITEM | MTS | ATO | MTO | ETO |
|-------------------------------|------------|---------------------|------------|------------|
| Interface com os Clientes | Pequena | Média | Grande | Grande |
| Participação em P&D | Nenhuma | Limitada | Grande | Total |
| Tempo de Entrega | Pequeno | Médio | Grande | Grande |
| Nível de Inventário | Alto | Médio | Baixo | Baixo |
| Base para o Sistema Produtivo | Previsões | Previsões e Pedidos | Pedidos | Pedidos |

QUADRO 3 – Relação dos Sistemas Produtivos com a Demanda
(Pires, 1995)

Ainda sobre os sistemas produtivos, Higgins e Bowne (1992) estabelecem uma relação entre as alternativas existentes e a Gestão da Demanda. De acordo com os autores, para cada tipo de sistema existe um momento específico em que os materiais passam a ser dedicados ao pedido do cliente. Este momento é denominado de “ponto de desacoplamento” (*decoupling point*) de um sistema produtivo, e pode ser observado mais claramente na Figura 11.

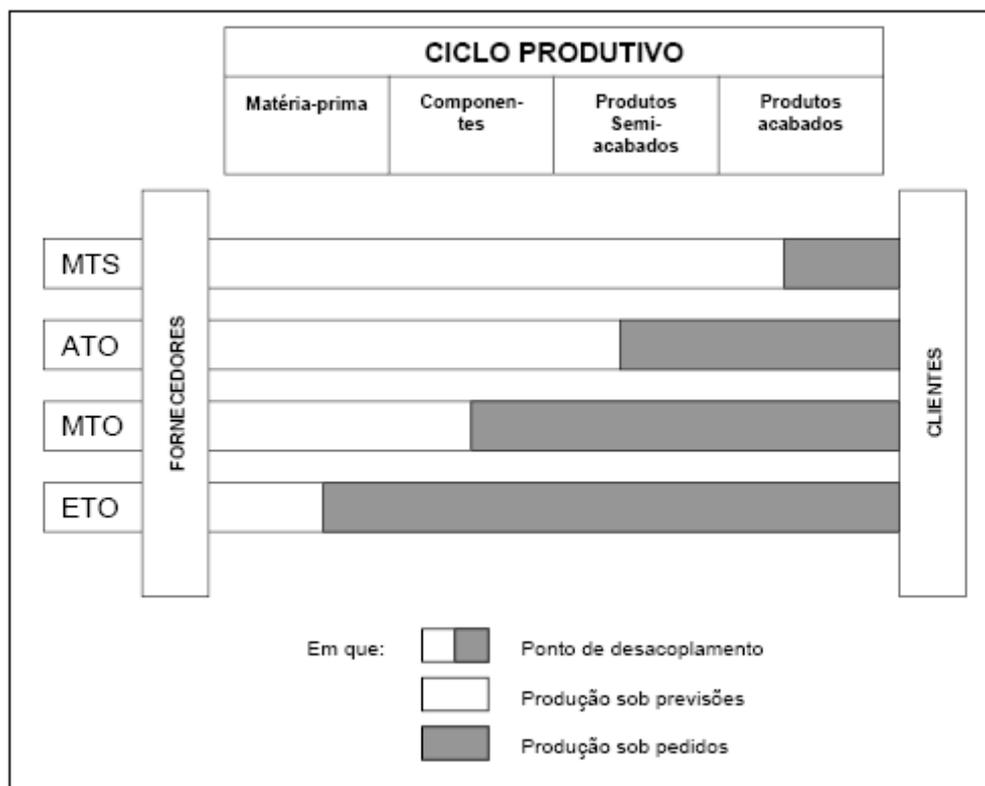


FIGURA 8 – A Demanda e os Sistemas Produtivos (Pires, 2004)

2.5. A Gestão da Demanda e o CPFR

Conforme apresentado anteriormente, a Gestão da Demanda é um processo que também acontece na perspectiva da Cadeia de Suprimentos. Neste contexto, algumas ferramentas tornam o processo mais fácil de ser executado. Ao lado do VMI, EDI e ECR, o Planejamento Colaborativo da Previsão e da Reposição (*CPFR - Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*) é uma destas ferramentas que viabilizam a troca de informações entre os elos da cadeia.

Fliedner (2003) e Caridi *et al.* (2006) definem CPFR como uma ferramenta baseada em tecnologia *web* que facilita a coordenação de diversas atividades na Cadeia de Suprimentos tais como o planejamento de compras e de produção, a previsão da demanda e a reposição de estoques.

No que diz respeito à Gestão da Demanda, Fliedner (2003) aponta a forma pela qual o CPFR facilita a execução deste processo dentro da Cadeia de Suprimentos em cinco etapas. A saber:

- **1ª Etapa:** Acordo com o Ponto de Venda. Por meio da colaboração, se estabelece objetivos relativos à eliminação de perda de vendas e redução da obsolescência de produtos.
- **2ª Etapa:** Articulação dos Planos de Negócio. Os parceiros criam estratégias conjuntas a partir de suas estratégias individuais, desenvolvem cronogramas identificando planos de atividades para, entre outras ações, trocar informações sobre as variações de previsão de vendas.
- **3ª Etapa:** Desenvolvimento da Previsão de Demanda. Embora os procedimentos de previsão possam respeitar critérios estabelecidos pela empresa antes do CPFR, técnicas tais como eventos promocionais e estratégias promocionais podem ser usadas conjuntamente para modificar os valores da previsão.
- **4ª Etapa:** Compartilhamento de Previsões. Cliente e fornecedor compartilham as últimas atualizações sobre a previsão. Quando os números ultrapassam as margens de segurança, ambas as empresas estabelecem planos conjuntos para gerenciar as mudanças.
- **5ª Etapa:** Reposição de Estoques. Assim que o plano de gerenciamento das alterações de previsões está estabelecido, adequa-se as diretrizes do processo de reposição de estoques ao novo cenário.

2.6. A Gestão da Demanda e o CR

Como destacado anteriormente, a demanda tem uma relação direta com a reposição e a política de estoques. Na perspectiva da Cadeia de Suprimentos, esta relação é abordada a partir da Reposição Contínua (*CR – Continuous Replenishment*). Desenvolvido no início da década de 90, esta ferramenta tem por objetivo auxiliar na

execução de promoções, reposição de estoques, sortimento de estoques e introdução de novos produtos (PIRES, 2004).

Objetivamente, o CR permite visualizar os estoques posicionados nos canais de distribuição. Pires (2004), afirma que *“.. a política de estoques está fundamentada nas previsões de venda e construída com base na demanda histórica e não mais baseada apenas nas variações dos níveis de estoques no principal ponto-de-estoque do cliente”*.

Ainda de acordo com o autor, o acesso a informações permite que os fornecedores gerenciem os padrões de demanda e comparem esses valores com a base histórica para efeito de análise.

O acesso a estas informações é importante para a Gestão da Demanda por duas razões. Em primeiro lugar, no processo de ajuste das previsões, o conhecimento sobre o padrão de demanda corrente nos pontos-de-venda é determinante para projeções futuras. Por fim, os planos de ações para gerenciamento de eventos considerados anormais no mercado ou no fluxo de abastecimento tornam-se mais consistentes com base nestas informações.

3. A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Depois de tratar da Gestão da Demanda a partir da perspectiva convencional nos capítulos anteriores, faz-se necessário analisar o assunto à luz da Teoria das Restrições. Antes, porém, serão apresentados as filosofias, princípios e práticas da Teoria das Restrições que, de alguma forma, têm relação com a Gestão da Demanda. Essencialmente, este capítulo tem por objetivo delinear uma base conceitual que será usada no Capítulo 5.

3.1. Origem

Comparada aos outros modelos de gestão, é possível afirmar que a Teoria das Restrições (*TOC – Theory of Constraints*) é algo relativamente novo. De acordo com a bibliografia pesquisada, os conceitos desta teoria foram desenvolvidos na década de 70. O fator marcante no surgimento da TOC é o software de gestão da Produção chamado de Tecnologia de Produção Otimizada (*OPT – Optimized Production Technology*). Correa e Gianesi (1993) afirmam que o software parte da premissa que o objetivo da empresa é ganhar mais dinheiro. Embora, o enfoque dos autores seja essencialmente Portanto, a manufatura deve atingir três objetivos: aumentar o ganho com os produtos vendidos que passam pelo sistema produtivo, reduzir os inventários que consistem no total de investimento para a produção dos bens e minimizar as despesas operacionais, isto é, o dinheiro que a empresa gasta para transformar os estoques em fluxo.

O principal nome desta nova teoria é o físico israelense Elyahu M. Goldratt. Lançado no mercado em 1979, de acordo com Cox III e Spencer (2002), o OPT começou a se consolidar como uma ferramenta de gestão da produção nos anos 80. O sucesso do OPT estimulou Goldratt a desenvolver o novo método por meio da ampliação dos seus conceitos, filosofias e práticas. Em 1984, foi publicado o livro *A Meta* (GOLDRATT; COX, 2002) com o objetivo de popularizar o novo método de gestão. Essencialmente, o livro se concentra em formas de se gerenciar os gargalos dos sistemas produtivos.

Dois anos mais tarde, é lançada a segunda versão do livro A Meta. Nela, conceitos relativos à melhoria contínua foram acrescentados. Cox III e Spencer (2002) relatam que Goldratt passou a usar o termo “Teoria das Restrições” em 1987. Esta decisão teria sido fundamentada na necessidade de reconhecer as interfaces que a TOC estabelece com diversas funções dentro da empresa.

O livro “O que é a Teoria das Restrições e como implementá-la?” (GOLDRATT, 1990), publicado em 1990, foi a alternativa encontrada por Goldratt para reunir os mais diversos artigos publicados sobre o assunto. Logo em seguida, um outro livro intitulado “A Síndrome do Palheiro” (GOLDRATT, 1991) evidencia os conceitos logísticos e os indicadores de desempenho. Em 1993, o artigo “O que é a Teoria das Restrições?” (GOLDRATT, 1993) é usado para publicar os conceitos da TOC sobre a solução de problemas e os processos de raciocínio.

Cox III e Spencer (2002) dividem a Teoria das Restrições em três grupos de conceitos. A saber:

- **Logística.** Neste ramo, são tratadas a metodologia tambor-pulmão-corda, o gerenciamento de pulmões e as estruturas lógicas de análise V-A-T-I. Atualmente a TOC dispõe também de outras metodologias, como as voltadas à gestão de projetos, de materiais e distribuição de bens de consumo, não mencionadas pelos autores.

- **Processo de Focalização.** Consiste no conjunto de cinco etapas para gerenciamento das restrições, no conjunto de indicadores de desempenho do sistema, aplicação dos conceitos de ganho e nas decisões relativas à Produção.

- **Solução de Problemas.** Neste terceiro ramo, focaliza-se o processamento de pensamento que consiste no diagrama ECE (Efeito-Causa-Efeito), o processo de auditoria ECE e a metodologia de “dispersão de nuvens”.

Além desta classificação oferecida pelos autores, importa destacar que há alguns avanços recentes da TOC tais como o Gerenciamento de Projetos e Distribuição que

não foram considerados. Contudo, estes avanços serão apresentados oportunamente neste trabalho.

Para melhor compreensão, a Figura 12 apresenta esquematicamente a estrutura conceitual da Teoria das Restrições.

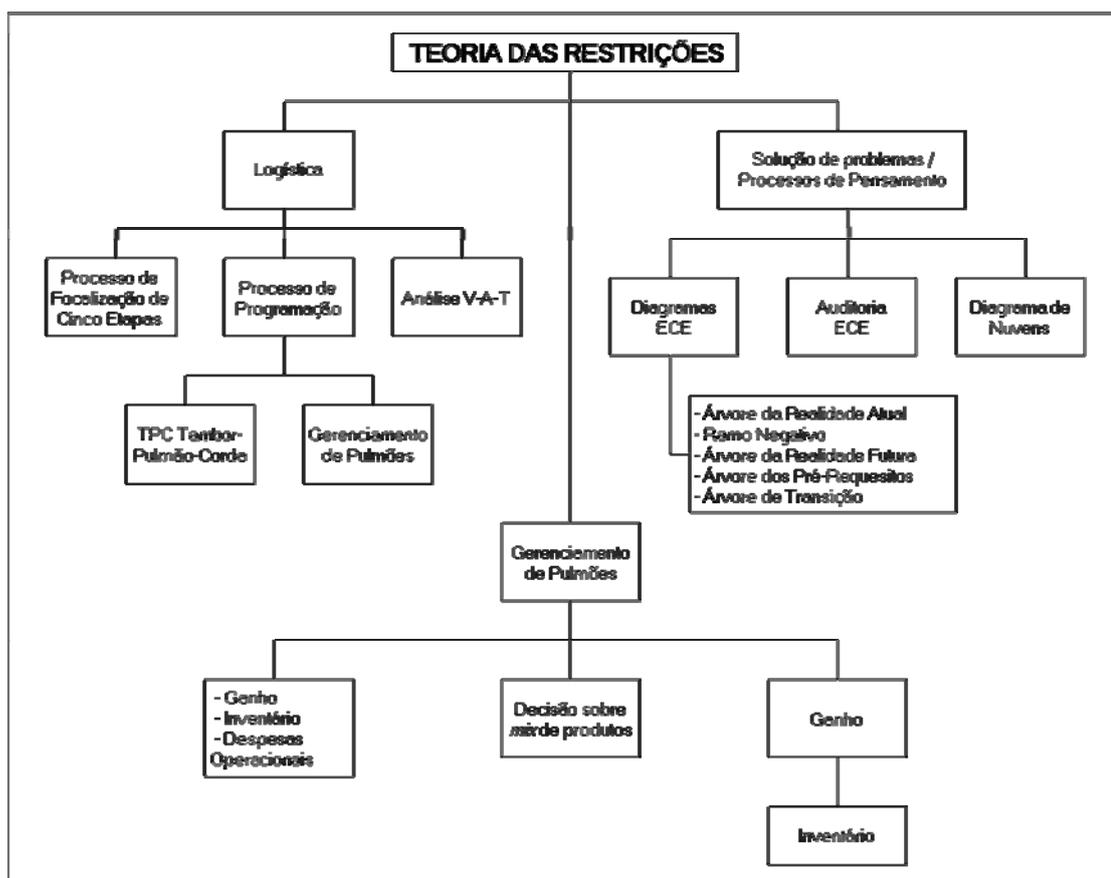


FIGURA 12 – Representação Esquemática do Gerenciamento das Restrições (Cox III e Spencer, 2002)

Em função do problema a ser investigado por este trabalho, é perceptível a necessidade de promover um corte no conjunto de conceitos da Teoria das Restrições que serão aqui empregados. Desta forma, o presente trabalho se concentrará nos conceitos pertencentes à Logística e Processo de Focalização.

3.2. Gerenciamento das Restrições

Apesar do corte conceitual proposto em função do problema pesquisado por este trabalho, o entendimento dos pressupostos que fundamentam a Teoria das

Restrições parece mostrar-se mais fácil a partir de uma compreensão objetiva sobre os seus princípios filosóficos e conceitos.

Nesta direção, Rahman (1998) propõe o entendimento da Teoria das Restrições a partir de duas premissas:

- Todo sistema deve ter no mínimo uma restrição. Em caso contrário, sistemas reais como, por exemplo, as empresas, poderiam ter lucros infinitos. A restrição, portanto, consiste em qualquer fator capaz de limitar, de maneira significativa, o alto desempenho de um sistema no atingimento de seus objetivos. Porém, em circunstâncias nas quais todas as restrições foram eliminadas do sistema produtivo (como será visto a seguir), a sua capacidade produtiva passa a ser maior do que a demanda de mercado (como também será visto oportunamente, a este excesso de capacidade em relação ao mercado será dado o nome de capacidade protetiva). Schragenheim e Dettmer (2001) destacam que, nestes casos, o ideal é subordinar completamente o sistema ao mercado. Esta condição, de acordo com o autor, faz com que o mercado torne-se parte do sistema e, portanto, a sua única verdadeira restrição.

- A existência de restrições representa uma oportunidade de melhorias. Diferentemente do pensamento convencional, a TOC tem uma visão positiva sobre as restrições. Uma vez que elas são determinantes no desempenho do sistema, qualquer melhoria promovida diretamente nas restrições irá alavancar o resultado do sistema como um todo.

Estas duas premissas expressam a importância que as restrições assumem na perspectiva da TOC. Esta perspectiva é respaldada em um princípio filosófico fundamental. De acordo com Mabin e Balderstone (2003), o princípio filosófico fundamental consiste em reconhecer que o todo é mais do que a soma das partes, ou seja, o desempenho do sistema como um todo não é igual a soma dos desempenhos de suas partes individuais. O mesmo princípio implica em reconhecer que nem toda melhoria local contribui para a melhoria do todo, podendo até mesmo prejudicar o desempenho deste. Desta forma, a TOC se diferencia do pensamento convencional, uma vez que prioriza ações que promovam melhorias globais.

O enfoque nas restrições fortalece a visão sistêmica gerencial. Cox III e Spencer (2002) afirmam que o gerenciamento das restrições permite que os gerentes rompam com o princípio da otimização local. Por esta razão, todas as medidas de melhoria focalizadas nas áreas funcionais devem ser implementadas desde que influenciem positivamente o desempenho global da organização.

3.3. Processo de Focalização

As medidas de gerenciamento de restrições estão entre as principais contribuições oferecidas pela Teoria das Restrições. Essencialmente, seu objetivo consiste em localizar e explorar as restrições existentes no sistema.

Contudo, estas restrições assumem diversas formas dentro da organização. Mabin e Balderstone (2003) apresentam os elementos que podem ser caracterizados como restrições. A saber:

- **Restrições Físicas.** Este conjunto de restrições diz respeito aos elementos físicos que comprometem a capacidade de processamento do sistema produtivo. A capacidade limitada de uma máquina, a falta de pedidos ou a indisponibilidade de matéria-prima são exemplos de restrições físicas.

- **Restrições Políticas.** As restrições de ordem política consistem nas práticas organizacionais. Especialmente nas situações em que o ambiente de negócios sofre mudanças e as políticas internas da empresa permanecem inalteradas. Geralmente, os métodos de gestão exercidos nas organizações são uma das restrições políticas mais significantes.

- **Restrições Comportamentais.** Este tipo de restrição é mais visível quando, mesmo depois das mudanças, os indicadores de desempenho e as políticas que influenciam o comportamento ainda estão em fase de consolidação, pois os velhos hábitos são difíceis de serem abandonados.

Percebe-se que na revisão bibliográfica há um esforço significativo no sentido de se evitar uma confusão comum entre restrição, recurso com restrição de capacidade e

gargalo. Apoiado nos trabalhos de Cox III e Spencer (2002), Rahman (1998), Reizebos *et al.* (2003), Schragenheim e Dettmer (2001) e Mabin e Balderstone (2003), propõe-se uma distinção entre os três temas:

- Restrição: Pode ser definida como qualquer fator capaz de significativamente limitar o alto desempenho de um sistema no atingimento de seus objetivos, conforme já foi apontado.
- Recurso com Restrição de Capacidade (RRC): É qualquer recurso que, dentro de processo produtivo, limita a capacidade de processamento deste processo. O RRC é o recurso mais sobrecarregado da fábrica, mas, não necessariamente, sua capacidade é insuficiente para atender as necessidades de produção.
- Gargalo: É qualquer recurso cuja capacidade é inferior à demanda nele imposta. Sua carga de trabalho deve estar, portanto, acima de suas possibilidades normais.

Desta forma, tem-se que a restrição pode ocorrer em qualquer parte da empresa, ou mesmo fora dela, como no caso das restrições de mercado. Já o RRC está restrito ao ambiente produtivo e sempre haverá ao menos um RRC. A existência de um gargalo dependerá da relação entre capacidade e volume de demanda dos recursos fabris.

A identificação e exploração das restrições consistem em um conjunto de passos que devem ser implementados sequencialmente, conforme Figura 13.

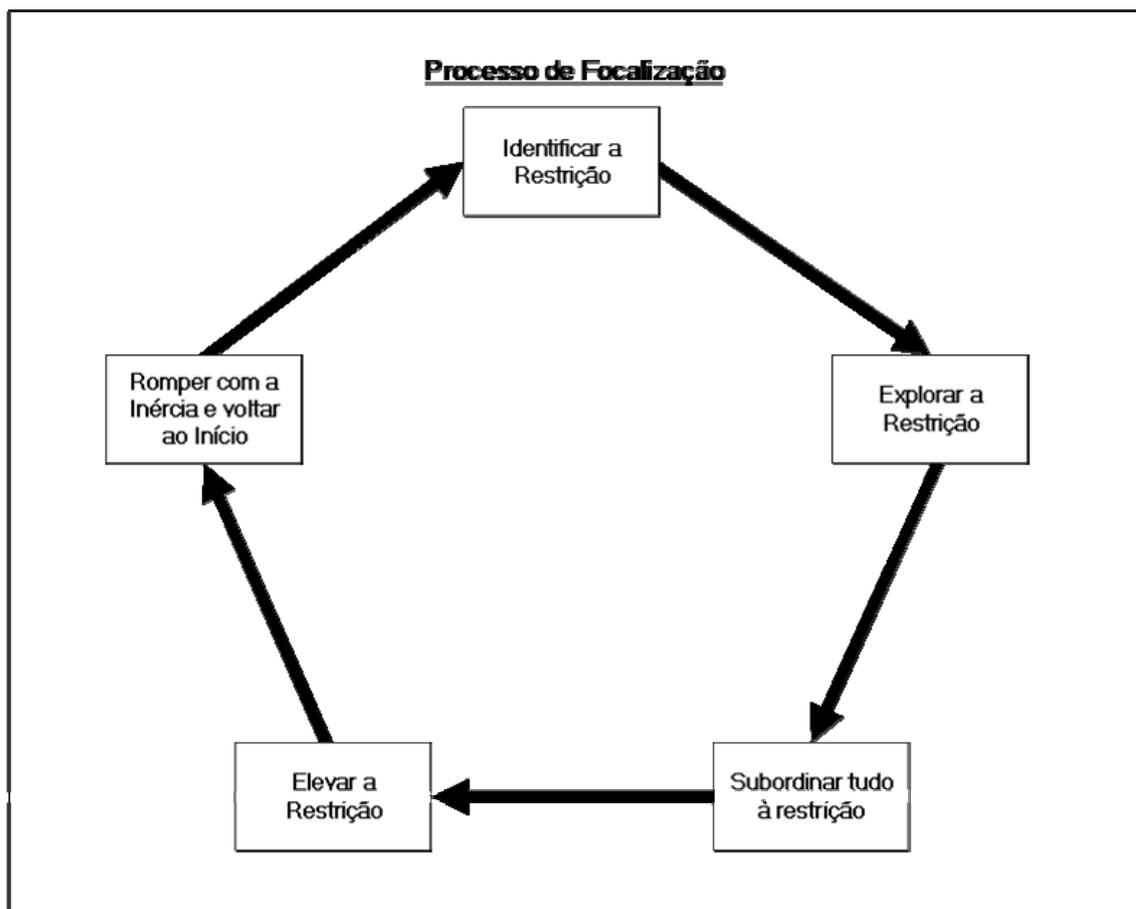


FIGURA 13 – Processo de Focalização
(Elaborada pelo autor)

Rahman (1998) e Cox III e Spencer (2002) oferecem uma visão estruturada a respeito do processo de focalização. De acordo com o sequenciamento exposto na Figura 13, cada um dos cinco passos será discutido a seguir.

1) Identificar a Restrição do Sistema

Em relação ao sistema, a restrição limita sua capacidade de gerar ganho (uma definição formal de ganho será apresentada mais adiante) e reduz seu desempenho. Conforme já destacado anteriormente, as restrições podem ser máquinas, materiais, pessoas, métodos de gestão e níveis de demanda.

O processo de identificação das restrições pode envolver medidas tais como análise crítica de processo e entrevista com os executores envolvidos no processo. A identificação de restrições políticas é algo mais complexo e envolve, geralmente, a aplicação dos processos de raciocínio.

Em sistemas produtivos, por exemplo, muitas vezes, pode ficar a sensação que há diversas restrições ou um grupo de recursos que, de forma alternada, se tornam restrições. Nestes casos, as regras de programação ou o tamanho dos lotes devem ser analisados, pois, em uma fábrica, quase sempre existe apenas um recurso restritivo. Um único RRC tende a se destacar na medida em que as medidas de gerenciamento das restrições são adotadas.

2) Explorar a Restrição do Sistema

Após a sua identificação, o passo seguinte é decidir de que forma a restrição será explorada.

O conceito de exploração consiste, em situações em que há um gargalo claramente identificado, em definir como a capacidade da restrição será otimizada de tal maneira que se evitem desperdícios em função do processamento de produtos indevidos ou programação inadequada. Em caso contrário, o tempo perdido na restrição gargalo se reflete em um menor desempenho de todo o sistema. Portanto, em um gargalo, é importante fabricar o produto correto e manter o fluxo de materiais contínuo.

A escolha do produto deve levar em consideração fatores tais como o tempo de produção e a lucratividade. Em relação ao tempo de produção, o objetivo é determinar em quanto tempo o produto será processado pela restrição gargalo. O ideal é que este tempo seja o menor possível. No que diz respeito à lucratividade, o fator determinante é o ganho do produto.

Em situações nas quais a única restrição é o mercado, explorar a restrição implica em criar mecanismos que possibilite um perfeito atendimento das necessidades de toda a demanda atual da empresa, como por meio do oferecimento de prazos curtos e confiáveis, por exemplo. Quando um gargalo está envolvido, atender a demanda continua sendo uma prioridade (como já dito, a TOC considera o mercado como uma restrição sempre presente), porém, a empresa se torna incapaz de atender plenamente as necessidades de mercado. Neste caso, há aquilo que a TOC chama de restrições iterativas, as quais levam a uma deterioração do desempenho do sistema como um todo.

Para as situações em que a restrição é de ordem política, os autores sugerem a substituição imediata desta política por outra que melhor atenda aos objetivos da empresa.

3) Subordinar tudo à Restrição do Sistema

A TOC defende a idéia que deve haver uma subordinação de todas as atividades do sistema ao desempenho da restrição. Isto significa dizer que, do ponto de vista gerencial, a restrição é a variável determinante para o ritmo de execução das outras atividades.

De acordo com os autores, esta é a medida mais complicada de ser implementada. Neste contexto, a visão dos tradicionais indicadores de desempenho que mensuram níveis de ocupação tanto de máquinas quanto de mão-de-obra, não importando serem estas restritivas ou não, torna-se inadequada. Estes índices, normalmente, tendem a estimular uma taxa de ocupação máxima da capacidade dos recursos produtivos. Aplicada aos recursos restritivos, esta lógica é compatível com a subordinação. Porém, o mesmo não acontece com os recursos não-restritivos. Estes índices direcionam os gerentes a evitarem a existência de capacidade ociosa nos recursos não-restritivos.

Na medida em que o princípio da subordinação não é aplicado, o ritmo de processamento dos recursos não-restritivos se torna superior à velocidade de processamento do recurso restritivo. Desta forma, os estoques de material em processo e o tempo de processamento do produto pelo sistema aumentarão sem necessidade. Conseqüentemente, esta decisão tende a elevar os custos de fabricação e, principalmente, o lead-time de produção, diminuindo, portanto, os ganhos da empresa. Além disso, indicadores de desempenho locais passam a competir com os indicadores de atendimento do mercado, prejudicando a exploração da restrição mercado.

Esta terceira etapa também encontra dificuldades de ser implementada em função dos métodos tradicionais de gestão de pessoal na área produtiva.

Geralmente, os colaboradores são remunerados com base na produção individual. A subordinação aos recursos restritivos implica em desenvolver capacidade ociosa nos

recursos não-restritivos. Portanto, seria natural que os colaboradores que operam os recursos não-restritivos trabalhem menos que seus colegas dos recursos restritivos.

Embora a revisão bibliográfica seja pouco clara a este respeito, parece ser possível sugerir que a remuneração deve estimular a subordinação. Por exemplo, os colaboradores dos recursos não-restritivos deveriam ser premiados por manter o fluxo de materiais contínuo na direção das restrições.

Segundo Schragenheim e Dettmer (2001), um aspecto comportamental danoso que pode prejudicar o processo de subordinação refere-se ao receio que as pessoas têm em parecer ociosas. Este tipo de comportamento ocorre devido aos indicadores de desempenho voltados à otimização local muitas vezes utilizados pelas empresas e acaba por esconder as chamadas capacidades protetivas existentes em recursos não restritivos. Uma melhor discussão do conceito de capacidade protetiva será apresentada oportunamente neste trabalho.

Ainda sobre gestão de pessoal na Produção, outro ponto a ser abordado diz respeito aos colaboradores dos recursos restritivos. Considerando que a capacidade destes recursos deve ser otimizada ao máximo, as paradas por quaisquer razões precisam ser minimizadas. Desta forma, parece ser adequado promover revezamento de pessoal nos recursos restritivos.

4) Elevar a Restrição do Sistema

Nesta penúltima etapa, a questão central é o aumento de capacidade dos recursos restritivos. No caso de um sistema produtivo, as duas soluções mais comuns seriam a substituição das máquinas com capacidade limitada por equipamentos de capacidade superior ou um posicionamento de um recurso adicional em paralelo ao recurso restritivo. Alterações no roteiro do fluxo do sistema produtivo de forma que os recursos restritivos tenham redução na demanda de trabalho, por não envolver recursos ou investimentos adicionais, poderia ser considerada uma ação relativa ao segundo passo (Explorar a Restrição). Outra alternativa seria repassar a fornecedores parte da carga de trabalho imposta ao recurso restritivo.

Qualquer que seja a opção escolhida para aumentar a capacidade do recurso restritivo, o resultado final será a ampliação da capacidade de processamento do sistema como um todo.

5) Romper com a Inércia e voltar ao Início

Se a restrição for quebrada, faz-se necessário voltar à primeira etapa para evitar que a inércia se torne a restrição do sistema. A última etapa do processo de focalização, portanto, busca evitar que a inércia atinja os gerentes. Após a elevação da capacidade do recurso restritivo inicial, provavelmente uma nova restrição surgirá em algum ponto do sistema produtivo. Assim que a nova restrição for identificada, todos os passos seguintes devem ser seguidos.

Importa destacar que os gerentes devem planejar as mudanças a serem implantadas. As decisões gerenciais devem focalizar as áreas funcionais ou operações que promovam melhoria contínua para a organização. Estas melhorias podem ser definidas como um conjunto de medidas à principal meta da organização: aumentar seus ganhos no presente e no futuro.

3.4. As medidas financeiras de apoio à decisão para a TOC

Na perspectiva da Teoria das Restrições, o objetivo primeiro de qualquer empresa deve ser “ganhar dinheiro”. Para tanto, três indicadores de desempenho do sistema asseguram o atingimento deste objetivo: Ganho (*Throughput*), Investimento ou Inventário (*Inventory*) e Despesas Operacionais (*Operating Expenses*).

Draman *et al.* (2003) oferecem uma definição conceitual a respeito destes três elementos. A saber:

- **Ganho:** É a taxa pela qual o sistema produtivo gera dinheiro por meio dos produtos vendidos. Importante destacar que os produtos acabados, porém ainda não vendidos, são considerados estoques e não ganho.
- **Investimentos ou Inventário:** Todos os ativos ou investimentos da empresa se encaixam nesta categoria. No entanto, um tratamento especial é dado ao

estoques, principalmente aqueles em processamento. Estoques consistem apenas no valor do conjunto de itens comprados com potencial de vendas, que incluem produtos acabados, estoques intermediários ou em processo e matérias-primas. Neste caso, o valor do estoque não inclui o valor agregado pelo trabalho de fabricação dos produtos ou de bens. A noção de Investimento ainda inclui todos os ativos aprisionados na empresa que direta ou indiretamente estão relacionados com a transformação dos estoques em produtos acabados.

- **Despesas Operacionais:** Dizem respeito a todo o esforço que o sistema faz para transformar os estoques em produtos acabados ou, de uma forma geral, investimento em ganho. Nestas despesas estão inclusos o valor agregado pelo trabalho de transformação do produto.

Goldratt e Cox (2002), Schragenheim e Dettmer (2001) e Goldratt (1991) enfatizam que, sob a perspectiva da TOC, toda a decisão deve ser tomada buscando-se responder qual impacto esta terá sobre as medidas Ganho, Investimento e Despesas Operacionais do sistema como um todo. Se a meta é “ganhar dinheiro hoje e sempre”, deve-se sempre buscar aumentos de ganho e reduções no Investimento e nas Despesas Operacionais.

No entanto, estes autores enfatizam que o Ganho assume um papel fundamental na TOC, tornando a medida número um. Para os autores, a única forma de uma empresa se manter em um processo de melhoria contínua sustentado tendo como meta “ganhar dinheiro hoje e sempre” é priorizando o Ganho. Segundo eles, programas de melhorias que visem reduções de custos (Despesas Operacionais) têm um limite prático e teórico que bloqueia um verdadeiro processo de melhoria contínua, pois, quando os custos se aproximam do zero, a empresa já não mais existe. Em outras palavras, é sempre muito difícil saber até que ponto uma redução na despesa operacional não será feita às custas de reduções no Ganho da empresa.

Por outro lado, ainda segundo estes autores, os limites práticos para aumentos do Ganho são muito extensos. Quando a empresa coloca o Ganho em primeiro lugar, o processo de melhoria contínua passa a ter contornos ilimitados. De fato, como pode

ser observado, o Processo de Focalização proposto pela TOC nada mais é que um processo de melhoria tendo o aumento do Ganho como meta principal, e não reduções de custos. Identificar, explorar e subordinar são etapas que visam aumentos sucessivos de Ganho, ficando as reduções de Investimento e de Despesas Operacionais como benefícios adicionais.

Ressalta-se, no entanto, que a busca por aumentos sucessivos de Ganho como medida principal implica em se ter uma política que possibilite o atendimento pleno da demanda atual (garantindo o Ganho atual) e ofereça um pacote de serviços e produtos que traga novos mercados para a empresa (aumentando o ganho futuro). Esta é essência da TOC segundo aqueles autores e, portanto, a Gestão da Demanda assume um papel fundamental neste contexto. Este ponto voltará a ser discutido no capítulo 4 deste trabalho.

3.5. Planejamento e Controle da Produção segundo a Teoria das Restrições

A compreensão das três medidas financeiras da TOC é importante para o entendimento sobre o modelo conceitual de Planejamento e Controle da Produção proposto pela Teoria das Restrições.

De acordo com a Figura 14, Cox III e Spencer (2002) detalham este modelo e cada um de seus componentes: características das demandas dos clientes; estratégia; estrutura e indicadores organizacionais; estruturas lógicas do produto; características físicas das instalações; sistema de planejamento e controle da produção; funções de planejamento e controle da produção e a relação produto-processo. A seguir, estes componentes serão abordados detalhadamente.

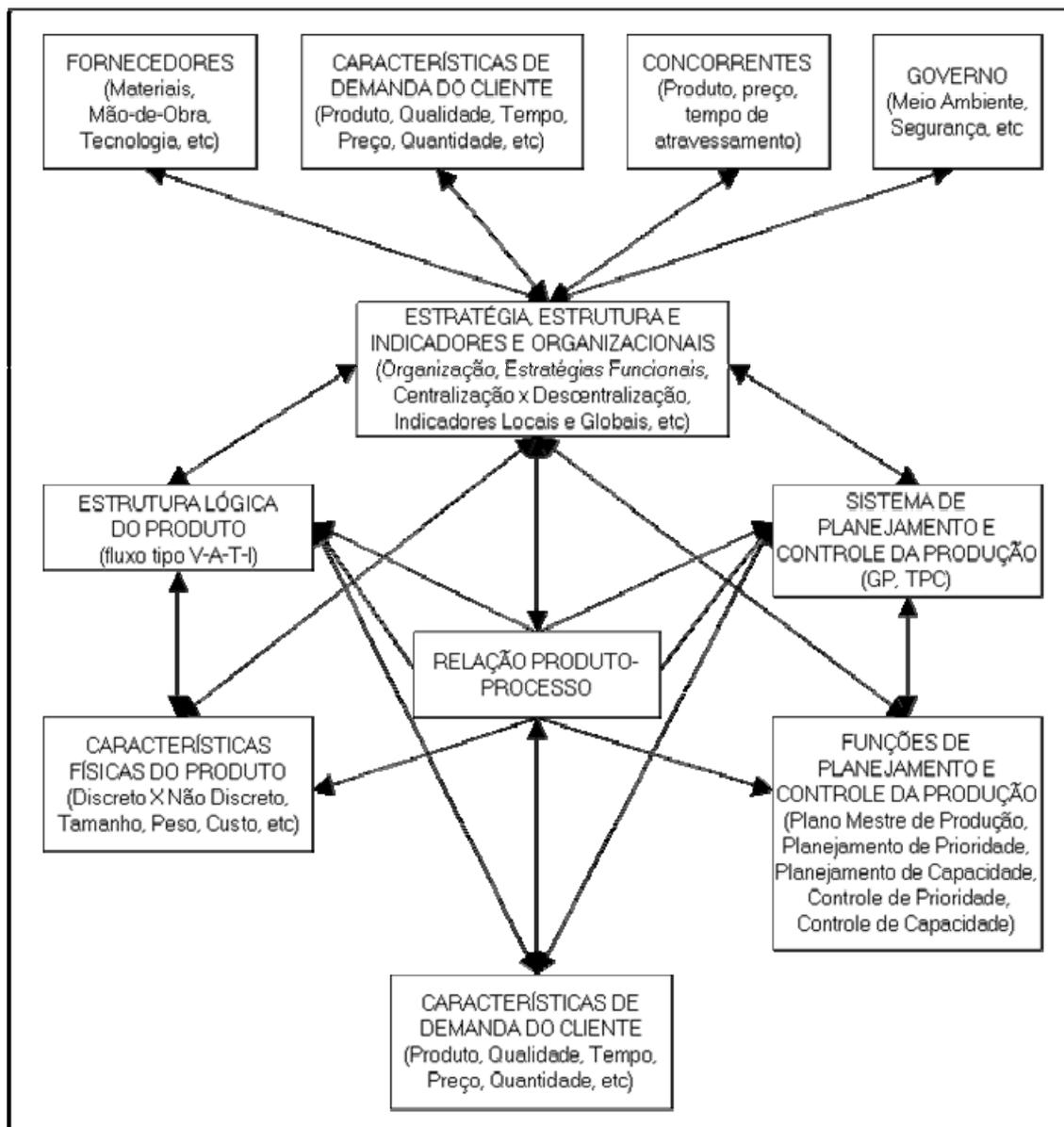


FIGURA 14 – Modelo de Componentes da Estratégia Organizacional (Adaptado Cox III e Spencer, 2002)

▪ **Características da Demanda dos Clientes**

Duas informações são importantes: a quantidade requerida pelo produto e o tempo de tolerância do cliente. A quantidade (ou demanda) é importante para determinar aspectos tais como uso de equipamentos versáteis ou específicos, mão-de-obra, materiais diretos necessários e leiaute da planta. Em relação ao tempo de tolerância, vale destacar que ele é a quantidade de tempo que o consumidor final está disposto a esperar para comprar o produto no ponto de venda. Portanto, o tempo de tolerância determina quão rápido os sistemas produtivo e logístico devem ser para atender as exigências dos clientes. Caso o tempo usado por estes dois sistemas

seja maior do que o tempo de tolerância do cliente, pode ser necessário manter estoques de matéria-prima ou produzir estoques intermediários ou de produtos acabados para posicioná-los na fábrica ou em centros de distribuição.

▪ **Estratégia, estrutura e indicadores organizacionais**

A estratégia organizacional precisa estar claramente definida para orientar o planejamento e controle da produção. A estratégia deve contemplar fatores como: posicionamento da organização; decisões sobre seguir os líderes ou buscar a liderança no desenvolvimento de tecnologia; escolha por prioridades competitivas (tempo de atravessamento, prazos de entrega, inovações, preço, qualidade e serviços); delimitação dos mercados a serem explorados; formato da estrutura organizacional; processos; produtos e desenho da linha de produção.

▪ **Estruturas lógicas do produto**

Embora este assunto seja retomado com mais detalhes à frente, objetivamente a Teoria das Restrições oferece uma análise das estruturas de produto e processo. A saber:

- a estrutura V representa produtos com fluxo fixo de roteiros idênticos para todos os produtos da família, com diversas variações;
- a estrutura A, por sua vez, é a configuração de linha aplicada a situações em que várias matérias-primas, componentes, montagens e submontagens são convertidos em um número pequeno de produtos acabados;
- a estrutura T, de certo modo, é a combinação das estruturas A e V, porém os produtos finais são resultados da combinação de partes comuns, submontagens e montagens em uma ampla variedade de produtos;
- a estrutura I é aplicada em produtos de estrutura com fluxo fixo dedicada sem qualquer variação do produto.

▪ **Características físicas do produto**

Em relação às características físicas do produto, levam-se em consideração três aspectos: ponto de montagem, localização e tipo de sistema produtivo. A decisão sobre o ponto de montagem, em função das características do produto ou matéria-prima, pode estar próximo do cliente ou do fornecedor. A localização do produto considera o seu peso, vida útil, tamanho, etc. O sistema produtivo, por sua vez, pode

ser do tipo produzir para estoque, produzir sob encomenda, montar sob encomenda ou projetar sob encomenda. Cada um destes tipos será detalhado oportunamente neste trabalho.

▪ **Características físicas das instalações**

Por influenciarem no fluxo do produto, as decisões sobre as características físicas da produção devem compreender: nível tecnológico para produzir e distribuir, nível de integração vertical, nível de investimento, estágio da tecnologia empregada, mudanças tecnológicas, tipos de equipamentos, estabilidade dos processos, considerações ambientais e de segurança, formato da produção, habilidade da mão-de-obra para operar equipamentos e emprego de mão-de-obra especializada ou multifuncional.

▪ **Sistema de planejamento e controle da produção**

Para a TOC, o Planejamento Mestre da Produção é visto de uma outra maneira. Diferentemente da visão convencional, a teoria evita ao máximo as previsões. Como será abordado mais adiante, o Gerenciamento do Pulmão (GP), que é o conceito de controle de produção da TOC, substitui algumas práticas de previsões convencionais. O GP, atualmente, estabelece prioridades segundo o status do pulmão (explicado mais adiante), o qual é um reflexo da concretização da subordinação ao mercado. Importante destacar ainda que o método de programação TPC (Tambor-Pulmão-Cordão), que será abordado mais adiante, fortalece o conceito de subordinação do sistema produtivo ao mercado.

▪ **Funções de planejamento e controle da produção**

A Teoria das Restrições reconhece cinco funções para gerir o sistema produtivo. São elas:

- **Plano Mestre da Produção (PMP):** consiste na programação, considerando-se as limitações de capacidade do RRC, antecipada e atualizada para orientar o planejamento das necessidades de produção. O PMP deve considerar certas previsões, plano de produção, pedidos em carteira, disponibilidade de material, disponibilidade de capacidade, políticas e metas gerenciais. Além disso, o PMP deve representar o planejamento da produção em quantidades e datas.

- **Planejamento de Prioridades:** determina qual material e quando ele será necessário. De certo modo, o PMP é utilizado para assegurar o cumprimento dos prazos de entrega.
- **Planejamento de Capacidade:** é o processo que determina a necessidade de capacidade futura e pode envolver planejamento de recursos e o planejamento de necessidades de materiais.
- **Controle das Prioridades:** comunica as datas iniciais e finais para todos os recursos produtivos. As datas e prioridades são orientadas pelo planejamento e posicionamento atualizado de todos os pedidos.
- **Controle de Capacidades:** é o processo de mensurar os resultados da produção comparando-os com o planejamento de capacidade. As variações são analisadas a partir dos limites pré-estabelecidos e, caso necessário, ações corretivas são implementadas.

Por fim, Cox III e Spencer (2002) sugerem que o modelo proposto pela Teoria das Restrições pode ser usado de forma combinada com o MRP e o JIT (*Just-in-Time*).

3.5.1. Análise da Estrutura Lógica V-A-T-I

Abordado sucintamente na seção anterior, a análise da estrutura lógica V-A-T-I será apresentada aqui com maiores detalhes, bem como os tipos de sistemas produtivos mais conhecidos, MTS, MTO e ATO na perspectiva da TOC.

Cox III e Spencer (2002) explicam que a estrutura lógica VATI é composta de duas informações: a estrutura dos produtos e o roteiro de produção. De acordo com os autores, a estrutura do produto serve para explicar a relação do produto final com seus componentes e orientar o processo de fabricação desde o ponto de entrada da matéria-prima até a finalização do produto acabado. Por sua vez, o roteiro de produção estabelece o seqüenciamento de operações necessário para transformar a matéria-prima em componentes prontos para serem usados. No roteiro constam informações relativas ao tempo de ciclo, o tempo-padrão das operações, tempo de preparação e o número de identificação das máquinas.

Estas informações são importantes para criar a estrutura lógica do produto. A seguir, cada tipo de estrutura será abordado. Para melhor entendimento, inicialmente, cada tipo será tratado de acordo com suas peculiaridades. Depois, as características comuns a todos eles serão analisadas.

3.5.1.1. Análise da Estrutura Lógica V

Schragenheim e Dettmer (2001) observam que a estrutura do tipo “V” começa com uma pequena quantidade de matérias-primas, às vezes uma. O fluxo de materiais segue em V, pois tanto os processos quanto os materiais divergem em algum ponto e prosseguem adiante, resultando em diferentes tipos de produtos acabados. Se houver algum recurso restritivo, ele estará posicionado no início do processo. Geralmente, o fluxo é caracterizado por equipamentos caros e longos tempos de preparação.

Neste modelo de estrutura, os pontos de divergência devem ser planejados e controlados cuidadosamente, pois um mesmo item pode se transformar em diversos itens ou produtos acabados distintos. Cox III e Spencer (2002) explicam que a programação do ponto de divergência deriva da programação da restrição. Neste caso, são estabelecidas as quantidades e prioridades dos pedidos. Eventualmente, os tempos de atravessamento podem provocar diferenças entre as programações do ponto de divergência e das restrições. Por fim, os autores explicam que em caso de múltiplos pontos de divergência, faz-se necessário uma programação própria de prioridades.

3.5.1.2. Análise da Estrutura Lógica A

Começa tipicamente com um grande número de matérias-primas e ou um número de combinações de operações que, em algum ponto, são convergidas por meio do andamento da produção para atender ao pedido do cliente. O fluxo A pode ser tipicamente operações de montagem (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Na tentativa de caracterizar a estrutura do tipo A, Cox III e Spencer (2002) apontam que:

- existem operações que ocorrem após o ponto de convergência dos recursos;
- esta estrutura possui um grande número de roteiros, pois, para atender aos pedidos dos clientes, cada produto pode exigir uma seqüência exclusiva de operações que, talvez, sejam executadas uma única vez;
- os operadores devem ter múltiplas habilidades para serem realocados de acordo com as prioridades dos clientes ou mudanças de disponibilidade matéria-prima.

Explorando as definições de Schragenheim e Dettmer (2001), observa-se que os pontos de convergência ocorrem, normalmente, em pontos de montagem. Portanto, eles ficam localizados na área de fabricação.

Em relação aos pontos de controle, vale destacar que a programação deve definir a quantidade e o momento de necessidade dos componentes. De acordo com Cox III e Spencer (2002), deve-se preparar uma programação finita para a montagem dos componentes pelos recursos não-restritivos com aquilo que é produzido pelo RRC. A programação dos recursos produtivos é orientada pela programação da restrição e pela ordem de processamento dos pedidos. A programação deve assegurar que a produção dos recursos não-restritivos chegue à montagem (ou ponto de convergência) algum tempo antes dos componentes processados pelo RRC (COX III e SPENCER, 2002).

3.5.1.3. Análise da Estrutura Lógica T

Este tipo implica na montagem de um pequeno número de componentes que podem ser combinados de diversas formas para criar um grande número de produtos acabados. As últimas operações do processo, começando com os componentes, são similares ao tipo "V". Porém, a última fase do processo – a fabricação dos componentes – é normalmente composta de fluxos de certa forma independentes tais como o tipo "A" ou "I". Conseqüentemente, a estrutura do tipo "T" é uma combinação de V com A ou, ainda, com I. Os recursos restritivos predominam, pois a estrutura é muito complexa, a demanda pelo produto acabado flutua frequentemente e há necessidade de excesso de capacidade em todos os pontos do sistema (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Na estrutura T, o sistema produtivo predominante é o MTO, pois a montagem final e distribuição são tipicamente baseadas em pedidos dos clientes.

Cox III e Spencer (2002) ainda destacam um possível problema gerencial comum a este tipo de estrutura. As alterações de programação implicam em mudar o sequenciamento de operações ou da entrega de pedidos. Quando isto acontece, pode tornar-se inevitável aceleração da produção para garantir o atendimento de pedidos.

3.5.1.4. Análise da Estrutura Lógica I

O último tipo de estrutura é o “I”. Para Schragenheim e Dettmer (2001), estas estruturas são conhecidas por serem uma linha reta com poucas matérias-primas sendo usadas no início e um número pequeno de produtos acabados. São linhas de produção dedicadas ao processamento simultâneo de um pequeno número de produtos.

3.5.2. A TOC e os Sistemas Produtivos

No Capítulo 3, os quatro principais sistemas produtivos foram abordados por ocasião da análise da visão convencional sobre o planejamento da produção, a saber: MTO (Produzir por Encomenda), MTS (Produzir para Estoque), ATO (Montar por Encomenda) e ETO (Projetado por Encomenda). Nesta oportunidade, estes mesmos sistemas produtivos serão analisados sob a perspectiva da Teoria das Restrições, exceto o último, por ser considerado, para as finalidades deste trabalho, de certa forma, uma extensão do MTO.

Embora a revisão bibliográfica apresente poucas referências sobre esta questão especificamente, há trabalhos recentes que têm oferecido contribuições importantes.

Importante destacar que as definições sobre cada um destes sistemas serão mantidas. Apenas a visão da Teoria das Restrições será apresentada em cada um dos casos.

▪ ***Make-to-Order***

Na opinião de Schragenheim e Dettmer (2001), o sistema MTO deve ser aplicado sempre que possível. Os autores apresentam quatro argumentos para tanto. Primeiro, pelo fato de ser possível ter uma relação mais direta com o consumidor, fica mais fácil subordinar o sistema produtivo à restrição que, neste caso, seria mercadológica. Segundo, o processo de exploração de um RRC é melhor aplicado, uma vez que este estará produzindo apenas o necessário para atender aos pedidos de venda. Terceiro, os níveis reais de capacidade e de carga ficam mais visíveis no MTO, pois evita confusões sobre as prioridades de produção. Por fim, o risco de estoques obsoletos é mínimo.

▪ ***Make-to-Stock***

A prática do MTS é altamente recorrente nas empresas. Schragenheim e Dettmer (2001) explicam que existem três razões para isto:

- esta estratégia de produção torna o sistema mais estável em função da possibilidade de se planejar antecipadamente o que será produzido;
- as datas de entrega são feitas com base na disponibilidade de estoque, o que facilita o atendimento ao o cliente;
- os atuais *lead-times* dos sistemas produtivos são maiores do que os clientes podem esperar.

Ao estabelecer uma comparação entre os dois sistemas produtivos, Schragenheim e Dettmer (2001) apresentam outros elementos que fazem a Teoria das Restrições favorecer o MTO em detrimento do MTS. A saber:

- a manutenção de estoques de produtos acabados custa caro;
- o lançamento de novos produtos fica condicionado à venda do estoque de produtos em descontinuidade;
- é difícil identificar mudanças no padrão da demanda a partir do consumo de estoques;
- a exploração de uma restrição interna é mais complicada.

Riezebos *et al.* (2003) sugerem que os *lead-times* devem ser reduzidos para que seja possível atender o tempo de espera dos clientes. Porém, nos casos de produtos em que o tempo de tolerância do consumidor-final é igual ou próximo a zero,

Schrageheim (2002) lembra ser inevitável operar-se sob a lógica MTS. Outra situação em que os autores recomendam o MTS é aquela em que a sazonalidade implica em picos de demanda tão elevados que o RRC tem que se antecipar à demanda futura.

- ***Assemble-to-Order***

Mais uma vez, Schrageheim e Dettmer (2001) advogam favorável à produção sob encomenda. Porém, desta vez, o autor enfatiza que o ATO também é uma alternativa, pois combina práticas de MTO com MTS. Aliás, para os casos em que praticar MTO não é possível, a primeira alternativa deveria ser o ATO.

3.6. A TOC e a Capacidade de Produção

A relação da Teoria das Restrições com a capacidade de produção é um outro ponto de diferença com a visão tradicional de planejamento da produção. Assim, faz-se necessário apresentar quais os conceitos que a TOC oferece sobre capacidade.

De acordo com Csillag e Corbett (1998), a Teoria das Restrições oferece três definições para capacidade. A saber:

- Capacidade produtiva: É a parte da capacidade do recurso produtivo que será utilizada para processar material em atendimento à demanda. Em um RRC que é também gargalo, esta capacidade deve ser usada da forma mais ótima possível.
- Capacidade Protetiva: É o excesso de capacidade necessário para recompor os pulmões protetores das restrições do sistema. Apenas os recursos não-restritivos devem possuir esta capacidade.
- Capacidade Ociosa: É a capacidade, acima da protetiva, que não tem qualquer utilidade para a Teoria das Restrições e, portanto, deve ser vendida ou eliminada.

Conforme abordado no Capítulo 3, a visão tradicional sobre planejamento da produção advoga em favor do balanceamento da linha de produção. Slack et al. (1997), por exemplo, defendem a otimização da capacidade de todos os recursos produtivos.

A partir de uma visão crítica, Schragenheim e Dettmer (2001) afirmam haver dois motivos, injustificáveis segundo o autor, que levariam as empresas a optarem pelo balanceamento. São eles:

- o excesso de capacidade parece implicar na perda de dinheiro, uma vez que o retorno sobre o investimento ficaria comprometido em função da subutilização do equipamento;
- a metodologia de custeio ABC (*Activity-Based Costing*) desenvolveu uma mentalidade de eficiência local que não admite tempo de inatividade nos recursos produtivos.

Em sentido oposto a esta visão das eficiências locais, Chakravorty (2001) discute a capacidade protetiva a partir de uma perspectiva que reforça a sua utilidade para a Teoria das Restrições. Para o autor, a capacidade protetiva é a quantidade extra de capacidade dos recursos não-restritivos acima da capacidade dos recursos restritivos usada para protegê-los e para proteger a restrição mercado contra as flutuações estatísticas.

As flutuações, de certo modo, são consideradas ameaças para o pulmão que protege o RRC. Schragenheim e Dettmer (2001) citam dois conjuntos de flutuações quanto a sua origem. Primeiro, as flutuações de origem interna são resultantes de variações do processo, paradas de máquinas não-antecipadas, retrabalhos não-previstos e ausências não-planejadas de pessoal. As flutuações de origem externa são, normalmente, causadas por flutuações não-previstas da demanda e previsões imprecisas.

Para Kadipasaoglu *et al.* (2000), Umble e Umble (2002) e Chakravorty (2001), a capacidade protetiva pode ser um fator decisivo na estratégia e negócio da empresa. Os autores elencam uma série de efeitos positivos da existência de capacidade protetiva. A saber:

- os pulmões (sejam de tempo ou de itens) podem ser minimizados, pois nos momentos necessários há capacidade suficiente para recompô-los;
- os estoques podem ser reduzidos, pois em seu lugar há excesso de capacidade para produzir;
- o ganho do sistema produtivo fica protegido contra as variações do processo;
- há mais facilidade em responder a possíveis flutuações da demanda;
- a empresa tem maior liberdade para estimular a demanda por meio de promoções ou customizações, por exemplo.

Além destes efeitos, a soma de capacidade protetiva aos pulmões pode permitir que a empresa tenha um melhor desempenho no cumprimento das datas de entrega, pois os atrasos podem ser mais facilmente evitados (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Apesar de tantos aspectos positivos, a capacidade protetiva precisa ter limites. Schragenheim e Dettmer (2001) destacam que nas situações em que o gerenciamento de pulmão nunca encontra pedidos atrasados escondidos atrás de um recurso protegido, é possível concluir que a capacidade protetiva está em excesso.

Ainda sobre capacidade, vale destacar que existem as capacidades de produção escondidas. Para Schragenheim e Dettmer (2005), operadores e gerentes do sistema produtivo escondem o excesso de capacidade. Práticas organizacionais tais como o uso de grandes lotes de produção e a transferência de lotes do mesmo tamanho estimulam o “enterro” do excesso de capacidade. Além disso, os esforços pela busca de eficiência local acentuam a possibilidade de existir capacidade escondida. Os autores sugerem quatro medidas para expor o excesso de capacidade:

- a cultura organizacional deve valorizar o aumento do ganho em lugar da redução de custo;
- a aplicação do Processo de Focalização deve explorar os recursos certos e subordinar todos os outros;
- a subordinação deve ter alguns objetivos tais como data de entrega, qualidade e exploração da restrição (interna ou externa);

- o sistema produtivo deve produzir apenas o necessário para atender as necessidades do cliente.

Importante destacar que a concepção de carga de trabalho e eficiência operacional implica em considerar a ociosidade algo indesejável dentro do sistema produtivo. De acordo com Schragenheim e Dettmer (2005), as pessoas tendem a regular seu ritmo de trabalho de tal forma a parecerem sempre ocupadas e maximizarem suas eficiências. Para os autores, tal prática indesejável sempre existirá enquanto se fizer uso de indicadores locais desvinculados do desempenho do sistema como um todo, principalmente em termos do Ganho deste.

Em relação aos lotes, Correa e Gianesi (1993) observam que uma hora ganha no RRC é muito mais interessante do que uma hora economizada em qualquer outro recurso não-restritivo. Neste caso, a idéia de que os custos de preparação são reduzidos na medida em que o tamanho do lote aumenta, não encontra respaldo.

De acordo com Correa e Gianesi (1993), a TOC enxerga dois tipos de lotes: lote de transferência e de produção. Os autores explicam que o lote de transferência é o tamanho dos lotes que serão passados de um recurso para outro. O segundo, lote de produção, é o lote que efetivamente será processado pelo recurso. Schragenheim (2005) sugere que os lotes de produção devem ter o menor tamanho possível até o nível em que o RRC não se transforme em um gargalo do sistema. Para o autor, os lotes de transferência também devem ser pequenos. Contudo, faz-se necessário considerar as limitações de movimentação existentes no chão-de-fábrica. Gurses (1999) complementa que pequenos lotes conferem mais rapidez e maior flexibilidade ao sistema produtivo.

Correa e Gianesi (1993) consideram que o lote de transferência deve assegurar o fluxo contínuo de material, portanto, pode ser de qualquer tamanho. É por esta razão que os autores afirmam que os lotes de transferência são partes do lote de processamento. Conseqüentemente, quanto mais rapidamente forem processados, independentemente do tamanho, o tempo de passagem dos produtos pela fábrica será reduzido.

De certo modo, a visão da Teoria das Restrições sobre capacidade e lotes tem relação direta com a dicotomia eficiências locais versus eficiências globais. Gurses (1999) explica ser comum as empresas buscarem a eficiência de cada máquina em seu sistema produtivo. Porém, esta missão fica comprometida, pois o RRC determinará a eficiência do sistema. Isto quer dizer que a busca pela eficiência local em pouco resultará, a não ser na geração de estoques em processo. Schragenheim (2002) enfatiza que há apenas um lugar em que a eficiência deve ser buscada constantemente: no recurso com restrição de capacidade.

3.7. Planejando a produção segundo o método Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

O método de planejamento da produção TPC (*DBR – Drum-Buffer-Rope*) foi descrito inicialmente no livro “A Corrida” de Goldratt e Cox (1986) e mais detalhado no livro “A Síndrome do Palheiro” de Goldratt (1990). Desde então, esta metodologia de planejamento da produção tem sido estudada por diversos pesquisadores.

Na revisão bibliográfica sobre o TPC serão considerados os recentes trabalhos de diversos autores. Contudo, por ocasião de sua atualidade e profundidade sobre o tema, a base desta abordagem será o trabalho de Schragenheim e Dettmer (2001).

3.7.1. Características do TPC

Reizebos *et al.* (2003) e Schragenheim e Dettmer (2001) explicam que, inicialmente, o “tambor” da abordagem TPC era considerado o recurso com restrição de capacidade restritiva (RRC). Mais tarde, ele se transformou na programação do RRC. A restrição fica conectada ao tambor que estabelece o ritmo irá sincronizá-la com os outros recursos não-restritivos. Esta situação cria uma corrente de dependência que permite proteger o processo de sobrecargas ou interrupções no fluxo de trabalho. Para Schragenheim e Dettmer (2001), quando o RRC possui suficiente capacidade protetiva em relação à demanda, os pedidos de venda executam o papel de tambor para todo o sistema produtivo.

O “pulmão” é um mecanismo de proteção contra o desperdício de capacidade do RRC. Esta proteção ocorre na medida em que um pulmão de trabalho é posicionado

à frente do RRC para mantê-lo sempre ativo. Na programação TPC, o pulmão está mais relacionado a tempo do que a materiais em processo. Até mesmo nos ambientes em que se usa pulmão de itens, a produção dos materiais é planejada para ocorrer antes do início das operações do RRC, portanto, o ponto central é o tempo (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Por fim, de acordo com as definições de Rahman (1998) e Reizebos et al. (2003), a “corda” consiste em um mecanismo de comunicação. Posicionada entre o RRC e a ponto de entrada de materiais no sistema produtivo, a corda tem o papel de regular a liberação os materiais atuando como uma espécie de tensor. Quando a corda está totalmente esticada, o sistema está protegido, uma vez que o pulmão entre a restrição e o ponto de entrada de materiais está completo. Além disso, a entrada de materiais está ativa e o fluxo na direção da restrição não corre o risco de ser interrompido. Em situações que a corda está frouxa, o sistema corre riscos justamente porque os mecanismos de proteção estão comprometidos. Por outro lado, o fluxo de materiais na direção da restrição está lento e pode ser interrompido. Schragenheim e Dettmer (2001) complementam esta definição afirmando que os materiais são liberados no mesmo ritmo de operação do RRC, porém, com um pulmão de tempo de antecedência em relação às necessidades estabelecidas no tambor. Portanto, em algumas circunstâncias, os materiais ficam retidos nos pontos de entrada para evitar sobrecargas no RRC.

Schragenheim e Dettmer (2001) destacam algumas características do TPC para facilitar a compreensão sobre qual é o seu real papel dentro dos sistemas produtivos. A saber:

- assegura a satisfação da demanda de mercado porque permite entregar os pedido nas datas prometidas;
- move os materiais-em-processo dentro do sistema produtivo o mais rapidamente possível;
- revela as capacidades escondidas que podem ser usadas para evitar interrupções na entrega;
- promove a redução de custos.

De acordo com Schragenheim e Dettmer (2001), quando há um RRC ativo, ou seja, com pouca ou nenhuma capacidade protetiva, o tambor acaba se transformando no plano de exploração do RRC. Este plano é executado por intermédio do MPS, pois os pulmões são posicionados para proteger o plano de exploração contra interrupções no abastecimento do RRC bem como assegurar a integridade da seqüência de trabalho programada. Os autores ainda afirmam que o TPC substitui a “pilha” de material em processo pela garantia de que o material a ser processado pelo RRC estará disponível no momento em que realmente for necessário. Isto é possível, pois a corda determinará a programação da entrada de material em um ritmo que não exceda a velocidade de processamento do RRC e com uma necessária antecedência (pulmão de tempo) em relação às suas necessidades.

Umble *et al.* (1999), Rahman (1998) e Cox III e Spencer (2002) afirmam que, na medida em que o tambor determina o ritmo do sistema, a corda sinaliza ao controle de inventário quando os materiais devem entrar no sistema. Desta forma, a carga dos recursos não-restritivos é regulada para não sobrecarregar o RRC. Neste contexto, o pulmão serve de proteção contra desabastecimentos e interrupções de última hora na programação.

Schragenheim e Dettmer (2001) enfatizam que o TPC é um método de planejamento e não um método de controle. Por esta razão, o TPC cria um anteparo contras as variações internas e as incertezas externas. Nesta direção, o autor aponta três tipos de pulmões do TPC. São eles:

- Pulmão de Expedição. É a estimativa do lead time de manufatura desde RRC até a data de entrega de um pedido. Caso não haja um RRC envolvido na cadeia, o pulmão de expedição se torna o lead time desde a entrada de matéria-prima até se completar o produto. O pulmão leva em conta os tempos de processamento, de transferência e uma estimativa conservadora, porém não excessivamente exagerada, das variabilidades do processo.
- Pulmão do RRC. É a estimativa do lead time de manufatura entre o ponto de entrada de matéria-prima e o RRC. Este pulmão considera essencialmente o tempo que o estoque de material em processo levará para se deslocar do ponto de entrada de matéria-prima até ponto em que ele ficará aguardando

ser processo pelo RRC. Sua estimativa inicial segue a mesma lógica empregada ao pulmão de expedição.

- **Pulmão de Montagem.** É a estimativa do lead-time de manufatura entre o ponto de entrada de matéria-prima e o ponto de montagem de itens RRC com itens de recursos não-restritivos. De fato, o pulmão de montagem pode ser entendido como uma extensão do pulmão de expedição e deve conter apenas itens que não passam pelo RRC. Novamente, a estimativa inicial do pulmão de montagem acompanha os mesmos procedimentos estabelecidos aos demais pulmões.

Um aspecto fundamental no contexto do método refere-se ao conceito de lotes. Os lotes econômicos, de acordo com Correa e Gianesi (1993), são compreendidos de forma diferente pela Teoria das Restrições. Em vez de terem tamanho padrão, os lotes deveriam ser flexíveis respeitando as características do produto e a necessidade de recomposição do pulmão.

Para Goldratt (2003), os lotes econômicos são distorções da realidade que só justificam a partir de uma visão de ótimos locais. Os lotes de processamento devem ser os menores possíveis e variáveis, desde que não comprometam a capacidade protetiva dos recursos. Enquanto isso, os lotes de transferências entre recursos devem ser minimizados para promover um fluxo mais rápido de materiais no sistema.

O método TPC possui algumas especificidades quando aplicado em ambientes MTS e MTO. Tais especificidades são a seguir apresentadas.

3.7.2. O método TPC aplicado em sistemas MTO

Conforme já foi destacado, no sistema MTO, as operações são iniciadas após a confirmação do pedido do cliente. Aliás, de acordo com Schragenheim e Dettmer (2001), este é o sistema produtivo mais adequado para a Teoria das Restrições.

Cox III e Spencer (2002) afirmam que o planejamento e programação TPC devem ser feitos a partir do RRC, que, por sua vez, deve servir de referência principal para

a programação dos recursos não-restritivos. Portanto, parece ser possível concluir que o aceite de pedidos estará condicionado à programação do RRC. Nesta direção, o pessoal de vendas deverá ter à sua disposição a programação RRC para negociar com o cliente dentro de termos possíveis.

Respeitando as condições de programação impostas pela Teoria das Restrições, as datas e quantidades de processamento dos pedidos pelos recursos não-restritivos devem respeitar dois princípios. Para os recursos não-restritivos a montante do RRC, a programação deverá respeitar rigorosamente o momento e a quantidade desejados pela restrição. Já para os recursos não-restritivos posicionados a jusante do RRC, o trabalho será liberado após o pedido passar pela restrição do sistema.

De acordo com Rahman (1998), para o método TPC, o tambor é responsável por determinar o ritmo de trabalho do RRC. Naturalmente, a velocidade da execução da programação dos recursos não-restritivos a montante estará condicionada ao ritmo do tambor.

Mabin e Balderstone (2003) destacam que o pulmão é o elemento que protege as restrições das flutuações e que ele é essencialmente tempo. Segundo os autores, parece ser possível condicionar o seu tamanho ao tempo que os pedidos levarão para alcançarem o RRC. Caso não haja um RRC ativo (mesmo o RRC tem suficiente capacidade protetiva), o único pulmão no sistema é o de mercado e material é liberado um pulmão de mercado antes das datas estabelecidas para embarque aos clientes.

Schragenheim e Dettmer (2001) enfatizam que a liberação de materiais no ponto de entrada é determinada pela ordem de processamento de itens no RRC. A corda, responsável por esta comunicação, determinará a entrada de materiais respeitando a programação dos pedidos a serem processados no RRC. Novamente, no caso do mercado ser a única restrição do sistema, material é liberado observando-se as datas prometidas para embarque aos clientes.

A partir das considerações de Cox III e Spencer (2002) e Schragenheim e Dettmer (2001), a seguir serão apontados sucintamente os procedimentos para a programação TPC. São eles:

- 1) Inicie o planejamento a partir das informações contidas no MPS. Este planejamento é otimista, pois ainda não considera as restrições de capacidade.
- 2) Classifique as entradas de MPS por ordem de data de entrega.
- 3) Reúna os dados necessários para construir a programa do RRC. Estes dados compreendem o momento de utilização, a descrição das operações a serem executadas e o número de itens a serem processados.
- 4) Programe o RRC na seqüência de operações de acordo com as datas de entrega do MPS.
- 5) Valide a primeira atividade a ser executada pelo RRC, caso haja material para ser processado imediatamente.
- 6) Verifique a exeqüibilidade das datas de entrega.
- 7) Cheque se há pedidos correndo o risco de não serem entregues nas datas. Caso existam, ações corretivas, como redução de *set-ups* (agregando-se lotes de pedidos distintos, porém, referentes à mesma operação do RRC), plano de horas-extras ou subcontratação, podem ser necessárias.
- 8) Avalie novamente o MPS e programe a entrada de materiais que passarão pelo RRC.
- 9) Programe a entrada de materiais que não serão processados pelo RRC. Estes materiais serão utilizados pelos recursos não-restritivos.
- 10) Para os produtos que não serão processados pelo RRC, a entrada de materiais deve ser estabelecida de acordo com a diferença entre a data de entrega e o pulmão de expedição.

3.7.3 O método TPC aplicado em sistemas MTS

O sistema MTS, menos recomendado pela Teoria das Restrições, se apóia nas previsões de vendas para orientar o andamento da produção. Respeitando os princípios da abordagem TPC, a programação da RRC deverá ser orientada pela previsão de vendas. A programação dos recursos não-restritivos será determinada pela programação do RRC (RAHMAN, 1998).

Com base na definição de Mabin e Balderstone (2003), que condiciona o ritmo de trabalho dos recursos não-restritivos ao tambor, em sistemas MTS, a velocidade de atendimento à previsão de vendas por estes recursos dependerá do RRC.

O pulmão, por sua vez, ao se posicionar como a proteção do RRC (COX III e SPENCER, 2002), pode ter seu tamanho condicionado às previsões que orientarão a programação do RRC.

Por fim, a corda, que permite a liberação da entrada de materiais de acordo com a programação da RRC, poderá se apoiar na previsão de vendas.

De certo modo, Schragenheim (2002), parece propor uma visão diferente da exposta pelos autores aqui citados. O autor explica que o emprego de um método de previsão passa a ser desnecessário com o gerenciamento de pulmão, pois se parte da premissa que a reposição do estoque se dará segundo o consumo real. Além disso, variações na demanda ou no *lead-time* de produção são efetivamente considerados ao se ajustar dinamicamente o tamanho do pulmão. O RRC, assim como todos os demais recursos, não recebe um programa formal de produção. Sua seqüência de produção é estabelecida segundo o status do pulmão. O conceito de status do pulmão será apresentado no tópico referente à Gerenciamento do Pulmão, assim como novas considerações relativas à aplicação da abordagem TPC em ambientes MTS.

Estas condições, segundo o autor, eliminam a existência de conflitos em ambientes mistos entre MTS e MTO em função da subordinação do sistema produtivo ao status do pulmão (este ponto também será mais bem detalhado ao se discutir a abordagem de Gerenciamento do Pulmão). Vale ainda destacar que em ambientes MTS não deve haver gargalos permanentes.

O mesmo autor explica sua sugestão para a gestão de ambientes MTS como uma aplicação de uma nova abordagem para os sistemas TPC, a qual ele denominou de TPC Simplificado, a seguir apresentado.

3.7.4 O método TPC simplificado

Recentemente, Schargenheim e Dettmer (2001) propuseram um método simplificado de programação TPC. Os autores destacam que há algumas dificuldades na aplicação do método TPC tradicional, a saber:

- Difusão do Pulmão de Tempo. Implementar três pulmões, o que é parte da estratégia do TPC tradicional, enquanto protege os pontos específicos a que eles se destinam, enfraquece a proteção global. Tempo designado a um dos três pulmões não é aproveitado, se necessário, aos outros dois. No TPC tradicional, cada pulmão protege sua própria área, mas se o pulmão não for necessário em um ponto anterior, este tempo extra é desperdiçado, pois não poderá ser aproveitado nos pontos subsequentes.

- Acréscimo de Pulmão de Tempo. Além de aumentar o lead time acima do que é estritamente necessário (ainda que, segundo os autores, o método TPC tradicional traz substanciais reduções no lead time quando comparado à lógica MRP, por exemplo) três pulmões pode também criar conflitos entre diferentes pulmões, dificultando o controle da produção.

- Estabilidade da Programação. No TPC tradicional, a programação pode sofrer alterações em função da mobilidade dos pedidos dos clientes. Caso novos pedidos sejam inseridos na programação, faz-se necessário revalidar os pedidos já existentes para determinar se as datas de entregas assumidas podem ser cumpridas. Em caso de não cumprimento, a saída pode ser a redução dos set-ups. Para as situações em que houver cancelamento de pedidos, a principal dificuldade se concentra na reprogramação da liberação de materiais à fábrica.

- Pulmão Excedente. Se a idéia principal dos pulmões é acumular máxima proteção nos pontos fracos, parece fazer sentido ter-se apenas pulmões de mercado e do RRC, mas não um pulmão de montagem. Materiais que passam pelo RRC são liberados baseados na programação do RRC. Materiais que se constituirão em produtos finais livres de um RRC com baixa capacidade protetiva (também chamados produtos livres) são programados para serem liberados de acordo com o

pulmão de mercado. O que o pulmão de montagem realmente faz é adicionar tempo à liberação de materiais que passam por recursos não-restritivos (mas que serão montados com peças que passam por um RRC). De fato, segundo os autores, o pulmão de montagem não passa de uma extensão do pulmão de mercado, o qual permite uma liberação mais cedo de materiais que não passam por recursos restritivos com o intuito de uma chegada também mais cedo na operação de montagem.

- Padronização de tamanho dos pulmões. A utilização do método tradicional da programação TPC tende a fazer com que os pulmões tenham o mesmo tamanho. Provavelmente, em muitos ambientes, diferentes produtos possuem diferentes *lead-times* e diferentes níveis de incerteza. Desta forma, o dimensionamento dos pulmões deveria considerar estes fatores.

- Ordens de Trabalho. No método tradicional de programação TPC, o uso de ordens de trabalho é desencorajado em algum grau. Material é liberado com base no MPS que, por sua vez, é orientado pelos pedidos dos clientes. O TPC tradicional permite e encoraja o fluxo livre de material pela fábrica, mas aos estoques em processos não são designadas específicas ordens de produção. Desde que os materiais tenham uma seqüência clara de produção, esta abordagem funciona bem. Entretanto, isto cria problemas para peças comuns (localizadas em pontos de divergências típicos de plantas em V). Nestes pontos, no TPC tradicional, os operadores recebem instruções claras sobre o que fazer, quanto fazer e um momento específico para isto. Destaca-se que este momento é caracterizado como um “não faça antes que...”, ou seja, um recurso não-restritivo localizado em um ponto de divergência é programado não para fazer algo em um certo tempo, mas, sim, para não começar antes de um determinado momento. Ao começar antes, este recurso poderia desviar peças que seriam necessárias posteriormente no processo produtivo, levando aos efeitos indesejáveis a seguir ilustrados.

- Roubo. Muito comum em plantas em “V”, o roubo ocorre quando um recurso posicionado em um ponto de divergência processa peças antes do que nele foi programado, processando peças desnecessárias e ficando sem as peças que são necessárias agora. Como já dito, o método TPC tradicional sugere, para se evitar

estes roubos, que se programe os pontos de divergência com o aviso “não faça antes que...”. Porém, segundo os autores, isto resolve apenas parcialmente o problema, pois, em situações particulares (ver Schragenheim e Dettmer (2001, p.154) tal abordagem coloca em risco o cumprimento das datas prometidas para entrega.

- Confusão do Operador. Em situações que o operador de um recurso não-restritivo recebe um lote de peças em que parte está com o aviso “não fazer antes que...” e a outra parte não contém nenhuma recomendação (como é de esperar que aconteça com recursos não restritivos localizados em pontos de divergências), pode haver confusão sobre o que o operador deveria fazer primeiro.

Na tentativa de evitar estes problemas e propor soluções mais adequadas, Schragenheim e Dettmer (2001) apresentam e sugerem o método de programação TPC Simplificado (TPC-S). De acordo com os autores, este método simplificado está baseado nas seguintes premissas:

- A demanda de mercado deve ser sempre a restrição do sistema. Às vezes, uma restrição interna pode interagir com a demanda de mercado, mas na maioria dos casos a restrição é temporária. Normalmente, os RRCs comprometem o desempenho do sistema em momentos de picos da demanda, porém, isto não ocorre sempre. Por outro lado, nos momentos de pico de demanda ou não, atender as necessidades específicas de um cliente é sempre importante em relação ao alcance da meta da empresa. Isto significa que, com exceção das situações de monopólio, a demanda de mercado deve ser sempre considerada uma restrição do sistema.
- Excesso de capacidade deve ser adicionado aos recursos restritivos. Quando um RRC fica sobrecarregado, a tendência é que as datas de entrega fiquem comprometidas com significativo risco à satisfação e lealdade do consumidor. Isto implica que a restrição permanente mercado está sendo insatisfatoriamente explorada, prejudicando a geração de ganho no curto e no longo prazo. Quando o RRC está ativo, ele também se torna uma restrição do sistema, constituindo-se em uma indesejável situação de restrições interativas.

Para funcionamento do TPC-S, Schragenheim e Dettmer (2001) citam seis princípios operacionais:

- Subordinar o sistema ao Mercado. Para que a demanda de mercado seja a única restrição do sistema, a organização deve possuir excesso de capacidade em todo o sistema na maior parte do tempo. Se o processo de focalização prescreve que os recursos não-restritivos devem ser subordinados à restrição do sistema, então toda a organização deve estar subordinada aos requisitos do mercado. Na medida em que a demanda é aceita como a principal restrição do sistema, pode-se afirmar que realmente o mercado é parte do “processo de fazer mais dinheiro”.
- Desenvolver capacidade protetiva em toda parte. Anteriormente, já foi apontado que os recursos precisam de capacidade protetiva para atender às mudanças na demanda e proteger as necessidades do RRC. Schragenheim e Dettmer (2001) observam, no entanto, que, na tentativa de atender à eficiência interna e evitar perda de negócios, as empresas convencionalmente carregam todos os seus recursos (inclusive o RRC) no limite de sua capacidade. O resultado é que nem o mercado, tampouco o RRC, são corretamente explorados.
- Orientar o MPS pela demanda. O MPS deve ser orientado pelos compromissos da empresa com o mercado. Estes compromissos devem ter por base as limitações de capacidade. No TPC Simplificado, o MPS constitui o tambor que determinará o ritmo de atendimento aos pedidos. Neste contexto, o único fator limitativo (potencial ou real) deve ser o RRC.
- Considerar como ordens de trabalho apenas as entregas completas de produto. Toda entrada de ordem de trabalho no MPS deve ser equivalente a uma entrega completa de produto, ou seja, um pedido confirmado pelo cliente. Desta forma, o método simplificado não cria ordens para os componentes da estrutura do produto (*bill of materials*).
- Balanceamento das necessidades de mercado com a capacidade do RRC. Como dito anteriormente, um MPS otimista é programa que não considera as limitações de capacidade. No TPC tradicional, os limites de capacidade do RRC são utilizados

para converter um MPS não-restritivo (otimista) em um plano factível. Porém, ao se fazer isso, a administração deve estar ciente dos impactos negativos sobre marketing e vendas (como aqueles advindos de postergações de entregas, perdas de vendas ou mesmo de clientes). No TPC-S, o planejamento da exploração é o processo de balancear as necessidades do mercado com a capacidade do RRC. No TPC-S, isto é feito monitorando-se a carga no RRC e assegurando que se tenha suficiente capacidade para satisfazer todas as datas prometidas. O conceito de “carga planejada” não será aqui detalhado, ainda que os autores afirmem ser ele peça fundamental para a efetividade do método TPC-S.

- Pulmão único. O método de TPC-S usa apenas um pulmão – o pulmão de mercado. Em ambientes MTO, o lead time cotado ou estabelecido para os clientes deve ser igual ou um pouco maior que o pulmão de mercado. Isto estabelece um limite inferior para o lead time cotado. Uma companhia pode prometer datas de entrega tão cedo quanto sua estimativa atual do pulmão de mercado, assumindo que um pedido do cliente pode ser imediatamente convertido a uma ordem de produção. O pulmão de mercado consiste no tempo que a matéria-prima leva do ponto de entrada até o ponto de entrega, incluindo os *set-ups*, a duração dos processos, tempo de movimentação e de filas, além de um calço contra variações. Vale destacar que, neste contexto, a corda do TPC simplificado é a lista de necessidades de material gerada pelo MPS, descontando-se das datas de entrega de cada pedido seu pulmão de mercado correspondente.

A implementação do TPC simplificado, de acordo com Schragenheim e Dettmer (2001), deve compreender as seguintes etapas:

- 1) Implemente as políticas necessárias para subordinar o sistema às necessidades de mercado. Para que isto aconteça, as medidas que estimulam as eficiências locais devem ser eliminadas; devem ser usados pequenos lotes de produção; a transferência de material em processo entre as estações deve ser feita por intermédio de lotes tão pequenos quanto práticos; e as prioridades devem ser estabelecidas em função das datas de entregas estabelecidas.

2) Estabelecer uma coordenação bastante próxima entre vendas, marketing e produção. Esta coordenação será possível quando Produção e Vendas chegarem a um consenso sobre o melhor mix de produção, a capacidade de produção não estiver demasiadamente comprometida e os vendedores forem capazes de refinar o *lead-time* prometido no momento em que o RRC estiver ativo.

3) Identificar o RRC. Se o processo produtivo está completamente carregado, deve-se procurar por um RRC esteja ativo. Em caso contrário, deve-se determinar qual recurso atingirá a carga total primeiro, se a demanda aumentar.

4) Determinar o tamanho do pulmão de mercado. Produtos com características diferentes de produção devem ter pulmões com tamanhos diferentes. O pulmão de mercado depende do excesso de capacidade existente no sistema. Desta forma, toda e qualquer variação ou mudança no excesso de capacidade disponível deve influenciar o tamanho do pulmão.

5) Determinar a zona vermelha. A zona vermelha não deve mudar com tanta frequência. Ela não deve ter uma proporção fixa em relação ao pulmão (no TPC tradicional, a zona vermelha corresponde a um terço do pulmão total). Desta forma, uma mudança no pulmão de mercado não significa necessariamente alterar a zona vermelha. Contudo, se o pulmão de mercado sofrer alterações da ordem de 50%, por exemplo, é claro que a zona vermelha deverá ser ajustada.

Por fim, acrescenta-se que, segundo Schragenheim (2002), a abordagem TPC, por estar fundamentada na não existência de RRC ativos no sistema produtivo, é a forma mais indicada de se gerenciar ambientes MTS sob a ótica da TOC. Isto se explica porque, como já dito, em ambientes MTS não pode haver gargalos reais permanentes. Para o autor, a aplicação do TPC-S em ambientes MTS torna-se simples e direta.

3.8. O método Gerenciamento do Pulmão para controle da produção

No que diz respeito à produção, o Gerenciamento do Pulmão é uma das principais ferramentas da TOC ao lado do Processo de Focalização e da Programação TPC.

Cox III e Spencer (2002) apresentam o método Gerenciamento do Pulmão (*BM – Buffer Management*) como um mecanismo de controle da Produção. No contexto da Teoria das Restrições, Schragenheim e Dettmer (2001) relacionam os principais objetivos do método. A saber:

- Garantir as datas de entrega. O método é desenhado para identificar rapidamente possíveis ameaças que podem atrasar as entregas e a disponibilidade.
- Alertar risco de instabilidade. O surgimento de um novo RRC e a necessidade de muitos apressamentos são indicadores da instabilidade do sistema. Neste caso, o Gerenciamento do Pulmão se encarrega de emitir sinais de alerta.
- Identificar a causa do problema. Normalmente, os problemas são causados por apenas um recurso. Para tanto, basta observar onde a maioria das ordens com necessidade de apressamento está presa para identificar o recurso que está se tornando um novo RRC.

De acordo com Schragenheim (2002), a idéia central do Gerenciamento de Pulmão é monitorar as causas que podem esgotar os mecanismos de proteção do sistema, isto é, os pulmões protetores estabelecidos. Para tanto, Csillag e Corbett (1998) afirmam que o método deve assegurar que as peças cheguem aos seus destinos conforme foi planejado. Os autores explicam que este controle de entrada do pulmão permite verificar quando ocorrem os “buracos” de entrega. Assim que estes buracos são identificados, imediatamente implementam-se ações corretivas para proteger o fluxo de materiais ao RRC e as datas de entrega dos pedidos.

Cox III e Spencer (2002), Schragenheim (2002) e Umble e Umble (2002) explicam que o Gerenciamento do Pulmão divide os pulmões em três zonas, geralmente do mesmo tamanho, para facilitar o controle e a tomada de decisão. A tendência é que os pedidos a serem processados pelo RRC ocupem estas zonas à medida que o pulmão desempenha seu papel. Portanto, estas zonas são as seguintes:

- **Zona Verde.** Quando o pedido está frequentemente posicionado nesta zona é sinal de que o nível do pulmão está alto, portanto, uma tentativa de redução seria aconselhável.

- **Zona Amarela.** Pedidos freqüentemente encontrados nesta zona costumam sinalizar que os níveis dos pulmões estão adequados. Porém, é preciso constante observação para evitar que reduções não-planejadas de estoques esgotem os mecanismos de proteção do sistema.

- **Zona Vermelha.** A penetração freqüente de pedidos nesta zona indica níveis de pulmões muito baixos. Esta situação deve servir de alerta, pois há uma ameaça à proteção do sistema. Portanto, ações devem ser implementadas para recompor o pulmão bem como medidas corretivas para redefinir o nível do pulmão quando a freqüência de penetrações na zona vermelha torna-se alta.

Alguns autores dedicam especial atenção a esta zona vermelha. Isto se deve à sua importância para o planejamento TPC e para os mecanismos de proteção do sistema. A seguir, portanto, a zona vermelha será abordada com maior ênfase.

Segundo Schragenheim e Dettmer (2001), a zona vermelha deve servir como um mecanismo preventivo de proteção ao planejamento estabelecido. O fato de um pedido ter penetrado na zona vermelha implica que há um grande risco de não atendimento do prazo deste pedido. Porém, há ainda tempo suficiente para que ações sejam tomadas antes que um dano maior ocorra (não cumprimento do prazo em ambientes MTO ou desabastecimentos em ambientes MTS).

Neste sentido, destaca-se outra característica do sistema de controle da produção baseado no gerenciamento do pulmão, que se combina com o TPC em particular e com os fundamentos da TOC em geral. O TPC planeja em detalhes poucos elementos do sistema produtivo (especificamente, a liberação de materiais e o RRC, se estiver ativo), assumindo, devido à presença de capacidade protetiva no sistema, que os demais recursos têm flexibilidade suficiente para se auto-ajustarem quando ocorrerem variações em relação ao planejado. Isso minimiza os riscos de não cumprimento dos compromissos assumidos com os clientes (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Desta forma, reprogramações da produção ocorrerão apenas se os pontos críticos do processo produtivo forem afetados (como um recurso gargalo, por exemplo)

pelas variações do processo. Os apressamentos na produção, por sua vez, se justificam apenas quando o pulmão estiver em sua região vermelha e se tornam possíveis graças à flexibilidade permitida pela existência de capacidade protetiva no sistema (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Schragenheim e Dettmer (2001) explicam que a gestão pela zona vermelha no TPC-S pode se transformar em uma forma simplificada de gerenciamento do pulmão. Para isto, o tempo da zona vermelha deve ser fixado. Tradicionalmente, alguns autores defendem uma relação proporcional entre o tempo da zona vermelha e o pulmão como um todo. No caso da fixação, por exemplo, quando o tempo do pulmão de mercado muda, a zona vermelha não se altera.

A zona vermelha deve ter um tempo suficiente para expedir um pedido de tamanho médio. Caso o tempo da linha (zona) vermelha seja muito curto, atrasos de entrega ocorrerão sempre (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001). Neste caso, as ações corretivas para recomposição de pulmão e medidas corretivas para redefinição de estoques serão necessárias. Os autores alertam que avisos também podem ocorrer por causa de uma zona vermelha muito extensa ou por pulmão de mercado insuficiente para os níveis de demanda, o que pode comprometer a estabilidade do sistema (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

Schragenheim e Dettmer (2001) observam que quando muitos pedidos penetram regularmente a zona vermelha, mas o sistema aparenta estar muito estável, provavelmente esta zona tempo está muito extensa. Por outro lado, se há muitas penetrações na zona vermelha e o sistema está instável, soluções como o aumento da capacidade do RRC ou a redução dos níveis de demanda (no caso do aumento da capacidade do RRC não puder ser feito num curto prazo) podem ser necessárias.

De acordo com Schragenheim e Dettmer (2001), a zona vermelha também pode ser utilizada para o controle de matéria-prima. Não é sempre que o pulmão de expedição protege o sistema contra a ausência de estoque. Uma vez que o estoque de matéria-prima é o ponto de partida do processo de manufatura e, portanto, crucial para o sucesso do plano de exploração da restrição do sistema, as ausências de estoques são intoleráveis.

Ainda sobre o controle de matéria-prima, Schragenheim e Dettmer (2001) explicam que o conceito de pulmão pode ser um pouco diferente. Embora, o estoque de matéria-prima possa ser convertido dentro do tempo médio de consumo, este é um entendimento questionável. Por exemplo, quando se pensar que se tem estoque para duas semanas, na verdade a incerteza da demanda pode consumir o estoque em três semanas ou em três dias.

Por fim, os autores destacam alguns aspectos importantes para estabelecer o tempo da zona vermelha:

- saber por quanto tempo será necessário manter os estoques de matéria-prima;
- receber alertas que demonstrem a real ameaça de esgotamento dos estoques enquanto os pedidos chegam;
- levar em consideração o tempo de ressuprimento por parte dos fornecedores.

Schragenheim (2002) afirma que, em sistemas MTS, os pulmões são essencialmente de produtos acabados, diferentemente dos sistemas MTO, no qual os pulmões são todos expressos na forma de tempo. Nos sistemas MTS, portanto, a proteção entra em fase de esgotamento quando os estoques disponíveis atingem níveis críticos antes de qualquer esforço para recuperá-los. Nestas ocasiões, a zona vermelha do Gerenciamento de Pulmão é acionada de forma emergencial, pois se trata de uma exceção que desencadeará alguma ação no sentido de completar o pedido correspondente o mais rapidamente possível.

Para o autor, o nível de emergência padrão seria 33% de todo o pulmão. Contudo, o tamanho deste nível de emergência pode seguir dois critérios:

- Processamento de Pedidos e Reposição de Estoques. O estoque disponível ou em mãos na forma de produtos acabados deve ser sempre suficiente para apressar os pedidos antes que haja um desabastecimento. Se isto não for possível, os níveis de emergência (ou zona vermelha) devem ser elevados.
- Cruzamento dos níveis de emergência. Embora os pedidos não cruzem os níveis de emergência com frequência, não é raro que isto aconteça. Caso esta não seja a realidade, os níveis de emergência precisam ser reduzidos.

Por fim, Schragenheim (2002) explica o conceito de status do pulmão, fundamental para execução do controle de produção pelo Gerenciamento do Pulmão, principalmente em ambientes que operam simultaneamente com ordens de produção MTO e MTS. Este conceito é facialmente e preferencialmente aplicável no TPC-S.

Segundo o autor, o status do pulmão (SP) pode ser assim definido:

- Ambientes MTO: O SP é igual ao tempo consumido do pulmão de mercado dividido pelo tempo total do pulmão de mercado.

- Ambientes MTS: O SP é igual à quantidade de itens faltantes em relação ao nível alvo (ou máximo) de produtos acabados dividido por este nível alvo.

As definições para o SP permitem concluir que, quanto maior o status, mais urgente é a ordem de produção, não importando ser esta referente a um pedido MTO de um cliente ou uma necessidade de reposição de produtos acabados em ambientes MTS. Um pedido de reposição de produtos acabados (MTS, portanto) com SP igual a 71% deve ter prioridade em relação a uma ordem de produção MTO com SP de 48%, por exemplo.

Importa observar que o conceito de status do pulmão no TPC-S como mecanismo de priorização de chão-de-fábrica é uma consequência imediata da subordinação de toda a operação ao mercado. Sob este critério, todos os recursos produtivos, inclusive o RRC, procuram nortear suas operações em função do atendimento dos compromissos assumidos com o mercado (entregar no prazo pedidos MTO e garantir que não haverá desabastecimentos de produtos MTS).

Sob o ponto de vista da Gestão da Demanda, o uso do status do pulmão implica em considerar como o principal critério norteador de decisões de chão-de-fábrica a exploração da restrição mercado, afastando-se de quaisquer medidas, indicadores de desempenho ou ações originárias de otimizações locais. Eficiências locais não mais importa sob esta ótica. O que determina o Ganho do sistema como um todo é o mercado e, portanto, todos os esforços devem ser enveredados com o intuito de permitir uma completa subordinação da empresa à exploração da restrição mercado.

3.8.1. O controle da produção no TPC Simplificado

De acordo com Schragenheim e Dettmer (2001), dentro do método TPC Simplificado, os procedimentos de controle são desenhados para alertar três situações:

- quando as datas de entrega estão em risco;
- quando a carga do RRC atinge os limites da estabilidade do MPS, o sistema está próximo de perder sua estabilidade;
- quando a carga dos recursos não restritivos também se torna alta, a tendência é que estes recursos passem a ser restrições iterativas, comprometendo, portanto, todo o sistema.

O autor ainda destaca que incertezas externas podem comprometer seriamente a integridade da programação das datas de entrega. Some-se a isto, a necessidade de impedir o sobrecarregamento antes que ele se torne crítico. Para tanto, o TPC simplificado faz uso de duas abordagens complementares de controle da produção.

A primeira refere-se à própria abordagem de Gerenciamento do Pulmão (ou controle via linha ou zona vermelha), já explicitada, que permite identificar situações onde apressamentos preventivos se fazem necessários para se garantir a exploração da restrição. A segunda se chama controle via carga planejada. Carga planejada é definida por Schragenheim e Dettmer (2001) como o total de horas necessárias para um recurso completar todo o trabalho formalmente liberado para o chão-de-fábrica. Quando calculado no RRC, ele permite saber, em ambientes MTO, se a empresa não está prometendo prazos infactíveis. Por exemplo, se um RRC de uma empresa trabalha 8 horas por dia, e há 160 horas (ou 20 dias) de trabalho liberado para ele, não seria realístico prometer entregar um pedido novo em um prazo próximo a este valor.

De fato, se o *lead-time* cotado com o mercado é de 20 dias, a empresa deve tomar ações de controle para evitar que o RRC tenha uma carga próxima a este valor. Schragenheim e Dettmer (2001) sugerem que a carga planejada não deveria ultrapassar 80% (16 dias ou 128 horas) do lead time de entrega cotado. Estes 20%

ou mais de folga no RRC deve ser interpretada como uma capacidade protetiva que deveria ser sempre preservada para se garantir a exploração da restrição mercado (cumprimento dos prazos estabelecidos com os clientes). Isto confirma o princípio anteriormente exposto que no TPC-S até mesmo o RRC não deve alcançar altas eficiências locais.

3.8. Distribuição e Gestão da Cadeia de Suprimentos segundo a TOC

Fundamentada na importância dos sistemas logísticos de distribuição para o correto funcionamento da cadeia, a Teoria das Restrições trata a Distribuição e a Gestão da Cadeia de Suprimentos como dois assuntos inter-relacionados.

Para a Teoria das Restrições, a Cadeia de Suprimentos equipara-se a um sistema composto de elos devidamente ligados entre si. A capacidade desse sistema é igual à capacidade do elo mais fraco. Embora seja inevitável relacionar esta definição de restrição às empresas que compõem a Cadeia de Suprimentos, há outros elementos relacionados que podem assumir tal posição.

À luz da Teoria das Restrições, determinadas práticas e conceitos da visão tradicional da Gestão da Cadeia de Suprimentos podem ser considerados inadequados. Nesta direção, Simatupang *et al.* (2004) fazem algumas observações importantes. A saber:

- não é sempre que as decisões dos membros da cadeia consideram a cadeia como um todo;
- tradicionalmente, presumi-se que a busca por reduções locais de custos nos elos-membro promoverá benefícios globais para a cadeia – esta visão não é compartilhada pela TOC;
- diferentemente do pensamento convencional, o volume da transferência de produtos entre os elos da cadeia deve estar subordinado ao ritmo de consumo no mercado;
- os critérios de análise de desempenho utilizados pelos seus membros costumam ser diferentes daqueles aplicados à cadeia.

Abordando o assunto de forma mais direta, Umble e Umble (2002) entendem que a Cadeia de Suprimentos não consegue atingir o seu melhor desempenho em função

de três elementos do sistema logístico: a política de pedidos, as regras de produção e as estratégias de estoques.

Rahman (2002) também destaca alguns elementos que contribuem para a não-competitividade da cadeia na perspectiva da TOC. A saber:

- longos ciclos produtivos,
- alto custo do gerenciamento de inventário;
- baixo nível de serviço ao cliente;
- altos custos de distribuição;
- alto custo da cadeia de suprimentos.

Estas afirmações parecem comprometer o atingimento dos principais objetivos de uma Cadeia de Suprimentos e de seu sistema de distribuição que, de acordo com Shimchi-Levi *et al.* (2000), consistem em produzir nas quantidades certas, posicionar os produtos nos locais corretos e no momento mais adequado além, de forma geral, minimizar os custos globais oferecendo níveis de serviços satisfatórios.

Para solucionar estes problemas, Simatupang *et al.* (2004) propõem a aplicação de determinados conceitos e filosofias da Teoria das Restrições à gestão da cadeia. É preciso consolidar a idéia de que o objetivo principal da cadeia, na perspectiva de um sistema, é “fazer dinheiro”. Para facilitar o atingimento deste objetivo, os Simatupang *et al.* (2004) defendem que as mesmas três medidas de desempenho financeiro aplicados a uma empresa devem também orientar a cadeia e seus elos-membro. A saber:

- **Ganho.** Consiste na taxa com que a cadeia de suprimentos gera dinheiro através das vendas. Esta taxa é equivalente a todo o dinheiro que entra na cadeia oriundo do mercado. O ganho compreende todas as entradas de dinheiro obtidas por meio da venda de produtos menos seus custos totalmente variáveis ao longo da cadeia (custos de materiais, comissões de vendas, promoções, fontes consumíveis, etc).
- **Investimento.** É a soma de todos os recursos investidos nos esforços de vender os produtos. A maior parte envolve a compra de matéria-prima e

componentes de fornecedores. Exclui-se deste montante o valor agregado por trabalho e despesas gerais.

- **Despesas Operacionais.** Compreendem todas as despesas da cadeia em transformar os investimentos em ganho. Estas despesas são os custos do trabalho direto, despesas gerais e os outros custos fixos empenhados no processo de transformação.

Uma compreensão mais detalhada da proposta da TOC para Distribuição e Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM) pode ser encontrada em Goldratt e Goldratt (2006), que procuram oferecer uma visão integrada sobre o relacionamento entre Cadeia de Suprimentos e Distribuição bem como os seus impactos na Gestão da Demanda. Em Goldratt *et al.* (2000) encontram-se também algumas discussões a respeito.

A solução proposta pela TOC para SCM e distribuição passa pela aplicação de seu processo de focalização, a saber:

- **1ª Etapa – Identificação da Restrição**

A restrição do sistema governa a geração de ganho pelo sistema. Em um sistema de distribuição, como parte de uma cadeia de suprimentos, quem governa o ganho são os clientes vai às lojas comprar produtos. Em um sistema de distribuição, a demanda deve ser a única restrição presente e sua gestão torna-se peça fundamental.

- **2ª Etapa – Exploração da Restrição**

Para explorar a sua restrição, a empresa (como parte do sistema cadeia de suprimentos mais amplo) deve se empenhar em satisfazer plenamente o cliente, garantindo que o produto certo, esteja no lugar certo e no momento certo.

- **3ª Etapa – Subordinação de tudo à Restrição**

Segundo os autores, aqui está o grande desafio. Como garantir que o produto certo esteja no lugar certo e no momento certo? A resposta passa pela compreensão que toda a cadeia deve estar subordinada ao mercado. Isto significa assumir que as requisições do mercado serão atendidas da melhor forma possível.

A proposta da TOC para lidar com sistemas de distribuição não será aqui detalhada por estar fora do escopo e dos objetivos aqui visados, porém, as seguintes fundamentações lógicas e ações são recomendadas pela TOC (GOLDRATT; GOLDRATT, 2006; SOUZA *et al.*, 2005; SIMATUPANG *et al.*, 2004; YUAN *et al.*, 2003; UMBLE; UMBLE, 2002; GOLDRATT *et al.*, 2000):

▪ **Fundamentações lógicas**

- os estoques devem ser dimensionados segundo a expressão: consumo dentro do tempo de reabastecimento ponderado pelas variabilidades do consumo e do tempo de reabastecimento;
- quanto mais curto o tempo de reabastecimento, menores as variabilidades tanto do tempo de reabastecimento quanto da demanda;
- quanto maior a agregação, menor a variabilidade;
- o tempo de reabastecimento é igual ao *lead-time* de pedido (intervalo de tempo entre dois pedidos consecutivos) mais o lead time de suprimento (soma dos lead times de produção e transporte);
- quando os clientes fornecem diariamente dados referentes ao consumo e um caminhão é carregado com o máximo possível de sortimento de itens, o lead time do pedido tende a cair drasticamente, geralmente para apenas um dia;
- manter-se um armazém central ou da fábrica permite altos níveis de agregação, reduzindo dramaticamente as variabilidades da demanda neste ponto;
- manter-se um armazém central ou da fábrica reduz dramaticamente o tempo de reabastecimento aos pontos a jusante no canal de distribuição, o qual passa a ser composto basicamente apenas pelo lead time de transporte;
- cortar o *lead-time* de produção reduz o lead time de suprimento ao armazém da fábrica.

Baseadas nestas fundamentações, as seguintes ações são sugeridas:

▪ **Ações recomendadas**

- o fornecedor garante e mantém um armazém da fábrica;
- em cada ponto do canal de distribuição os estoques são dimensionados segundo a expressão: consumo dentro do tempo de reabastecimento ponderado pelas variabilidades do consumo e do tempo de reabastecimento;

- o fornecedor deve ter controle sobre os estoques dos clientes;
- os estoques devem ser repostos com alta frequência e preferencialmente todos os dias;
- o fornecedor repõe, no estoque dos clientes, apenas o que é vendido;
 - o fornecedor obtém informações do ponto de venda diariamente e repõe periodicamente os estoques;
- o fornecedor deve fazer o Gerenciamento do Pulmão dos estoques mantidos em seu armazém da fábrica, nos armazéns regionais e nos pontos de venda, assegurando ao cliente altos níveis de giro de estoques e disponibilidades;
- o fornecedor deve fazer o Gerenciamento do Pulmão dos estoques mantidos em seu armazém da fábrica, nos armazéns regionais e nos pontos de venda ajustando dinamicamente os níveis de estoques necessários nestes pontos;
- políticas de reposição devem estar subordinadas ao objetivo maior exploração do mercado, implicando na eliminação de quaisquer políticas baseadas em eficiências locais;
- em troca de menos estoque e mais vendas, os clientes deveriam compartilhar seus ganhos com os fornecedores pagando-lhes bônus apropriados (solução ganha-ganha);
- o valor do produto deveria ser estabelecido pelo elo que está mais próximo do cliente – o ponto de venda;
- as empresas deveriam negociar uma porcentagem no preço final (limitado a um valor mínimo) e não um preço fixo.

Respeitadas tais regras de negócio, GOLDRATT e GOLDRATT (2006) afirmam ainda que o fornecedor pode reduzir os estoques nos centros de distribuição regionais mantendo apenas a quantidade suficiente para cobrir os *lead-times* de entrega (essencialmente o *lead-time* de transporte). A melhora do nível de serviço por parte do fornecedor pode ter como outra contrapartida do ponto de venda um no aumento de espaço nas prateleiras. Por fim, e não menos importante, o fornecedor deve oferecer descontos ou reduções de preços em função da quantidade comprada dentro de um período e não pelo tamanho do pedido, evitando-se o conceito de lotes mínimos ou econômicos.

Simatupang *et al.* (2004) propõem a prática de políticas colaborativas de reposição. Segundo os autores, na perspectiva da Teoria das Restrições, a reposição protege as vendas, desde que os fornecedores produzam apenas o que o mercado consome no canal de distribuição. Para tanto, o canal deve conhecer o comportamento do cliente e o ciclo de vida do produto para compartilhar estas informações com o fornecedor.

Para orientar suas ações, o fornecedor deve usar o estoque de produtos acabados como pulmão praticando, portanto, o Gerenciamento do Pulmão. Simatupang *et al.* (2004) explicam que a zona verde representa o nível do pulmão onde o risco de desabastecimento é baixo. Quando o pulmão da zona amarela começa a ser consumido, o fornecedor deve observar atentamente o padrão de consumo e as atividades envolvidas. A zona vermelha sinaliza a possibilidade de perda de vendas, portanto, entregas emergências precisam ser feitas para repor o pulmão.

Umble e Umble (2002) também concordam com o uso do método do Gerenciamento do Pulmão na Cadeia de Suprimentos. Apoiado no sistema de alerta dos pulmões, o método serve para proteger a cadeia contra possíveis interrupções no abastecimento e ou não-cumprimento das datas de entrega. O método também facilita a monitoração dos níveis estoques ao longo da cadeia.

Importa destacar que o objetivo central de todas estas práticas não é necessariamente a redução de custos logísticos totais. Os giros de estoques não são aumentados apenas como resultado das reduções dos estoques, mas, principalmente, devido ao aumento das vendas prioritariamente visado. Na verdade, o que a Teoria das Restrições pretende é aumentar a disponibilidade do produto nos pontos de venda por entender que, desta forma, o Ganho do sistema será alavancado. Conforme apontado anteriormente, o objetivo da cadeia deveria ser fazer dinheiro e, para que isto ocorra, os produtos devem estar sempre disponíveis aos clientes, aumentando-se as vendas e, conseqüentemente, efetivando-se a exploração da restrição mercado.

As ações sugeridas pela TOC para distribuição parecem implicar em certas práticas de Gestão da Demanda à luz da Gestão da Cadeia de Suprimentos como forma de aumentar as vendas da cadeia de suprimentos, como parcerias entre fornecedor e cliente e estoques gerenciados pelo fornecedor.

Vale dizer também que muitas das práticas convencionais de gestão de materiais são abandonadas pela TOC, a qual as considera como parte de políticas restritivas. Lotes econômicos, lotes mínimos, pontos de reposição, reposições baseadas em níveis máximos e mínimos, e mesmo medidas que visem garantir sempre pleno preenchimento das cargas dos caminhões, são exemplos de políticas consideradas restritivas e são abolidas pela TOC (GOLDRATT; GOLDRATT, 2006).

Isto não implica, no entanto, que altos giros e disponibilidades vêm acompanhados por elevações dos custos logísticos, como pode ser visto pelos resultados historicamente alcançados com implementações da solução TOC, segundo Goldratt e Goldratt (2006):

- a) Inventário no sistema cai, tipicamente, para 50% do seu valor inicial;
- b) Vendas aumentam em 20%;
- c) Transferências internas entre armazéns regionais caem (tipicamente para quase zero);
- d) Obsolescência cai (tipicamente para menos que a metade);
- e) Despesa Operacional permanece aproximadamente a mesma;
- f) Relacionamentos entre clientes e fornecedores melhoram significativamente.

3.9. O papel das previsões de venda segundo a TOC

Ao longo do Capítulo 3, fica claro que a previsão de vendas ocupa papel central para as atividades de Gestão da Demanda e Gestão da Produção. No contexto da Teoria das Restrições, a previsão não tem o mesmo posicionamento.

Umble e Umble (2002) afirmam que, além de não serem precisas, as previsões são pouco confiáveis em função de variações no comportamento do consumidor. Estas variações, normalmente, são causadas por um conjunto de elementos externos que estão fora do controle da empresa. Por esta razão, a previsão se torna fonte de incertezas.

As incertezas da previsão estão ligadas ao horizonte de cobertura. Schragenheim (2002) observa que uma previsão semanal tende a ser mais precisa que uma previsão mensal, por exemplo, pois cobre um horizonte de tempo menor, permitindo-se identificar mais facilmente o comportamento da demanda. Para o autor, estas mesmas condições não são possíveis em previsões de médio e longo prazo. Em função de estarem mais expostas a variações, as previsões que cobrem horizontes maiores são de qualidade inferior.

Na seção anterior, que abordou a distribuição e a Gestão da Cadeia de Suprimentos, ficou claro que o fornecedor deve repor o que foi consumido, preferencialmente, pelo cliente no dia anterior. Para isto, não apenas um rearranjo logístico torna-se necessário, mas também a execução de um efetivo Gerenciamento do Pulmão torna-se fundamental. Isto significa dizer que o gerenciamento dinâmico do pulmão funciona como um mecanismo particular da Teoria das Restrições para produzir segundo o consumo real.

Importante destacar que a Teoria das Restrições não pretende eliminar as previsões, compreendendo seu papel na gestão da demanda. O uso de previsões de vendas para decisões de médio e longo prazos parece ter pouca distinção sob a ótica da Teoria das Restrições. Conforme abordado no Capítulo 3, as previsões são importantes para decisões e estratégias da empresa.

No entanto, para decisões de produção e entrega de curto prazo, a Teoria das Restrições defende a realização de previsões de demanda uma única vez. Depois de prontas, as previsões devem ser utilizadas para se determinar os níveis alvo de estoques ao longo dos canais de distribuição, seguindo-se a fórmula recomendada. A partir deste momento, o Gerenciamento do Pulmão é empregado para dinamicamente ajustar os níveis de estoque mantidos, atuando como um mecanismo alternativo de previsão de demanda. Apenas possíveis tendências de aumentos ou reduções importantes da demanda advindas de políticas mercadológicas (como propagandas mais agressivas ou substituições de produtos) são adicionalmente informadas para a gestão de materiais e da demanda, sob o ponto de vista da TOC (SCHRAGENHEIM, 2002).

O pressuposto é que tudo o que foi vendido hoje será vendido amanhã e variações na demanda ou no tempo de reabastecimento são efetivamente consideradas pelo gerenciamento do pulmão no momento em que ele dinamicamente redimensiona os estoques. Há, no entanto, duas situações em que a quantidade reposta pode diferir do consumo real (SCHRAGENHEIM, 2002, GOLDRATT; GOLDRATT, 2006):

- quando o pessoal de marketing indicar que há necessidades de alterações no pulmão em função de promoções ou descontinuidades de produtos, por exemplo;
- quando os alertas do Gerenciamento do Pulmão sugerirem alterações no tamanho do pulmão.

3.10. A TOC e a Gestão da Demanda via flexibilidade do sistema produtivo

A flexibilidade de um sistema produtivo está essencialmente relacionada com a capacidade de atender às necessidades do mercado, independentemente das mudanças que nele possam acontecer. Esta flexibilidade pode se dar na medida em que a empresa consegue atender os seguintes requisitos: produzir nas quantidades certas, posicionar os produtos nos locais corretos e no momento mais adequado além, de forma geral, minimizar os custos globais oferecendo níveis de serviços satisfatórios (SHIMCHI-LEVI *et al.*, 2000; UMBLE; UMBLE, 2000).

Os conceitos da Teoria das Restrições aplicados em conjunto parecem buscar oferecer ao sistema produtivo alto poder de flexibilidade. Para melhor compreensão sobre este aspecto, parece oportuno retomar determinados conceitos já citados e estabelecer sua relação com a flexibilidade (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001; SCHRAGENHEIM, 2002):

- **Processo de Focalização.** O principal objetivo do processo de focalização é identificar as restrições do sistema, explorar a restrição, subordinar os recursos não-restritivos à restrição, elevar a capacidade da restrição e identificar novas restrições. Este processo considera a real capacidade do sistema. Conseqüentemente, todo o planejamento realizado a partir da restrição oferecerá alternativas mais confiáveis para a empresa negociar com seus clientes.

- **Capacidade Protetiva.** A capacidade protetiva tem como prioridade repor o pulmão que protege o RRC ou qualquer outra restrição do sistema. Contudo, esta capacidade protetiva ainda permite aproveitar novas oportunidades de negócio. Neste aspecto, a capacidade protetiva oferece a flexibilidade necessária para que estas oportunidades sejam exploradas sem comprometer a proteção do sistema e atendendo as flutuações da demanda com maior facilidade. Vale destacar que a existência de capacidade protetiva permite que as ações de controle tais como o apressamento de pedidos, por exemplo, possam ocorrer sem comprometer o atendimento de compromissos já firmados com os clientes.
- **Planejamento e Programação TPC.** Todos os recursos do sistema ficam amarrados ao RRC e ou à restrição mercado. Desta forma, as alternativas de negócio oferecidas podem ser implantadas facilmente, uma vez que não haverá qualquer conflito em termos de capacidade disponível nos demais recursos. Portanto, todo o sistema se adapta muito facilmente a eventuais mudanças.
- **Gerenciamento do Pulmão.** O método de Gerenciamento do Pulmão protege as restrições do sistema contra as interrupções nos demais elementos do sistema. A sua sistemática de alertas monitora o surgimento de ameaças. Desta forma, o método assegura o cumprimento da programação sem que seja necessário ajustar a programação nas situações em que ocorrem interrupções no fluxo de materiais.

Outro elemento de fundamental importância no desenvolvimento da flexibilidade do sistema produtivo é a opção pela prática de lotes menores e flexíveis. Conforme já destacado anteriormente, a relação entre lotes e eficiências locais compromete a disponibilidade do produto. Romper com tais práticas, equivale a tornar o sistema produtivo mais flexível.

Estes conceitos aplicados em conjunto devem permitir que o sistema produtivo alcance elevados índices de flexibilidade, conduzindo a uma forma particular de executar o processo de Gestão da Demanda. Este assunto será melhor tratado no

capítulo que segue.

4. A GESTÃO DA DEMANDA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Neste capítulo será apresentada a visão da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda. Ainda que muitas destas considerações já tenham sido feitas no último capítulo, neste momento, tais considerações serão melhor contextualizadas à luz da Gestão da Demanda.

4.1. Subordinação ao Mercado

Conforme abordado no Capítulo 3, o Processo de Focalização da TOC busca identificar as restrições e eliminá-las uma a uma. Cox III e Spencer (2002) afirmam que uma restrição de capacidade consiste em qualquer elemento que tenha capacidade inferior à demanda de mercado. Na medida em que as restrições são eliminadas, o sistema produtivo passa a ter capacidade produtiva acima da demanda do mercado. Em outras palavras, até mesmo os recursos que, inicialmente, seriam considerados restritivos passam a possuir capacidade protetiva. Portanto, a restrição se torna o próprio mercado, uma vez que este não é capaz de ocupar plenamente as capacidades do sistema produtivo.

O processo de subordinação tem um pressuposto fundamental. Schragenheim e Dettmer (2001) explicam: se a empresa aceitar que o mercado é a restrição do sistema, ou seja, o elemento que a impede de “fazer mais dinheiro”, então, finalmente, o mercado se torna parte do sistema.

A terceira etapa do Processo de Focalização é justamente a subordinação de todo o sistema à restrição. No Capítulo 3, fica claro que a subordinação implica em condicionar toda a programação dos recursos não-restritivos à restrição. Seguindo este princípio, o sistema produtivo deve estar completamente subordinado ao mercado. Isto significa dizer que todos os recursos produtivos devem estar subordinados às condições de fornecimento estabelecidas junto aos clientes.

Em geral, a capacidade protetiva tem a função de proteger o sistema. Porém, à luz da Gestão da Demanda, a capacidade protetiva permite uma resposta mais adequada a possíveis variações bem como o aproveitamento de oportunidades de negócio, (UMBLE; UMBLE, 2002).

Na medida em que o sistema produtivo está subordinado ao mercado, a capacidade protetiva atua como um facilitador da estratégia de negócio da empresa. Schragenheim e Dettmer (2005), por exemplo, sugerem que o excesso de capacidade seja empregado para a entrada da empresa em novos segmentos de mercados. Produzir para mais de um mercado, na opinião dos autores, ajuda a evitar picos de demanda e o surgimento de restrições interativas.

A existência de capacidade protetiva minimiza a necessidade de estoques, conforme apontado no Capítulo 3 (UMBLE; UMBLE, 2002). Porém, a empresa poderia obter uma outra vantagem com a capacidade protetiva. A existência de capacidade protetiva e não de estoques oferece à empresa significativa flexibilidade para produzir exatamente o que o mercado deseja. Caso houvesse muito estoque, a empresa poderia encontrar dificuldades em atender às alterações na demanda (como descontinuidades de produtos, por exemplo) incompatíveis com o estoque existente.

As medidas financeiras de apoio à decisão (Ganho, Investimento e Despesa Operacional discutidas no Capítulo 3) reforçam a necessidade de o sistema produzir exatamente o que o mercado deseja. Contudo, a programação do sistema produtivo deverá procurar o mix de produção que oferecer a melhor alternativa de lucro. É presumível, portanto, que esta situação permitirá um melhor equilíbrio entre os interesses da empresa e as condições de mercado.

Watson (2002) destaca que entre as medidas de desempenho da TOC, a principal é o Ganho. A meta da empresa é fazer dinheiro (e não reduzir custos) e somente o foco no Ganho permite o atingimento desta meta. Para se ter aumentos significativos no ganho, não há outra maneira que não seja investir em mais vendas e, portanto, priorizar ações que privilegiam o atendimento às necessidades do mercado. Qualquer restrição interativa, como um RRC ativo, comprometeria este processo.

Novamente, capacidade protetiva ou excesso de capacidade em todos os pontos torna-se um aspecto fundamental desta lógica.

Por isso a grande ênfase que a Teoria das Restrições dá ao aumento da disponibilidade do produto em ambientes MTS e de distribuição, ou em flexibilidade, prazos curtos e cumprimento de prazos em ambientes MTO. Se bem observadas, deve-se notar que as abordagens da TOC para gestão de operações têm sempre este foco, qual seja, permitir que a demanda atual seja plenamente atendida (cumprimento do segundo passo do Processo de Focalização, isto é, explorando-a ou não a desperdiçando) e que novas demandas possam ser conquistadas (cumprindo o quarto passo, isto é, elevando a restrição mercado). Esta parece ser a essência da Gestão da Demanda sob o ponto vista da TOC.

No entanto, é no terceiro passo do processo de focalização, relativo à subordinação, que a TOC parece permitir a concretização de seus objetivos, incentivando capacidades protetivas em todo o sistema sem que estas sejam consideradas como desperdícios. A completa eliminação de medidas de eficiências locais parece ser fundamental para se garantir isso. O processo de subordinação será desdobrado nos itens que se seguem.

4.2. A visão da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda

Ao longo dos Capítulos 2 e 3 foram desenvolvidas diversas análises sobre a Gestão da Demanda e os conceitos mais importantes da Teoria das Restrições. No presente capítulo, pretende-se apresentar o processo de Gestão da Demanda a partir da visão da Teoria das Restrições.

Respeitando a ordem com a qual os aspectos da Gestão da Demanda foram discutidos no Capítulo 3, serão analisados os sub-processos estratégicos e operacionais do modelo de Croxton *et al.* (2002) contrapondo-os sob a ótica da TOC.

4.2.1. Sub-Processos Estratégicos

De acordo com o modelo de Gestão da Demanda apresentado por Croxton *et al.* (2002), os sub-processos estratégicos são:

- Definição dos Objetivos e Estratégias da Gestão da Demanda;
- Definição dos Procedimentos de Previsão;
- Plano do Fluxo de Informação;
- Definição dos Procedimentos de Sincronização;
- Desenvolvimento de Sistemas para Gestão de Contingências;
- Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho.

Cada um destes sub-processos será a seguir discutido.

4.2.1.1. Definição dos Objetivos e Estratégias da Gestão da Demanda

Para a Teoria das Restrições, a definição do objetivo da Gestão da Demanda deve levar em consideração algumas de suas práticas:

- reconhecimento do mercado como a principal restrição do sistema;
- o processo de focalização que, entre outras medidas, subordina todo sistema produtivo à restrição mercado;
- o planejamento TPC e mais especificamente do TPC-S que se ocupa em condicionar a programação de todos os recursos à restrição do sistema mercado;
- a existência de capacidade protetiva para proteger o sistema e aproveitar oportunidades oferecidas pela demanda;
- o gerenciamento do pulmão, que visa a assegurar o funcionamento contínuo da restrição e alertar contra ameaças ao atendimento dos compromissos assumidos com os clientes.

Este conjunto de práticas contribui para a subordinação do sistema produtivo ao mercado (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001). Até o presente momento, parece ser possível supor que o objetivo da Gestão da Demanda, de acordo com a Teoria das Restrições, seja, após reconhecer (passo 1 – identificar a restrição) o mercado

como a única restrição permanente do sistema, sedimentar o mercado atual (passo 2 - explorar a demanda atual), assegurar que o sistema produtivo sempre estará subordinado (passo 3) ao mercado e alavancar novas demandas de mercado (cumprimento do quarto passo relativo à elevação da restrição)

Em relação às estratégias do processo, a Teoria das Restrições parece optar pelo aumento da flexibilidade do sistema produtivo. De fato, as ações implementadas para ganhar e preservar as capacidades protetivas do sistema têm, fundamentalmente, a intenção de promover flexibilidade, no seu sentido estrito, a todo o sistema.

4.2.1.2. Procedimentos de Previsão

No Capítulo 3, Mello (1996) e Croxton *et al.* (2002) apresentam três períodos de previsão em termos de prazo: curto, médio e longo. Para cada horizonte de previsão, um conjunto de procedimentos faz-se necessários.

Para a Teoria das Restrições, as previsões de médio e longo prazo, comparadas às previsões de curto prazo, possuem valores diferentes. As previsões de médio e longo prazo são importantes para as decisões de investimentos e definição das estratégias da empresa como o lançamento de um novo produto, a construção de uma nova fábrica, por exemplo. Este tipo de visão está em consonância com as práticas convencionais de previsão. Em acordo com Kotler (2000) e Chiavenato e Sapiro (2004), o cenário futuro de negócio facilita a tomada de decisões no presente. Portanto, estas previsões devem ser desenvolvidas pela empresa.

Schragenheim e Dettmer (2001) e Schragenheim (2002) sustentam a tese que tomar decisões de produção de curto prazo baseadas em previsões de vendas no nível de produto final não é recomendável. Mesmo em horizontes curtos, é impossível, segundo os autores, prever-se vendas com um mínimo de confiabilidade para se tomar decisões acertadas. Os autores lembram que a quantidade a ser mantida em estoque para atendimento da demanda real não depende apenas da demanda média esperada, mas também dos tempos de reposição e, não menos importante, das variabilidades de ambos. Ter-se, em tempo real, indicadores de variação de

cada um destes elementos não seria razoável sob o ponto de vista prático, segundo os autores. A única opção que sobra, ainda segundo eles, é ser flexível o suficiente para produzir, entregar e repor estoques com rapidez suficiente para se operar de acordo com o consumo real, garantindo a disponibilidade do produto final (*Make-to-Availability*).

Neste sentido, como já comentado no capítulo 3, as previsões de curto prazo poderiam assumir caráter mais indicativo, uma vez que o ajustamento dinâmico do pulmão, dentro do Gerenciamento do Pulmão, permitira um acompanhamento mais preciso do comportamento da demanda real. Naturalmente, essa recomendação da Teoria das Restrições depende uma regra de negócio importante: o fornecedor deve repor apenas o que foi consumido pelo ponto de venda.

Estas observações permitem supor, portanto, que a Teoria das Restrições defende as decisões de produzir visando à disponibilidade (MTA) de curto prazo. O gerenciamento do pulmão via status do pulmão de produtos acabados teria a incumbência de fornecer as informações necessárias para que se decida sobre o que o produzir em ambientes MTS. Portanto, sempre que possível, a produção deve ser MTA (baseada no consumo real e garantindo máxima disponibilidade) em lugar de *Make-to-Forecasting* (baseada em previsões de alguma forma desdobradas no nível de produto final). Fung (1999) e Umble e Umble (2002) denominam esta lógica de sistema puxado pelo consumo (*customer pull system*).

4.2.1.3. Plano do Fluxo de Informação

Na revisão bibliográfica, não há qualquer observação específica sobre o assunto. De qualquer modo, Souza *et al.* (2005) afirmam que, para a Teoria das Restrições, o foco da Gestão da Cadeia de Suprimentos é sempre o consumidor-final. Os autores sugerem que o fluxo de informação deve ter o cliente como ponto de origem e o fornecedor como destino. Desta forma, parece ser cabível afirmar que as mesmas práticas do modelo tradicional de Gestão da Cadeia de Suprimentos, no que tange a suprir informações do ponto de consumo para os fornecedores, se aplicam no contexto da Teoria das Restrições.

Importa destacar que os dados sobre vendas são importantes dentro do contexto da Teoria das Restrições, especificamente no Gerenciamento do Pulmão, que está fundamentado nos dados de consumo reais.

4.2.1.4. Processo de Sincronização

A visão convencional de sincronização que, segundo o Capítulo 2, busca combinar a previsão com a capacidade logística da empresa e da cadeia, usa ferramentas como o MRP, S&OP, o DRP e o CPFR para produzir e entregar produtos ao longo da Cadeia de Suprimentos.

No contexto da Teoria das Restrições, a abordagem TPC, em conjunto com o Gerenciamento do Pulmão e a sua abordagem de Distribuição, é o elemento sincronizador. A corda permite que a entrada de materiais no sistema produtivo respeite o ritmo da restrição.

A sincronização torna-se completa na medida em que todo o sistema (não só a produção, mas também a gestão de materiais junto aos fornecedores e os canais de distribuição) subordina-se ao mercado.

4.2.1.5. Sistema de Gerenciamento de Contingências

O sistema de gerenciamento de contingências sugerido por Croxton *et al.* (2002) e melhor definido por Robbins e Coulter (1998) visa assegurar o abastecimento contínuo. Na Teoria das Restrições, o método Gerenciamento do Pulmão desempenha o papel de alertar os gerentes contra as ameaças ao sistema. Na medida em que estes alertas são tratados com seriedade, as ações implementadas desencadeiam os planos de contingência sempre com o objetivo de viabilizar uma efetiva exploração da restrição do mercado.

4.2.1.6. Sistema de Indicadores de Desempenho

Conforme já destacado anteriormente, as medidas de desempenho sugeridas pela Teoria das Restrições são fortemente inclinadas a favorecer a eficiência global do sistema em detrimento dos ótimos locais.

Draman *et al.* (2002) afirmam que o Ganho consiste na taxa com que o sistema gera dinheiro através das vendas dos produtos acabados. Esta taxa tende a ser cada vez maior, na medida em que a empresa (numa análise mais restrita) ou a Cadeia de Suprimentos (numa análise mais ampla) conseguem atender a demanda de mercado. Respeitando estas condições, o sistema aumenta sua capacidade de “fazer dinheiro” (COX III; SPENCER, 2002).

Importa destacar que, de certa forma, é preciso avaliar se a programação da produção orientada pelas necessidades de mercado está sendo cumprida. Goldratt (1991), Fogarty *et al.* (1991), Goldratt *et al.* (2000) e Simatupang *et al.* (2004) apresentam duas formas de não se seguir a programação ou o plano estabelecido:

- produzir com antecedência, ou;
- produzir com atraso.

Neste sentido, Goldratt & Goldratt (2006) propõem dois indicadores. O Inventário-dinheiro-dia (IDD), está relacionado com a efetividade do sistema produtivo, pois avalia ações que não deveriam ter sido feitas, mas foram e, conseqüentemente, resultaram em estoques desnecessários. O Ganho-dinheiro-dia (GDD) está focado na confiabilidade do sistema, o que significa avaliar ações que deveriam ter sido feitas e não foram. Souza *et al.* (2005) e Goldratt e Goldratt (2006) explicam como funcionam estes indicadores. A saber:

- **IDD (Inventário-Dinheiro-Dia).** O objetivo deste indicador é inibir a fabricação de material em excesso na forma de estoque protetor. Por esta razão, a sua utilização elimina a tendência dos operadores processarem material antes da hora para evitar ociosidade. Além de perceber que avançar com o programa não é bom, o operador também é “punido” por tal ação. O mesmo raciocínio é válido ao se “punir” uma empresa que produza estoques apenas por querer

manter suas máquinas operando. O IDD é computado multiplicando-se o valor do inventário excessivo pelo número de dias que este material é mantido em estoque além do necessário. Vale destacar que o IDD permite o controle item a item e sempre de acordo com o que está programado para o item, muito diferente, portanto, de indicadores convencionais de controle de estoques baseados no Giro de Estoques ou no tempo médio de cobertura.

- **GDD (Ganho-Dinheiro-Dia).** O seu objetivo é punir atrasos na entrega ou inversões na seqüência da programação. A partir do gerenciamento dos estoques nos seus pontos de controle, é possível identificar quais ordens de produção estão atrasadas. Para efeito de cálculo, o GDD é o somatório de todas as promessas não entregues (o valor em dinheiro destas entregas) no prazo durante o período considerado e o tempo decorrido entre o vencimento do compromisso e o dia da entrega. Assim, a meta é ter-se um GDD igual a zero.

4.2.2. Sub-Processos Operacionais

O modelo de Gestão da Demanda de Croxton *et al.* (2002) também é composto por sub-processos operacionais. A saber:

- Coleta de Dados e Informações;
- Previsão;
- Sincronização;
- Redução da Variabilidade e Aumento da Flexibilidade;
- Indicadores de Desempenho.

A seguir cada um destes sub-processos serão tratados de forma que contemple a visão tradicional e a visão da Teoria das Restrições.

4.2.2.1. Coleta de Dados e Informações

A este respeito, a revisão bibliográfica não apresenta métodos próprios da Teoria das Restrições para a coleta de dados e ou informações sobre a previsão de

vendas. Desta forma, seria possível usar todas as fontes apontadas no Capítulo 3. Contudo, a previsão de vendas, merece as devidas ressalvas.

4.2.2.2. Técnicas de Previsão

Como já dito, a Teoria das Restrições confere à previsão de curto prazo para decisões de produção e entrega de produtos uma abordagem própria, a qual está baseada no método de Gerenciamento do Pulmão. Produzir e entregar de acordo com o consumo real e dinamicamente ajustar os níveis de estoque para garantir a disponibilidade com um mínimo de estoque é a essência deste método.

4.2.2.3. Sincronização

Entre as medidas de sincronização sugeridas por Croxton *et al.* (2002), para a Teoria das Restrições, interessam apenas a identificação e planejamento a partir das restrições.

Importante destacar que a abordagem de Croxton *et al.* (2002) não tem profundidade comparável aos autores no contexto da Teoria das Restrições. Ao posicionar o assunto desta forma, fica evidente que a relevância dada não é a mesma apresentada no Capítulo 3.

Embora já tenha sido destacado, vale lembrar que a sincronização está diretamente relacionada com a subordinação do sistema ao mercado.

4.2.2.4. Redução da variabilidade e aumento da flexibilidade

A Teoria das Restrições, por meio do emprego da capacidade protetiva, visa a minimizar os efeitos da variação do processo sobre a restrição. Croxton *et al.* (2002), por sua vez, relacionam a variabilidade a elementos que distorcem a demanda. Porém, a solução oferecida pelos autores em nada se parece com a proposta da Teoria das Restrições, pois sugerem como soluções apenas eliminar as fontes de variações. A saber: planejamento de promoções, empregos de indicadores mais consistentes para mensurar a eficiência do abastecimento, revisão das condições de

crédito, inclusão de custos adicionais no valor de pedidos e o acompanhamento da volatilidade da demanda.

Em relação à flexibilidade, o objetivo da Teoria das Restrições é, basicamente, aumentar a flexibilidade do sistema produtivo. A Teoria das Restrições defende o desenvolvimento da flexibilidade a partir de quatro elementos: processo de focalização, capacidade protetiva, planejamento TPC e método de Gerenciamento do Pulmão.

Contudo, na visão da Teoria das Restrições, o principal elemento potencializador da flexibilidade é a subordinação do sistema produtivo aos interesses do mercado a partir da existência de capacidade protetiva no sistema.

4.2.2.5. Indicadores e Medidas de Desempenho

Conforme já foi destacado, a TOC considera que as medidas de desempenho tradicionais estão muitas vezes focalizadas na medição de desempenho local e sem uma correta vinculação com o desempenho do sistema como um todo.

Sheu *et al.* 2003 propõem alguns questionamentos importantes sobre as medidas locais. A capacidade ociosa é compreendida pela empresa como desperdício de recursos financeiros. No método ABC, todos os recursos produtivos são analisados de acordo com o nível de utilização, ou seja, tempo em atividade. Deste modo, quanto mais tempo o recurso for utilizado, o custo do recurso será menor, uma vez que é distribuído na estrutura de custos de todos os produtos ou serviços por ele processado. Esta premissa estimula a otimização do uso dos recursos. Isto significa dizer que os recursos precisam ser utilizados o tempo inteiro.

Os direcionadores de custos também são elementos que merecem destaque. Duran e Radaelli (2000) explicam que os direcionadores de custos alocam as despesas dos recursos nas atividades por eles desenvolvidas. Conseqüentemente, um recurso se torna mais interessante para a empresa na medida em que processe um número maior de atividades.

Uma outra prática do método de custeio ABC é a divisão da empresa em centros de custos. De acordo com Sheu *et al.* (2003), não é incomum que, por conta desta divisão, as empresas estabeleçam metas de custos para cada centro. Não menos incomum ainda é o fato de estas metas priorizarem a eficiência destes centros de custo. Aplicando este mesmo raciocínio ao sistema produtivo, por exemplo, o mundo ideal sob esta lógica consiste na existência de carga de trabalho permanente para os recursos produtivos. Este pensamento difere da Teoria das Restrições, na medida em que compromete a manutenção de capacidade protetiva.

De fato, esta lógica é frontalmente contrária aos princípios da Teoria das Restrições em relação à capacidade protetiva. De acordo com o Capítulo 3, apenas em um RRC ativo a capacidade protetiva deve ser otimizada e, mesmo neste caso, na ótica do TPC-S, gargalos devem ser rapidamente elevados. Em todos os recursos não-restritivos, o uso de sua capacidade produtiva deve estar condicionado à programação da restrição. O raciocínio, portanto, consiste em admitir que os recursos não-restritivos possuem excesso de capacidade, em outras palavras, capacidade protetiva, a qual não deve ser encarada como desperdício.

Neste ponto, a Teoria das Restrições estabelece um contraste bastante significativo com o pensamento convencional. Todas as medidas de desempenho da teoria enfatizam a prática da eficiência global, quais sejam, o Ganho, Investimento ou Inventário, Despesas Operacionais, GDD e IDD.

O capítulo seguinte consiste na tentativa de estabelecer contornos à Gestão da Demanda sob a perspectiva da Teoria das Restrições. Para tanto, os conceitos empregados neste capítulo servirão de base para o próximo.

5. ANÁLISE DAS INFLUÊNCIAS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA GESTÃO DA DEMANDA

O presente capítulo tem o objetivo de apresentar uma análise conceitual das principais influências da Teoria das Restrições na Gestão da Demanda. Eventualmente, comparações com a visão tradicional, abordada ao longo do Capítulo 3, serão necessárias.

5.1. Incorporação do Mercado ao Sistema Produtivo

Por força das mudanças competitivas ocorridas, especialmente em função da globalização, as empresas têm experimentado o acirramento da disputa pelo consumidor-final. Apesar da evolução das ferramentas e práticas na gestão de negócios, o desafio continua sendo orientar as decisões e estratégias empresariais pelas necessidades do cliente, com mais competência que os concorrentes.

Na perspectiva dos clientes, o acirramento da concorrência parece ser fator positivo por, pelo menos, duas razões. O aumento do número de fornecedores pressupõe uma interação competitiva que privilegiará aqueles optarem por estratégias de negócio coerentes com as exigências do mercado. Além disso, a relação de forças no processo de venda tende a ser favorável ao cliente em função do maior número de alternativas existentes para sua decisão de compra. Contudo, o aumento do número de possibilidades torna o processo de compra mais complexo.

Diante deste cenário, a Teoria das Restrições sugere que a empresa realmente focalizada nas necessidades dos clientes compreenda o mercado como parte integrante do seu sistema produtivo. Em sentido mais estreito, pode-se afirmar que esta incorporação ocorre no momento em que a relação entre cliente e fornecedor implica na subordinação do segundo ao primeiro.

Schragenheim e Dettmer (2001) são enfáticos ao afirmarem que a empresa aumentará seus ganhos quando aceitar que o mercado é parte de seu sistema. É provável que a maioria das empresas seja categórica em asseverar concordância

com esta premissa. Porém, se realmente isto acontece, algumas perguntas são oportunas:

- Na condição de fornecedor, a empresa realmente se ocupa em produzir tão somente o desejo do mercado ou, na maioria das ocasiões, a empresa define o mix e as quantidades a produzir a partir de expectativas internas?
- A disponibilidade do produto segue rigorosamente o padrão de expectativa estabelecido pelo cliente ou a disponibilidade oscila em função de necessidades de cumprimento de medidas de eficiências locais do sistema produtivo?
- Qual o nível de flexibilidade do sistema produtivo em tolerar mudanças solicitadas pelo cliente face ao melhor atendimento de suas necessidades?

Certamente, é provável que qualquer empresa que responda positivamente a estes questionamentos tenha elevado padrão de atendimento e satisfação de seus clientes. Porém, pode ser que análises mais objetivas revelem um cenário divergente do desejado. Nesta direção, questiona-se:

- Capacidade em excesso é vista como uma fonte de desperdício ou como uma arma estratégica para se sedimentar a demanda atual e conquistar novos mercados?
- É aceitável que as medidas de eficiência locais que privilegiam o retorno do investimento com base no volume de utilização dos recursos sejam substituídas por medidas que condicionem o funcionamento destes mesmos recursos às necessidades de mercado?

A estas últimas perguntas, provavelmente, as respostas sejam menos positivas. Portanto, mais uma vez, vale questionar se as empresas realmente compreendem o mercado como parte fundamental de seus sistemas produtivos.

No contexto da subordinação, a intensidade da sua influência deve ser muito maior na direção do cliente para o fornecedor, conforme Figura 15. Esta intensidade não

se resume a apenas projetar o produto ou serviço de acordo com os requisitos de mercado. De certo modo, a Teoria das Restrições sugere que o processo produtivo ocorra somente quando o cliente desejar adquirir o produto. Naturalmente, exceção deve ser feita nos casos em que o tempo de tolerância for igual a zero. Se assim for, a empresa deve elevar o nível de disponibilidade do produto, contudo, a reposição deve acompanhar a demanda real de consumo.

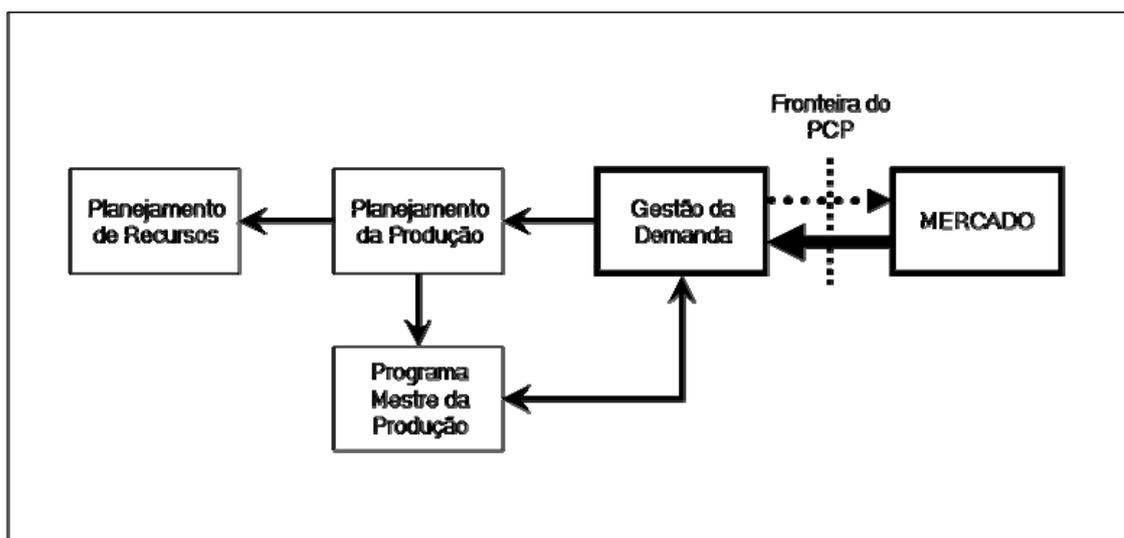


FIGURA 15 – Relação entre Sistema Produtivo e o Mercado no contexto da Subordinação (Elaborado pelo Autor)

A seguir, de forma esquemática, serão apresentados os passos propostos pela Teoria das Restrições para que o sistema produtivo realmente esteja subordinado às necessidades dos clientes.

5.2. Análise Qualitativa da Influência da Teoria das Restrições nas Atividades de Gestão da Demanda

Para que o processo de subordinação seja compreensível, faz-se necessário analisá-lo a partir de duas perspectivas. Inicialmente, o Processo de Focalização, retratado na Figura 13 do capítulo anterior, servirá de apoio para oferecer uma visão objetiva dos passos necessários para implementação da subordinação.

De acordo com a Figura 13, o Processo de Focalização consiste em cinco passos. A saber:

- Passo 1: Identificar a restrição
- Passo 2: Explorar a restrição
- Passo 3: Subordinar tudo à restrição
- Passo 4: Elevar a restrição
- Passo 5: Romper com a inércia e voltar ao início

A Figura 16 ilustra a aplicação dos conceitos do Processo de Focalização no processo de subordinação do sistema produtivo ao mercado. A seguir, cada elemento da figura será comentado.

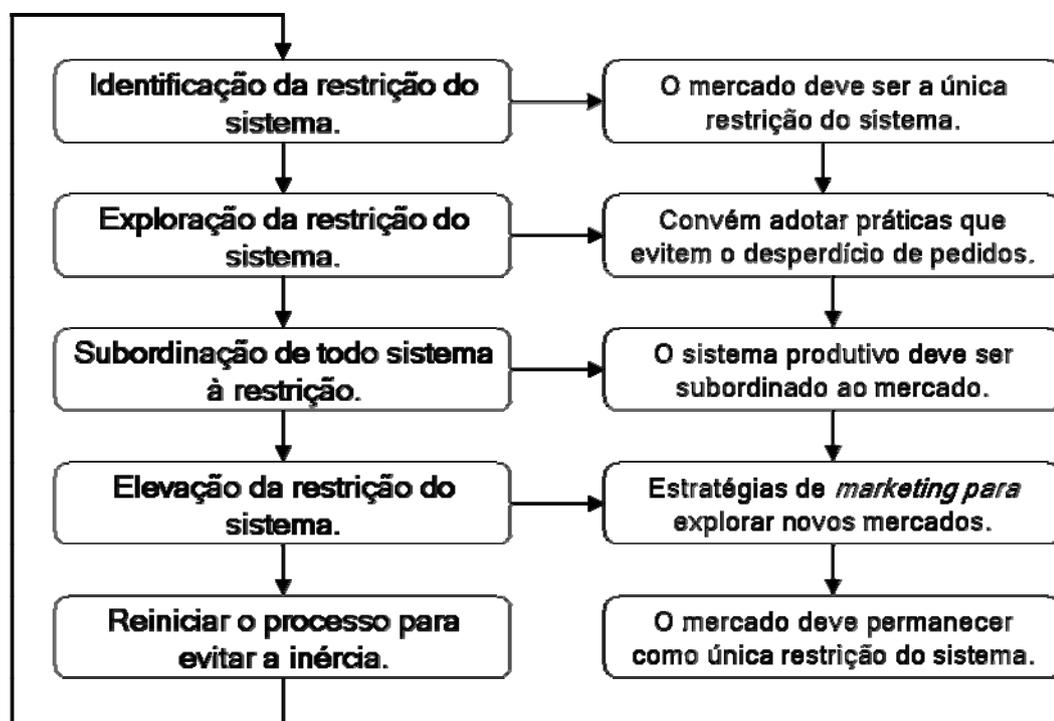


FIGURA 16 – Processo de Subordinação
(Elaborador pelo Autor)

Neste momento, parece ser importante considerar cada um destes passos no contexto da Gestão da Demanda sob a perspectiva da Teoria das Restrições. Em primeiro lugar, é fundamental que a restrição seja corretamente identificada. Para a Gestão da Demanda, todas as restrições internas do sistema devem ser eliminadas até o ponto em que o mercado seja apontado como a única restrição do sistema. A premissa desta observação consiste na lógica de que o mercado governa o Ganho da Cadeia de Suprimentos e, conseqüentemente, da empresa.

No segundo passo, é preciso decidir como explorar a restrição do sistema. Em se tratando de exploração da restrição de mercado, parece ser oportuno enfatizar que o cumprimento dos compromissos assumidos torna-se imprescindível. Em certa medida, seria razoável apontar a necessidade de não tolerar o desatendimento das necessidades dos clientes, pois isto comprometeria a exploração da restrição. Em ambientes MTO (*make-to-order*), o objetivo central, neste segundo passo, é garantir flexibilidade, prazos curtos e seus respectivos cumprimentos. Já em ambientes MTS (*make-to-stock*), os esforços devem estar concentrados na garantia da disponibilidade de produtos pronta-entrega.

O próximo passo enfatiza justamente a subordinação de tudo à restrição. Isto significa que as decisões a respeito do sistema produtivo deveriam considerar o comportamento do mercado. Para que isto ocorra, alguns pontos são relevantes. Faz-se necessário evitar o emprego de políticas ou práticas de gestão que priorizam as eficiências e otimizações locais. Na medida em que o processo de subordinação desenvolve-se, a capacidade protetiva torna-se outro elemento importante. Na verdade, o mercado assumirá a posição da restrição, quando o sistema produtivo possuir capacidade superior à demanda.

O penúltimo passo pressupõe a elevação do sistema. No contexto da subordinação, esta elevação tem haver com as estratégias de alavancagem das vendas. Na opinião de Watson (2002), aos clientes não interessam apenas preços menores. Flexibilidade no atendimento e customizações diversas (como entregar um lote pequeno sem cobrar necessariamente mais por isso), prazos curtos, cumprimento dos prazos ou disponibilidade dos produtos nos pontos de venda são aspectos que podem conquistar parcelas significativas do mercado, sem “estragá-lo” reduzindo preços que provavelmente serão acompanhados pelos concorrentes, (UMBLE; UMBLE, 2002). Neste contexto, as reduções de custo ficam num segundo plano, como uma espécie de objetivo secundário.

Por fim, o último passo, implica em evitar que a inércia permita o surgimento de novas restrições. Esta fase de Processo de Focalização parece não ser necessária. Na verdade, o processo de subordinação apóia-se em manter o mercado na condição da restrição de forma permanente.

5.2.1. Eliminação das Restrições Internas

Nesse primeiro passo, é fundamental que todas as restrições internas do sistema sejam eliminadas. Importante destacar que as restrições a serem eliminadas não são apenas aquelas relacionadas aos recursos produtivos. As restrições geradas pelas políticas gerenciais e por comportamentos inadequados também devem ser eliminadas segundo a Teoria das Restrições.

Ao se seguir os cinco passos de focalização, lembrando-se que aumentos constantes do Ganho é o objetivo final deste processo e que restrições de capacidade limitam a geração de Ganhos, o resultado deste processo deve permitir o desenvolvimento de capacidade protetiva em todos os recursos, incluindo o RRC.

5.2.2. Eliminação das Eficiências Locais

Na verdade, as práticas que estimulam as eficiências locais precisam ser abandonadas em favor de práticas que privilegiem as ações focadas na eficiência global. Nesta direção, os tradicionais sistemas de custeio que valorizam o gerenciamento dos recursos produtivos a partir do volume de atividades deveriam ser substituídos por um sistema de medidas voltado exclusivamente para o desempenho global.

Outro aspecto importante a respeito das eficiências locais implica na revisão das políticas e práticas de lotes. Conforme já foi destacado, os lotes de produção, os lotes de pedidos e os lotes de transporte precisam ceder lugar à despadronização. De acordo com a Teoria das Restrições, as empresas precisam praticar os menores lotes possíveis e em tamanhos flexíveis. Esta condição é fundamental para que o sistema seja suficientemente capaz de absorver as necessidades dos clientes. A este respeito vale destacar que os lotes também comprometem o aumento da disponibilidade do produto, pois os pedidos podem ficar aguardando para serem processados. Enquanto isto, o ponto de venda pode sofrer com indisponibilidades e perdas de venda.

5.2.3. Desenvolvimento de Capacidade Protetiva

Dentro do contexto da subordinação, a capacidade protetiva implica em fazer com que o sistema produtivo tenha excesso de capacidade em todos os seus recursos. A Teoria das Restrições parece sugerir que este excesso de capacidade tenha como limite inferior o atendimento pleno das necessidades da demanda de mercado atual. O limite superior da capacidade protetiva pode ser o ponto a partir do qual a capacidade do recurso produtivo não tem qualquer utilidade para a empresa. Importante destacar que esta situação deve ser evitada.

A capacidade protetiva consolida-se quando os recursos com restrição de capacidade (RRC) passam a possuir excedente de capacidade. Isto significa que durante o ciclo produtivo, estes recursos não serão utilizados no máximo nível possível de sua capacidade. O excesso também pode ser facilitado pelo incentivo que se deve dar à mão-de-obra para que produzam o mais rapidamente possível assim que houver material a ser processado, não devendo os momentos de ociosidade ser encarados como tempos improdutivo. Reduções de lotes de produção também expõem capacidade produtiva ao sistema.

Estrategicamente, a capacidade protetiva pode permitir que a empresa aproveite novas oportunidades de negócio. Este assunto será abordado mais adiante.

5.2.4. O Sistema TPC

A proposta de planejamento e programação da produção da Teoria das Restrições, qual seja, o método Tambor-Pulmão-Corda, tem como principal objetivo assegurar que nenhum recurso produtivo se empenhará em operações que não sejam aquelas determinadas pela programação da restrição. Em termos de subordinação, a restrição de mercado determina o que as operações dos recursos produtivos devem fazer para atender aos pedidos gerados pelos clientes. O tambor, neste caso, consiste na programação de atendimento de pedidos dos clientes.

O pulmão é a proteção contra o desperdício na exploração da restrição. Sendo o mercado a principal restrição a ser explorada (e de preferência única na maior parte

do tempo), Schragenheim e Dettmer (2001), sugerem que o pulmão de mercado e seu gerenciamento devam permitir uma efetiva exploração do mercado. Esta prática permitirá o nível de atendimento dos pedidos seja o mais elevado possível. Quanto maior for o aproveitamento dos pedidos, menor é será o desperdício de capacidade do mercado. Aliás, parece ser oportuno conceituar que o desperdício de capacidade mercadológica consiste no volume de pedidos não-atendidos.

A corda é responsável por determinar a entrada de materiais e assegurar que a restrição não será interrompida. No contexto da subordinação ao mercado, a corda tem o papel de programar a entrada de materiais com a colocação de pedidos (em ambientes MTO) ou de acordo com o consumo real (em ambientes MTS). Isto significa dizer que no momento em que há volume considerável de pedidos ou necessidade de reposição a serem processados, a corda, por estar “amarrada” ao Tambor, acelera a liberação de materiais para garantir que nenhum pedido terá sua data de entrega atrasada ou que ocorram indisponibilidades de produtos acabados. Em situação contrária, o pulmão de proteção estará comprometido e o risco de não atender ou atrasar pedidos é elevado.

O passo seguinte é compreender a relação entre o TPC, o método Gerenciamento do Pulmão de controle da produção e a subordinação.

5.2.5. O método Gerenciamento do Pulmão

O pulmão pode ser classificado como um medidor da estabilidade do sistema. Seu papel é assegurar que qualquer interrupção no fluxo de materiais na direção da restrição não comprometa o funcionamento desta. Desta forma, o sistema é estável quando a restrição está protegida, isto é, funciona sem risco de interrupções.

Na subordinação, o pulmão deve assegurar que não haverá falta de estoques para atender aos pedidos dos clientes tampouco ocorrerão atrasos nas entregas dos pedidos.

O pulmão é composto de três zonas. Quando os pedidos estão passando pela zona verde, o tamanho do pulmão (em estoque ou quantidade de tempo) está acima do

ideal. Portanto, se fazem necessárias medidas corretivas para reduzir o tamanho do pulmão. No momento em que os pedidos começarem a passar pela zona amarela, a atenção na estabilidade do sistema deve ser constante para evitar que eventos não planejados esgotem a proteção do sistema e comprometam o atendimento da demanda de mercado. Por fim, na zona vermelha, a situação é de total alerta. A proteção do sistema está correndo risco. A qualquer momento o atendimento de pedidos pode ser interrompido. Por esta razão, o pulmão deve ser recomposto imediatamente através da capacidade protetiva existente no sistema.

O Gerenciamento do Pulmão permite classificar os produtos de acordo com o tempo de tolerância do cliente. Para produtos com tempo de tolerância maior do que zero (*slow movers*), a empresa pode tentar produzir contra pedido (MTO). Para tanto, faz-se necessários reduzir o *lead-time* de reposição até o ponto em que este for menor do que o tempo de tolerância do cliente. A produção contra pedido também pode ocorrer em situações onde o cliente está disposto a esperar mais tempo em favor da customização do produto, (Schrageheim, 2005).

Por outro lado, têm-se os produtos com tempo de tolerância igual a zero (*fast movers*). Nestas situações, a melhor alternativa é produzir contra a demanda real via reposição. De acordo com as previsões iniciais, o fornecedor disponibiliza a quantidade necessária de produto para atender a demanda. Na medida em que o consumo acontece, o ponto de venda coloca pedidos para reposição de estoques. Portanto, para estes casos o mais adequado é sistemas MTS.

5.2.6. Ganho, Investimento e Despesas Operacionais

Estas medidas financeiras, além de apoiar as decisões, permitem avaliar a efetividade do sistema em atingir sua meta. Para a Teoria das Restrições, a principal meta de uma empresa é “fazer mais dinheiro” ou ganhar mais dinheiro. Nesta direção, se o Ganho é a taxa que mensura a capacidade do sistema em gerar dinheiro através de produtos vendidos, para a subordinação esta medida deve determinar quanto o sistema produtivo pode gerar dinheiro através do atendimento de pedidos. No caso de uma Cadeia de Suprimentos, importa destacar que este conceito não contempla a transferência de componentes entre os elos. Tão

somente, a compra do produto pelo consumidor-final pelo no ponto de venda deve ser considerada venda.

A definição empregada a Investimentos de certa forma não carece de reformulações, uma vez que compreende todos os recursos e ativos organizacionais utilizados na geração de produtos acabados.

As despesas operacionais, em certa medida, devem contemplar o esforço da empresa em atender aos pedidos dos clientes. Desta forma, é possível sugerir que as despesas operacionais englobem, além dos produtos acabados, as atividades relacionadas com o atendimento dos pedidos dos clientes.

Aplicadas em conjunto, estas medidas pressupõem um equilíbrio interessante entre os interesses da empresa e as necessidades do mercado. Certamente, o mix de produção levará em consideração a fabricação dos itens mais lucrativos, porém adequados aos interesses do mercado.

5.2.7. GDD (Ganho-Dinheiro-Dia) e IDD (Inventário-Dinheiro-Dia)

No contexto da subordinação, o GDD deveria avaliar se a ordem do processamento dos pedidos foi respeitada bem como o respeito às datas de entrega. Esta medida se torna importante para o aumento da disponibilidade dos produtos. Outro aspecto importante desta medida consiste em assegurar a capacidade protetiva. Embora, os autores pesquisados não sejam claros a este respeito, parece ser possível associar o GDD à capacidade protetiva por duas razões. A primeira, os operadores são estimulados a empenharem-se nas operações que precisam ser finalizadas.

Por sua vez, o IDD tem haver com a efetividade do sistema. Aplicado à subordinação, esta medida de desempenho busca determinar quais pedidos deixaram de ser atendidos. Esta medida é fundamental, pois para a subordinação fabricar produto indevido significa construir estoques desnecessariamente. Em ambientes MTS, o IDD deve assegurar que os esforços produtivos se concentrem em produzir apenas o necessário para a reposição do ponto de venda.

De forma mais ampla, o IDD poderia ser usado para avaliar o nível de subordinação do sistema produtivo ao mercado. Na medida em que ele se concentra na determinação de que apenas a necessidade do mercado será atendida. Portanto, esta medida também se relaciona com a capacidade protetiva por “estimular” a ociosidade, se for o caso. Definitivamente, o IDD permite manter os níveis de capacidade para proteger a estabilidade do sistema.

5.2.8. Elevação do Mercado

De acordo com o Processo de Focalização, a etapa de elevação da restrição consiste em aumentar a capacidade da restrição. Naturalmente, quando aplicada no contexto da subordinação, esta etapa pode indicar algo sobre o qual a Teoria das Restrições pouco explica: o aumento da demanda e a exploração de novos mercados.

6. CONCLUSÕES

O presente capítulo está direcionado a apresentar as principais conclusões desta pesquisa bem como sugerir novas frentes de trabalhos para pesquisadores que estejam interessados em expandir o conhecimento relativo à aplicação da Teoria das Restrições na Gestão da Demanda.

Inicialmente, parece ser oportuno destacar que esta pesquisa atingiu os objetivos que foram estabelecidos nos capítulos iniciais. O primeiro objetivo consistia em caracterizar os conceitos fundamentais da Gestão da Demanda. Nesta direção, seria razoável afirmar que a revisão bibliográfica existente no capítulo 2 ofereceu uma visão ampla sobre o assunto. Outro objetivo consistia em delinear a visão da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda. Para isto, os capítulos 3 e 4 serviram para dar contornos ao que pensam os principais autores da Teoria das Restrições sobre o assunto. Por fim, o trabalho pretendia sistematizar os principais conhecimentos percebidos no decorrer da pesquisa. Parte do capítulo 4 e o capítulo 5 demonstram aspectos importantes da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda.

Em relação às hipóteses levantadas, os capítulos 3, 4 e 5 oferecem, em diversos momentos, respostas para os questionamentos levantados. Naturalmente, tais respostas devem ser analisadas à luz das delimitações da pesquisa.

A presente pesquisa viabiliza a apresentação de algumas conclusões. Em primeiro lugar, o trabalho sugere apreciar a forma pela qual as empresas interagem com o comportamento de mercado. Convencionalmente, opta-se por antecipar a demanda através das previsões de vendas. Apesar de ser uma importante ferramenta, este trabalho evidencia que as previsões, por si só, não oferecem os subsídios suficientes para ajustar as decisões que envolvem o sistema produtivo com o comportamento da demanda. Além disso, o fato de que “congelar” um período específico para elaborar as previsões pode provocar certo distanciamento do comportamento real de mercado.

A pesquisa também aponta que, contrariamente ao pensamento convencional, para satisfazer as necessidades do mercado, a empresa deve investir na existência de capacidade protetiva em seu sistema produtivo e colaborar para que o mesmo ocorra na Cadeia de Suprimentos. Para tanto, as tradicionais políticas de gestão que privilegiem as eficiências locais devem ser evitadas. Considerando a importância e o significado que a eficiência nos atuais modelos de gestão seria apropriado sugerir que, além da eliminação de tais práticas, os paradigmas que sustentam o pensamento gerencial sejam questionados.

Outro ponto importante deste trabalho diz respeito ao posicionamento do mercado e do sistema produtivo. Normalmente, estes sistemas são projetados para atender o mercado considerando-o um elemento externo. A Teoria das Restrições sugere que o mercado seja tratado como parte do sistema produtivo. Esta nova perspectiva poderia proporcionar ao sistema produtivo maior sensibilidade para com as mudanças existentes no mercado. Nesta direção, este processo de “incorporação” pressupõe justamente a subordinação do sistema produtivo ao mercado.

Por fim, esta pesquisa sugere que a flexibilidade do sistema produtivo depende da sua subordinação ao mercado.

Como este trabalho não pretende encerrar o assunto, seguem algumas sugestões de propostas para trabalhos futuros:

- mensuração do impacto da Teoria das Restrições nas práticas logísticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos;
- análise quantitativa do método Gerenciamento do Pulmão no nível de estoques ao longo da Cadeia de Suprimentos;
- impacto da subordinação do sistema produtivo nas estratégias de venda e na relação com os canais de distribuição;
- avaliação das alterações provocadas pela subordinação na relação entre os elos da Cadeia de Suprimentos.

Estes temas poderiam auxiliar na tentativa de promover maior conhecimento sobre os efeitos da aplicação da Teoria das Restrições sobre a Gestão da Demanda.

7. BIBLIOGRAFIA

ANSOFF, I.: ***Implanting strategic management***. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984. The New Corporate Strategy. New York: Wiley, 1988.

ARRUDA, C., TELLO, R., LARA, D.: ***The Global Competitiveness Report 2004-2005. World Economic Fórum (WEF)***. Belo Horizonte: Fundação Dom Cabral, 2005.

ASKIN, R. G., STANDRIDGE, C. R.: ***Modeling and Analysis of Manufacturing Systems***. New York, John Wiley & Sons, 1993.

BALLOU, R. H.: ***Logística empresarial***. São Paulo: Atlas, 1995.

BETHLEM, A. S.: ***Estratégia empresarial: Conceitos, Processos e Administração Estratégica***. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BLAUTH, R.: ***Seis Sigma: Uma Estratégia para Melhorar Resultados***. Revista FAE Business. No. 5. São Paulo: 2003.

BOWERSOX, D., CLOSS, D.: ***Logística Empresarial – O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos***. São Paulo: Atlas, 2001.

BREMER, C. F., LENZA, P. R.: ***Um Modelo de Referência para Gestão da Produção em Sistemas de Produção Assembly to Order e as Múltiplas Aplicações***. Revista Gestão & Produção. Vol. 7, No. 3, 2000.

BUFFA, E., SARIN, R. ***Modern Production, Operations management***. Los Angeles: John Wiley, 1987.

CARIDI M., CIGOLINI, R.: ***Improving Materials Management Effectiveness – A Step Towards Agile Enterprise***. Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 32, No. 7, 2002.

CARIDI, M. CIGOLINI, R. MARCO, D.: ***Linking Autonomous Agents to CPFR to Improve SCM***. Journal of Enterprise Information Management, Vol. 19, No. 5, Emerald, 2006.

CHAKRAVORTY, S. S.: ***An Evaluation of the DBR Control Mechanism in a Job Shop Environment***. The International Journal of Management Science. Elsevier. 2001.

CHIAVENATO, I., SAPIRO, A.: ***Planejamento Estratégico***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CHOPRA, S., MEINDL, P.: ***Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação***. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, M. ***Logistics and Supply Chain Management***. Financial Times, London: Pitman, 1992.

CHRISTOPHER, M.: ***Logistics and Supply Chain Management***. Financial Times, London: Prentice Hall, 1998.

CHRISTOPHER, M.: ***Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos***. São Paulo: Ed. Pioneira Thomson Learning, 2001.

CORREA, H. L., GIANESI, G. N.: ***Just in time, MRP II, OPT: Um Enfoque Estratégico***. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

CORREA, H; GIANESI, I.G.N; CAON, M.: ***Planejamento, Programação e Controle da Produção MRPII/ERP: conceitos, uso e implantação***. São Paulo: Atlas, 2001.

CORREA, H. L: ***Supply chain management: implantando VMI de forma eficaz***. Disponível em URL <http://www.correa.cm.br/biblioteca/artigos.htm> consultado em 22/08/2006.

COX III, J. F., SPENCER, M. S.: ***Manual da Teoria das Restrições***. Porto Alegre: Bookman Editora, 2002.

CROXTON, K. L., LAMBERT, D. M., GARCÍA-DASTUGUE, S. J.: ***The Demand Management Process***. The International Journal of Logistics Management, Vol. 13, No. 2, 2002.

CSILLAG, J. M., CORBETT NETO, T.: ***Utilização da Teoria das Restrições no Ambiente de Manufatura em Empresas no Brasil. Relatório de Pesquisa***. EAESP/FGV/NPP. São Paulo; 1998.

DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J., CHASE, R. B.: ***Fundamentos da Administração da Produção***. 3 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

DOWBOR, L., IANINI, O., RESENDE, P. E. A.: ***Desafios da Globalização***. Petrópolis: Vozes, 1997.

DRAMAN, R. H., LOCKAMY III. A., COX III, J.F.: ***Constraint-based Accounting and its Impact on Organizational Performance: A Simulation of Four Common Business Strategies***. Integrated Manufacturing Systems. Emerald, 2002.

DUMOND, E. J.: ***Understanding and Using the Capabilities of Finite Scheduling***. Industrial Management & Data Systems, Vol. 105, No. 4, 2005.

FAVARETTO, F.: ***Uma Contribuição ao Processo de Gestão da Produção pelo Uso da Coleta Automática de Dados de Chão de Fábrica***. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 2001.

FLIEDNER, G.: ***CPFR: An Emergind Supply Chain Tool***. International Management & Data Systems. 103, Emerald, 2003.

FOGARTY, D. N., BLACKSTONE, J. H., HOFFMAN, T. R.: ***Production Inventory Management***. Cincinnati: South-Western Publishing CO, 1991.

FUNG, K. K.: ***Follow the Laggard? – Not all Bottlenecks are Created Equal***. System Dynamics Review, Vol. 15, No. 4. 1999.

GIL, A. C.: ***Como Elaborar Projetos de Pesquisa***. 4 ed. São Paulo. Atlas, 2002.

GOLDRATT, E. M.: ***What is This Thing Called Theory of Constraints and How Should it be Implemented***. Cronton-on-Hudson, NY: North River Press, 1990.

GOLDRATT, E. M.: ***A Síndrome do Palheiro: Garimpendo Informação num Oceano de Dados***. São Paulo: C. Fullmann, 1991.

GOLDRATT, E. M.: ***What is the Theory of Constraints?*** APICS, The Performance Advantage, 1993.

GOLDRATT, E. M.: Production the TOC way. Work Book. Avraham Y. Goldratt Institute, 1996.

GOLDRATT, E. M.; COX, J: ***A Meta: Um Processo de Melhoria Contínua***. São Paulo: Nobel, 2002.

GOLDRATT, E.M.: ***Production the TOC way***. The North River Press, 2003.

GOLDRATT, E. M.; GOLDRATT, A. R.: ***Tópicos em Distribuição***. Goldratt's Marketing Group, 2006.

GOLDRATT, E. M.; SCHRAGENHEIM, E.; PTAK, C. A.: ***Necessary but not Sufficient – A Theory of Constraints Business Novel***. The North River Press, 2000.

GUARNIERI, P., CHRUSCIAK, D., OLIVEIRA, I. L., HATAKEYAMA, K., SCANDELARI, L.: ***WMS – Warehouse Management System: Adaptação Proposta para o Gerenciamento da Logística Reversa***. Revista Produção. Vol, 16. No.1, 2006.

PARRA, H. P., PIRES, S. R. I.: ***Análise da Gestão da Cadeia de Suprimentos na Indústria de Computadores***. Revista Gestão & Produção. Vol. 10, No. 1, 2003

HEIZER, J., RENDER, B.: ***Production and Operations Management – Strategic and Tactical Decisions***. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

HELMS, M. M.; ETTKIN, L. P.; CHAPMAN, S.: ***Supply Chain Forecasting Collaborative Forecasting Supports Supply Chain Management***. Business Process Management, Vol. 6. No. 5, 2000.

HIGGINS, P., LE ROY, P., TIERNEY, L. **Manufacturing planning and Control**. Londres: Chapman & Hall, 1996.

HO, C., CARTER, P. L.: **Adopting Rescheduling Capability in DRP to Deal with Operacional Uncertainty Logistics Systems**. The International Journal of Logistics Management, Vol. 5. No. 1, 1994.

HOLMSTROM, J.: **Handling Product Range Complexity. A Case on Re-engineering Demand Forecasting**. Business Process Management Journal, Vol. 4, No. 3, 1998.

KADIPASAOGLU, S. N., XIANG, W., HURLEY, S. F., KHUMAWALA, B. M.: **A Study on the Effect of the Extent and Location of Protective Capacity in Flow Systems**. International Journal of Production Economics, Vol. 63, Elsevier, 2000.

KOCHE, J. C.: **Fundamentos da Metodologia Científica – Teoria da Ciência e Prática da Pesquisa**. 19 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

KOTLER, P.: **Administração de Marketing**. 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOVALESKI, J. L., FRANCISCO, C. A., CARLETTO, B.: **Competências Essenciais: Contribuições para o Aumento da Competitividade**. XXV ENEGEP, Porto Alegre, 2005.

KRUGMAN, P.: **How the Economy Organizes Itself in Space: A Survey of the New Economic Geography**, Working Papers 96-04-021, Santa Fe Institute, 1996.

LAMBERT, D. M.: **Strategics logistics management**. Homewood, Richard D. Irwin, 1993.

LANGABEER, J. R.: **Aligning Demand Management with Business Strategy**. Supply Chain Management Review, Vol. 4, No. 2, 2000.

LEMON, S.: **Dell tem Planos de Construir Fábrica de Computadores na Índia**. Disponível em URL: <<http://idgnow.uol.com.br/mercado/2006/02/17>>. Publicado em 17-02-06.

MABIN, V. J., BALDERSTONE, S. J.: **The Performance of the Theory of Constraints Methodology Analysis and Discussion of Successful TOC Applications**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 23, No. 6, Emerald, 2003.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S. C.: **Forecasting: Issues and Challenges for Marketing Management**. Journal of Marketing, 1997.

MARKONI, M. A., LAKATOS, E. M.: **Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisas, Amostragens e Técnicas de Pesquisas, Elaboração, Análise e Interpretação de Textos**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MELLO, S.: **Gerenciamento de Logística e Cadeia de Suprimentos**. Logísitcs Training International. São Paulo: IMAM, 1996.

MELNYK, S. A., CHRISTENSEN R. T.: **Focus on Forecasting: a New Theme to an Age-old Question: Where do we go from here?** APICS: The Performance Advantage, 2000.

MINTZBERG, H., BRUCE, A., LAMPEL, J.: **Safari de Estratégia – Um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

MONTGOMERY, C. A., PORTER, M. E. **A Busca pela Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

MORAES, L. H., SANTORO, M. C.: **Simulação de Uma Linha de Montagem de Motores**. Revista Gestão & Produção. Vol. 7, No. 3, 2000.

NOREEN, E. W., SMITH. D., MACKEY J. T.: **The Theory of Constraints and Its Implications for Management Accounting**. North River Press: Croton-on- Hudson, NY.

NYHUIS, F., PEREIRA FILHO, N. A.: **Methods and Tools for Dynamic Capacity Planning and Control**. Revista Gestão & Produção. Vol. 9, No. 3, 2002.

OLIVEIRA, D. P. R.: **Sistemas, Organização e Métodos: uma abordagem gerencial**. São Paulo: Atlas, 1995.

OLIVEIRA, S. L.: **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 1998.

PELLEGRINI, F. R., FOGLIATO, F. S.: **Passos para a Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda – Técnicas e Estudo de Caso**. Revista Produção, Vol. 11, No. 1, 2001.

PEREIRA, M. F., COSTA, A. M., SOUZA, A. G.: **Adaptação Estratégica: influências do Ambiente de Mudanças na formulação de Estratégias Organizacionais**. COBRAC, 2004

PIRES, S.R.I. **Gestão Estratégica da Produção**. Piracicaba: Unimep, 1995.

PIRES, S. R. I.: **New Productive Systems in the Automotive Industry: the current situation of three innovative plants in Brazil**, International Journal of Automotive Industry & Management, Vol. 2, No 1, 2002.

PIRES, S. R. I, BREMER, C., SANTA EULÁLIA, L., GOULART, C.: **Supply chain and virtual enterprises: comparisons, migration and a case study**. International Journal of Logistics: Research & Applications, v. 4, n. 3, 2001.

PIRES, S. R. I.: **Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos – Supply Chain Management**. São Paulo: Atlas; 2004.

PORTER, M. E.: ***Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior***. 21 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RAHMAN, S.: ***Theory of Constraints - A Review of the Philosophy and its Applications***. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 11, No. 4, 1998.

RAHMAN, S.: ***The Theory of Constraints Thinking Process Approach to Developing Strategies in Supply Chains***. The International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 32, No. 10, Emerald, 2002.

RAINBIRD, M.: ***Demand and Supply Chains: The Value Catalyst***. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 34, No. 3/4, Emerald, 2004.

RIEZEBOS, J., KORTE, G. J., LAND, M. J.: ***Improving a Practical DBR Buffering Approach Using Workload Control***. International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 4, 2002.

RICHERS, R.: ***Marketing***. São Paulo: Negócio Editora, 2000.

ROBBINS. S., COULTER, M.: ***Administração***. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1998.

RUIZ, J. A.: ***Metodologia Científica: Guia para Eficiência nos Estudos***. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SANDERS, N. R., RITZMAN, L. P.: ***Integrating Judgmental and Quantitative Forecasts: Methodologies for Pooling Marketing and Operations Information***. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 24, No. 5, Emerald, 2004.

SANDERS, N. R.: ***Managing the Forecasting Function***. Industrial Management & Data Systems, Vol. 95, No. 4, 1995.

SCHRAGENHEIM, E. M., Dettmer, H. W.: ***Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance***. 1st ed., APICS Series on Constraints Management, Boca Raton, FL: The St Lucie Press, 2000.

SCHRAGENHEIM, E. M.: ***Make-to-Stock under Drum-Buffer-Rope and Buffer Management Methodology***. International Conference Proceeding, APICS, 2002.

SCHRAGENHEIM, E. M., DETTMER, H. W: ***Manufacturing at Warp Speed***. North Press, 2001.

SIMATUPANG, T. M., WRIGHT, A. C., SRIDHARAN, R.: ***Applying the theory of constraints to supply chain collaboration***. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 9, No. 1, 2004.

SHIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., SHIMCHI-LEVI, E.: ***Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies***. Singapore: McGraw-Hill International Edition, 2000.

SLACK, N.: ***Vantagem Competitiva em Manufatura: Atingindo Competitividade nas Operações Industriais***. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R.: ***Administração da Produção***. São Paulo: Atlas, 1997.

SMAROS, J., HELLSTROM, M.: ***Using the Assortment Forecasting Method to Enable Sales Force Involvement in Forecasting - A case study***. International Journal of Physical & Logistics Management, Vol. 34, No. 2, Emerald, 2004.

SOUZA, F. B.: ***Do OPT à Teoria das Restrições: Avanços e Mitos***. Revista Produção, Vol. 15, No. 2, 2005.

SOUZA, F. B., CHIMINAZZO, M., PIRES, S. R. I.: ***Um estudo teórico sobre a aplicação da Teoria das Restrições na Gestão da Cadeia de Suprimentos***. XII SIMPEP, 2005.

SOUZA, F. B., RENTES, A. F., AGOSTINHO, O. L.: ***A Interdependência Entre Sistemas de Controle de Produção e Critérios de Alocação de Capacidades***. Revista Gestão & Produção, Vol. 9, No. 2, 2002.

SPEEDING, T. A.: ***Forecasting demand and inventory management using bayesian series***. Integrated Manufacturing Systems, Vol. 11, No. 5, 2000.

SPULBER, D. F.: ***Lenovo: The Leading Chinese Computer Company Enters Global Competition***. Journal of Strategic Management Education. Northwestern University, 2005.

TANWARI, A.U., BETTS, J.: ***Impact of forecasting on demand planning***. Production & Inventory Management Journal, Vol.40, No.3, 1999.

TONG L. I., LIANG, Y. H.: ***Forecasting Field Failure Data for Repairable Systems Using Neural Networks and SARIMA Model***. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 22, No. 4, Emerald, 2005.

TROQUE, W. A.: ***Influência das Práticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos sobre a Gestão da Demanda – Um Modelo de Análise Conceitual***. Santa Bárbara D'Oeste. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura E Urbanismo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2004.

UMBLE, M., UMBLE, E. J., Von DEYLEN, L.: ***Integrating enterprise resources planning and theory of constraints: A case study***. Production & Inventory Management Journal. Second Quarter, 2001.

UMBLE, E. J., UMBLE, M.: ***Integrating the Theory of Constraints into Supply Chain Management***. Decisions Sciences Institute of the 33rd Annual Meeting Proceedings, San Diego, 2002.

VERNALHA, H. B., PIRES, S. R. I.: ***Um Modelo de Condução do Processo de Outsourcing e um Estudo de Caso na Indústria de Processamento Químico***. Revista Produção, Vol. 15, No. 2, 2005.

VOLLMANN, T. E, BERRY, W. L., WHYBERR, D. L.: ***Manufacturing Planning and Control Systems***. 3rd Edition. Business One Irwin, 1992.

VOLLMANN, T.E., CORDON, C., HEIKKILA, J.: ***Teaching Supply Chain Management to Business Executives***. International of Production and Operations Management. Vol. 9, 2000.

WALTERS, D., RAINBIRS, M.: ***The Demand Chain as an Integral Component of the Value Chain***. Journal of Consumer Marketing, Vol. 21, No. 7, Emerald, 2004.

WATSON, K.: ***A Comparison of DRP and TOC Customer Service Performance Within A Multi-Product, Multi-Echelon Physical Distribution Environment***. Decisions Sciences Institute of the 33rd Annual Meeting Proceedings, San Diego, 2002.

WILLCOX, B.: ***Basics of Supply Chain Management: Study Notes***. Action MRP II, APICS, 1997.

YUAN, K.; CHANG, S.; LI, R.: ***Enhancement of Theory of Constraints replenishment using a novel generic buffer management procedure***. International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 4, 2003.

ZACCARELLI, S. B.: ***Estratégia e Sucesso nas Empresas***. São Paulo: Saraiva, 2000.