

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO: UM CASO DE REPOSICIONAMENTO NA INDÚSTRIA DE
POLIPROPILENO

Raquel Gonçalves Coimbra Flexa

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

Prof. Adriano Proença, D.Sc.

Prof. Heitor Mansur Caulliraux, D.Sc.

Prof. Vinícius Carvalho Cardoso, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2005

FLEXA, RAQUEL GONÇALVES
COIMBRA

Estratégia de Operações e Planejamento e
Controle da Produção: um caso de
reposicionamento na indústria de
Polipropileno [Rio de Janeiro] 2005

XV, 172 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia de Produção , 2005)

Dissertação – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE

1. Estratégia de Operações
2. Planejamento e Controle da Produção
3. Indústria Petroquímica
4. Polipropileno

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
por todo apoio, compreensão
e alegrias durante toda minha vida e
em especial durante a elaboração
deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, ao Professor Francisco Duarte, pelo apoio dado ao longo deste trabalho e também nas demais atividades desenvolvidas durante este período.

Ao Professor Adriano Proença, por todo apoio e dedicação prestados ao longo de minha trajetória, dando suporte para a estruturação da dissertação e para que fosse mantida a “sanidade mental” ao longo deste processo.

Ao professor Heitor Caulliraux, gostaria de agradecer por todas as oportunidades de aprendizado nos últimos 6 anos, que foram de grande importância para minha formação na Engenharia de Produção, e pela ajuda nos estudos relacionados com este trabalho.

Pessoa fundamental desde minha entrada na Engenharia de Produção, gostaria de agradecer ao Alexandre Prado, que contribuiu (e muito) para a minha formação desde o período da graduação e, principalmente, na elaboração desta dissertação.

Agradecimentos especiais para Marcelo Freund, Waldir de Lima, Mauro Pereira, Simone Teixeira, Neide Rovelo e Darlim Oliveira, que participaram ativamente e em muito contribuíram no estudo de caso, mostrando os desafios colocados pela organização e pelo esforço empregado na elaboração do novo modelo para orientação de sua trajetória.

Ao meu irmão, pela paciência durante a elaboração desta dissertação e por ter compreendido a minha não aparição em sua “casa de praia” por três meses.

Ao meu querido Daniel Moreto, pelo amor, dedicação, compreensão e (muitas vezes) “encheção de saco”, mas que sem ela a redação final deste documento seria muito mais complicada.

Aos meus amigos Elibel Lessa, Bruno Santos, Tatiana Lerner, Fernando Saliba, Rafaela Pinheiro, Dieter Gripp, Carol Sousa, Luís Ramos, Cristiano Lanna, Bruno Beitler, Michelle Lira e Cristiane Cardozo, um agradecimento especial! Mais agradecimento a André Valadares, Rafael Paim, Elaine Yamashita, Soraya Oliveira, Vinícius Cardoso, Flávio Isidoro, Juarez Junior, Almaísa Monteiro, Sandra Cantalice e Dona Aquiléa, pela presença nos diversos momentos destes dois últimos anos.

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

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA
PRODUÇÃO: UM CASO DE REPOSICIONAMENTO NA INDÚSTRIA DE
POLIPROPILENO

Raquel Gonçalves Coimbra Flexa

Setembro/2005

Orientador: Francisco José de Castro Moura Duarte

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho tem como objetivo discutir a trajetória de reposicionamento de uma organização presente na indústria petroquímica brasileira, particularmente na produção de polipropileno. Para contextualizar este caso, é realizada uma análise das características do setor, destacando aspectos como o padrão de concorrência, o relacionamento com os clientes e fornecedores, a possibilidade de novos entrantes neste mercado e a possibilidade de substituição por outros produtos. A partir da análise do setor, é feita a descrição das ações relacionadas com o reposicionamento da organização, destacando como a Estratégia de Operações foi modificada de modo a buscar o alinhamento com a Estratégia do Negócio. Entre os elementos da Estratégia de Operações, é detalhado como o modelo de Planejamento e Controle da Produção sofreu alterações para que desse suporte à nova proposta de valor definida pela organização. Por fim, uma avaliação desta trajetória é realizada, de modo a analisar os pontos de sucesso deste caso e questões que poderiam ter encaminhados diferentes daqueles que foram dados. Como resultado, pode-se destacar a discussão sobre como a empresa tratou o *trade off* entre custo e diferenciação e o papel do PCP neste processo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

OPERATIONS STRATEGY AND PRODUCTION PLANNING AND CONTROL: A
REPOSICIONING CASE IN THE POLYPROPYLENE INDUSTRY

Raquel Gonçalves Coimbra Flexa

September/2005

Advisors: Francisco José de Castro Moura Duarte

Department: Industrial Engineering

The main objective of this work is to discuss the repositioning trajectory of a enterprise in the brazilian petro-chemistry industry, responsible for the production of polypropylene. In order to contextualize the repositioning trajectory, the characteristics of this sector are analyzed through the study of the concurrency pattern, the relationship between the industry and their clients and providers, the possibility of entrance of new enterprises in this industry, and substitution for other products. Then, a description of the repositioning trajectory is made, through the discussion about how the Operation Strategy was modified in order to be aligned with the Business Strategy. One of the elements of the Operations Strategy that had several interventions in this alignment is related to the Planning and Control Production model. By the end, is presented an evaluation of the repositioning trajectory, through the analyses of the successful aspects in this case and the different ways it could be made. Results of this study are the discussion about how the organization deals with the trade off between cost and differentiation, and the Production Planning and Control role in this process.

Sumário

Lista de Siglas e Abreviaturas	xii
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Objetivos do Trabalho.....	6
1.1.1. Objetivos gerais.....	6
1.1.2. Objetivos específicos	7
1.2. Método do Trabalho.....	7
1.3. Estrutura do Trabalho.....	8
Capítulo 2 – Quadro Conceitual de Referência	10
2.1. Posicionamento Competitivo: A Análise das Cinco Forças	12
2.1.1. Grau de Rivalidade.....	12
2.1.2. Ameaça de Entrada	14
2.1.3. Ameaça de Substitutos	14
2.1.4. Poder do Comprador	15
2.1.5. Poder do Fornecedor	15
2.2. Estratégia de Operações	17
2.2.1. Políticas de Capacidade	21
2.3. Planejamento e Controle da Produção	27
2.3.1. Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.....	28
2.3.2. Planejar materiais comprados	28
2.3.3. Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi- acabados e produtos finais nos pontos certos	28

2.3.4. Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certas e prioritárias	29
2.3.5. Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos e das ordens	29
2.3.6. Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los	29
2.3.7. Ser capaz de reagir eficazmente.....	30
2.4. Planejamento e Controle da Produção e os Critérios Competitivos	31
2.4.1. Custo percebido pelo cliente	31
2.4.2. Qualidade dos produtos.....	32
2.4.3. Velocidade de Entrega	33
2.4.4. Confiabilidade de Entrega.....	34
2.4.5. Flexibilidade das saídas	35
2.4.6. Serviços prestados ao cliente	35
2.4.7. Relação entre as funções do sistema de gestão da produção e os critérios competitivos	36
2.4.8. Relação entre a posição competitiva e os critérios competitivos.....	39
2.5. MRP II.....	42
2.5.1. Conceito de Planejamento Hierárquico.....	42
2.5.2. Gestão de demanda	47
2.5.3. S&OP – Sales and Operations Planning	50
2.5.4. MPS – Master Production Schedule (Plano Mestre de Produção).....	51
2.5.5. MRP – Material Requirements Planning	52
2.5.6. Gestão da Capacidade	53
2.5.7. SFC – Shop Floor Control	57
2.5.8. Compras	59

2.5.9. MRP II e Seqüenciamento da Produção	60
Capítulo 3 – A Indústria Petroquímica e de Polipropileno no Brasil	64
3.1. Caracterização da Indústria Petroquímica e de Polipropileno	65
3.2. Histórico da Indústria Petroquímica no Brasil	69
3.3. A Indústria de Polipropileno no Brasil	74
3.4. Tecnologia das Plantas de Polipropileno	77
3.4.1. Escala e Tecnologias	77
3.4.2. Características do Processo Produtivo	78
3.5. Análise da Indústria de Polipropileno	83
3.5.1. Concorrência	83
3.5.2. Fornecedores	86
3.5.3. Clientes	88
3.5.4. Novos entrantes	94
3.5.5. Substitutos	95
3.5.6. Considerações Finais	96
Capítulo 4 – Estudo de caso: o reposicionamento de uma empresa produtora de polipropileno	98
4.1. Método: estudo de caso	98
4.2. A organização estudada – Polibrasil Resinas	100
4.3. Posicionamento e Critérios Competitivos	102
4.4. Estratégia de Operações	105
4.4.1. Decisões Estruturais	105
4.4.2. Decisões Táticas ou Infra-estruturais	109
4.5. Planejamento e Controle da Produção	113
4.5.1. Prever a Demanda	115
4.5.2. Planejar a produção	117

4.5.3. Planejar materiais	120
4.5.4. Comprar materiais	121
4.5.5. Programar a produção	121
4.5.6. Receber pedidos	127
4.5.7. Controlar a Produção	141
4.5.8. Acompanhar o andamento dos pedidos	145
4.5.9. Expedição.....	148
4.6. Considerações Finais.....	149
Capítulo 5 – Avaliação do Reposicionamento da Empresa.....	151
5.1. Consistência interna e externa das Decisões	152
5.1.1. Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia Corporativa	152
5.1.2. Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia das demais unidades funcionais	153
5.1.3. Consistência entre as categorias de decisão contidas na Estratégia de Operações	154
5.1.4. Consistência entre a Estratégia de Operações e o ambiente no qual a empresa está inserida	155
5.2. Contribuição para a vantagem competitiva.....	157
5.2.1. Capacidade de explicitar os trade-offs, permitindo que a produção estabeleça prioridades que estejam alinhadas com a busca pela vantagem competitiva pretendida.....	157
5.2.2. Direcionamento das atenções para oportunidades que complementem a Estratégia Corporativa	157
5.2.3. Desenvolvimento de capacitações de produção que serão requeridas pelo negócio no futuro.....	158
5.3. Considerações Finais.....	158
Capítulo 6 – Conclusão	160

6.1. Mudança no comportamento dos indivíduos	161
6.2. Mudança no comportamento da organização.....	162
6.3. Comentários sobre a Indústria de Polipropileno	162
6.4. Considerações sobre o Referencial Conceitual	163
6.5. Possibilidade de Trabalhos Futuros	164
Referências Bibliográficas.....	165

Lista de Siglas e Abreviaturas

CEP – Controle Estatístico de Processos

CRP – Capacity Requirements Planning

ERP – Enterprise Resources Planning

MI – Melt Index

MPS – Plano Mestre de produção

MRP – Material Requirement Planning

MRP II – Manufacturing Resources Planning

MTBF – mean time between failures

MTTR – mean time to repair

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PP – Polipropileno

RCCP – Rough cut capacity Planning

RRP – Resource Requirement Planning

S&OP – Sales ands Operation Planning

SFC – Shop Floor Control

TI – Tecnologia da Informação

Lista de Figuras

Figura 1 – Diferenciação x liderança em custos segundo Porter.....	5
Figura 2 – Esquema dos principais produtos da dissertação	6
Figura 3 – Etapas da dissertação.....	8
Figura 4: A Estrutura de “Cinco Forças” para Análise de Indústrias	13
Figura 5 – Hierarquia de decisões estratégicas.....	17
Figura 6 – Estratégia de Capacidade – capacidade acima da demanda.....	23
Figura 7 – Estratégia de Capacidade – capacidade “justa” com a demanda	24
Figura 8 – Estratégia de Capacidade: capacidade abaixo da demanda.....	25
Figura 9 – Custo dos defeitos	33
Figura 10 – Critérios qualificadores e ganhadores de pedidos.....	39
Figura 11 – Benefício competitivo dos Critérios qualificadores.....	40
Figura 12 – Benefício competitivo dos Critérios ganhadores de pedidos	41
Figura 13 – Hierarquia de decisões de planejamento	43
Figura 14 – Framework do Planejamento de Produção Hierárquico.....	45
Figura 15 – Coerência “vertical” e “horizontal” promovida pelo MRP II.....	46
Figura 16 – Módulos de Gestão da Capacidade no MRP II	54
Figura 17 – Relação entre MPS e RCCP.....	55
Figura 18 – Gráfico de carga gerado pelo RCCP	56
Figura 19 – Relação entre MRP e CRP	56
Figura 20 – Gráfico de carga gerado pelo CRP.....	57
Figura 21 – Estrutura do MRP II.....	60
Figura 22 – Gráfico de Gantt.....	63
Figura 23 – Seqüenciamento da Produção e MRP II.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 24 – Indústria petroquímica e relações interindustriais.....	65

Figura 25 – Relação de capacidade e demanda na indústria de Polipropileno, semelhante à política de capacidade “justa” com a demanda.....	78
Figura 26 – Estrutura em “V” das plantas de Polipropileno.....	79
Figura 27 – Lógica de Seqüenciamento da Produção nas Plantas de Polipropileno	80
Figura 28 – “Degraus” do Seqüenciamento da Produção nas Plantas de Polipropileno	81
Figura 29 – Indústria petroquímica e a Indústria de Transformação.....	89
Figura 30 – Participação da autora no projeto na empresa estudada.....	99
Figura 31 – Macro-processo de Planejamento e Controle da Produção da Polibrasil..	114
Figura 32 – Processo de Planejamento da Produção	118
Figura 33 – Tela do Módulo de Planejamento da Produção.....	119
Figura 34 – Relação entre os processos de Previsão de Demanda, Planejamento da Produção e Programação da Produção	123
Figura 35 – Processo de Programação da Produção.....	124
Figura 36 – Tela de Programação da Produção.....	125
Figura 37 – Gráfico de Gantt – Programação da Produção.....	126
Figura 38 – Processo de Promessa de Data de Entrega.....	130
Figura 39 – Tela de Remanejamento de Estimativas	131
Figura 40 – Processo de Simulação de Entrada de Pedidos de Exceção.....	135
Figura 41 – Tela de Simulação de Entrada de Pedido de Exceção I	136
Figura 42 - Tela de Simulação de Entrada de Pedido de Exceção II.....	137
Figura 43 – Processo de Simulação de Reprogramação da Produção.....	139
Figura 44 – Tela de Simulação de Reprogramação da Produção	140
Figura 45 – Processo de Controle da Produção.....	142
Figura 46 – Tela de Reprogramação Automática.....	143
Figura 47 – Gráfico de Gantt – Reprogramação Automática.....	144
Figura 48 – Processo de Acompanhamento do Andamento dos Pedidos.....	146
Figura 49 – Tela de Acompanhamento do Andamento dos Pedidos.....	147

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Fornecedores de PP e seu posicionamento quanto à diferenciação.....	3
Tabela 2 – Consumo aparente nacional.....	72
Tabela 3 – Variação do consumo aparente.....	72
Tabela 4 – Capacidade instalada para produção de Polipropileno no Brasil.....	74
Tabela 5 – Projetos de Investimento em Polipropileno.....	75
Tabela 6 – Produção e vendas declaradas de Polipropileno.....	75
Tabela 7 – Destino aproximado das vendas internas de Polipropileno.....	76
Tabela 8 – Distribuição da produção na indústria de transformação.....	90
Tabela 9 – Comparação entre os números da Indústria de Polímeros e da Indústria de Transformação.....	91
Tabela 11 – Evolução da Receita Operacional e do Lucro Operacional do FPP.....	100
Tabela 12 – Participação do mercado interno e externo da Receita Operacional Bruta	100

Capítulo 1 – Introdução

A indústria química nacional vem a ser um dos principais setores industriais do país, caracterizando-se pela intensa comunicação com as demais atividades da matriz econômica brasileira (Rocha, 2002). Além de sua importância em função de suas relações na malha industrial e econômica brasileira, é bastante significativa a participação desta indústria no PIB nacional. Em 2002 (último dado disponível), a participação da indústria química no PIB brasileiro foi de 3,3% (ABIQUIM, 2005)¹. Segundo estudos da ABIQUIM (2005), o faturamento líquido da indústria química em 2003 foi de US\$ 43,5 bilhões, representando um aumento de 21% com relação ao ano de 2002.

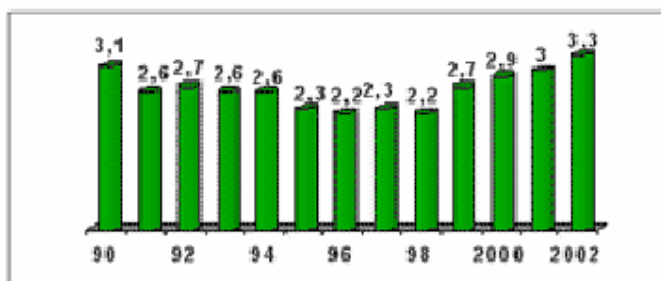


Gráfico 1 – Participação da indústria química no PIB total brasileiro (em %)

Fonte: ABIQUIM, 2005.

Ainda vale ressaltar que, desde 1990, são verificados incrementos significativos na produção desta indústria, acompanhados também pelo aumento do consumo aparente nacional dos produtos químicos de uso industrial. Isto mostra que há demanda para a produção crescente da indústria petroquímica, o que evidencia que os esforços na melhoria na produtividade nas plantas hoje estabelecidas no Brasil são justificáveis. Acrescido do fato levantado por Rocha (2002) sobre o papel deste setor na matriz econômica brasileira, pode-se inferir que os ganhos obtidos pelas organizações que

¹ Para fins de comparação, pode-se utilizar o setor de papel e celulose, que em 2004 teve a participação de 1,4% do PIB (BRACELPA, 2005), e a indústria elétrica e eletrônica teve participação, em 2004, de 4,6% do PIB (ABNEE, 2005).

compõem esta indústria promovem impactos diretos sobre a dinâmica econômica do Brasil.

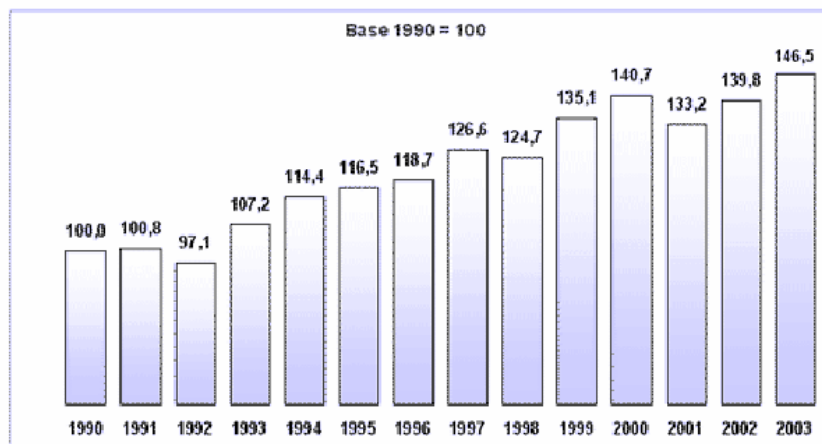


Gráfico 2 – Evolução da produção de produtos químicos de uso industrial

Fonte: ABIQUIM (2005)

Dada a relevância do setor para a economia brasileira, vale destacar alguns aspectos interessantes e que conformam o perfil da indústria petroquímica brasileira. Um destes aspectos de grande importância para a análise da indústria é o fato de que grande parte de seus produtos podem ser caracterizados como *commodities*. Como tal, uma vez que sejam obedecidas as especificações técnicas definidas para seu uso, não há diferenciação entre os produtos oferecidos pelos diversos concorrentes. Nestes casos, o critério “ganhador de pedidos” (Hill apud Slack, 2003) é o custo, ou seja, uma vez que os produtos possuam as mesmas características, os fabricantes que obtiverem os menores custos percebidos pelo cliente conquistam maiores fatias de mercado.

No entanto, a partir de 1990, é possível observar um movimento através do qual alguns fabricantes da indústria petroquímica passaram a buscar o aumento do seu valor percebido pelo mercado através de esforços de “customização” de seus produtos para aplicações específicas de cada cliente (Coppus e Strashok, 1995). Se, por um lado, estes esforços de “descomoditização” surgiram com o objetivo de aumentar o valor percebido pelo mercado, por outro, foram também fortemente influenciados pela pressão dos transformadores de plásticos para o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos que fossem adequados para suas aplicações específicas.

A indústria de polipropileno (PP), que corresponde a uma fatia da 3ª geração na indústria petroquímica², foi diretamente atingida por esta tendência de customização e atendimento às especificidades dos clientes. Os três *players* presentes no mercado brasileiro (Polibrasil Resinas, Braskem e Ipiranga Petroquímica) colocam como um de seus principais diferenciais o atendimento personalizado a seus clientes. Para ilustrar esta afirmativa, pode-se destacar, por empresa, o posicionamento colocado na Tabela 1.

Empresa	Posicionamento quanto à diferenciação
Polibrasil Resinas	Posicionamento como provedor de “soluções em polipropileno”, através da aproximação com os transformadores de produtos plásticos (Polibrasil, 2005)
Braskem	A Braskem trabalha em conjunto com seus clientes - os transformadores de produtos plásticos - no desenvolvimento de produtos e na busca de novos mercados e oportunidades de negócios (Braskem, 2005)
Ipiranga Petroquímica	A IPQ destaca seus investimentos em pesquisa e tecnologia de ponta para desenvolver seus produtos na busca de soluções específicas para seus clientes (Ipiranga, 2005)

Tabela 1 – Fornecedores de PP e seu posicionamento quanto à diferenciação

Fonte: Braskem (2005), Polibrasil (2005), Ipiranga (2005)

² Mais detalhes sobre a estruturação da indústria petroquímica serão apresentados no item 3.1.

Embora sejam crescentes os esforços para o desenvolvimento de produtos para aplicações específicas, estes fabricantes ainda mantêm em seu portfolio os produtos considerados como de aplicação geral, que podem ser empregados por diversos clientes e em uma vasta gama de aplicações. Se por um lado os produtos de uso geral têm como critério “ganhador de pedidos” o custo, uma vez que todos os fabricantes podem produzi-los com os mesmos padrões de especificação, os produtos “customizados” têm como critério “ganhador de pedidos” seu desempenho e qualidade na etapa de transformação do plástico.

Para avaliar este tipo de situação, buscou-se a referência no estudo de Porter de 1980, no qual é destacado o *trade off* “clássico” colocado entre a vantagem competitiva em custos e a vantagem competitiva em diferenciação. Porter defende que é necessário optar por um destes posicionamentos, uma vez que não é possível ser competitivo simultaneamente em custos e em diferenciação. No entanto, cruzando esta referência com a situação dos produtores de polipropileno, é verificado que este *trade off* é, de alguma forma, tratado através da conjugação dos dois elementos (custo e diferenciação), sendo possível comprovar o sucesso deste posicionamento através dos resultados financeiros positivos obtidos pelas três empresas brasileiras do setor (ABIQUIM, 2003). Um ponto relevante para o aumento da complexidade do tratamento desta questão de posicionamento é que os dois tipos de produtos (de uso geral e customizados) são produzidos nas mesmas plantas, cujas características tecnológicas apontam para produção em larga escala, que qualificaria um posicionamento competitivo em custo. A questão é como, em uma mesma planta produtiva e que foi projetada para a obtenção de ganhos de escala, é possível obter ganhos tanto em custo quanto em diferenciação.



Figura 1 – Diferenciação x liderança em custos segundo Porter

Fonte: Porter (1980)

Para buscar entender como este *trade off* é tratado na indústria brasileira de polipropileno, esta dissertação se propõe a descrever e analisar o reposicionamento de um produtor de PP, frente à pressão para o atendimento das necessidades e especificidades dos clientes. Para caminhar até este entendimento, este trabalho se propõe a chegar a três resultados inter-relacionados:

- Análise da indústria de polipropileno, através do referencial colocado por Porter (1980), de modo a entender as especificidades deste setor e suas dinâmicas de funcionamento;
- Análise da Estratégia de Operações da empresa estudada, através do referencial proposto por Hayes e Wheelwright (1984), para avaliar as alterações que foram feitas sobre os elementos estruturais e infra-estruturais da organização, de modo a se alinhar com a Estratégia do Negócio;
- Dentre os elementos da Estratégia de Operações, descrever, em especial, o Modelo de Planejamento e Controle de Produção adotado pela empresa e analisar como o mesmo é capaz de dar suporte ao reposicionamento da organização.

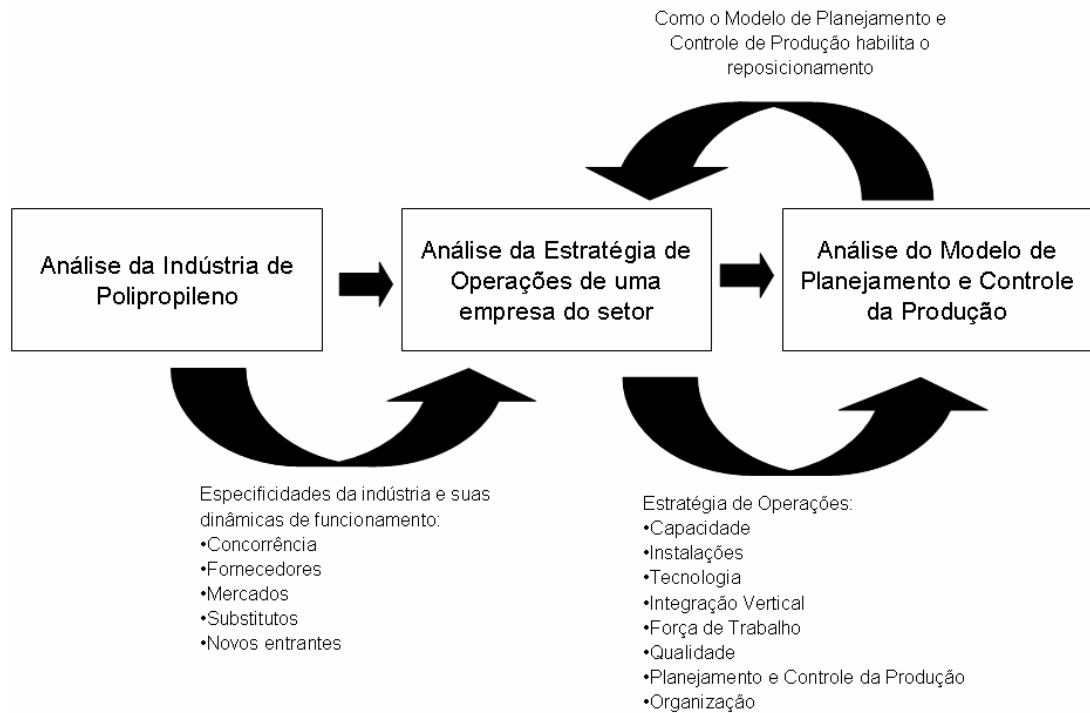


Figura 2 – Esquema dos principais produtos da dissertação

Fonte: a autora

1.1. Objetivos do Trabalho

1.1.1. Objetivos gerais

Os objetivos gerais deste trabalho são:

- Analisar a indústria de polipropileno brasileira, através do referencial proposto por Porter em 1980;
- Analisar as alterações na Estratégia de Operações de uma organização que compõe a indústria de polipropileno, para buscar o alinhamento com a Estratégia do Negócio, centrada na superação do *trade off* entre baixo custo e diferenciação
- Analisar, em particular, como o Modelo de Planejamento e Controle da Produção é alterado para dar suporte ao novo posicionamento pretendido;
- Avaliar o reposicionamento da empresa estudada.

1.1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Construir um arcabouço conceitual que seja capaz de dar suporte:
 - À análise da indústria de polipropileno;
 - À análise da Estratégia de Operações da organização estudada;
 - À análise do Modelo de Planejamento e Controle da Produção da organização estudada;
- Realizar um levantamento bibliográfico sobre as características da indústria petroquímica e da produção de polipropileno;
- Realizar um estudo de caso para caracterização da Estratégia de Operação e, em particular, do Modelo de Planejamento e Controle da Produção em uma empresa do setor, onde a tentativa de superação do *trade off* entre baixo custo e diferenciação seja observada.

1.2. Método do Trabalho

A primeira etapa deste trabalho corresponde à construção do referencial teórico para a dissertação, através da busca por referências sobre Estratégia de Operações e Planejamento e Controle da Produção. Para isso, foram feitas buscas específicas para organizações industriais de produção discreta e produção contínua, para indústria petroquímica e, por fim, na produção de polipropileno. Foram realizadas buscas em livros, artigos nacionais e internacionais disponíveis nas diversas bases de periódicos especializadas, bases de dissertações e teses, revistas do setor, relatórios conjunturais de órgãos dedicados a análises econômicas, assim como guias e manuais específicos da indústria petroquímica.

Com este material recolhido e fichado, foi elaborado um quadro conceitual suficiente para o suporte ao estudo de caso, no contexto da caracterização da indústria petroquímica e de polipropileno no Brasil. A partir destas informações, foi então relatado do estudo de caso.

Com estes elementos relatados, é então feita uma avaliação da trajetória de reposicionamento da empresa estudada.

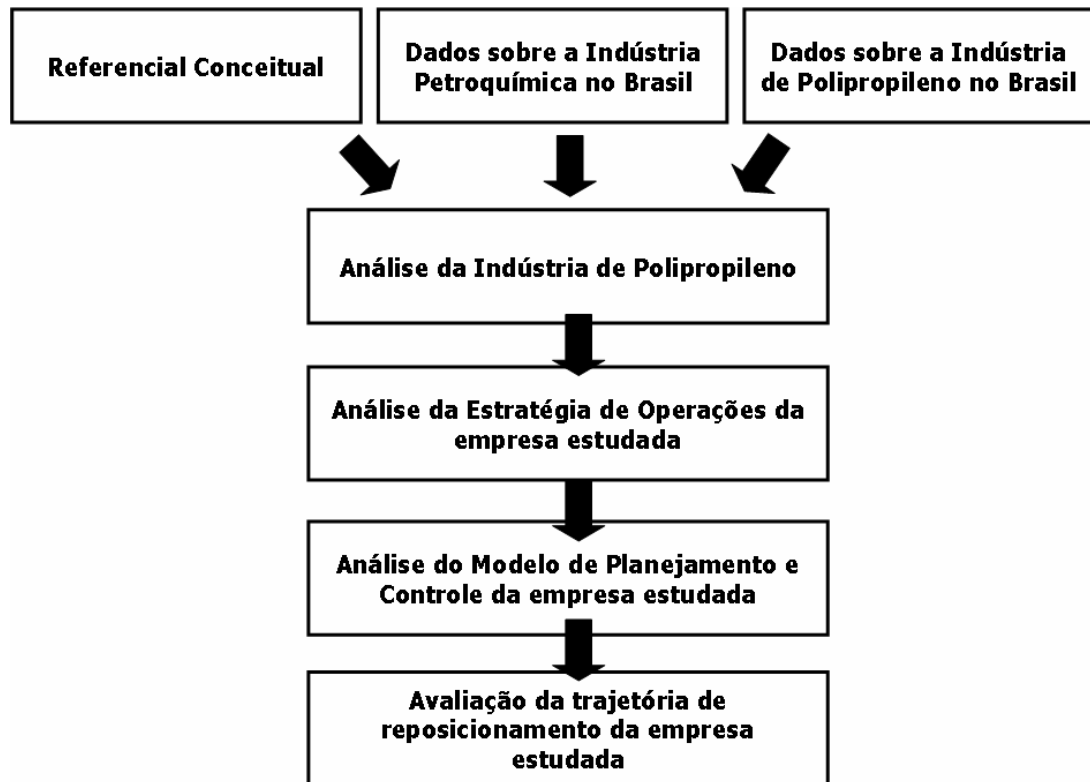


Figura 3 – Etapas da dissertação

Fonte: a autora

1.3. Estrutura do Trabalho

No Capítulo 2 deste trabalho, encontram-se colocadas as referências conceituais necessárias ao desenvolvimento do estudo, que foram selecionadas através de revisão bibliográfica feita a partir da consulta de livros sobre ao assunto, artigos selecionados nas bases de periódicos especializados (CAPES, Science Direct, Proquest etc.), e de dissertações de mestrado e teses de doutorado no país.

O Capítulo 3 versa sobre a indústria petroquímica brasileira, enfocando especificamente a produção de polipropileno. Para isto, há a exposição de um breve histórico da formação e desenvolvimento da indústria e das especificidades tecnológicas deste setor. Ao final deste capítulo, frente às características da indústria de polipropileno expostas, é então a análise do setor através do modelo das “5 Forças de Porter” (1980), tal como apresentado no capítulo 2.

O Capítulo 4 é dedicado ao detalhamento do estudo de caso realizado. É feita uma explanação sobre a organização estudada, e são realizadas análises sobre as alterações em sua Estratégia de Operações, em particular sobre seu Modelo de Planejamento e Controle da Produção, na busca pelo reposicionamento competitivo.

A partir das análises, desenvolveu-se uma avaliação do reposicionamento da empresa. Esta discussão está colocada no capítulo 5 desta dissertação.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões geradas a partir do estudo feito e encerra o conteúdo deste trabalho.

No capítulo 7 têm-se registradas as referências bibliográficas utilizadas ao longo da dissertação.

Capítulo 2 – Quadro Conceitual de Referência

O quadro conceitual de referência aqui constituído nasce da revisão bibliográfica realizada através de buscas em livros, artigos nacionais e internacionais disponíveis nas diversas bases de periódicos especializados e bases de dissertações e teses. Seu objetivo é:

- Fornecer elementos que possibilitem a análise da indústria petroquímica e de polipropileno;
- Trazer um modelo que seja capaz de embasar a discussão sobre a Estratégia de Operações da organização e seu papel no processo de reposicionamento de mercado;
- Expor os elementos que compõem um modelo de Planejamento e Controle da Produção, e como o mesmo contribui para alcançar as vantagens competitivas almejadas pela empresa.

Desta forma, o primeiro ponto colocado neste capítulo é a referência ao Modelo de Porter (1980), onde é definido um *framework* para análise da estrutura da indústria em estudo, através das conhecidas “5 Forças de Porter”. Os cinco elementos que são discutidos neste ponto são as características da concorrência na indústria, a relação com seus fornecedores e seus clientes, a existência de produtos e/ou serviços substitutos e os possibilidade de novos entrantes. Esta parte do quadro conceitual servirá como suporte para a análise da indústria petroquímica e de polipropileno nos capítulos seguintes.

Em seguida, são discutidos os conceitos referentes à Estratégia de Operações. É então explorado o *framework* proposto por Hayes e Wheelwright (1984), que define um conjunto de oito elementos, que podem ser divididos em decisões estruturais e infra-estruturais, que conformam a Estratégia de Operações de uma firma.

Como um dos pontos de destaque do estudo de caso é o Modelo de Planejamento e Controle da Produção, são definidos em particular quais os objetivos de um sistema de PCP e como estes objetivos se relacionam com os critérios competitivos. São então discutidos aspectos como custo percebido pelo cliente, qualidade do produto, velocidade e confiabilidade de entrega, flexibilidade e serviços prestados.

Por fim é feita uma exposição sobre o MRP II e seus módulos componentes, para que sejam entendidas as principais características deste dito sistema “puro” de

administração da produção, uma vez que ele fornece subsídios para a discussão sobre o Modelo de Planejamento e Controle de Produção da empresa estudada.

2.1. Posicionamento Competitivo: A Análise das Cinco Forças

Em 1980, Porter construiu um modelo que tentava explicar a lucratividade média dos participantes de determinado setor através da análise de cinco forças competitivas, que são:

- Grau de Rivalidade;
- Ameaça de Entrada;
- Ameaça de Substitutos;
- Poder do Comprador;
- Poder do Fornecedor.

2.1.1. Grau de Rivalidade

A primeira das forças, o grau de rivalidade, busca determinar a extensão até a qual o valor criado por uma indústria será dissipado através da concorrência direta (Ghemawat, 2000). Algumas análises possíveis sobre esta questão estão relacionadas com o número de concorrentes e o tamanho dos concorrentes. Em caso de numerosos concorrentes de pequeno porte, as possibilidades de pressionamento por preços menores e, com isso a redução das margens de lucro, é grande. Já em situações onde são poucos concorrentes e de grande porte, há maior facilidade de entendimento sobre a como o comportamento de um dos elos pode afetar os demais, facilitando assim a coordenação de ações entre os concorrentes, evitando assim prejuízos às margens de lucro na indústria.

Outro ponto que pode ser analisado é o custo fixo da planta industrial. Quanto maior for este custo, maior será a tendência de a empresa buscar a maior utilização da planta e, com isso, promover uma disputa por menores preços no mercado de modo a conquistar maiores volumes de vendas. Em caso de baixos custos fixos, o prejuízo da manutenção da planta ociosa não é fator que pressione a disputa por preços, permitindo que não haja um aumento da competitividade no mercado.

O custo de saída do concorrente da indústria é também um fator de acirramento da competitividade. Quanto maior for o custo de saída, o concorrente se sentirá mais pressionado por se manter no mercado. Para isto, a empresa pode definir políticas de

redução de preços com o objetivo de aumentar o volume de vendas. Caso o custo de saída não seja alto, este tipo de pressionamento não ocorre, permitindo que haja uma menor rivalidade entre os concorrentes.

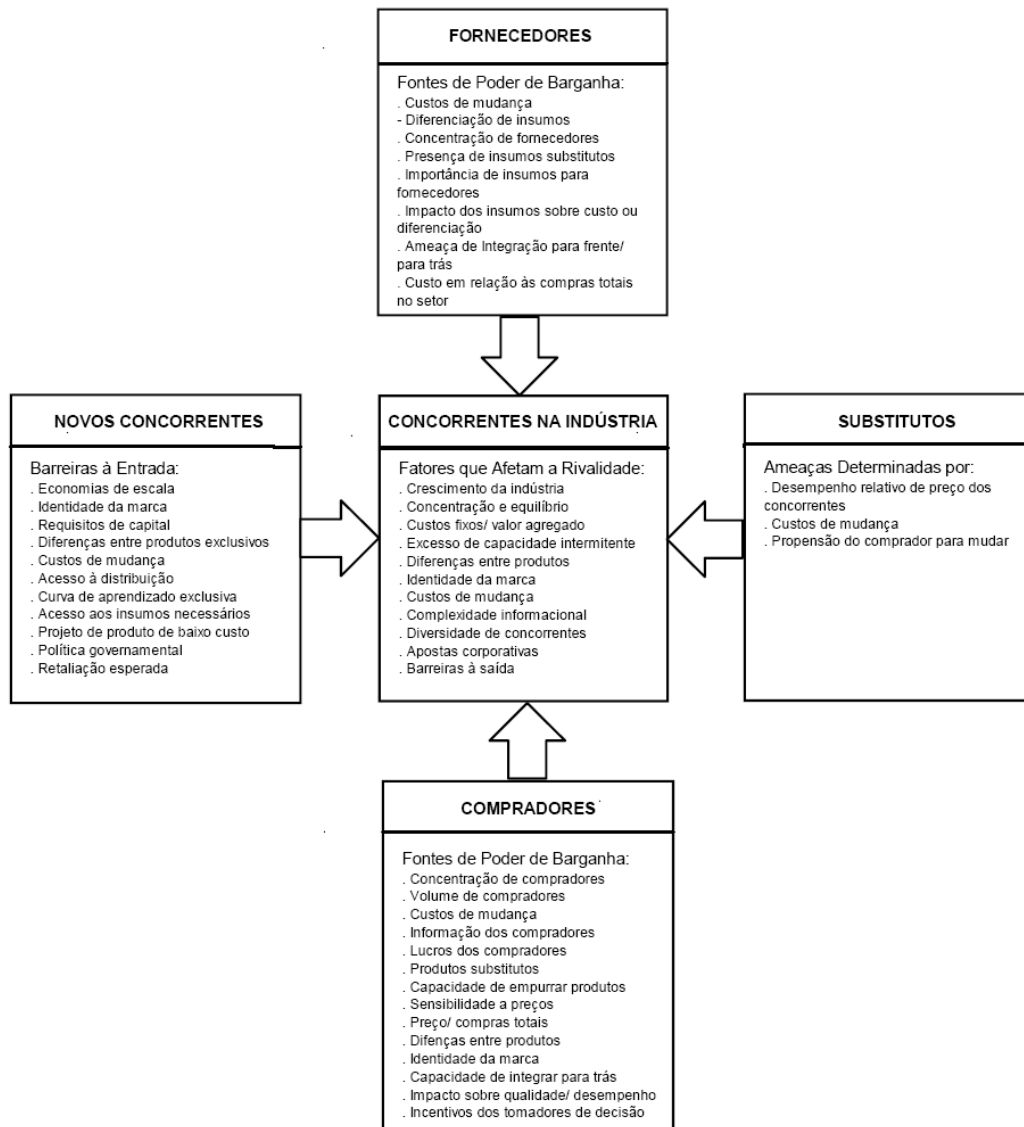


Figura 4: A Estrutura de “Cinco Forças” para Análise de Indústrias

Fonte: Porter (1980) apud Ghemawat (2000)

2.1.2. Ameaça de Entrada

A lucratividade média do setor é influenciada pelos concorrentes existentes e pelos concorrentes em potencial (Ghemawat, 2000). Desta forma, a principal questão que esta força trata está relacionada com as formas de construção de barreiras à entrada na indústria. Há várias formas de geração de barreiras à entrada, entre elas:

- A existência de obstáculos físicos e legais (políticas governamentais, por exemplo);
- A necessidade de grandes escalas de produção para que se possa obter a lucratividade esperada;
- A necessidade de grandes investimentos para implementação e operação da planta;
- A importância da construção da imagem da empresa no mercado, para que ela esteja apta a concorrer com as demais firmas da indústria;
- A existência de patentes protegendo os produtos;
- A dificuldade de acesso aos fornecedores e insumos produtivos;
- Possibilidade de retaliação do mercado. Lógicas de *dumping*, por exemplo, podem impedir a entrada de novos concorrentes no mercado.

Quanto maiores e mais numerosas forem as barreiras à entrada, maior será a dificuldade de entrada de novos concorrentes na indústria.

2.1.3. Ameaça de Substitutos

A ameaça representada por substitutos à lucratividade de uma indústria depende das proporções relativas preço/desempenho dos diferentes tipos de produtos ou serviços aos quais os clientes podem recorrer para satisfazer a mesma necessidade básica (Ghemawat, 2000).

Uma forma de reduzir a ameaça de substitutos é o custo da mudança. Alterar a opção de consumo pode implicar necessidade de treinamento, mudança de ferramental, ou alterações na tecnologia produtiva, que acabam por impedir a entrada do substituto no mercado.

2.1.4. Poder do Comprador

O poder do comprador é uma força que tem direta influência sobre a apropriação do valor criado na indústria. Esta força pode implicar o pressionamento pela redução de preços como também pelo aumento da qualidade dos produtos, sem que necessariamente haja ampliação do preço praticado.

Uma das formas de entender o poder dos compradores é a verificação do número de compradores e o tamanho dos mesmos. Quanto maior for o número de compradores, menor é seu poder de barganha frente à empresa que está na indústria em análise, uma vez que, em geral, esta pulverização implica em menores volumes comprados por cada cliente. No caso de concentração dos compradores, ou seja, a existência de poucos clientes, o poder de barganha é aumentado, uma vez que a empresa depende destas poucas organizações para garantir a venda de seus produtos. Mesmo em mercados pulverizados, mas onde há um cliente de grande porte e que consome grande parcela do que é produzido, ocorre o pressionamento da empresa fornecedora frente a este elo.

2.1.5. Poder do Fornecedor

A análise desta força pode ser encarada como um espelho da análise do poder dos compradores. Desta forma, deve-se avaliar o número de fornecedores assim como o seu tamanho. Caso haja um grande número de fornecedores, o poder da empresa compradora é grande, possibilitando assim o pressionamento por menores preços ou ampliação dos requisitos de qualidade do produto ou do serviço. Caso haja um grupo reduzido de fornecedores, estes podem estabelecer uma relação desfavorável à empresa compradora, através de imposição de preços, quantidades e qualidade oferecidos. O mesmo ocorre quando há um elo mais forte entre os fornecedores. Mesmo em mercados fornecedores pulverizados, relações favoráveis aos fornecedores podem ser estabelecidas caso haja uma empresa de grande porte que induza a definição dos requisitos de fornecimento para todo o mercado.

.....

Com este modelo tem-se um *framework* para a realização da análise da indústria petroquímica, em particular da produção de polipropileno, destacando os elementos que conformam a operação neste setor e que definem o padrão de rentabilidade das empresas desta indústria.

A partir deste ponto é então possível iniciar a discussão sobre a Estratégia de Operações, que dará subsídios para analisar a análise sobre uma empresa singular presente neste setor.

2.2. Estratégia de Operações

Hayes e Wheelwright (1984) defendem que há uma hierarquia de decisões estratégicas, desdobrada desde a Estratégia Corporativa até as estratégicas funcionais de cada unidade de negócio. A consistência entre estas diretrizes é dada através de um padrão de decisões que são tomadas, que garante o alinhamento entre os diversos níveis decisórios. Neste contexto, os autores destacam a Estratégia de Operações como sendo um ponto de sustentação para a Estratégia Corporativa e definem um *framework* que trata o conjunto de decisões que está associado à definição da Estratégia de Operações.



Figura 5 – Hierarquia de decisões estratégicas

Fonte: Prado (2005), adaptado de Hayes e Wheelwright (1984)

Os autores destacam que uma boa Estratégia de Operações não é necessariamente aquela que busca a máxima eficiência operacional, mas é aquela que se mostra adequada para os objetivos do negócio, buscando consistência entre as capacitações organizacionais e suas políticas, para garantir a vantagem competitiva pretendida.

Para a definição de sua Estratégia de Operações, a organização deve observar oito categorias de decisão, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de Decisão – Estratégia de Operações

Tipo de Decisão	Categorias de Decisão
Decisões Estruturais	Capacidade – quantidade, <i>timing</i> , tipo
	Instalações – tamanho, localização, especialização
	Tecnologia – equipamentos, automação
	Integração Vertical – direção, extensão, balanceamento
Decisões Táticas ou Infra-estruturais	Força de Trabalho – nível de qualificação, políticas salariais
	Qualidade – prevenção de defeitos, monitoramento, intervenção
	Planejamento e Controle de Produção – terceirização, centralização, regras de decisão
	Organização – estrutura, sistemas de controle e premiação, papéis das unidades

Fonte: adaptado de Hayes e Wheelwright (1984)

As primeiras quatro categorias de decisão são ditas estruturais em função de seus impactos de longo prazo, sua dificuldade de reversão e a grande quantidade de capital investida neste tipo de decisão. As demais categorias são consideradas táticas por estarem relacionados com decisões de rotina, por terem relação com aspectos específicos da operação da empresa e por não requererem, em geral, grande volume de capital investido. No entanto, as decisões táticas podem gerar impactos acumulativos que são difíceis e custosos de reverter.

Os autores destacam que as oito categorias estão fortemente relacionadas e é necessário que o padrão de decisões em cada uma delas seja consistente entre elas e com a Estratégia Corporativa. Uma vez que a Estratégia Corporativa seja alterada, é necessário que a Estratégia de Operações seja revista, para que a consistência entre as decisões seja mantida.

Hayes e Wheelwright defendem que, para avaliar uma dada Estratégia de Operações, devem ser considerados dois tipos de análises: a consistência interna e externa das decisões e contribuição para a vantagem competitiva almejada.

Para avaliar a consistências interna e externa das decisões, devem ser observados os seguintes aspectos:

- Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia Corporativa;
- Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia das demais funções;
- Consistência entre as categorias de decisão contidas na Estratégia de Operações;
- Consistência entre a Estratégia de Operações e o ambiente no qual a empresa está inserida (recursos disponíveis, padrão de concorrência, restrições governamentais etc.)

Para avaliar a contribuição da Estratégia de Operações para a sustentação da vantagem competitiva pretendida pela empresa, devem ser vistos os seguintes pontos:

- Capacidade de explicitar os *trade-offs*, permitindo que a produção estabeleça prioridades que estejam alinhadas com a busca pela vantagem competitiva pretendida;
- Direcionamento das atenções para oportunidades que complementem a Estratégia Corporativa;
- Desenvolvimento de capacitações de produção que serão requeridas pelo negócio no futuro.

Um ponto importante destacado pelos autores se refere aos diferentes papéis que a estratégia de operações pode assumir quanto ao seu relacionamento com a Estratégia Corporativa e forma contribuição para a sustentação da vantagem competitiva. Para isso, foram definidos quatro estágios da Estratégia de Operações, que podem ser vistos em detalhes no Quadro 2.

Quadro 2 – Estágios de evolução do papel estratégico da produção

Estágios	Características
Estágio 1 - Minimizar o potencial negativo da produção (Internamento Neutro)	<ul style="list-style-type: none"> • Especialistas externos são utilizados para tomar decisões sobre questões estratégicas na produção; • Sistemas internos de controle gerencial são o mecanismo básico para monitoramento do desempenho da produção; • A produção é mantida flexível e reativa
Estágio 2 - Alcançar paridade (neutralidade) com competidores (Externamente Neutro)	<ul style="list-style-type: none"> • A prática vigente na indústria (<i>industry practice</i>) é seguida; • O horizonte de planejamento para decisões de investimento na produção é estendido para incorporar um único ciclo de negócios; • O investimento de capital é entendido como o meio básico para se equivaler aos competidores ou alcançar vantagem competitiva.
Estágio 3 - Prover suporte real para a estratégia de negócio (Suporte Interno)	<ul style="list-style-type: none"> • Os investimentos na produção são definidos de acordo com sua consistência com a estratégia de negócio; • Mudanças na estratégia de negócio são automaticamente desdobradas em suas implicações para a produção; • Desenvolvimentos e tendências de longo prazo na produção são sistematicamente analisados.
Estágio 4 - Busca de vantagem competitiva	<ul style="list-style-type: none"> • São feitos esforços para antecipar o

baseada na produção (Suporte Externo)	<p>potencial de novas práticas de produção e tecnologias;</p> <ul style="list-style-type: none"> • A produção está diretamente envolvida nas decisões de marketing e engenharia; • Programas de longo prazo são executados de forma a adquirir capacitações de forma antecipada frente à necessidade.
---------------------------------------	---

Fonte: adaptado de Hayes e Wheelwright (1984)

Dado que um dos pontos fundamentais para a discussão sobre Estratégia de Operações das empresas na indústria de polipropileno está relacionada com a aquisição de capacidade, que pode ser feita apenas através da compra de novas plantas produtivas, se faz necessária a exposição mais detalhada sobre as políticas de capacidade.

2.2.1. Políticas de Capacidade

Segundo os autores , muitos gestores definem a estratégia de operações como uma estratégia de capacidade. Desta forma, há a restrição do pensamento estratégico apenas às decisões de ampliação de capacidade de produção das plantas. Embora a estratégia de capacidade não encerre o assunto estratégia de operações, este tópico deve ser tratado com cuidado e as decisões de capacidade devem considerar os seguintes aspectos:

- previsão de crescimento e variabilidade da demanda;
- custos de construção e operação de plantas de diferentes tamanhos;
- diferentes direções da evolução tecnológica;
- comportamento esperados dos competidores (tanto nacionais quanto internacionais);
- previsão da disponibilidade, capacidade e custos dos fornecedores.

Diante destas análises, é possível adotar três políticas de capacidade de produção:

- a manutenção de capacidade acima da demanda

- a manutenção da capacidade “justa” com a demanda
- a manutenção da capacidade abaixo da demanda.

As especificidades de cada uma destas estratégias são discutidas nos itens abaixo.

2.2.1.1. Política de Capacidade acima da Demanda

Esta política pretende manter a capacidade acima da demanda através da manutenção de um “colchão” de capacidade. As razões para manutenção deste tipo de estratégia são:

- Possibilidade atendimento a demandas inesperadas;
- Atração de clientes;
- Possibilidade de ganhar fatias de mercado.

A possibilidade de tratamento de demandas inesperadas é importante em setores onde o custo da falta do produto é muito maior do que o custo de ociosidade da planta. Uma boa ilustração são as fábricas de medicamentos que produzem fármacos para tratamento de doenças sujeitas a epidemias. Nestes casos, quando há a epidemia, os medicamentos devem estar disponíveis no menor espaço de tempo e a existência de folgas de capacidade permite que este tipo de manobra seja realizada, sem que sejam necessárias horas extras e reprogramações da produção.

Outro ponto que ilustra a adoção deste tipo de estratégia é a percepção que o mercado é crescente e que os concorrentes apresentam capacidade restrita. Neste caso, há uma forte tendência que os clientes prefiram estabelecer relações com as empresas que possuem folga de capacidade, uma vez que podem atender com maior facilidade possíveis aumentos de demanda.

A possibilidade de ganhar fatias de mercados também é um impulsionador para a manutenção da estratégia de capacidade acima da demanda. Quando há este tipo de perfil de capacidade, a organização pode aumentar a oferta de produtos e reduzir os preços, conseguindo conquistar fatias de mercado. Um comportamento como este, embora possa gerar benefícios de curto prazo para a organização, pode promover no médio e longo prazo “guerras” de preços que podem reduzir as margens de indústria como um todo.

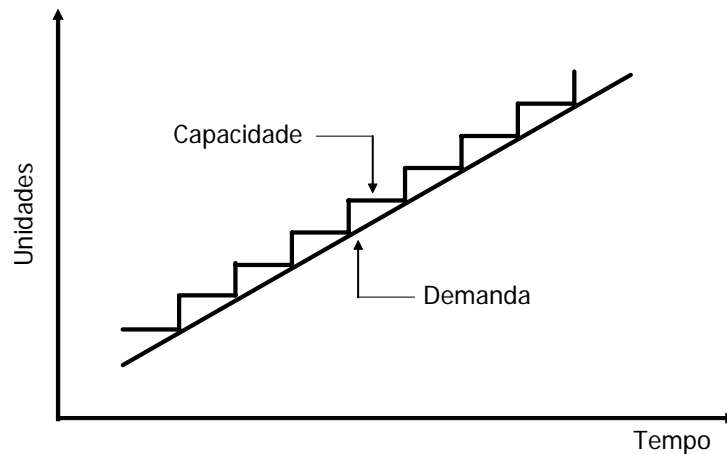


Figura 6 – Estratégia de Capacidade – capacidade acima da demanda

Fonte: Hayes e Wheelwright, 1984

O problema relacionado com a manutenção desta estratégia é a necessidade de arcar com os custos de ociosidade, que podem ser grandes, principalmente em indústrias onde o custo fixo é alto. Quando situações como esta ocorrem, é comum encontrar a lógica de “aumento da oferta/redução de preços” acima discutida, para que a capacidade ociosa seja ocupada, mesmo que com margens menores, para que seja possível diluir os altos custos fixos.

2.2.1.2. Política de Capacidade “justa” com a Demanda

Esta política tem como intenção manter a capacidade de produção equilibrada com a demanda. Neste caso, há momentos onde a demanda encontra-se superior à capacidade (há então falta de produto) e momentos onde a demanda encontra-se abaixo da capacidade (há sobra de produto). O desafio contido nesta estratégia está na capacidade de conseguir prever a demanda com maior acurácia, detectando a sazonalidade (picos e vales de demanda) e conseguindo equilibrar a carga da planta de modo a suprir a demanda nos picos através da produção nos vales.

A razão para a manutenção desta política é a minimização dos riscos, uma vez que a probabilidade de excesso de capacidade é igual à probabilidade de falta. Desta forma, os riscos relacionados com os custos de ociosidade são pequenos.

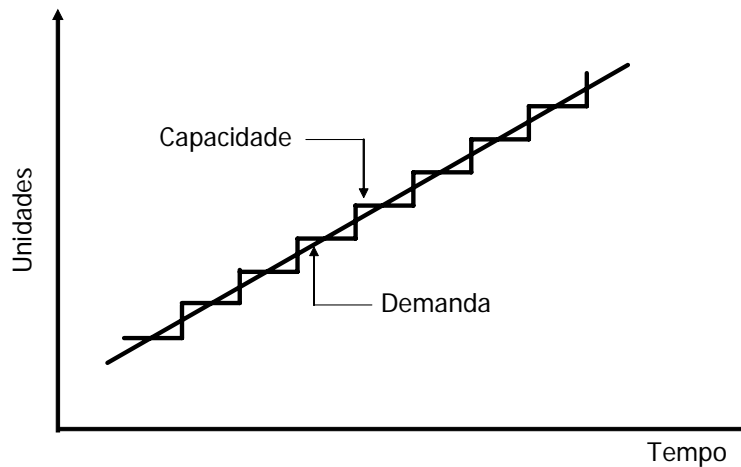


Figura 7 – Estratégia de Capacidade – capacidade “justa” com a demanda

Fonte: Hayes e Wheelwright, 1984

2.2.1.3. Política de Capacidade abaixo da Demanda

Esta política tem como intenção manter a capacidade sempre inferior à demanda colocada. É então mantido um “colchão negativo”, referente à diferença entre a capacidade e a demanda.

A manutenção desta estratégia tem como objetivo a maximização da utilização da planta, promovendo assim uma maior taxa de retorno sobre o investimento. No entanto, manter este posicionamento pode ser prejudicial para o posicionamento da empresa no mercado, uma vez que ela dificilmente será capaz de absorver variações de demanda, abrindo assim espaço para empresas que possuem folga de capacidade para atendimento a estes clientes.

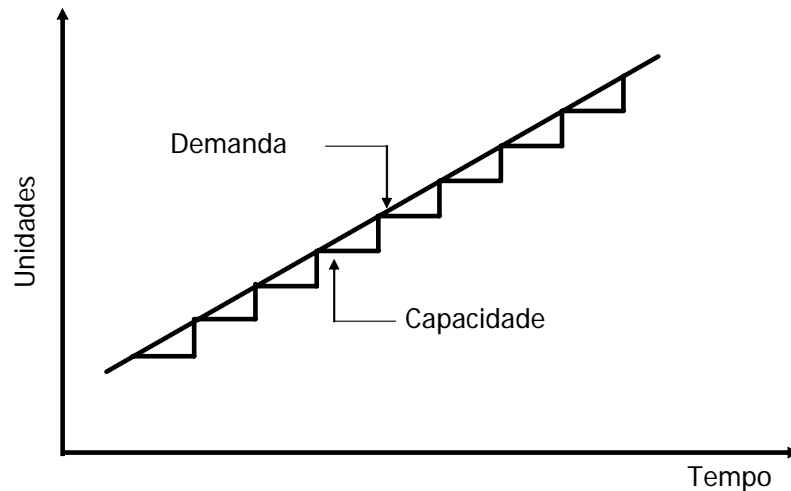


Figura 8 – Estratégia de Capacidade: capacidade abaixo da demanda

Fonte: Hayes e Wheelwright, 1984

Esta política é também conhecida como “estratégia de capacidade conservadora” (Hayes, 2005), uma vez que os riscos relacionados com este tipo de operação são baixos.

2.2.1.4. Tipos de Capacidade

A referência à capacidade é comumente entendida como capacidade de processamento ou produção. No entanto, se capacidade for entendida como a habilidade para o atendimento à demanda dos clientes, pode-se pensar em outras formas de manutenção de capacidade. Assim, é possível destacar três tipos básicos de capacidade:

- Estoque (produto acabado ou semi-acabados);
- Recursos de Produção (espaço, equipamento, pessoas etc.);
- Capital específico (reservado para expansão de capacidade);

A manutenção de estoques é o primeiro tipo de capacidade que pode ser discutido. Através desta política, é possível atender prontamente aos pedidos colocados (caso o ponto de estocagem seja no final da linha – produto acabado) ou em um tempo menor do que o *lead time* padrão (caso haja estocagem entre etapas do processo – produtos

semi-acabados). Esta lógica tem alguns pontos relevantes de discussão para que sua implementação tenha sucesso. A primeira delas é a capacidade de saber com precisão quais produtos serão demandados e em quais quantidades, para que não se formem estoques de produtos para os quais não sejam colocados pedidos firmes. Esta tarefa é complexa, dadas as incertezas contidas nos métodos de previsão de vendas e variabilidade do mercado. Outro ponto importante é a possibilidade de obsolescência dos estoques, caso eles fiquem parados por muito tempo. Este problema se agrava em situações onde há datas de validade e perecibilidade envolvidos.

O segundo tipo de capacidade é a capacidade de produção, como é normalmente entendida. Trata-se então da manutenção de equipamentos, pessoas e demais recursos necessários à produção, com folga de capacidade. Embora esta política tenha tempo de resposta mais longo quando comparado à capacidade em estoques, ela possui maior flexibilidade uma vez que a empresa pode produzir de acordo com o mix e volumes colocados pelo cliente.

Outro tipo de capacidade é a reserva de capital específico, para o investimento na ampliação de capacidade. Desta forma, o capital está empenhado na compra de novos equipamentos ou mesmo na construção de uma nova planta. O problema relacionado com esta política é o tempo entre tomada da decisão e a efetiva implementação do aumento de capacidade. Assim, esta opção deve estar ligada a decisões de médio e longo prazo, exigindo, desta forma, exercícios de “cenarização” de ambientes futuros.

.....

A partir desta exposição sobre Estratégia de Operações, é possível iniciar a explanação sobre uma das decisões táticas destacadas, que é o Modelo de Planejamento e Controle da Produção. Como esta dissertação se propõe a investigar de forma mais detalhada este elemento da Estratégia de Operações da empresa estudada, o item seguinte se ocupa com a discussão sobre aspecto.

2.3. Planejamento e Controle da Produção

A discussão sobre Planejamento e Controle da Produção é aqui colocada para subsidiar a análise do modelo de PCP da empresa estudada, bem como sua conexão com a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio da organização escolhida.

Segundo Corrêa *et alli* (2001), sistemas de administração da produção devem dar apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização. Para isto a gestão da produção deve tratar as seguintes questões logísticas básicas:

- O que produzir e comprar;
- Quanto produzir e comprar;
- Quando produzir e comprar;
- Com que recursos produzir.

Desta forma, os autores destacam que um sistema de administração da produção tem como objetivos:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização;
- Planejar os materiais comprados;
- Planejar os níveis adequados de estoques de matérias primas, semi-acabados e produtos finais, nos locais certos;
- Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias;
- Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção);
- Se capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los;
- Ser capaz de reagir eficazmente.

2.3.1. Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização

A necessidade de planejar a necessidade futura de capacidade nasce da *inércia da decisão* (Corrêa *et alli*, 2001) existente entre o processo decisório e a obtenção de fato dos recursos pretendidos. Em função do incremento de capacidade que se deseja, esta inércia pode ser maior ou menor. Em casos de pequenos incrementos, podem ser necessárias ações como inclusão de mais um turno de trabalho, que pode se considerada uma ação de baixa inércia. No entanto, a decisão da ampliação da planta produtiva pode levar de meses a anos para ser concluída, podendo então ser caracterizada como uma de decisão de alta inércia. As diversas estratégias de gestão de capacidade foram tratadas no item 2.2.1. deste trabalho.

2.3.2. Planejar materiais comprados

Esta atividade tem como objetivo fazer com que os materiais necessários à produção cheguem à empresa no momento correto – a chegada antes do tempo implica em custos de armazenagem e perdas financeiras enquanto a chegada posterior à data pretendida pode gerar atrasos na entrega dos produtos – e nas quantidades corretas.

2.3.3. Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos certos

Os estoques têm um papel importante no tratamento das incertezas contidas no ciclo logístico. A primeira incerteza pode estar no fornecimento das matérias-primas, implicando na manutenção de estoques de insumos que permitam que os problemas de fornecimento não prejudiquem a programação estabelecida. Outro ponto de incerteza está no processo produtivo em si, em função de quebras de máquinas e falta de pessoal, por exemplo. Este tipo de incerteza pode ser tratado através da manutenção de estoques de produtos semi-acabados, para evitar que os demais equipamentos parem em razão da interrupção de uma dada máquina. Um último ponto de incerteza está relacionado com as variações de demanda. Estas variações podem ser amortecidas através da manutenção de estoques de produtos acabados. No entanto, cabe ressaltar que o dimensionamento destes estoques é tarefa delicada, uma vez que, para absorver grandes variações, seria necessária a manutenção de estoques que podem ter custo financeiro impeditivo para a

organização. Nestes casos, as ações para tratar as incertezas podem ter outras naturezas, como o desenvolvimento de fornecedores confiáveis ou redução das perdas de produção (Guinatto, 1996), que não estão relacionados com a manutenção de estoques.

2.3.4. Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas atividades certas e prioritárias

Esta atividade está relacionada com a forma como as ordens de produção são alocadas nos recursos produtivos. Trata-se, então, de um problema de programação fina da produção, que discute qual lógica se pretende usar para a alocação das ordens (redução de atrasos, minimização de *setups*, redução de estoques intermediários, etc.) para que então seja estabelecida a heurística para o seqüenciamento das ordens de produção. Aspectos relacionados com este discussão podem ser vistos com mais detalhes no item 2.5.9.

2.3.5. Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos e das ordens

Esta atividade está relacionada com as atribuições de controle, que permitem que se verifique a aderência entre a execução e o planejamento. Embora esta atividade seja usualmente pouco desenvolvida, ela é fundamental para que seja possível elaborar um “ciclo fechado” entre o planejamento e a execução das operações, permitindo assim que o planejamento seja constantemente ajustado e que sejam discutidas as razões fundamentais das discrepâncias observadas.

2.3.6. Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los

Difícilmente se encontram empresas em que as promessas de prazo feitas aos clientes são baseadas em informações firmes e confiáveis da fábrica (Corrêa *et alli*, 2001). Esta é uma atividade caracterizada pela necessidade de forte interface entre a área de vendas e as funções de gestão da produção. Dada a inexistência de informações

confiáveis disponíveis para o vendedor, é comum que sejam prometidos prazos irreais que fatalmente implicarão em atrasos nas entregas. Mesmo com uma promessa de data de entrega eficiente, ainda é necessário que sejam estabelecidas rotinas de acompanhamento dos pedidos para que, em caso de atrasos na produção (possíveis de detectar apenas através do bom desenvolvimento das atribuições de controle), seja possível avisar aos clientes sobre a possibilidade de atrasos nas entregas.

2.3.7. Ser capaz de reagir eficazmente

Esta atividade está fortemente ancorada no bom funcionamento das atribuições de controle. A necessidade de reagir eficazmente está relacionada com a detecção de falhas que possam gerar discrepâncias entre o planejamento e a execução e, diante desta identificação, conseguir tomar decisões que bloqueiem ou minimizem os efeitos da falha observada.

2.4. Planejamento e Controle da Produção e os Critérios Competitivos

Corrêa *et alli* conceituam competitividade através da seguinte colocação:

“Ser competitivo é ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado visados mais valorizam.” (Corrêa *et alli*, 2002, p. 26)

É então necessário pontuar os aspectos de desempenho que podem ser alavancados pelo sistema de administração da produção e que possam ser mais ou menos valorizados pelos nichos de mercado. Os critérios competitivos que devem ser considerados são:

- Custo percebido pelo cliente;
- Qualidade dos produtos;
- Velocidade de entrega;
- Confiabilidade de entrega;
- Flexibilidade das saídas e
- Serviços prestados aos clientes.

Cada um destes critérios competitivos é discutido nos itens seguintes.

2.4.1. Custo percebido pelo cliente

A redução dos custos de produção, e conseqüente possibilidade de redução do custo percebido pelo cliente, pode estar relacionada com três aspectos:

- Utilização adequada dos recursos;
- Manutenção de níveis adequados de estoques e
- Cumprimento dos prazos de entrega.

Visando a utilização adequada dos recursos, é possível, através da verificação das taxas de ocupação das máquinas, realizar balanceamentos que evitem, por exemplo, contratação de horas extras. Uma situação onde isso pode ser facilmente verificado é quando há picos de demanda e a planta produtiva busca adequar sua carga a este pico. Neste tipo de situação, é comum haver admissão de pessoal, subcontratação de terceiros

e contratação de horas extras, para que seja possível produzir para o atendimento ao pico de demanda. No entanto, caso haja uma previsão de vendas mais precisa, que seja capaz de identificar a existência de picos e vales de demanda, o programador da produção pode formar estoques durante os períodos de vale para o atendimento à demanda nos picos. Desta forma, a planta consegue ter sua utilização mais uniforme e sem a necessidade de aumentar seus custos para o atendimento aos picos de demanda.

Outro ponto importante que tem impacto direto sobre os custos de produção é a manutenção de estoques. Se por um lado a manutenção de altos estoques implica no aumento dos custos financeiros e de armazenagem da empresa, por outro lado a falta de estoques pode gerar paradas de máquinas com prejuízos à entrega dos produtos. Embora seja difícil de mensurar, deve-se considerar o custo da falta do insumo ou produto acabado. Uma questão importante também relacionada à manutenção de altos estoques é a possibilidade de omissão de ineficiências do processo. Com altos estoques, é mais difícil identificar perdas de eficiência na planta produtiva, encobrindo assim a observação dos problemas, e logo impedindo que sejam tomadas ações que permitam reduzir as ineficiências.

O cumprimento dos prazos de entrega também pode influenciar no custo total. Nos casos específicos onde os atrasos nas entregas implicam na aplicação de multas contratuais, o descumprimento dos prazos estipulados pode gerar grandes incrementos aos custos da organização. Além disso, pode haver a perda de reputação da empresa, que consiste em um “custo intangível”.

2.4.2. Qualidade dos produtos

A qualidade do produto está relacionada com duas dimensões:

- Controle de qualidade do produto e
- Controle de qualidade do processo.

O controle de qualidade do produto trata da identificação de itens defeituoso, nas diversas etapas do processo produtivo. É através desta função que se consegue evitar que sejam entregues produtos fora das especificações aos clientes, evitando assim o desgaste na relação entre a organização e seus clientes.

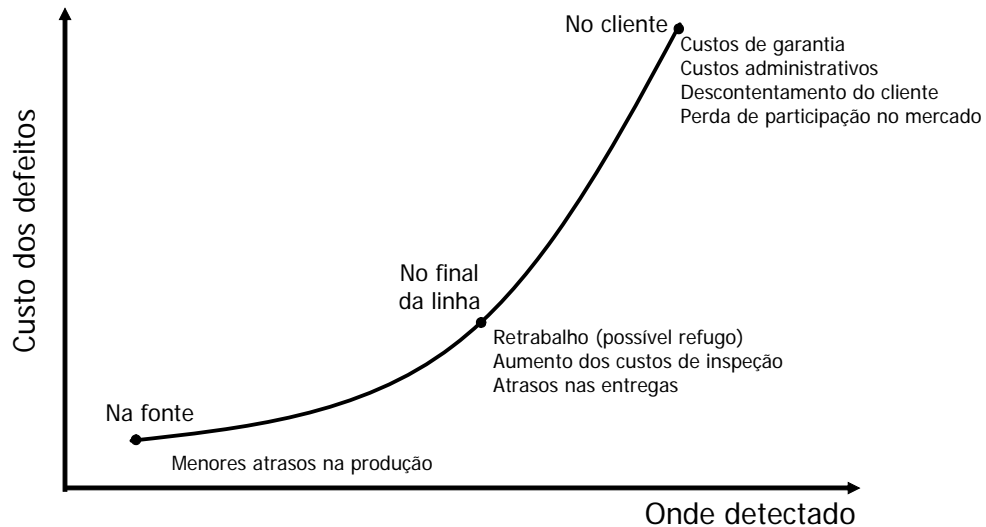


Figura 9 – Custo dos defeitos

Fonte: Lynch apud Guinato (1996)

Uma outra forma de tratar a qualidade do produto é através dos controles de processos, através de ferramentas como o CEP (Controle Estatístico de Processo), por exemplo. Através dele é possível antever a possibilidade de produção de itens fora da especificação e assim agir preventivamente, através da intervenção no processo produtivo. Esta forma de tratamento reduz as perdas de produto por problema de qualidade, tendo impacto também nos custos da organização.

2.4.3. Velocidade de Entrega

A velocidade de entrega pode ser dada em função de duas políticas:

- Manutenção de estoques de produtos acabados e
- Velocidade no fluxo de produção.

Quando são mantidos estoques de produto acabado, a entrega do produto pode ser feita de maneira imediata para o cliente. No entanto, este tipo de política tem algumas implicações que devem ser discutidas. Caso a empresa possua um portfólio muito diversificado, a manutenção de estoques de todos os produtos e que atenda a qualquer pedido colocado pode implicar na existência de altos volumes em estoque, aumentando os custos financeiros e custos de armazenamento, além de aumentar a possibilidade de

perdas por problemas de obsolescência ou perecibilidade do produto. No entanto, em mercados onde o cliente não está disposto a esperar pela mercadoria, este tipo de política se faz necessária.

Já em mercados nos quais o cliente não impõe a pronta entrega como um critério para a compra, a organização, para conseguir velocidade de entrega, deve investir no aumento da velocidade do fluxo de produção. O aumento desta velocidade de entrega pode ser obtido através da redução dos estoques intermediários (que, caso existam em excesso, implicam no aumento do tempo de fila das ordens de produção que estão entrando), redução do intervalo entre quebras de máquinas (MTBF), redução da duração das quebras de máquinas (MTTR) e melhoria das previsões de vendas (para que a fábrica não fique ocupada com produção comprometida com uma demanda que possa não se efetivar).

2.4.4. Confiabilidade de Entrega

Para que o sistema de gestão da produção contribua na confiabilidade das entregas, é preciso que:

- Haja capacidade de reação a eventos inesperados;
- Haja utilização adequada dos recursos disponíveis;
- Seja feito o monitoramento (controle) da produção.

Quando se está tratando sobre eventos inesperados, uma quebra de máquina, por exemplo, os gestores responsáveis pela produção devem ser capazes de gerar proteções que consigam absorver ou minimizar os efeitos de uma parada não prevista. Esta proteção pode ser colocada através da geração de estoques estratégicos ou através da manutenção de um pulmão de capacidade que permita que a produção seja recuperada mesmo após períodos de paralisação.

Além disso, o planejador tem que ser capaz de realizar programações que promovam o carregamento adequado dos equipamentos, evitando a superutilização. Quando os recursos estão superutilizados, é mais difícil que haja a reação quando ocorre uma parada imprevista de algum equipamento.

Outro ponto importante na garantia da confiabilidade de entrega é o monitoramento da execução do planejamento, para que seja verificada a existência de qualquer desvio que possa afetar o cumprimento dos prazos de entrega.

2.4.5. Flexibilidade das saídas

Segundo Corrêa *et alli*, flexibilidade é a habilidade de reagir eficazmente a mudanças não planejadas. Com isto, o programador da produção deve:

- ser capaz de reprogramar a produção com rapidez;
- dimensionar adequadamente seus níveis de estoque nas diversas etapas (insumos, semi-acabados e acabados);
- ser capaz de realizar roteamentos diferentes da produção (roteiros alternativos).

A capacidade de reprogramação rápida está relacionada com as possíveis alterações na carteira de pedidos que, para ser atendida, deve ser acompanhada por alterações no programa de produção. A rapidez nesta atividade pode garantir a colocação de mais pedidos firmes e fortalecer o posicionamento da organização no mercado.

O dimensionamento adequado de estoques (insumos, semi-acabados e acabados) assegura que, havendo a colocação de um pedido de urgência, sejam feitos remanejamentos para que a entrega seja cumprida em um tempo menor do que o tempo total de atravessamento do produto.

Por fim, a existência de roteiros de produção alternativos também pode trazer grande flexibilidade para a organização. Neste caso, se houver a colocação de um pedido para o qual os equipamentos envolvidos na fabricação já estejam completamente carregados, o roteamento alternativo pode permitir que a entrega seja realizada, mesmo diante desta situação adversa.

2.4.6. Serviços prestados ao cliente

Os serviços prestados aos clientes correspondem aos componentes não tangíveis daquilo que é oferecido para o cliente.

Segundo Corrêa *et alli* (2001), o tipo de influência que os sistemas de gestão da produção podem ter sobre os serviços prestados ao cliente referem-se ao fornecimento de informações, como:

- Estado de determinado pedido;
- Informações e orientações logísticas sobre níveis de estoque;
- Serviços de integração do sistema de suprimentos ao sistema logístico do cliente;
- Serviços de gerenciamento de estoques de materiais fornecidos em consignação.

As empresas que tradicionalmente produzem *commodities* vêm implementado esforços no sentido da *descommoditização*, através da oferta de serviços complementares ao produto que comercializam.

2.4.7. Relação entre as funções do sistema de gestão da produção e os critérios competitivos

No Quadro 3, é mostrado um resumo sobre como cada uma das funções de um sistema de administração da produção (discutidas no item 2.1.) tem influência sobre cada um dos critérios competitivos.

Quadro 3 – Relação entre as funções do sistema de gestão da produção e os critérios competitivos

	Custo	Velocidade	Confiabilidade	Flexibilidade	Qualidade	Serviço
Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização	✓	✓	✓			
Planejar os materiais comprados	✓					
Planejar os níveis adequados de estoques	✓	✓	✓	✓		

Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos estejam sendo utilizados em cada momento nas atividades certas e prioritárias	✓	✓	✓			
Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos e ordens			✓		✓	✓
Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los	✓		✓			
Ser capaz de reagir eficazmente.		✓		✓		

Fonte: Corrêa *et alli*, 2001

Já o Quadro 4 mostra os critérios de desempenho e detalha como as funções do sistema de gestão da produção podem contribuir com cada um deles.

Quadro 4 – Critérios competitivos e a função produção

Indicadores	Objetivos Centrais	Vantagens obtidas através de uma melhor gestão da função produção
Custos	Menores custos Maiores margens Conquista de mercado	Utilizações adequadas dos recursos, reduzindo os custos desnecessários. Aumento da capacidade dos recursos com capacidade crítica, expandindo a possibilidade de oferta para o mercado Redução de estoques sem comprometimento do desempenho

		<p>produtivo</p> <p>Redução de cancelamento e/ou multas por atraso</p>
Qualidade	<p>Melhoria na qualidade do produto</p> <p>Melhoria na qualidade do processo</p>	<p>Evitar que itens não conformes cheguem até o cliente.</p> <p>Redução da produção de itens não conformes através de controles de processos eficientes.</p>
Velocidade de entrega	<p>Capacidade de atendimento mais rápido às solicitações dos clientes</p> <p>Conquista de mercado</p> <p>Fidelidade dos clientes</p>	<p>Redução dos tempos de espera</p> <p>Redução do tempo total de atravessamento</p> <p>Melhor planejamento das atividades de preparação (possibilidade de redução dos <i>setups</i> totais)</p> <p>Programação baseada em pedidos e não em previsões</p>
Confiabilidade de entrega	<p>Possibilitar aos clientes um planejamento mais preciso de suas necessidades</p> <p>Permitir a oferta dos produtos por um preço mais elevado</p> <p>Conquista de mercado</p> <p>Fidelidade dos clientes</p>	<p>Possibilidade de antever problemas futuros, adotando-se medidas corretivas que não afetem o desempenho.</p> <p>Monitoramento constante das ordens de produção, com possibilidade de comunicação ao cliente quanto ao status de cada pedido</p> <p>Previsão de datas mais precisa baseada em dados mais realísticos quanto às reais capacidades do sistema produtivo.</p> <p>Consumo adequado de recursos evitando-se a falta dos mesmos para atendimento de pedidos de maior prioridade</p>

Flexibilidade	Possibilitar o atendimento às variações de demanda relativas à quantidade ou variedade/inação dos produtos Conquista de Mercados Fidelidade dos Clientes	Reprogramação constante do sistema produtivo para responder ao novo perfil de demanda Capacidade de disponibilizar as informações necessárias para que os gerentes tomem decisões mais precisas quanto à priorização das atividades Maior adequação dos estoques planejados frente a essas possíveis variações da demanda
Serviços prestados aos clientes	Provimento de serviços que ampliem o valor percebido pelo cliente	Capacidade de disponibilizar informações para os clientes como status de pedidos, níveis de estoque, integração entre os sistemas das empresas etc.

Fonte: adaptado de Prado (2000)

2.4.8. Relação entre a posição competitiva e os critérios competitivos

Uma forma útil de compreender a importância relativa dos fatores competitivos é a distinção dos mesmos em “critérios ganhadores de pedidos” e “critérios qualificadores” (Hill apud Slack, 1997).

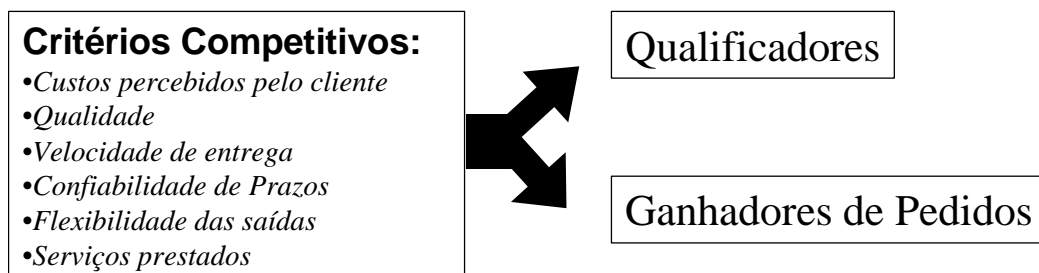


Figura 10 – Critérios qualificadores e ganhadores de pedidos

Fonte: adaptado de Prado (2004)

Os critérios qualificadores não são os principais determinantes do sucesso competitivo mas tem grande importância para a forma como a organização é enxergada por seus clientes. Estes aspectos devem estar acima de um determinado nível mínimo de qualificação, para que a empresa passe a ser considerada entre os possíveis fornecedores de seus clientes. Desta forma, para o critério definido, a organização deve se encontrar acima do nível “qualificador” mas quaisquer incrementos de qualidade após este nível podem trazer pouca percepção de benefício.



Figura 11 – Benefício competitivo dos Critérios qualificadores

Fonte: Slack (1997)

Os critérios ganhadores de pedidos são aqueles considerados como diferenciais na realização de um negócio. São considerados pelos clientes “razões-chave” para a compra do produto ou serviço. Desta forma, esforços de melhoria nos critérios ganhadores de pedidos promovem grandes incrementos na percepção de benefício por parte do cliente.

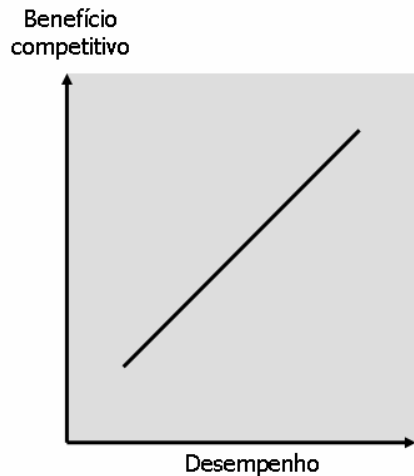


Figura 12 – Benefício competitivo dos Critérios ganhadores de pedidos

Fonte: Slack (1997)

.....

Há diversas alternativas de técnicas e lógicas que podem ser utilizadas para que sejam cumpridos os objetivos da administração da produção. Os três sistemas principais utilizados atualmente são o MRP II, o Sistema Toyota de Produção e a Teoria das Restrições. Em função das características da organização, estrutura produtiva, comportamento da demanda, entre outros fatores, é definido o sistema de gestão da produção mais adequado para a empresa, que por vezes pode ser composto por partes de cada um dos ditos “sistemas puros”, formando então os sistemas híbridos de gestão da produção.

Como o objetivo desta dissertação é avaliar o modelo de Planejamento e Controle da Produção de uma determinada empresa, considerou-se que seria importante destacar apenas o sistema de gestão da produção que mais se aproximava da lógica empregada por aquela organização. Desta forma, este trabalho detalha apenas o sistema de gestão da produção conhecido como MRP II e não aborda os elementos do Sistema Toyota de Produção e da Teoria das Restrições.

2.5. MRP II

O MRP II é um sistema de gestão da produção que é composto pelos seguintes módulos de funcionamento:

- Planejamento de demanda;
- S&OP – Sales and Operations Planning;
- MPS – Plano Mestre de Produção;
- MRP – Material Requirement Planning;
- Gestão da capacidade:
 - RRP – Resource Requirement Planning;
 - RCCP – Rough Cut Capacity Planning;
 - CRP – Capacity Requirement Planning.
- SFC – Shop Floor Control;
- Compras.

Para que seja entendido o funcionamento do MRP II, é fundamental que previamente seja introduzido o conceito de planejamento hierárquico, que é discutido no item 2.5.1.

2.5.1. Conceito de Planejamento Hierárquico

Um dos pontos fundamentais contido nos sistemas de gestão da produção é a capacidade de elaboração de “visões” de futuro para que, a partir desta visão, seja possível realizar os diversos níveis de planejamento de produção. No entanto, dentro deste horizonte de análise, é necessário considerar vários sub-horizontes, que estarão relacionados com diferentes naturezas de decisão. Sub-horizontes de curto prazo tratam de decisões de baixa inércia, ou seja, de rápida implementação. Já os sub-horizontes de médio e longo prazo cuidam de decisões de maior inércia, ou seja, de implementação mais demorada (Corrêa *et alli*, 2001).

As decisões de pequena inércia em geral envolvem poucos recursos (contratação de horas extras, por exemplo) e portanto decisões equivocadas neste nível não têm grande

impacto negativo para a organização. Por outro lado, as decisões de grande inércia costumam tratar de um conjunto maior de recursos (aquisição de uma nova planta, por exemplo) e logo problemas neste âmbito têm efeitos de maior relevância.

Uma questão importante a ser destacada é que as decisões de longo prazo/alta inércia conformam as decisões de curto prazo/baixa inércia, uma vez que as primeiras costumam impor restrições às demais. Assim, ao tomar as ações de curto prazo, deve-se verificar as decisões de médio e longo prazo para que se guarde coerência entre estas duas esferas de tomada de decisão. Com isto, é possível verificar que se estabelece uma “hierarquia” de decisões (Corrêa *et alli*, 2001), que garante a coesão nos diversos níveis decisórios.

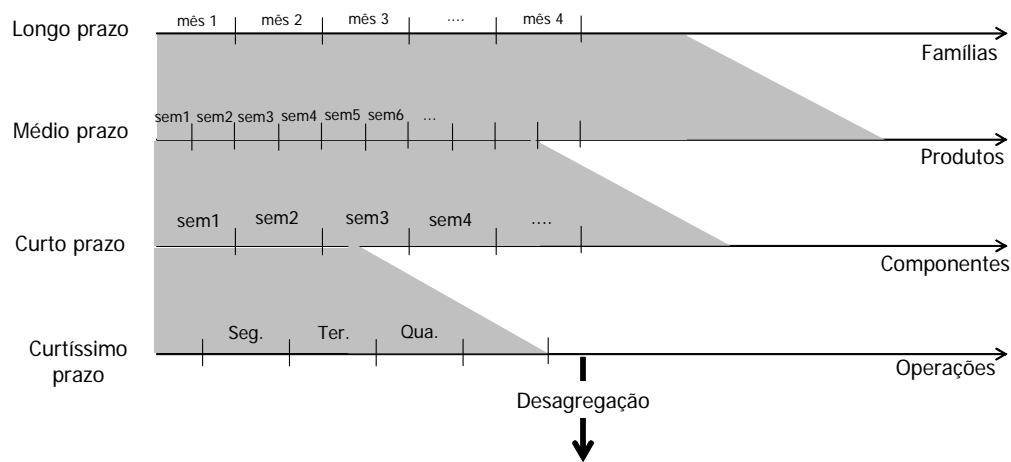


Figura 13 – Hierarquia de decisões de planejamento

Fonte: Corrêa *et alli* (2001)

Miller (2002) destaca que vários autores propuseram *frameworks* para o Planejamento Hierárquico e, entre eles, Anthony (1965) categorizou as decisões gerenciais em três níveis: planejamento estratégico, controle gerencial e controle operacional. Outros autores definiram os três níveis como nível estratégico, planejamento tático e planejamento operacional e seqüenciamento. Miller opta então por desenvolver seu estudo em torno do planejamento estratégico, planejamento tático e planejamento operacional.

Segundo o autor, o planejamento estratégico representa o nível mais elevado na hierarquia das atividades de tomada de decisão em uma organização. Neste nível são tomadas decisões como:

- Localização de plantas e centros de distribuição;
- Tamanho de novas plantas (ou centros de distribuição) e decisão de fechamento de outras plantas (ou centros de distribuição);
- Tecnologias que serão utilizadas nas plantas de centros de distribuição;
- Definições de terceirização;
- Rede de transportes;
- Outros.

O planejamento tático representa o nível intermediário de tomada de decisão que ocorrem na organização e busca desdobrar as decisões tomadas no nível estratégico nas decisões no horizonte de médio prazo. Segundo Miller (2002), os tipos de decisão que são tomadas neste nível são:

- Definição das famílias de produtos e a ocupação da capacidade produtiva com cada uma destas famílias;
- Nível de utilização da capacidade instalada por planta;
- Dimensionamento de mão de obra;
- Níveis de inventário (estoques) por planta;
- Dimensionamento da demanda por mercado e definição de quais plantas atenderão cada mercado;
- Outros.

O planejamento operacional é o nível mais baixo de tomada de decisão e trata das formas de alocação dos recursos no horizonte de curto prazo conforme as diretrizes das decisões tomadas no planejamento tático. Os tipos de decisão tomadas neste nível, segundo Miller (2002), são:

- Definição do seqüenciamento da produção diário ou semanal;
- Balanceamento de inventário no curto prazo;

- Visualização do seqüenciamento por pedido dos clientes;
- Seqüenciamento das operações dos centros de distribuição;
- Seqüenciamento dos veículos que serão utilizados nos transportes.

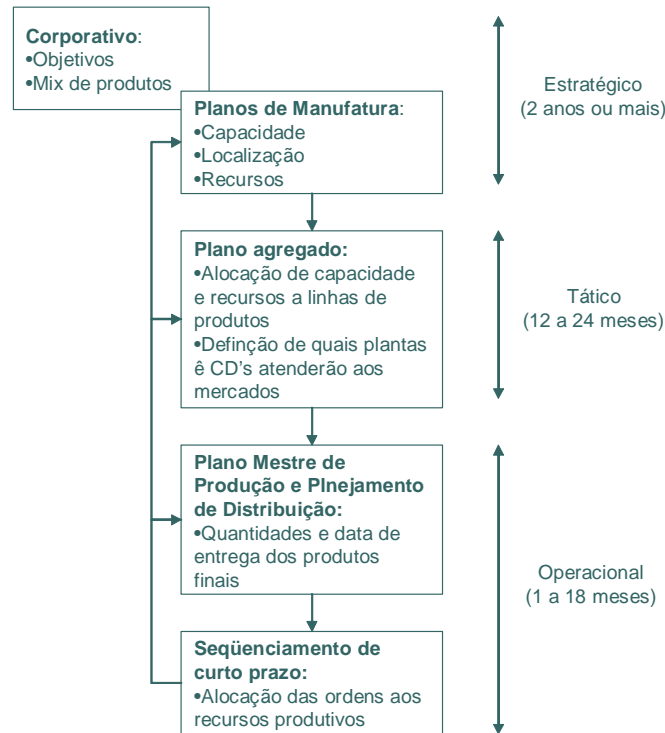


Figura 14 – Framework do Planejamento de Produção Hierárquico

Fonte: adaptado de Miller (2002)

.....

Dada esta explanação, é possível caracterizar o MRPII como um sistema de gestão da produção cuja as decisões possuem natureza hierárquica e centralizada.

Sua natureza hierárquica pode ser observada através das relações entre os seus módulos (que são detalhados nos itens a seguir) onde as decisões de longo prazo (contidas no S&OP) conformam as decisões de médio, curto e curtíssimo prazo, mostrados nos módulos MPS e MRP. Isto permite uma coerência “vertical” entre as diversas decisões tomadas pela manufatura (Corrêa *et alli*, 2001).

Além da garantia da coerência “vertical”, o MRP II tenta manter uma coerência “horizontal” das decisões, através de mecanismos de planejamento integrado entre as diversas áreas que conformam a oferta do produto final (marketing, vendas, produção, desenvolvimento de produtos, suprimentos etc.).

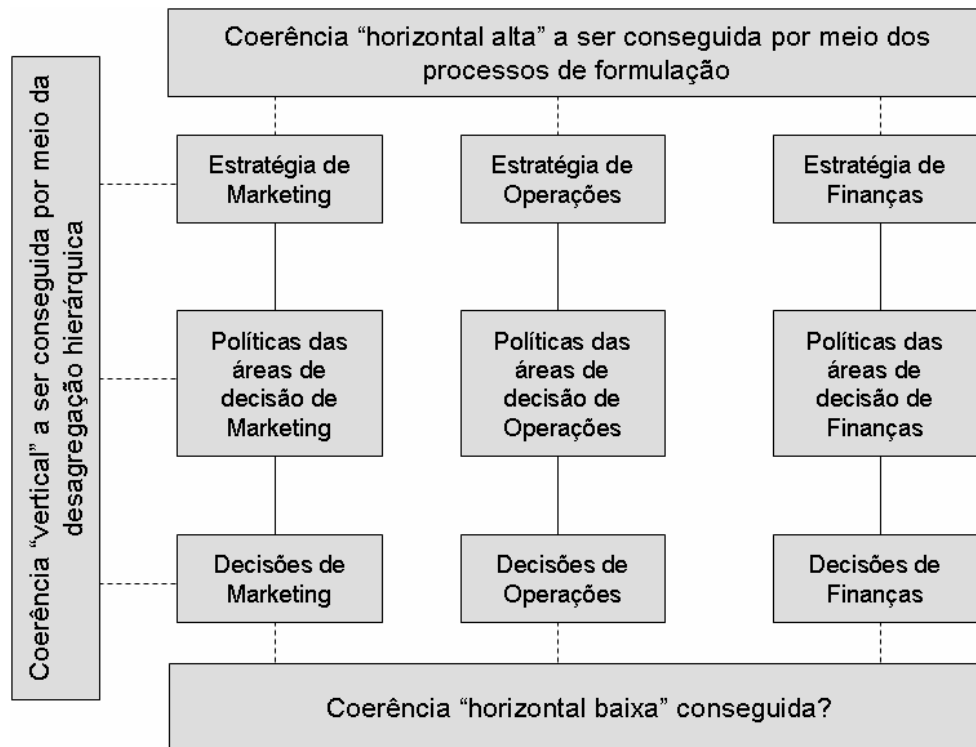


Figura 15 – Coerência “vertical” e “horizontal” promovida pelo MRP II

Fonte: Corrêa *et alli* (2001)

Sua natureza centralizada pode ser observada através da forma como as decisões são tomadas, restringindo cada vez mais as variáveis que podem ser alteradas à medida que se “desce” nos níveis hierárquicos, deixando pouca flexibilidade para os níveis de execução. Ao contrário do Sistema Toyota de Produção, no qual é dado certo grau de liberdade ao operador, por exemplo, na detecção de erros é interrupção da produção até que o mesmo seja sanado, no MRP II este tipo de atuação não é possível. O princípio do MRP II é que todos devem cumprir os planos estabelecidos, de forma mais aderente possível. Isto acaba por gerar um padrão de decisões não participativa dos diferentes níveis hierárquicos da organização.

Outro ponto importante é que o MRP II é considerado um sistema “passivo”, uma vez que ele assume que os dados informados (eficiências, *lead times*, tempos de *setup* etc.) são verdadeiros, sem qualquer tipo de questionamento. Desta forma, não se estabelece uma sistemática de melhorias contínuas, através da análise dos dados colocados e promoção de ações que consigam melhorá-los.

Dada esta caracterização geral do MRP II, cabe descrever as funcionalidades de cada um dos seus módulos listados no início deste item.

2.5.2. Gestão de demanda

A Gestão da demanda pode se entendida como um conjunto de processos que devem ser executados, desde as etapas de previsão de vendas agregadas até o acompanhamento e entrega dos pedidos colocados. Corrêa *et alli* (2001) destaca como processos contidos na Gestão da Demanda:

- Previsão de vendas;
- Cadastramentos de pedidos;
- Promessa de data de entrega;
- Avaliação do nível de serviço ao cliente;
- Planejamento entre unidades produtivas e centros de distribuição;
- Distribuição física dos produtos para os clientes ou centros de distribuição.

É mediante a função de Gestão de Demanda que a área de venda / marketing insere as informações do mercado no processo de planejamento MRP II, justificando esforços de integração entre esta área de interface com o mercado e a área de produção, de modo a promover decisões que guardem coerência entre os requisitos de vendas e de manufatura.

Os principais aspectos que devem ser observados para uma boa gestão da demanda são:

- Habilidade para prever a demanda – essa previsão pode ser feita com base de dados históricos de vendas, assim como informações que expliquem suas variações e comportamento no passado.

- Canal de comunicação com o mercado – as pessoas que mantêm contato com os clientes devem trazer informações do mercado para a empresa em uma base contínua e permanente.
- Poder de influência sobre a demanda – é fundamental que a empresa procure influenciar o comportamento da demanda por meio de negociações com os clientes, promoções e propagandas.
- Habilidade de prometer prazos – é extremamente importante garantir o desempenho em confiabilidade de entrega.
- Habilidade de priorização e alocação – no caso de não haver produtos suficientes para atender toda a demanda, é preciso decidir quais clientes serão atendidos total ou parcialmente e quais terão que esperar.

Entre os processos relacionados com a gestão da demanda, é necessário destacar as atividades de previsão de vendas, promessa de data de entrega e gestão do nível de serviço ao cliente, em função de sua importância para o estudo de caso desenvolvido.

2.5.2.1. Previsão de vendas

Um dos principais problemas relacionados com a previsão de vendas é a incerteza contida neste processo, gerando muitas vezes previsões cuja aderência é muito baixa quanto comparada à demanda real colocada. No entanto, é necessário entender que há duas fontes distintas de incertezas relacionadas com o processo de previsão de demanda (Corrêa *et alli*, 2001). A primeira fonte de incerteza está nas oscilações do mercado, sobre o qual há restritas formas de atuação. Além disso, esta variabilidade afeta não somente a empresa que está realizando a atividade como também todos seus concorrentes, gerando prejuízos para o mercado como um todo, sem perdas na posição competitiva individual de um só elo. A segunda fonte de incertezas está nas falhas contidas nos métodos de previsão de vendas empregado pela empresa. Este é um problema sobre o qual a empresa tem possibilidade de atuação e sua má condução pode prejudicar sua posição frente aos concorrentes.

As principais informações que devem ser consideradas para uma boa previsão de vendas são:

- Dados históricos de vendas;

- Informações que expliquem comportamentos atípicos de vendas passadas;
- Conhecimento sobre a conjuntura econômica atual e previsão de conjuntura econômica no futuro;
- Informações de clientes que possam indicar seu comportamento de compras;
- Informações sobre a atuação dos concorrentes que influenciem o comportamento de vendas;
- Informações sobre a área de vendas e marketing que possam influenciar o comportamento de vendas;
- Informações sobre os produtos e seus usos.

2.5.2.2. Promessa de Data de Entrega

Uma habilidade fundamental da gestão da demanda é a capacidade de prometer prazos que sejam viáveis e que atendam à necessidade colocada pelo cliente, garantindo a confiabilidade da entrega. As formas de prometer data de entrega variam de acordo com a natureza da produção: produção para estoque ou produção sob encomenda.

No caso da produção para estoque, o cálculo para promessa de data de entrega é feito a partir da disponibilidade em estoque de produtos acabados e a produção planejada deste produtos, reduzida da quantidade em pedidos já colocados.

Na produção sob encomenda, como não há produção planejada ou produtos acabados em estoque, a promessa de data de entrega em geral se dá através da verificação do *lead time* padrão daquela ordem e o prazo estipulado para a entrega está atrelado a este tempo. Para obter maior precisão, pode-se simular a passagem da ordem de produção pela fábrica (com o perfil de carga já estabelecido pelos pedidos firmes colocados) e com ela calcular um *lead time* que seja mais próximo do real.

2.5.2.3. Gestão do nível de serviço

O nível de serviço engloba os aspectos avaliados pelo cliente quando ocorre a interação com a empresa. Desta forma, o nível de serviço busca avaliar aspectos como:

- Disponibilidade do produto para pronta entrega (principalmente em produções para estoque);
- Prazo de entrega do produto, contanto desde a entrada do pedido até a entrega efetiva do produto;
- Confiabilidade do prazo de entrega informado ao cliente e
- Flexibilidade de entrega, relacionado com a facilidade com a qual a empresa consegue modificar as condições iniciais do pedido, em especial quanto à quantidade e ao prazo de entrega.

Estes aspectos estão fortemente relacionados com os critérios de desempenho colocados no item 2.4. . Por conta disso, a avaliação do nível de serviço é ponto fundamental para que seja possível verificar discrepâncias entre o padrão de serviço da organização e os critérios de desempenho valorizados pelos clientes.

2.5.3. S&OP – Sales and Operations Planning

O S&OP é um processo de planejamento que trata de decisões agregadas que requerem visão de longo prazo do negócio (Corrêa *et alli*, 2001). As decisões relacionadas com o S&OP tratam de questões como contratação de mão de obra, compra de um novo equipamento e desativação de linhas de produção, por exemplo. Assim, tratam-se de decisões de um horizonte de médio/longo prazo, ou seja, decisões de média/alta inércia, implicando em um tempo longo entre a tomada de decisão e sua implementação real.

Dados os horizontes estendidos deste tipo de decisão, não é conveniente que sejam tratados os níveis mais desagregados dos produtos finais, sendo adequado fazer um tratamento por famílias de produtos.

Uma característica importante do S&OP é a integração entre diversos setores da empresa de modo que seja garantida a coerência das decisões. Para isto, é necessário que durante o processo de tomada de decisão estejam envolvidos os setores de produção, marketing, vendas, engenharia, desenvolvimento de produto, manutenção, controle de qualidade, entre outras áreas que possam estabelecer fortes interfaces com a produção do produto final. Caso não haja esta integração, alguns problemas podem acontecer, a saber:

- Promoção de produtos pela área de marketing para os quais a produção não possui capacidade para produzir dada a carteira de pedidos já colocada, gerando atrasos nas entregas;
- Desenvolvimento de novos produtos que podem gerar grandes transtornos na produção como elevados tempos de *setup*;
- Desenvolvimento de novos produtos cujos processos de produção irão sobrecarregar linhas que já estão com alto nível de utilização, enquanto outros equipamento são sub-utilizados;
- Compras de materiais em grandes lotes para reduzir o custo dos insumos, mas que acabam por gerar problemas no fluxo de caixa da empresa e no armazenamento destes materiais.

Segundo Corrêa *et alli* (2001), os objetivos do S&OP são:

- Garantir o planejamento estratégico do negócio;
- Garantir que os planos sejam realísticos;
- Gerenciar as mudanças de forma eficaz;
- Gerenciar os estoques de produtos finais e/ou a carteira de pedidos de forma a garantir o bom desempenho de entregas (nível de serviço a clientes);
- Avaliar o desempenho (comparando com os planos estabelecidos);
- Desenvolver o trabalho em equipe.

O resultado deste módulo é um conjunto de planos, cujos principais são: plano de vendas agregado (por famílias de produtos); plano de produção agregado (por família de produtos); orçamento de empresa para o período coberto pelo horizonte de planejamento e o plano de introdução de novos produtos e desativação de produtos existentes.

2.5.4. MPS – Master Production Schedule (Plano Mestre de Produção)

O plano mestre da produção, ou MPS é responsável por programar taxas adequadas de produção de produtos finais, coordenando a demanda do mercado com os

recursos internos da empresa. O MPS é resultado da desagregação do S&OP, ou seja, é um plano de produção de curto prazo.

As principais informações para a tomada de decisão são:

- posição dos estoques de produtos finais;
- previsão de vendas detalhada de cada produto final e
- carteira de pedidos já aceitos.

A equação básica do MPS é:

$$\text{Estoque Final} = \text{Produção} - \text{Previsão de Vendas} - \text{Carteira} + \text{Estoque Inicial}$$

O desafio contido na elaboração do Plano Mestre de Produção é manter as taxas de produção, na medida do possível, estáveis, avaliando a formação de estoques e custos envolvidos. No entanto, muitas vezes é necessário promover a formação de estoques para que seja equalizada a relação entre a demanda nos picos e nos vales. Segundo Corrêa *et alli* (2001), algumas possibilidades de tratamento desta questão são:

- uso de estoque de produtos acabados;
- uso de horas extras, sub-contratação e turnos extras;
- gestão da demanda através do oferecimento de vantagens e descontos para os clientes que anteciparem suas compras;
- recusa de pedidos;
- combinações das opções acima.

2.5.5. MRP – Material Requirements Planning

Baseado na decisão de produção dos produtos finais, o MRP calcula as necessidades de materiais, ou seja, determina o que, quanto e quando produzir e comprar os diversos componentes, semi-acabados e matérias-primas. Para isso são utilizadas informações como a estrutura dos produtos e posições de estoques.

Há três formas de básicas de realizar o cálculo de necessidade de materiais:

- Regenerativa;
- *Net-change* e
- Seletiva.

Na forma regenerativa, todas as ordens de compras de materiais (com exceção daquelas que já foram firmadas junto ao fornecedor) são eliminadas e, partir do plano de produção de produtos acabados, as novas ordens de compra são geradas. Este processamento, mesmo quando feito através de um sistema de informação, é lento e por isso é utilizado em horizontes semanais, quinzenais ou mensais, a depender do dinamismo da empresa em questão.

A forma *net-change* pode ser considerada um método incremental do cálculo de necessidade de materiais. Quando ocorre alguma alteração no programa de produção de produtos acabados, apenas as alterações são identificadas e a partir delas é feito o recálculo da necessidade de materiais. Com isto, o tempo de processamento é reduzido mas alguns problemas podem ser gerados. O principal deles é que, como apenas são consideradas as quantidades modificadas, pode ser que sejam geradas ordens de compras pequenas e “picadas”, uma vez que o método não buscar identificar outras ordens já abertas para aquele material.

Na forma seletiva, o programador elege alguns itens da estrutura do produto para que apenas para aqueles elementos seja feito o recálculo da necessidade de materiais. Este método pode ser utilizado para produtos cuja estrutura seja complexa e que seja possível identificar um conjunto de insumos que se mostre crítico (por exemplo em função do *lead time* de entrega). Com isto, há a redução do tempo de processamento, mas há o risco de não detectar possíveis problemas de fornecimento em itens que não tenham sido colocados como críticos.

2.5.6. Gestão da Capacidade

O planejamento de capacidade é uma atividade crítica desenvolvida paralelamente ao planejamento de materiais (Corrêa *et alli*, 2001). Sem a verificação da capacidade para cada um dos níveis hierárquicos de planejamento, a probabilidade que os planos consigam ser executados é baixa. Desta forma, para cada um dos módulos discutidos

anteriormente (S&OP, MPS e MRP) há um “módulo espelho” para verificação da capacidade necessária para a real implementação dos planejamentos.

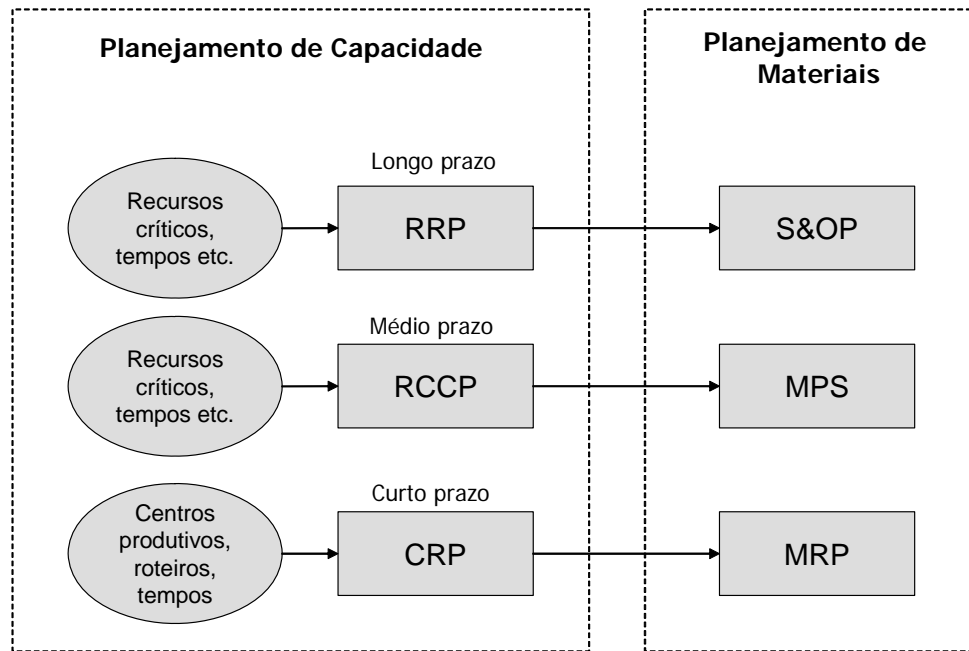


Figura 16 – Módulos de Gestão da Capacidade no MRP II

Fonte: adaptado de Corrêa *et alli* (2001)

2.5.6.1. RRP – Resource Requirement Planning

O RRP é um módulo de planejamento de capacidade de longo prazo que suporta as decisões tomadas no S&OP. Como ele tem a função de validador das decisões tomadas, informando se elas são factíveis, sua velocidade de processamento dele ser bastante rápida. Em razão disto, o cálculo de capacidade se restringe aos recursos críticos (gargalos, recurso de difícil sub-contratação ou aquisição, recursos sensíveis ao mix de produção etc.), além de tratar apenas famílias de produtos (como comentado no item sobre o S&OP), sem entrar nas especificidades produto a produto.

Os objetivos do RRP, segundo Corrêa *et alli* (2001), são:

- Antecipar necessidades de capacidade de recursos que requeiram prazo relativamente longo (meses) para sua mobilização ou obtenção;

- Subsidiar as decisões de o quanto produzir de cada família de produtos, principalmente nas situações em que, por limitação de capacidade em alguns recursos, não é possível produzir todo o volume desejado para atender ao plano de vendas.

Para que este cálculo seja mais próximo à realidade, é comum que, da capacidade nominal do equipamento, sejam excluídas “parcelas de capacidade” referentes a tempos de ajustes, paradas inesperadas, perdas de eficiência e outras razões que possam reduzir a capacidade teórica do equipamento.

2.5.6.2. RCCP – Rough Cut Capacity Planning

O RCCP é um módulo de planejamento de capacidade de médio prazo que suporta as decisões tomadas no MPS. O módulo é o responsável por fazer um cálculo de capacidade grosseiro e que também possa ser executado rapidamente. Seu cálculo é feito considerando a capacidade apenas dos recursos críticos (gargalos, equipamentos com alta utilização, equipamentos cujo aumento de capacidade seja difícil etc.), o que permite uma boa aproximação da capacidade de produção da planta e também permite que o cálculo seja feito de forma rápida. Seu objetivo é apoiar a elaboração do Plano Mestre de Produção para que se verifique se o MPS é viável em termos de capacidade.

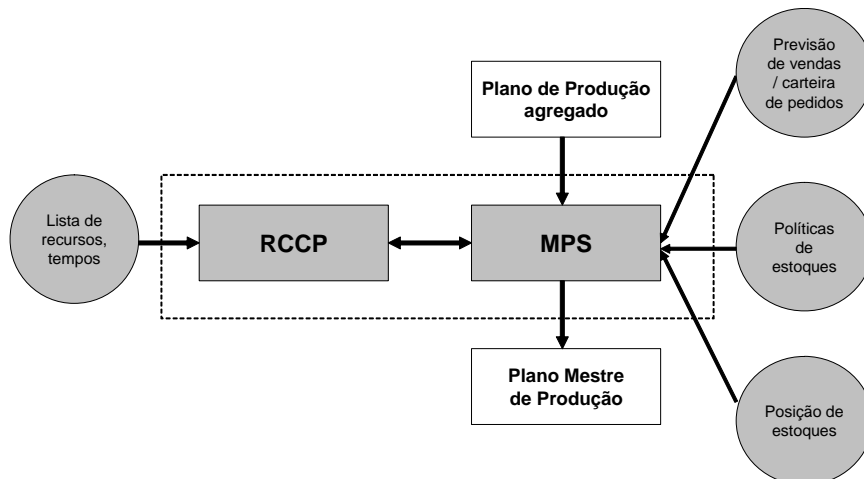


Figura 17 – Relação entre MPS e RCCP

Fonte: Corrêa *et alli* (2001)

Os dados de entrada do RCCP são as ordens planejadas no MPS, traduzindo essas ordens em necessidade de capacidade, baseado na lista de recursos críticos necessários ao longo de todo processo produtivo. O resultado é um gráfico de cargas gerado apenas para aqueles recursos considerados críticos, como mostrado na Figura 18.

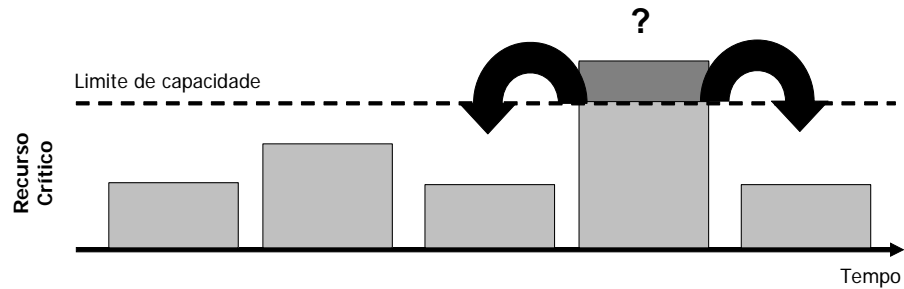


Figura 18 – Gráfico de carga gerado pelo RCCP

2.5.6.3. CRP – Capacity Requirements Planning

O CRP é um módulo de planejamento de capacidade de curto prazo que suporta as decisões tomadas no MRP. Este módulo utiliza informações de centros produtivos, roteiros e tempos, calculando as necessidades de capacidade para cada centro, período a período, ao contrário do RRP e RCCP, que apenas consideravam os recursos críticos.

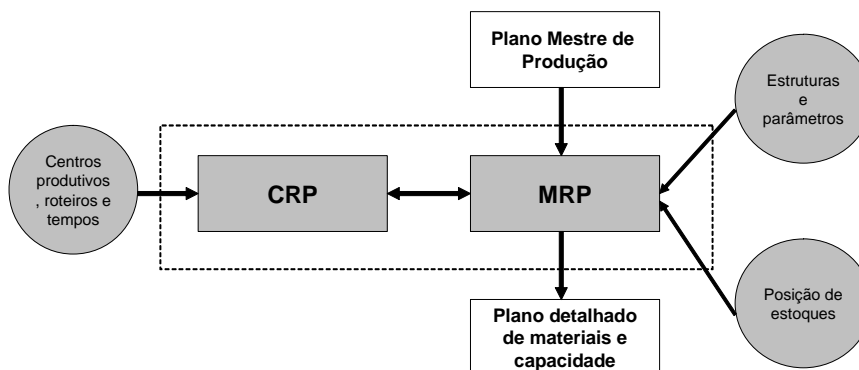


Figura 19 – Relação entre MRP e CRP

Fonte: Corrêa *et alli* (2001)

A partir dessas informações, é possível gerar um gráfico de carga, que indica o grau de utilização de cada recurso em um determinado período, permitindo identificar excessos de necessidades de capacidade ou ociosidade dos recursos. Este gráfico, similar ao que é gerado pelo RCCP, é mostrado na Figura 20.

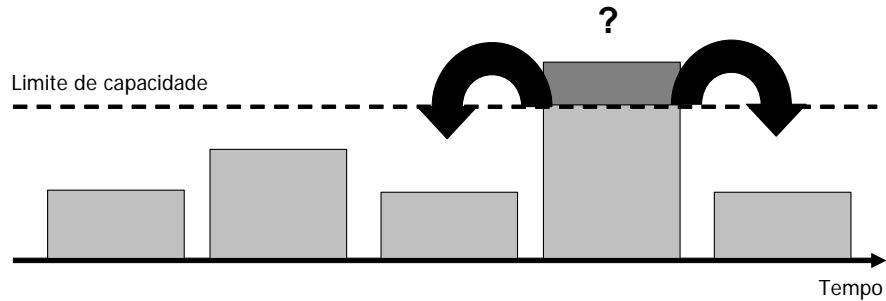


Figura 20 – Gráfico de carga gerado pelo CRP

Os objetivos do CRP, segundo Corrêa *et alli* (2001), são:

- Antecipar necessidades de capacidade de recursos que requeiram prazo de algumas poucas semanas para sua mobilização ou obtenção;
- Gerar um plano detalhado de produção e compras que seja viável, por meio de ajustes efetuados no plano original sugerido pelo MRP, para que este possa ser liberado para execução pela fábrica.

2.5.7. SFC – Shop Floor Control

As atividades do SFC começam com a liberação da ordem de produção. Em seguida, o SFC permite que sejam informados os tempos efetivamente gastos nas operações, os materiais efetivamente utilizados, os momentos de término de cada operação, entre outros, para que se possa fazer o controle de utilização de recursos, comparando a execução com a programação. Através do acompanhamento da ordem de produção no SFC, é possível identificar possibilidades de atraso na conclusão da ordem, para que sejam tomadas as ações necessárias, seja para reverter o atraso ou para informar ao cliente sobre o novo prazo de entrega.

Uma das funções de um sistema de controle de produção é acompanhar a execução do planejamento elaborado, de modo a verificar o nível de aderência entre aquilo que fora programado e o que de fato se realizou. Através deste acompanhamento é possível, ao longo da execução do plano, observar as discrepâncias ocorridas e realizar os ajustes necessários para que se reduza o descolamento entre as duas situações (planejada e realizada).

Para isso, o sistema de controle de produção tem como uma de suas atividades a realização do registro da produção real. Com base nestes registros, é possível efetuar a comparação entre a produção real e o plano de produção. Esta comparação tem como objetivo medir os desvios ocorridos e então notificar os desvios aos responsáveis pelo planejamento e pela execução dos planos. Estes devem analisar a situação retratada pelos controles e tomar as medidas necessárias à sua correção e prevenção de recorrência, se for o caso.

Segundo Burbidge (1983), existem diferentes níveis de controle de produção, que são capazes de capturar diversas visões sobre o mesmo problema. Dentre estes tipos de controle, encontram-se as seguintes categorias:

- Controle do plano de produção – este controle é feito com foco nos recursos produtivos (máquinas, ferramentas, operações manuais etc.). Ele permite a visualização rápida da situação e a identificação de pontos nos quais a produção real difere da prevista. Para isto utilizam-se, basicamente, gráficos de Gantt e registros tabulados.
- Acompanhamento de ordens – este controle se estabelece a partir de um enfoque sobre as ordens de produção e seu andamento. Com este controle é possível saber, por ordem de produção, o status das tarefas, observando possíveis atrasos e seus impactos sobre a ordem de produção associada.
- Controle de materiais – este controle tem como objetivo comparar as quantidades de materiais necessárias para a execução das ordens de produção e as quantidades que foram de fato consumidas ao longo da operação. Além da identificação das discrepâncias entre a necessidade e consumo dos materiais, este controle é também capaz de apontar atrasos na produção causados por demoras na liberação de material.
- Controle de desempenho da área/setor – através deste controle é possível julgar o desempenho de cada área ou setor em função de aspectos como a

eficiência dos equipamentos, ocupação e ociosidade das máquinas, consumo real de materiais e atrasos na execução das ordens de produção.

Uma das funções mais importantes do sistema de controle de produção é a realimentação do ciclo de planejamento e programação da produção. Através deste retorno é possível promover maior aderência entre o planejamento e a execução, reduzindo gradualmente as discrepâncias encontradas.

2.5.8. Compras

De acordo com Corrêa *et alli* (2001), este módulo tem função semelhante ao SFC, porém, faz interface entre o planejamento e os fornecedores de componentes e matérias-primas. Sua atividade cobre negociação de programações de entrega com os fornecedores, aberturas das ordens de compras, emissão e acompanhamento dos pedidos e fechamento das ordens de compras, quando do recebimento dos materiais, atualizando os registros de estoque na entrada do almoxarifado.

.....

Dada a exposição sobre os módulos do MRP II, é possível chegar a uma representação dos dados utilizados em cada etapa, bem como as relações estabelecidas entre cada uma dos módulos. Esta representação é mostrada na Figura 21.

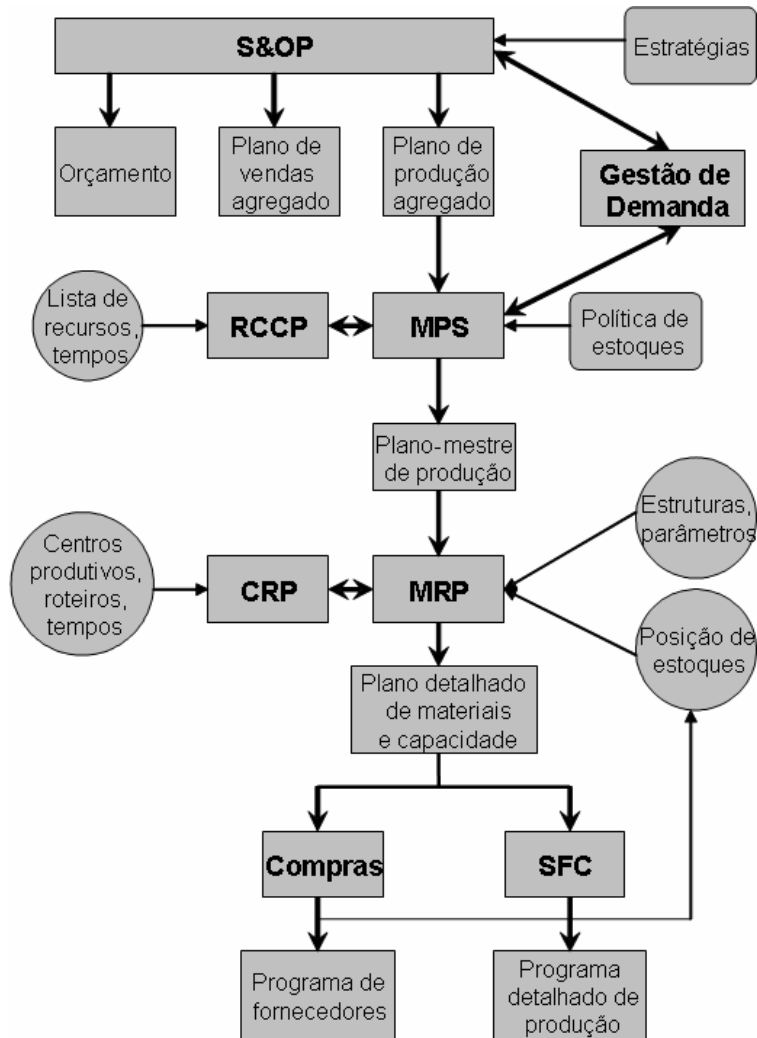


Figura 21 – Estrutura do MRP II

Fonte: Corrêa *et alli* (2001)

2.5.9. MRP II e Seqüenciamento da Produção

O MRP II se limita a tratar a programação da produção até o nível da emissão de ordens de produção, sem se importar com a definição da seqüência com que estas ordens de produção serão colocadas em cada um dos recursos.

O seqüenciamento da produção aborda o planejamento de curtíssimo prazo e consiste em decidir quais atividades produtivas detalhadas devem ser realizadas, quando e com quais recursos. Algumas possibilidades e restrições que contribuem para tornar o problema de seqüenciamento da produção mais complexo são:

- Em termos de ordens:
 - As ordens de produção apresentam datas de entrega diferentes;
 - As ordens apresentam *setup* com tempos variáveis em função da ordem anterior;
 - Cada ordem pode ter roteiros alternativos, dependendo das características tecnológicas dos equipamentos;
 - Cada ordem pode eventualmente ser feita em máquinas alternativas com eficiências diferentes;
 - As ordens podem ser de clientes com importância relativa diferente;
 - As ordens podem necessitar de reprogramações frequentes, tanto em função dos clientes (alterações nas quantidades e nos prazos de entrega) quanto de ocorrências não previstas quanto aos recursos ou às operações;
- Em termos de recursos:
 - Máquinas quebram, bem como demandam manutenção;
 - Matérias-primas podem não estar sempre e confiavelmente disponíveis;
- Em termos de operações:
 - Problemas relacionados à qualidade geralmente ocorrem, requerendo retrabalhos;
 - As operações podem ter tempos de perecibilidade;
 - As operações podem ter restrições para a definição de tamanho de lote;
 - As operações podem ser feitas em recursos críticos, demandando máxima utilização;
 - Operações podem demandar a disponibilidade simultânea de diversos recursos;

Os objetivos do seqüenciamento da produção, segundo Prado (2000), são:

- Otimização quanto à utilização dos recursos produtivos, reduzindo custos e estoque, a partir da definição de um algoritmo de seqüenciamento adequado;
- Controle mais efetivo do chão de fábrica, através da comparação entre a programação proposta pelo seqüenciador e os apontamentos de produção;
- Garantia dos prazos de entrega;
- Redução do tempo total de produção;
- Garantir a manutenção dos estoques em seu nível mínimo.

Este tipo de sistema tem como entrada ordens de produção, sendo necessário indicar ao sistema o tamanho da ordem, a data mais cedo em que a produção pode ser iniciada (em função da existência de materiais e restrições de validade do produto, por exemplo) e a data em que o produto deve ser entregue ao cliente. Com esta entrada, o programador da produção deve escolher um sentido para o seqüenciamento, que pode ser: para frente, para trás ou bidirecional.

A programação para frente consiste na alocação das tarefas existentes a partir do momento definido como sendo sua “Data de Início mais cedo” (*Earliest Start Time*). Enquanto a programação para frente toma as ordens a partir da data de início mais cedo, a programação para trás considera as ordens a partir da data limite para a sua finalização, programando as tarefas que integram o seu processo produtivo no sentido inverso ao que acontece no chão-de-fábrica. A programação bidirecional é uma combinação das duas lógicas anteriores, através do travamento de alguma atividade crítica, que deve ocorrer necessariamente em determinada janela de tempo definida. As tarefas que estão após a atividade travada são seqüenciadas para frente e as tarefas anteriores são seqüenciadas para trás.

Uma das saídas obtidas com a utilização de uma rotina de seqüenciamento é a programação detalhada de cada operação realizada em um recurso ou grupo de recursos. Essa programação é responsável por definir não só a seqüência de tarefas a serem realizadas como também irá determinar a hora de início e término estimada para cada uma delas, sendo de especial relevância para a obtenção de melhorias no sistema produtivo.

Além do sentido da programação, o programador pode definir diferentes algoritmos para o seqüenciamento. Pode-se priorizar a alocação por data de entrega (a ordem com a data de entrega mais próxima será priorizada), prioridades específicas definidas para cada ordem (cada ordem recebe uma prioridade numérica), redução de *setups*, redução de estoque em processo, FIFO, entre outros.

Com estas regras definidas, o seqüenciamento realiza a alocação de cada ordem de produção a cada recurso, ao longo do tempo. Esta alocação, em geral, é expressa através de um Gráfico de Gantt, como ilustrado na Figura 22.

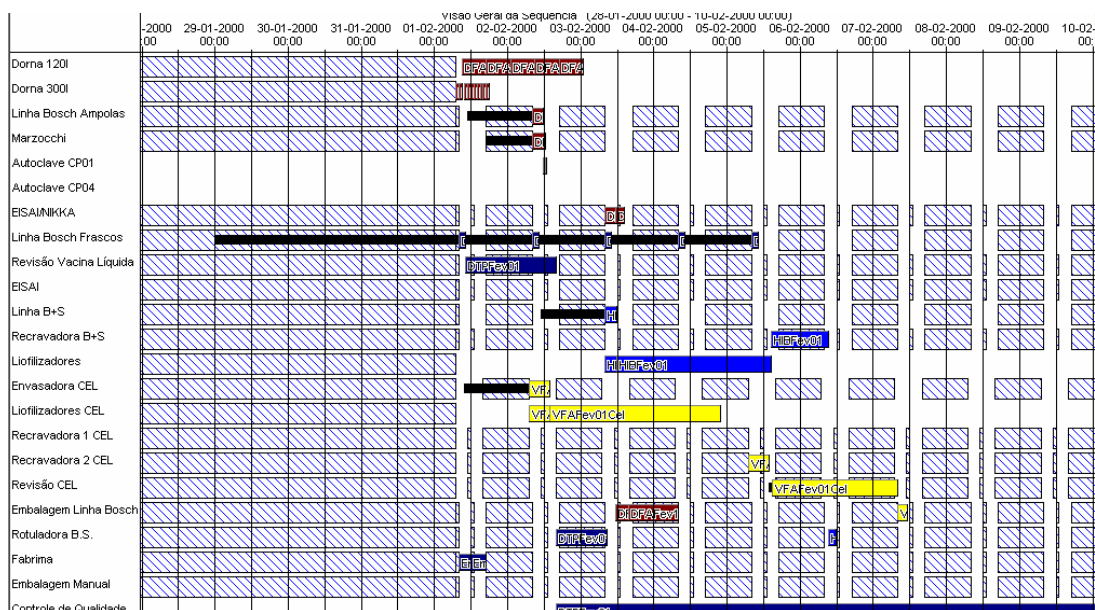


Figura 22 – Gráfico de Gantt

Fonte: a autora, através do *software* de seqüenciamento Preactor

Em um gráfico de Gantt, cada recurso ocupa uma linha. As datas ocupam o eixo horizontal, podendo estar em horas, dias, semanas ou meses, dependendo do horizonte de programação desejado. O tempo esperado para realização de cada tarefa é representado por uma barra horizontal cuja extremidade esquerda marca a data de seu início e a extremidade direita marca seu fim estimado.

Com o seqüenciamento realizado, é possível extrair um conjunto de informações e análises, tais como:

- lista de tarefas por recurso (máquina, centro de trabalho etc.);
- lista de ordens de produção em atraso, ou seja, ordens de produção que não serão concluídas dentro da data de entrega prometida;
- lista das operações em atraso, ou seja, operações que serão concluídas após a data de entrega prometida;
- custo por ordem de produção (caso estejam cadastrados os dados de custos de materiais e operações).

Capítulo 3 – A Indústria Petroquímica e de Polipropileno no Brasil

Este capítulo se inicia com uma breve explicação sobre a estrutura da indústria petroquímica, que servirá como base para várias análises que são realizadas no restante deste estudo.

Em seguida é mostrado um breve histórico de formação da indústria petroquímica no Brasil, destacando como a produção de polipropileno se insere neste cenário. Esta inserção é discutida através dos números de produção e faturamento, bem como sua posição na cadeia produtiva da indústria petroquímica.

Para complementar a descrição da indústria, são expostas algumas características tecnológicas das plantas de polipropileno, que de alguma maneira conformam as diretrizes de gestão da produção neste setor.

Com base nestas informações colocadas, é feita a análise da indústria de polipropileno no Brasil, através do referencial proposto por Porter (1980), onde são discutidas questões sobre a estrutura concorrencial neste setor, tratando aspectos como o relacionamento com fornecedores e clientes, a lógica de competição entre os concorrentes e as exigências colocadas pelos mercados compradores.

3.1. Caracterização da Indústria Petroquímica e de Polipropileno

O setor petroquímico faz parte da chamada química orgânica, estando sua identificação vinculada às matérias primas que utiliza, que são o gás natural, o nafta e o gasóleo. A partir destas matérias primas, ocorre o primeiro conjunto de transformações químicas, gerando assim os produtos petroquímicos básicos (primeira geração). A partir dos produtos básicos, é possível estabelecer outro grupo de processamentos químicos que dão origem aos produtos petroquímicos intermediários (segunda geração). Esses, bem como os produtos básicos, podem ser transformados em produtos petroquímicos finais (terceira geração). Estes últimos podem ser usados então pela indústria de transformação, que finalmente fabricam os produtos de consumo final.

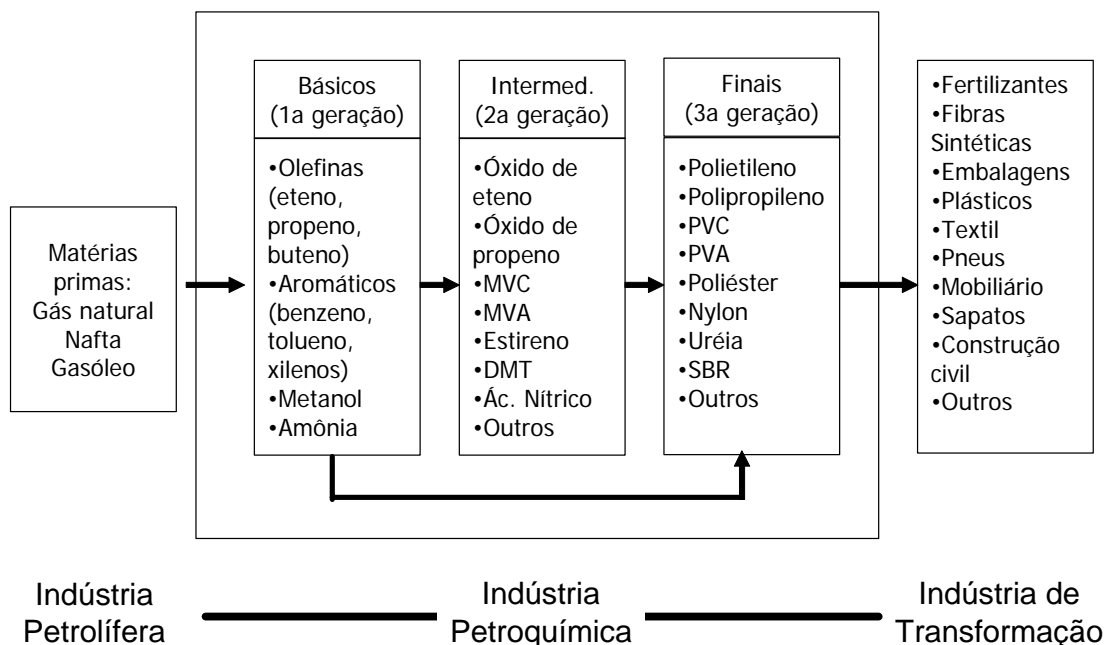


Figura 23 – Indústria petroquímica e relações interindustriais

Fonte: adaptado de Guerra, 1994

Através da análise da Figura 23, é possível verificar a forte conexão que a indústria petroquímica possui com os demais setores da economia, como observado por Fernandes:

“Um dos aspectos determinantes da sua dinâmica é que, devido ao seu porte econômico, ele (segmento petroquímico) potencialmente se interliga a quase todas as áreas da atividade econômica, assumindo uma posição central para o bom desempenho das economias modernas.” (Fernandes, 1991, p.42)

A indústria petroquímica é caracterizada pela dominância de processos contínuos, intensivos em capital e sujeitos a expressivas economias de escala (Rosa, 1998). As características técnicas dessa indústria refletem-se na alta densidade de capital por unidade produzida e por emprego gerado, particularidade essa que é transmitida mesmo visualmente, pela simples observação de uma instalação petroquímica (Candal apud Fernandes, 1991).

Entre os produtos de terceira geração, destacam-se os polímeros, que podem ser subdivididos em plásticos, elastômeros sintéticos e fibras sintéticas. Os plásticos, por sua vez, podem ser classificados como termoplásticos e termorrígidos. Os termoplásticos constituem o segmento que, em países em desenvolvimento como o Brasil, tendem a alcançar taxas de crescimento do consumo mais altas devido à existência de mercados potenciais (Fernandes, 1991). Os principais termoplásticos são: PEAD (polietileno de alta densidade), PEBD (polietileno de baixa densidade), PEBDL (polietileno de baixa densidade linear), PP (polipropileno), PS (poliestireno) e o PVC (policloreto de vinila). Este trabalho se concentrará no estudo da produção de polipropileno.

Ao longo de 40 anos de produção comercial, o polipropileno tem se caracterizado por uma constante evolução tecnológica dos produtos finais e processos produtivos (Alemanno, 1999). Suas propriedades permitem uma fácil moldagem pelo processo de injeção que, ao lado da extrusão, é o mais utilizado para converter o polipropileno em produtos finais. Assim, o polipropileno pode ser empregado em segmentos que vão desde a embalagem até o setor automobilístico.

De acordo com Barreto (1999), é possível apontar como principais características da indústria petroquímica:

- Predomínio do padrão oligopolista de competição, com um modelo de integração vertical, com grandes multinacionais baseadas em países desenvolvidos;

- Processamento de grandes volumes de matérias primas, como elevado automatismo e grande imobilização de recursos;
- Avanços tecnológicos, como desenvolvimento de processos mais econômicos e a descoberta de novos derivados;
- Alto poder geminativo e de relacionamento com outros setores da vida econômica.

Segundo Sloan (2004), os polímeros podem ser classificados como *commodities*. Uma vez que cada *grade* de polipropileno é especificado para determinado tipo de processo produtivo, desempenho e características físicas para o produto final que se deseja obter, e que estas características podem ser facilmente replicadas, o autor defende esta categorização para o PP.

No entanto, considerando as características técnico-econômicas dos produtos químicos, Kline em 1976 (apud Rocha, 2002) faz uma nova proposta de categorização destes produtos. Foram então propostas as seguintes definições:

- *Commodities*: são produzidas em larga escala em unidade de produção contínua. São produtos adquiridos em função de sua especificação técnica. Uma vez atingida esta especificação técnica, não há diferenciação entre os concorrentes. Alguns exemplos de *commodities* são eteno, propeno, amônia e ácido sulfúrico (produtos petroquímicos de primeira e segunda geração).
- *Pseudo-commodities*: são produzidas em grandes unidades de produção contínua como as *commodities*, destinando-se a alimentar outros processos produtivos. A diferença está no fato de a decisão de compra estar no desempenho do produto e não apenas na especificação técnica. Alguns exemplos de *pseudo-commodities* são resinas termoplásticas (categorias a na qual se encaixa o polipropileno), elastômeros e fibras artificiais (produtos petroquímicos de terceira geração)
- Produtos de química fina: tal como as *commodities*, não estão sujeitos a qualquer tipo de diferenciação. No entanto, são produzidos em unidades de pequena escala, muitas vezes compartilhada com outros produtos.

- Especialidades químicas: por um lado se assemelham às *pseudo-commodities* por permitir certo grau de diferenciação mas também se aproximam dos produtos de química fina por serem produzidos em unidades de pequena escala. Um ponto importante das especialidades químicas é que elas são desenvolvidas para atender necessidades específicas dos clientes, exigindo forte interação técnica entre o demandante e o produtor. Esta característica é também observada nas *pseudo-commodities*, mas em menor grau. São exemplos de especialidades químicas adesivos, antioxidantes, catalisadores etc..

3.2. Histórico da Indústria Petroquímica no Brasil

A origem da indústria petroquímica do Brasil está no modelo de substituição de importações, iniciado na década de 50. O Estado desempenhou um papel central na sua implementação diretamente como produtor ou, indiretamente, como articulador e incentivador de grupos privados (Andrade apud Rosa, 1998).

Rosa (1998) divide a história da indústria petroquímica brasileira em quatro fases, conforme descrito a seguir.

A primeira etapa está compreendida entre a segunda metade da década de 50 e meados dos anos 60 e tem como característica os primeiros investimentos no setor. A Petrobrás tinha um papel fundamental: o fornecimento de matérias primas básicas. No entanto, a produção dos produtos finais ficava a cargo de grupos privados. A tecnologia das plantas produtivas era importada, não havendo desenvolvimento de tecnologia nacional. Não havia qualquer definição de regulação para o setor.

Na fase seguinte houve o fortalecimento da indústria nacional através da implantação de três pólos petroquímicos: São Paulo (1965-1972), Camaçari (1972-1978) e Triunfo (1978-1982). Esta implementação se deu dentro de um sistema regulatório estatal, o sistema tripartite. Neste sistema eram formadas *joint ventures*, geralmente onde um terço do capital era da Petrobrás – através de Petroquisa – um terço era proveniente de um sócio nacional privado – em geral um banco – e o um terço restante era de um sócio estrangeiro, que fornecia a tecnologia.

Quadro 5 – Pólos Petroquímicos Brasileiros

Pólo Petroquímico	Localização	Características gerais
1º Pólo, implantado em 1972	Capuava - SP	Implantado em área de produção química já consolidada
2º Pólo, implantado em 1978	Camaçari - BA	Representa o maior complexo petroquímico do país, com indústrias antigas, com problemas ambientais e, em parte, com equipamentos já obsoletos

3º Pólo, implantado em 1982	Triunfo - RS	O mais moderno tecnologicamente, dentro os três anteriores, e de menor porte
4º Pólo, implantado em junho de 2005	Duque de Caxias - RJ	Criação da empresa Rio Polímeros, para produção de polietileno a partir do gás natural

Fonte: Barreto, 1999 e SEDET, 2005

Nesta etapa é definida a regulamentação do setor. As principais medidas regulatórias estabelecidas neste momento estão descritas no Quadro 6.

Quadro 6 – Regulação Estatal no Setor Petroquímico

Mecanismos	Ações
Mecanismos redutores da incerteza no investimento	Proteção contra importações Seleção de participantes do setor Fornecimento de matérias-primas – Petrobrás (nafta) e Petroquisa (centrais dos pólos) Aporte de capital de risco Escolha da tecnologia
Mecanismos redutores de custo de investimento	Crédito para atividades tecnológicas Apoio técnico para implantação de fábricas e atividades tecnológicas Incentivos fiscais para equipamentos nacionais e importados
Mecanismos redutores do custo de operação	Preço da nafta (Petrobrás) Incentivos fiscais
Mecanismos de apoio à exportação	Preços diferenciados da nafta e dos petroquímicos de primeira geração

	Incentivos fiscais
Pressão para realização de atividades tecnológicas no país	Na contratação de tecnologia importada Na concessão de crédito Apoio técnico direto - Petroquisa

Fonte: Rocha, 2002

Em função destes mecanismos, Rocha (2002) defende que a indústria petroquímica brasileira nasceu e consolidou-se em um ambiente institucional sujeito a um baixo grau de incerteza.

A terceira etapa vai até o final da década de 80 e tem como grande marco o segundo choque do petróleo e, com isso, fortes oscilações no mercado nacional. Além disso, com a instabilidade econômica e aceleração inflacionária vistas nesta década, houve a deterioração da capacidade de decisão do Estado sobre as políticas de investimento no setor. Dado este cenário, é possível verificar a existência de esforços de cooperação entre empresas no final dos anos 80, para o desenvolvimento de novos produtos, por exemplo. Já no final da década de 80 ocorre a implantação do Programa Nacional de Desestatização, através do qual a Petroquisa passa a não fazer mais parte das *joint ventures*.

A última etapa é primeiramente compreendida pelo período de 1990 até 1992, que é caracterizado pela crise econômica e de regulação do setor. Já no período de 1992 até 1996, apesar de ainda haver indefinição quanto à regulação do setor, o Brasil foi considerado o “melhor lugar do mundo para a indústria de plásticos” (Rosa, 1998), em função do crescente consumo de polímeros no país frente ao consumo médio mundial. Entre 1992 e 2002, o crescimento de consumo de polipropileno foi bastante significativo frente a média mundial de crescimento de 8,7% a.a. Estes dados podem ser observados na Tabela 2 e na Tabela 3, onde está colocado o consumo aparente das resinas termoplásticas entre 1990 e 2002, bem como sua variação percentual ao longo deste anos.

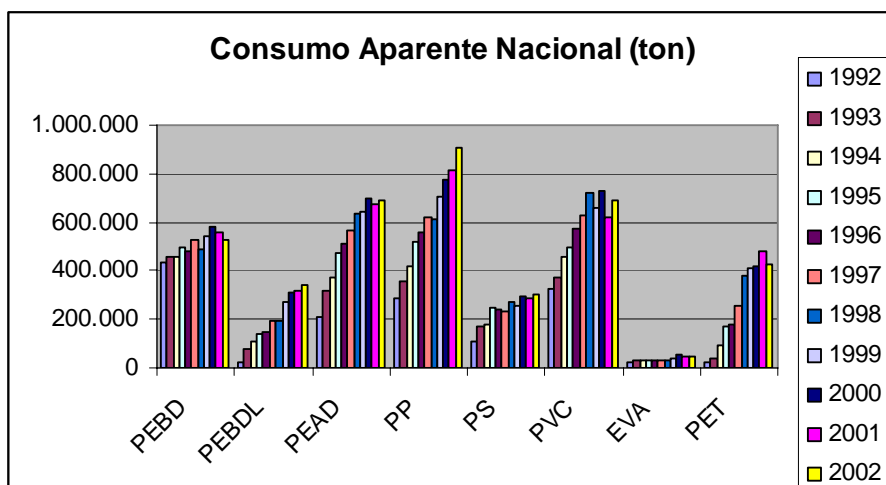


Tabela 2 – Consumo aparente nacional

Fonte: SIRESP, 2004

Variação (%)											
	92/91	93/92	94/93	95/94	96/95	97/96	98/97	99/98	00/99	00/01	01/02
PEBD	(7,7)	6,9	(0,3)	8,3	(3,5)	10,0	(7,4)	11,7	6,5	(3,6)	(5,9)
PEBDL ¹	258,3	286,5	35,2	27,8	6,2	29,2	2,2	37,7	15,6	1,5	6,9
PEAD	(21,3)	53,0	15,3	28,6	7,4	10,2	13,1	0,7	9,1	(3,5)	2,1
PP	(3,0)	26,7	16,1	25,4	7,2	10,8	(1,4)	15,8	9,7	5,1	11,3
PS	(9,2)	51,2	4,4	40,4	(2,5)	(2,9)	14,6	(3,8)	14,6	(2,1)	6,1
PVC	(15,0)	13,7	21,3	9,6	15,5	8,4	15,0	(7,8)	10,5	(15,1)	11,0
EVA	(18,1)	17,0	10,4	1,0	2,2	(10,8)	2,5	25,0	34,1	(7,5)	(6,3)
PET ²	(20,6)	108,9	130,2	80,5	7,1	42,2	49,3	6,4	2,7	15,2	(12,2)
Média Geral	(10,4)	28,3	15,1	22,3	5,7	11,7	9,4	5,9	9,5	(1,5)	3,1

Tabela 3 – Variação do consumo aparente

Fonte: SIRESP, 2004

Em resumo, pode-se tratar o histórico da indústria petroquímica através dos marcos mostrados no Quadro 7.

Quadro 7 – Histórico da indústria petroquímica brasileira

Anos 50-60	Anos 70	Anos 80	Anos 90
- Implementação dos primeiros investimentos na indústria	- Modelo tripartite de controle acionário	- Crise na demanda interna - Aumento das	- Contexto de globalização e privatizações (reestruturação do

	- Criação dos pólos - Forte participação estatal	exportações - Instrumentação digital no controle de processos	setor)
--	---	--	--------

Fonte: adaptado de Barreto, 1999

3.3. A Indústria de Polipropileno no Brasil

Atualmente, a indústria de polipropileno no cenário mundial é representada basicamente pelos EUA, Europa Ocidental, Ásia e, especificamente, o Japão. Tais regiões com maior produção e maior fatia de mercado se revezam entre as quatro primeiras posições em termos de capacidade, volume de produção e consumo de polipropileno (Barreto, 1999).

No Brasil, os três produtores de PP são a Ipiranga Petroquímica, que possui uma planta produtiva em Triunfo (RS), a Braskem, que possui uma planta produtiva também em Triunfo (RS), e a Polibrasil Resinas, que possui três plantas produtivas, sendo uma em Camaçari (BA), uma em Duque de Caxias (RJ) e a última em Mauá (SP). A capacidade instalada de cada uma destas empresas pode ser vista na Tabela 4.

Empresa	Localização	Capacidade Instalada 2002 (ton/ano)
Ipiranga Petroquímica	RS	150.000
Braskem	RS	550.000
Polibrasil Resinas	SP/BA/RJ	625.000
Total		1.325.000

Tabela 4 – Capacidade instalada para produção de Polipropileno no Brasil

Fonte: AQUIBIM, 2003 e ABIQUIM, 2004

Segundo a ABIQUIM (2003), a Braskem e a Polibrasil Resinas possuem projetos de ampliação de suas capacidades instaladas. Os aspectos desta ampliação podem ser vistos na Tabela 5.

Empresa	Localização	Capacidade atual (ton/ano)	Capacidade futura (ton/ano)	Previsão	Investimento (US\$ 1.000)
----------------	--------------------	---	--	-----------------	--------------------------------------

Braskem	RS	550.000	650.000	2004	7.000
Polibrasil	BA	125.000	250.000	Sem previsão	70.000

Tabela 5 – Projetos de Investimento em Polipropileno

Fonte: AQUIBIM, 2003.

A produção total e as vendas declaradas (mercado interno e exportação) de polipropileno no Brasil entre 1998 e 2002 podem ser vistas na Tabela 6.

Ano	Produção (ton/ano)	Vendas Internas (ton/ano)	Vendas Externas (ton/ano)
1998	707.864	523.666	155.109
1999	787.264	623.644	125.433
2000	847.639	662.767	137.349
2001	831.778	728.640	96.745
2002	890.979	847.485	62.133

Tabela 6 – Produção e vendas declaradas de Polipropileno

Fonte: AQUIBIM, 2003.

O polipropileno tem uma vasta gama de aplicações e a distribuição de vendas no Brasil segue uma distribuição conforme é colocado na Tabela 7.

Aplicações	%
Bens de consumo (bobinas, caixas, utilidades domésticas e tecidos técnicos)	33,5
Alimentício (bobinas, tampas, potes, big bags, frascos, garrafas e	30,5

galões)	
Agrícola (sacaria e tecidos técnicos)	9,2
Automobilístico	5,0
Cosmético e Farmacêutico	4,6
Industrial (fitas para embalagens, filamentos, baldes e sacarias)	4,4
Higiene pessoal (frascos, fibra para fraldas e absorventes)	4,2
Construção civil	3,2
Outras	4,4
Total	100,0

Tabela 7 – Destino aproximado das vendas internas de Polipropileno

Fonte: AQUIBIM, 2003.

3.4. Tecnologia das Plantas de Polipropileno

3.4.1. Escala e Tecnologias

Para caracterizar as plantas de polipropileno, pode-se fazer referência à Fernandes (1991), que diz que as unidades produtivas de polímeros, entre eles o polipropileno, de maneira geral possuem elevada capacidade produtiva, altos rendimentos, além de exigirem um grande rigor na especificação dos produtos. Para garantir que a especificação estabelecida está sendo obedecida, estas plantas, em geral, contam com controles de alta precisão ao longo do processo e no produto acabado.

A capacidade produtiva de uma planta de polipropileno está relacionada com o tamanho de seu reator. Segundo Montenegro *et alli* (2005), esta capacidade é, em média, de 100 mil toneladas de PP por ano, embora existam plantas nos EUA que possuem capacidade de 240 mil toneladas por ano. No Japão são verificados reatores com capacidades menores de produção, que permitem uma maior flexibilidade da planta quanto ao seu mix de produtos.

Fernandes (1991) defende que a forma de aquisição de uma planta de produção de polímeros se resume, basicamente, a três opções: licenciamento de tecnologia, estabelecimento de *joint-ventures* e desenvolvimento de tecnologia própria. Embora haja inúmeras tecnologias disponíveis no mercado, as tecnologias dominantes no mundo, segundo Montenegro *et alli* (2005), são a Spheripol, comercializada pela Basell (fusão da Basf com a Shell), a Unipol, comercializada pela Dow Chemical, e Novolen, comercializada pela NTH (Novolen Technology Holdings). Entre estas, a tecnologia Spheripol é indicada como sendo a mais versátil, permitindo a produção de uma grande gama de produtos, e por isso é a mais utilizada.

Segundo Rocha (2002), a indústria química se caracteriza por elevados custos fixos e pela indivisibilidade dos investimentos, razão pela qual a ampliação de capacidade se dá em “degraus”, de forma descontínua. No entanto, a demanda, apresenta uma trajetória de crescimento mais suave. Esta curva de oferta e demanda de assemelha à política de manutenção da capacidade produtiva justa com a demanda (Hayes e Wheelwrigth, 1984), como pode ser visto na Figura 24. Em função desta estrutura, há uma dificuldade de sincronização entre a oferta e a demanda. Isto significa que, ao decidir ampliar sua capacidade, a empresa terá que suportar períodos de elevado grau de ociosidade, até que a demanda volte a se equiparar com a capacidade instalada.

Isto acaba refletindo no aumento do custo médio do produto e na e redução da rentabilidade da organização. Para evitar a concorrência com base em redução de preços para a ampliação das vendas, a saída encontrada pelas empresas brasileiras para este tipo de situação é o incremento das exportações.

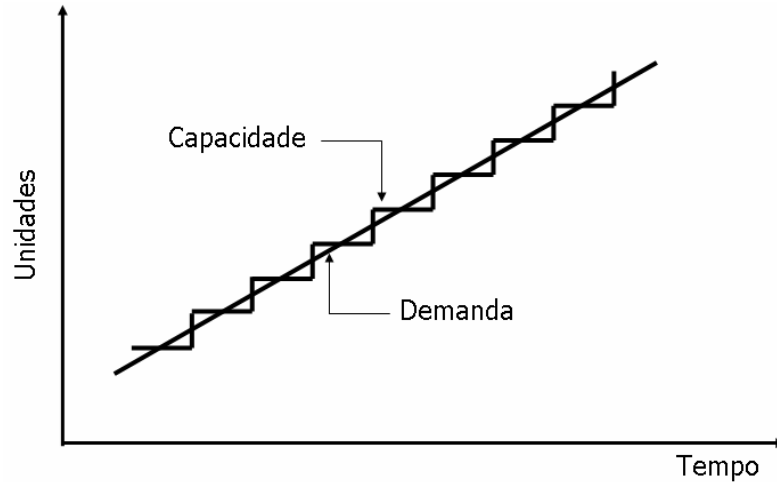


Figura 24 – Relação de capacidade e demanda na indústria de Polipropileno, semelhante à política de capacidade “justa” com a demanda

Fonte: Hayes e Wheelwright, 1984

3.4.2. Características do Processo Produtivo

A produção de polipropileno se dá através de dois processos, subseqüentes e contínuos dentro da unidade produtiva, que são a polimerização e a extrusão. No primeiro processo, as moléculas de propeno se agrupam, gerando assim o polímero no formato de pó. Na etapa de extrusão, são adicionadas outras substâncias ao pó e são formados os “grãos” de polipropileno.

A principal matéria prima de uma planta de polipropileno é o propeno e, a partir do tipo de aditivo que é colocado ao longo do processo, podem ser gerados tipos de polipropileno com características bastante distintas. Estes tipos diferentes de polipropileno, denominados *grades*, têm suas características definidas em função de seu uso na indústria de transformação.

Dada esta característica das plantas de polipropileno, na qual a partir de um único produto básico são produzidos inúmeros *grades*, é possível classificar estas unidades produtivas como plantas do tipo “V”. Prado (2000), fazendo referência ao trabalho de Eliyahu Goldratt de 1986, destaca que as principais características das plantas tipo “V” são:

- “O número de itens finais é sensivelmente maior se comparado ao número de matérias-primas;”
- “Todos os produtos finais desse tipo de planta são produzidos basicamente através das mesmas operações;”
- “O equipamento utilizado é normalmente de capital intensivo e muito especializado.”

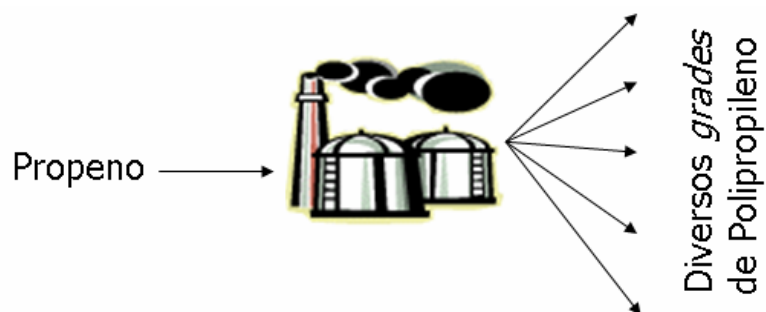


Figura 25 – Estrutura em “V” das plantas de Polipropileno

Fonte: a autora

Outra característica importante das plantas de polipropileno está relacionada com a sua forma de programação da produção. Em função de restrições técnicas, a produção dos *grades* de polipropileno sempre deve seguir uma seqüência pré-definida e pouco flexível, que está relacionada com uma das características do produto – o MI (melt index³). As plantas devem obedecer a seqüência crescente ou decrescente do MI,

³ O melt index pode ser expressado através da razão entre gramas de polímero produzidos a cada 10 minutos

provocando que o seqüenciamento da produção seja definido em função desta restrição. Um esquema que representa esta lógica de seqüenciamento é mostrado na Figura 26.

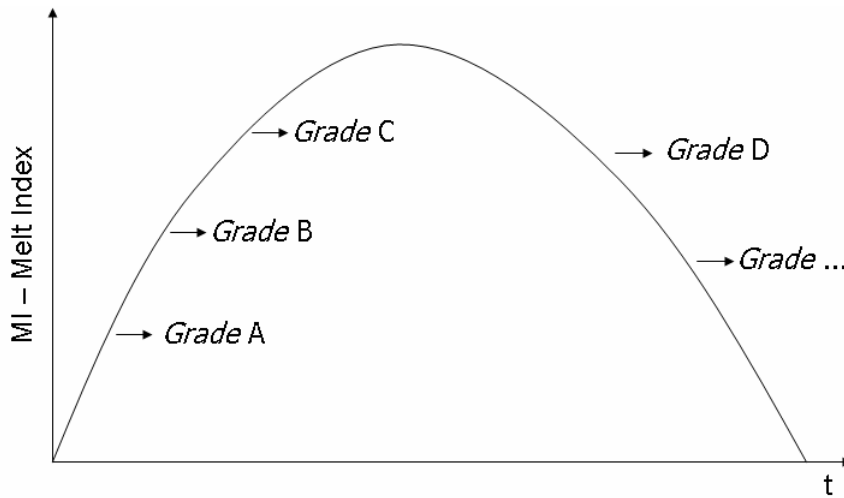


Figura 26 – Lógica de Seqüenciamento da Produção nas Plantas de Polipropileno

Fonte: a autora

Olhando com mais detalhe a curva de seqüenciamento, é possível verificar que, para que seja possível obter um produto com características homogêneas, é necessário incluir outra restrição à programação da produção das plantas de polipropileno: o número mínimo de lotes. A Figura 27 mostra o comportamento do MI para a produção de um lote. Caso a produção do *grade* fosse feita através de uma curva contínua, e não em degraus como é mostrado na figura, a diferença entre o MI dos produtos que saem da unidade produtiva ao longo do tempo seriam muito diferentes, fazendo com que o desempenho do produto possa ser prejudicado em função da falta de homogeneidade do lote. Desta forma, se faz necessária a produção “em degraus”, permitindo que parte do tempo sejam fabricados produtos com o mesmo MI, para que o lote, depois de misturado, obtenha características homogêneas.

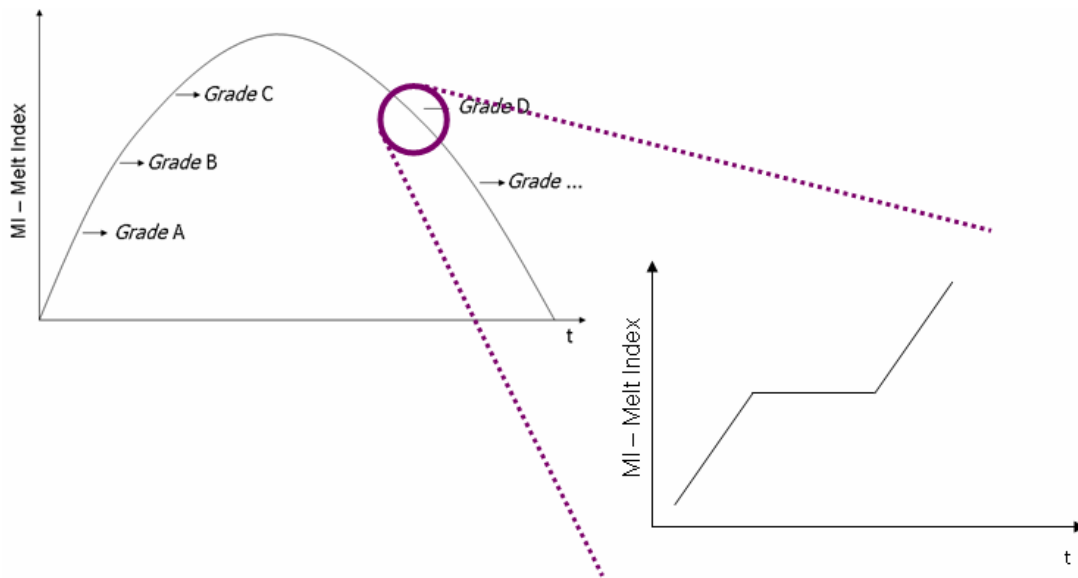


Figura 27 – “Degraus” do Seqüenciamento da Produção nas Plantas de Polipropileno

Fonte: a autora

Esta situação se desdobra para a relação entre lotes. Em algumas plantas, produzir apenas um lote “em degraus” não é suficiente para que se passe para a produção do *grade* seguinte. Para garantir a homogeneidade do lote, o programador não pode fazer grandes variações do MI ao longo do lote, obrigando que seja produzido um ou mais lotes até que se chegue ao MI do *grade* seguinte contido na programação. Neste momento se estabelece a necessidade de produção de um número mínimo de lotes. Desta forma, a programação, além de trabalhar com a restrição da seqüência de produção, deve observar o número mínimo de lotes que devem ser programados, para garantir a homogeneidade dos lotes e entre os lotes.

Embora haja as restrições de seqüência de produção a ser seguida e do número mínimo de lotes que deve ser produzido, o programador pode optar por não obedecer estas restrições para buscar alcançar o MI desejado em períodos menores de tempo. Nesta situação, onde há grande variação do MI em curto espaço de tempo, o produto que é fabricado pela unidade produtiva ao longo deste período pode não se encaixar em qualquer especificação dos *grades* contidos naquele intervalo de MI. Este produto é então chamado de “produto de transição” que, embora não apresente uma especificação para o uso em alguns setores da indústria de transformação, pode ser vendido como

sucata para empresas que fabricam produtos com requisitos menos exigentes quanto ao desempenho do polipropileno.

Desta forma, é imposto ao programador da produção um *trade-off* entre obedecer as restrições de programação – fazendo com que sejam fabricados produtos dentro das especificações mas para os quais pode não haver demanda – e desobedecer as restrições de programação – que pode gerar grandes quantidades de produto de transição, porém podendo eliminar a produção de itens para os quais não há demanda e, com isso, adiantar a produção do itens para os quais há demanda definida.

Estes elementos que conformam a indústria de polipropileno têm impacto direto sobre o modelo de Planejamento e Controle da Produção das empresas que compõem esta indústria. A forma como estas características afetam o PCP é discutido detalhadamente no item 4.5.

.....

Dada esta caracterização da indústria petroquímica e de polipropileno, é então possível prosseguir com a análise deste setor, usando o Modelo de Porter (1980) como referencial.

3.5. Análise da Indústria de Polipropileno

Para compreender a indústria de polipropileno no Brasil, além de discutir o histórico de sua formação e produção e as tecnologias disponíveis, se faz necessário entender como ocorrem as relações concorrenciais nesta indústria. Para isto, será utilizado o referencial proposto por Porter em 1980, observado em detalhes no item 2.1. Desta forma, os próximos itens discutirão as estrutura de concorrência na indústria, as relações com os fornecedores e clientes, além da possibilidade dos novos entrantes e da existência de produtos substitutos.

3.5.1. Concorrência

A indústria de polipropileno no Brasil possui, atualmente, apenas 3 concorrentes: Braskem, Ipiranga Petroquímica e Polibrasil Resinas.

A capacidade instalada de cada um destes produtores pode ser vista no Gráfico 3.

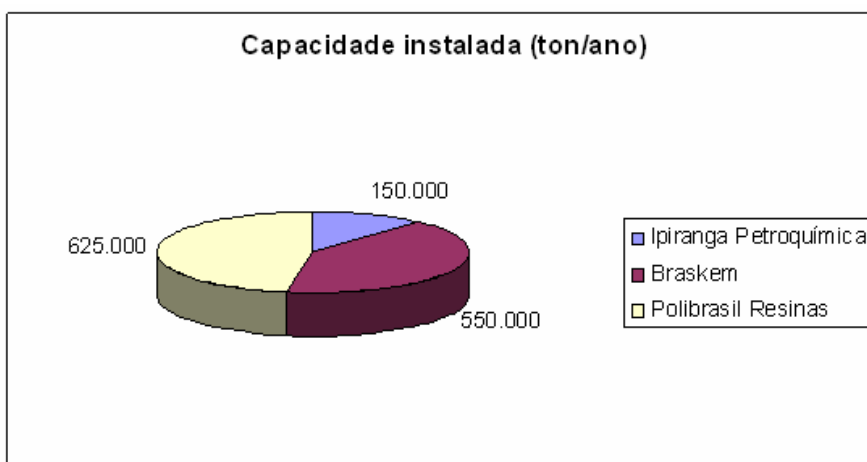


Gráfico 3 – Capacidade instalada dos produtores de Polipropileno

Fonte: AQUIBIM, 2003 e ABIQUIM, 2004

A Polibrasil Resinas possui três plantas, situadas em Camaçari (BA), Duque de Caxias (Rio de Janeiro) e Mauá (São Paulo). A Braskem e a Ipiranga Petroquímica possuem, cada uma, uma planta em Triunfo (Rio Grande do Sul). Dado que uma grande

parcela do custo do produto se refere à armazenagem e ao transporte do produto acabado, a Polibrasil Resinas possui vantagem frente aos demais concorrente por ter unidades próximas aos principais centros consumidores, reduzindo custos e facilitando o escoamento da produção.

Com relação à composição societária destas empresas, vale destacar que a Braskem é controlada pelo Grupo Odebrecht e tem entre seus principais acionistas a Petroquisa, que é o braço petroquímico da Petrobras (Braskem, 2005). Esta relação com a Petroquisa pode se apresentar como um facilitador no acesso à matéria prima principal (disponibilidade de nafta para craqueamento ou do propeno propriamente dito). Este é um dos pontos fundamentais nas relações de concorrência nesta indústria, uma vez que esta matéria prima é escassa e representa uma grande parcela do custo total do produto.

A Polibrasil Resinas é controlada pelo Grupo Suzano e pela Basell, que é a empresa que detém o direito de licenciamento da tecnologia Spheripol, além de ser a maior produtora de polipropileno no mundo (Polibrasil, 2005). A facilidade de acesso à tecnologia da planta produtiva fornece vantagens para a Polibrasil frente aos demais concorrentes, uma vez que ela pode estabelecer relações diferenciadas para o licenciamento da tecnologia. O Grupo Suzano, por sua vez, é um dos grupos mais fortes na indústria petroquímica brasileira, com participação acionária em empresas como a Politen e Rio Polímeros (Bovespa, 2005), que são fabricantes de produtos substitutos ao polipropileno.

A Ipiranga Petroquímica é controlada pela Ipiranga Química e é também controladora da Petroquim, fabricante de polipropileno no Chile (Ipiranga, 2005), ampliando assim a sua atuação no mercado de polipropileno da América Latina, onde já é líder na comercialização do PEAD (polietileno de alta densidade).

Um ponto de acirramento da concorrência está relacionada com a possibilidade de importação do polipropileno. Os clientes que consomem grandes volumes de PP e que têm neste produto uma grande parcela de seus custos de produção buscam por ofertas no mercado externo que sejam mais vantajosas do que a oferta nacional do produto. Este tipo de negociação, no entanto, é dificultada em função da necessidade de compras únicas e em grandes volumes, em função do custo do frete, o que acaba por gerar aumento do capital empenhado em estoque.

Em situações de excedente de oferta de polipropileno, o que é verificado no mercado brasileiro é prática da exportação destas quantidades que estão acima da demanda nacional, ao invés de busca pela competição a partir da redução de preços. Segundo Guerra (1994), em épocas de desaquecimento da demanda interna, a colocação dos excedentes nos mercados externos apresenta-se como principal alternativa, estando praticamente descartada a competição via preços na disputa do mercado nacional. O autor justifica que a impossibilidade deste tipo de competição deve-se, principalmente, ao monopólio no fornecimento das matérias primas (gás natural, nafta e gásóleo) e ao oligopólio das centrais de matérias primas na elaboração do petroquímico de primeira geração.

Em função tendência de “*descomoditização*” estabelecida a partir da década de 90, Guerra (1994), destaca que a estabilidade da estrutura de concorrência é permanentemente ameaçada, não por uma concorrência em preços, mas sim pela competição tecnológica, que busca reduzir o ciclo de vida do produto concorrente, tornando-o obsoleto. Esta situação provoca o fortalecimento das áreas de desenvolvimento de novos produtos e de assistência técnica das empresas, que devem ser cada vez mais velozes no lançamento de novos produtos, sob pena de perda de mercado ou rentabilidade caso não consigam desenvolver esta capacitação.

Neste ponto vale ressaltar a importância da tecnologia das plantas produtivas no processo de desenvolvimento de novos produtos. Neste sentido, deve-se avaliar as tecnologias segundo dois aspectos: capacidade de produção segundo as especificações estabelecidas e relação entre a capacidade produtiva/lotes mínimos de produção e a demanda esperada para o produto. Algumas tecnologias se mostram mais flexíveis do que outras sob o ponto de vista de atendimento às especificação do produto, porém sua capacidade produtiva e tamanho de lotes podem ser incompatíveis com a flexibilidade de produção desejada. Ou seja, embora a planta consiga produzir o item com a qualidade desejada e com a especificação definida para atender as necessidades do cliente, os tamanhos mínimos dos lotes podem ser muito superiores à demanda esperada para aquele produto, fazendo com que haja um descasamento entre a oferta e a demanda. Como dito no item 3.4.1. , a tecnologia mais flexível sob o ponto de vista de atendimento às especificações do produto é a tecnologia Spheripol, utilizada pela Ipiranga Petroquímica, Braskem e pela planta de Mauá (SP) da Polibrasil Resinas. A flexibilidade referente à relação entre capacidade produtiva e demanda prevista está

relacionada com o tamanho dos reatores das plantas, que definem o tamanho dos lotes de produção.

Guerra (1994) destaca que a concorrência na terceira geração da indústria petroquímica, que está baseada na diferenciação de produtos e os gastos em P&D – ainda que não se descarte a importância das escalas produtivas – impactam positivamente a indústria petroquímica em termos de efeitos para frente (criação de novos mercados) e para trás (ampliação da demanda por produtos de primeira e segunda geração).

3.5.2. Fornecedores

Existem hoje quatro fornecedores de propeno para a indústria de polipropileno, sendo eles a PQU (Petroquímica União), Braskem, Copesul e Petrobrás. Dada a dificuldade de transporte desta matéria-prima, em função dos altos custos logísticos e riscos de contaminação do produto, a proximidade entre o fornecedor e o produtor de polipropileno é ponto fundamental para a competitividade nesta indústria. Em várias plantas este transporte é feito através de dutos dedicados que ligam as esferas de armazenagem de propeno do fornecedor às esferas de armazenagem do produtor de PP. Rocha (2002) destaca que este fato explica a concentração regional desta indústria e desta característica deriva a dificuldade dos demandantes buscarem fornecedores alternativos, impondo uma barreira para a troca de fornecimento.

Em função desta restrição, a PQU, situada em Mauá (São Paulo) atende basicamente ao pólo petroquímico de São Paulo, embora possa atender outras localidades através de transporte rodoviário. No caso do pólo de São Paulo, além da PQU, a RECAP (Refinaria de Capuava), do grupo Petrobrás, vem dedicando parte de sua produção às correntes de propeno e assim aumentando a oferta desta matéria prima para o mercado.

A Braskem, situada em Camaçari (Bahia), atende ao pólo petroquímico onde está situada, e logo a demanda colocada pela planta de Camaçari da Polibrasil Resinas. Parte da produção de propeno da Braskem é escoada através de navios para outras localidades, em especial para o Rio de Janeiro. A demanda por propeno no Rio de Janeiro é atendida pela Braskem e pela a REDUC (Refinaria de Duque de Caxias), do

Grupo Petrobras, que fornecem a matéria-prima necessária à operação da planta de Duque de Caxias da Polibrasil Resinas.

A Copesul atende o pólo petroquímico de Triunfo, alimentando de matéria-prima as plantas da Braskem e da Ipiranga Petroquímica. Em função de sua localização geográfica, parte de sua produção é exportada para o Mercosul e também há a facilidade de importação de sua matéria-prima básica (nafta) destes países. Segundo Gomes *et alli* (2005), 70% do nafta que é utilizado pela Braskem e Copesul para a produção do propeno é proveniente da Petrobras e os 30% restantes são importados pelas próprias centrais. No caso específico da PQU, todo o nafta que consumido é proveniente da Petrobras, em função de restrições logísticas para a importação deste produto. Hoje esta é a principal restrição para a ampliação da capacidade de produção da PQU.

Com a entrada em operação da Rio Polímeros, a concorrência pela matéria prima (propeno) não será agravada. Isto se dá pelo fato de a tecnologia desta planta utilizar, ao contrário das demais, o eteno e o propeno provenientes do gás natural.

Quadro 8 – Capacidade Instalada das Centrais Petroquímicas

Central	Capacidade de produção de propeno (Ton/ano)	Percentual da capacidade Total
Braskem (Camaçari/BA)	530.000	30%
PQU (Mauá/SP)	250.000	14%
Copesul (Triunfo/RS)	581.000	33%
Petrobras	400.000	23%

Fonte: adaptado de Gomes (2005)

Guerra (1994) destaca que um outro importante elemento da dinâmica concorrencial é o controle das matérias-primas. Segundo o autor, a integração vertical observada nas empresas pode servir como um impedimento à entrada de novas firmas no setor. Em função disso, é interessante investigar a estrutura acionária de cada uma destas centrais petroquímicas. Segundo Gomes (2005), em 2004, a Polibrasil Resinas controlava 6,8% das ações da PQU, que é seu principal fornecedor de matéria prima

para a planta de Mauá (SP). A Copesul é controlada pela Braskem e pela Ipiranga, o que garante o fornecimento de matérias primas para as plantas de Triunfo (RS) das duas empresas. A central petroquímica de Camaçari é controlada pela Braskem, embora a maior parte dos investimentos desta empresa não esteja situada neste pólo, em especial sua planta de PP, que fica em Triunfo (RS). Desta forma, esta central se destina ao fornecimento de matérias primas para outras empresas, o que pode representar uma ameaça aos concorrentes da Braskem que dependem do fornecimento desta central.

Para avaliar a relação entre os fornecedores de propeno e os produtores de polipropileno, é importante entender a dependência bilateral que existe entre as partes (Rocha, 2002). Embora para o fornecedor de propeno seja fundamental ter o maior lucro possível, eles têm ciência de que a competitividade dos produtores de polipropileno é dada, em grande parte, pelo preço do propeno. A competitividade (ou falta de) dos produtores de polipropileno afeta diretamente o consumo de propeno e, com isso, o desempenho do fornecedor de propeno. Isto implica na proximidade entre os fornecedores e produtores neste mercado.

3.5.3. Clientes

Os clientes da indústria de polipropileno são as empresas de transformação de plásticos, que no esquema da Figura 28, encontram-se situadas na Indústria de Transformação. Como pode ser visto no esquema, há uma grande variedade de produtos gerados na Indústria de Transformação, relacionados com diversos setores da economia e, por isso, Guerra (1994) defende que a demanda pelos produtos petroquímicos, entre eles o polipropileno, é fortemente influenciada pelo crescimento da renda nacional e pelo aumento populacional. Segundo Machado e Pizysieznig (2003), a indústria de transformação de plásticos apresentou um crescimento constante, nos últimos dez anos, com uma taxa de aproximadamente 9,5% a.a..

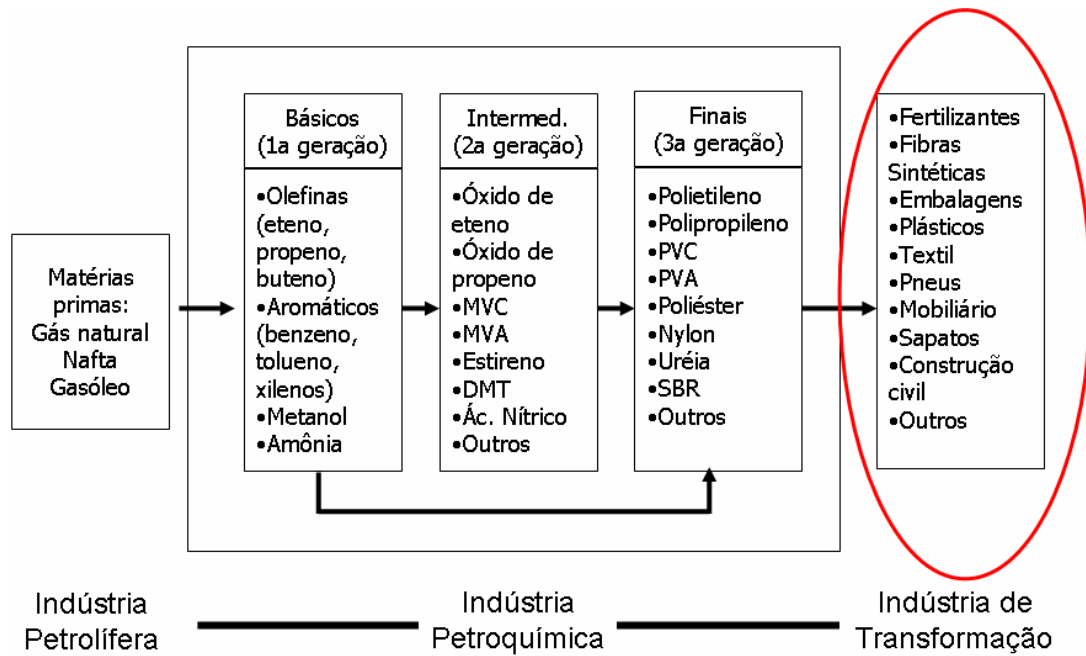


Figura 28 – Indústria petroquímica e a Indústria de Transformação

Fonte: adaptado de Guerra, 1994

Os principais segmentos da indústria de transformação, em volume de produção, são as embalagens, setor automobilístico, eletrônico e construção civil (Machado *et alli*, 2003).

Produtos	%
Embalagens	46,78
Artefatos para construção civil	14,40
Componentes técnicos	9,51
Descartáveis	6,58
Utilidades domésticas	4,00
Artefatos agrícolas	2,71
Artefatos para calçados	2,09
Laminados	1,88

Fios e cabos	1,16
Brinquedos	0,26

Tabela 8 – Distribuição da produção na indústria de transformação

Fonte: adaptado de Machado *et al* (2003)

Segundo Tanaka (2000), os transformadores se caracterizam por:

- Possuir uma grande diversificação e diferenciação de produtos;
- Ser uma indústria intensiva em mão de obra;
- Utilizar processos de produção mais flexíveis do que a produção dos produtos petroquímicos, que são sua principal matéria prima.

Fernandes (1991) destaca o valor social da indústria de transformação, a partir do momento em que emprega um contingente bastante expressivo de mão de obra, ao contrário da indústria petroquímica, que é intensiva em capital. A Tabela 9 permite que seja feita a comparação entre o perfil da indústria de polímeros (colocada na tabela como fabricação de resinas e elastômeros) e a indústria de transformação (colocada na tabela como fabricação de produtos plásticos). É notável a diferença entre quantidade de empresas em cada uma das indústrias, mostrando o padrão de concentração dos produtores de polímeros frente à pulverização dos transformadores. Além disso, a relação entre o número de empregados e a receita líquida das vendas comprova que indústria de transformação é intensiva em mão de obra, enquanto os produtores de polímeros são intensivos em capital.

Grupo de Atividades	N. de empresas	Pessoal ocupado em 31/12/2002	Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)
Fabricação de resinas e elastômeros	150	17 737	16 017 295
Fabricação de produtos de plástico	5 259	211 859	18 949 634

Tabela 9 – Comparação entre os números da Indústria de Polímeros e da Indústria de Transformação

Fonte: IBGE, 2002

Embora a indústria de transformação seja muito pulverizada, é possível observar a existência de algumas empresas de grande porte – principalmente fabricantes de eletrodomésticos e automóveis – e empresas de pequeno e médio porte. O relacionamento entre os produtores de polipropileno e estes grupos de clientes é diferenciado sob o ponto de vista do canal de distribuição. As grandes empresas estabelecem relações diretas com os produtores de polipropileno enquanto as pequenas e médias empresas, em geral, são atendidas por distribuidores que compram os produtos dos fabricantes de PP e de outros polímeros, estabelecendo-se assim uma camada intermediária de distribuição. As grandes empresas da indústria de transformação, em função dos grandes volumes de compra, possuem alto poder de barganha frente aos produtores de PP, conseguindo muitas vezes pressioná-los para a redução de preços. Já os distribuidores, embora possam comprar em grandes quantidades, em geral seus pedidos contém um mix de produtos muito diversificado, dificultando a negociação para redução de preços.

Uma característica do relacionamento entre clientes e fornecedores de PP relevante para entender a lógica de negociação de compra é a concentração de vendas no final do mês. Dentre as explicações para este fato estão a possibilidade de postergação do recolhimento dos impostos referentes àquela compra e a política de remuneração dos vendedores, que, em geral, está associada a metas mensais de vendas. Com isto, na busca por alcançar a meta estabelecida, os vendedores acabam praticando

preços reduzidos ao final do mês, com o objetivo de ampliar o volume de vendas. Esta situação dificulta o dimensionamento da estrutura logística das empresas, que acabam por ter que tratar momentos de picos e de vales de entrega ao longo do mês.

3.5.3.1. Os critérios competitivos considerados pela Indústria de Transformação

Para compreender os critérios competitivos que são utilizados pelos compradores de PP, será utilizado o quadro conceitual mostrado no item 2.4. Desta forma, deve-se discutir os critérios que são qualificadores e os critérios ganhadores de pedidos.

Dentre os critérios qualificadores, pode-se primeiramente destacar a qualidade do produto, aqui entendida como a garantia de desempenho de produção nos equipamentos dos transformadores. Neste momento vale destacar a importância da tecnologia da planta produtiva que, para itens com a mesma especificação, podem gerar desempenhos diferenciados nos processos de transformação. Desta forma, no critério de decisão de compra por parte dos clientes, a tecnologia da planta onde foi fabricado o produto que está sendo pedido passa a ser um ponto relevante para a aceitação do produto.

Um critério que pode aparecer como qualificador ou ganhador de pedido é o custo percebido pelo cliente. No caso de produtos que são fabricados com iguais padrões de desempenho por todos os concorrentes do mercado (*commodities*), o custo é um critério ganhador de pedido. Já nos produtos que foram customizados para aplicações específicas da indústria de transformação (*pseudo-commodities*), o custo é percebido como um critério qualificador, uma vez que o padrão desempenho do produto se mostra como o fator mais importante na decisão de compra.

Dentre os critérios ganhadores de pedido, aquele que tem sido mais discutido desde a implementação da tendência de “*descomoditização*”, na década de 90, é o serviço prestado ao cliente, entendido aqui como a capacidade de entender as necessidade de desempenho dos transformadores e assim desenvolver e fabricar produtos que atendam a estas especificidades. Além disso, uma vez desenvolvido o produto, ter mecanismos de garantia de desempenho do mesmo na rotina de operação do transformador.

Fernandes (1991) destaca que esta tendência de customização dos itens decorre da constante necessidade de se encontrar novos produtos que possam ser utilizados para aplicações específicas, com maior eficiência e menores custos. Além disso, Tanaka

(2000) destaca que o processo de inovação na indústria de transformação é fortemente dependente dos fabricantes de polímeros e dos fabricantes de equipamentos.

Segundo Alemanno (1999), os principais mercados que utilizaram as inovações de produtos realizadas pela indústria petroquímica de terceira geração foram os setores automobilísticos e de embalagens.

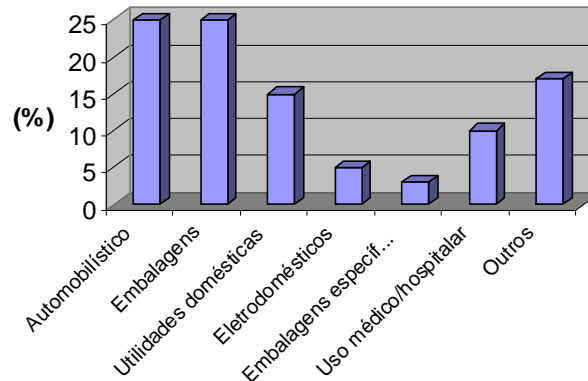


Gráfico 4 – Mercado utilizadores das inovações realizadas

Fonte: Alemanno, 1999

Coppus e Strashok (1995) destacam que esta mudança no perfil dos mercados consumidores dos petroquímicos de terceira geração resultou na redução do ciclo de vida dos produtos e, com isso, na diminuição da janela de tempo para recuperação dos investimentos que foram feitos naquele produto. Caso os fabricantes de PP não desenvolvam políticas de proteção à inovação desenvolvida, que dificultem ou retardem a imitação, este comportamento do mercado pode reduzir a rentabilidade das organizações desta indústria.

Outro ponto destacado por Coppus e Strashok (1995) é o impacto desta diversificação de portfolio sobre a gestão da produção. Para as plantas produtivas, esta situação implica em corridas menores e transições (“setups”) de produtos mais frequentes. Isto provoca redução da produtividade e aumento dos custos, afetando a rentabilidade da indústria.

Outro critério que se mostra como ganhador de pedido é a velocidade de entrega. Como o custo da parada de uma planta de transformação pode ser muito alto, a possibilidade de atender pedidos nos menores prazos possíveis se mostra um ponto fortemente considerado na decisão de compra. Este critério competitivo pode ser

questionado caso soluções de planejamento de estoques ao longo da cadeia produtiva sejam implementadas, permitindo assim que sejam mantidos níveis adequados de estoques em cada elo da cadeia.

3.5.4. Novos entrantes

De acordo com Gomes (2005), a competitividade da indústria petroquímica está intimamente relacionada com alguns fatores, dentre eles: escala de produção, disponibilidade de matéria-prima, tecnologia, facilidade de acesso ao mercado consumidor e custo de capital. A partir deste conjunto de elementos que conformam a competição nesta indústria, é possível identificar quais são as principais barreiras à entrada.

A primeira delas, escala de produção, se mostra ponto fundamental uma vez que o custo fixo de uma planta petroquímica é alto, sendo então necessário que sua escala de produção seja semelhante à dos demais concorrentes, para que a empresa possa ser competitiva em custo.

Outro ponto que pode ser visto como uma barreira à entrada é o acesso à matéria prima. Dado que a matéria prima principal é escassa no país, é de difícil importação e que os fornecedores nacionais têm sua estrutura acionária controlada pelos atuais concorrentes da indústria, dificilmente uma nova empresa que queira se estabelecer terá facilidade de acesso à matéria prima. Além disso, não somente a disponibilidade de matéria se apresenta como uma barreira à entrada, como também a necessidade de estabelecimento da planta próximas aos centros fornecedores de propeno, para a redução dos custos de transporte.

A tecnologia de produção se mostra como mais um elemento que pode dificultar a entrada de novas empresas na indústria, em grande parte associada ao investimento necessário para o licenciamento da tecnologia e a para a instalação de uma planta petroquímica segundo as especificações da empresa licenciadora. Além disso, a tecnologia Spheripol, que é a mais utilizada atualmente, tem como licenciadora a Basell, que é um dos grupos controladores da Polibrasil Resinas e o maior produtor de polipropileno no mundo. Desta forma, a expansão do número de concorrentes nesta indústria pode ser controlada através de políticas de licenciamento da tecnologia.

Rocha (2002) destaca que uma particularidade desta indústria é a dificuldade de transporte e estocagem dos produtos, por serem inflamáveis ou por problemas de contaminação do produto. Em função desta limitação, os custos de transporte e estocagem são bastante altos. Desta forma, mais uma barreira à entrada é a necessidade de localização da planta próxima tanto dos fornecedores quanto dos mercados consumidores. A distância dos pólos de consumo e de fornecimento pode aumentar os custos do produto acabado, degradando assim a competitividade da empresa na indústria.

Guerra (1994) tenta explicar a razão do nascimento da indústria petroquímica no Brasil como uma estrutura oligopolizada em função da alta intensidade de capital e a necessidade de grandes economias de escala, uma vez que estes fatores são grandes barreiras à entrada no setor.

Uma questão relevante a ser colocada sobre a possibilidade de novos entrantes é o papel da Petrobras nesta indústria. Caso seja tomada a decisão de ampliação da verticalização da Petrobras através de implementação de unidades na indústria petroquímica, é possível que este novo “*player*” obtenha vantagens em custo e no acesso à matérias primas frente aos demais concorrentes. Isto pode gerar grandes modificações na estrutura de concorrência do setor, uma vez que grande parcela do nafta que é utilizado na produção do propeno é proveniente da Petrobras, além um percentual significativo da produção de propeno ser produzido por esta empresa.

3.5.5. Substitutos

Os substitutos potenciais do polipropileno seriam outros polímeros de desempenho semelhantes e de custos inferiores. No entanto, Gomes (2005) defende que o polipropileno vem substituindo outras resinas em função de sua versatilidade para inúmeras aplicações, boas características físicas e químicas, além do baixo custo frente a outros polímeros. Além disso, sob o ponto de vista ambiental, o PP tem vantagens frente às outras resinas por ser facilmente reciclado e incinerado.

Para alguns tipos de aplicação, o vidro pode ser um substituto, principalmente em função dos impactos ambientais. No entanto, em função do custo inferior do PP e a facilidade de reciclagem deste produto, esta substituição não é normalmente vista.

3.5.6. Considerações Finais

A partir da análise da indústria de polipropileno, é possível observar sua estrutura oligopolizada e verticalizada. Em função de seu padrão oligopolizado, é fundamental entender a interdependência econômica entre as organizações deste setor. Spínola e Troster (2001) defendem que, se todos os produtores são importantes ou possuem uma faixa significativa do mercado, as decisões sobre o preço e a produção de equilíbrio são interdependentes, uma vez que a decisão de uma organização influi no comportamento econômico das demais empresas. Desta forma, disputas de mercado com base em redução de preços, e logo com prejuízos das margens, dificilmente ocorrerão nesta indústria.

Em função da verticalização “para trás”, através da qual os produtores de polipropileno são também controladores das unidades produtoras propeno, é possível inferir que tanto o acesso à matéria prima quanto o preço pago pela mesma não são pontos que possam reduzir a rentabilidade da indústria.

Além disso, os atuais concorrentes da indústria estão protegidos contra a ameaça de novos entrantes em função das grandes barreiras à entrada que são impostas pelo alto investimento, necessidade de escala de produção e importância do acesso à matéria prima.

Com isto, é possível concluir que se trata de uma indústria de alta rentabilidade⁴ e baixo risco de alterações da estrutura concorrencial. No entanto, vale ressaltar que as principais ameaças a esta indústria encontram-se nas duas pontas opostas da cadeia produtiva: na produção do petróleo e no comportamento do consumidor final. O aumento do preço do barril do petróleo provoca elevações no preço das matérias primas, implicando no aumento do preço do produto acabado ou na redução das margens de lucro. Por outro lado, como o consumo de plásticos em geral está fortemente relacionado com o poder aquisitivo da população (Machado e Pizysieznig ,2003), em situação de instabilidade econômica a demanda por polipropileno pode ser reduzida.

⁴ Em 2004, a Polibrasil obteve um lucro operacional de R\$ 213.383.000,00, segundo os balanços da empresa. O lucro operacional da Braskem foi de R\$ 824.300.000,00 e da Ipiranga de R\$ 500.072.000,00, de acordo com a Bovespa.

Capítulo 4 – Estudo de caso: o reposicionamento de uma empresa produtora de polipropileno

4.1. Método: estudo de caso

Utilizando o referencial de Yin (2001), tem-se que:

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real , especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.(....) A investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados,e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidência, (...) e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise dos dados.” (Yin, 2001, p 32-33)

Yin (2001), destaca que há seis fontes de evidências que podem ser utilizadas em um estudo de caso: documentação, registro em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. A principal fonte de evidência utilizada no estudo de caso desta dissertação é a observação participante que, segundo o autor, é uma modalidade na qual o observador deixa de ser passivo e passa a assumir uma variedade de funções dentro do estudo de caso e pode, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados. Entre as vantagens apontadas por Yin para esta modalidade estão a capacidade de observação dos acontecimentos em tempo real, dentro de seu contexto, além de ser perceptiva quanto a comportamentos e razões interpessoais. Entre as principais desvantagens está a possibilidade de existência de vieses devido à manipulação dos dados por parte do pesquisador.

A autora desta dissertação se envolveu no processo de definição do novo modelo de Planejamento e Controle da Produção da empresa estudada, no contexto de seu reposicionamento de mercado. Houve a participação no projeto que definiu os elementos que deveriam constituir o novo modelo de PCP da organização. A partir destas definições, foi especificado um sistema informático que fosse capaz de habilitar as novas diretrizes definidas para o PCP da empresa. A autora participou da definição do modelo de Planejamento e Controle da Produção, da especificação do sistema de informação e dos testes depois que o *software* tivera seu desenvolvimento finalizado.

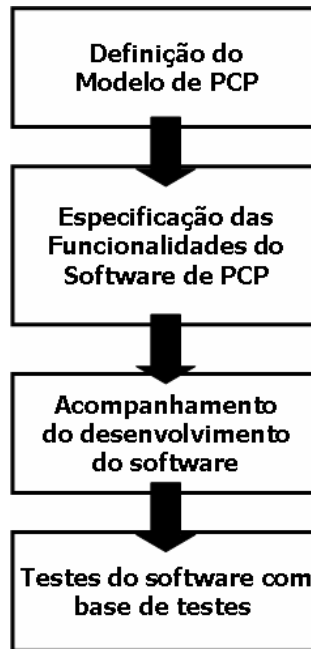


Figura 29 – Participação da autora no projeto na empresa estudada

Fonte: a autora

O estudo de caso desta dissertação tem como objetivos:

- Descrever as ações relacionadas com o reposicionamento competitivo da empresa, a partir da análise dos elementos de sua Estratégia de Operações;
- Dentre os elementos da Estratégia de Operações, detalhar as alterações feitas no Modelo de Planejamento e Controle da Produção e como ele dá suporte ao posicionamento definido.

4.2. A organização estudada – Polibrasil Resinas

A empresa estudada é a Polibrasil Resinas, um dos três *players* brasileiros do mercado de polipropileno. Esta empresa, segundo os balanços divulgados, vem obtendo grandes aumentos de faturamento e do lucro líquido desde 2001, como mostrado na Tabela 10.

	Varição 2001-2002	Varição 2002-2003	Varição 2003-2004	Varição 2001-2004
Receita Operacional Líquida	28%	49%	38%	163%
Lucro operacional	31%	135%	120%	577%

Tabela 10 – Evolução da Receita Operacional e do Lucro Operacional do FPP

Fonte: balanços da empresa disponíveis em www.polibrasil.com.br

Além disso, a partir de 2003, parte da receita da empresa passou a ser composta por exportações. Como pode ser visto na Tabela 11, em 2003, 7% da receita operacional bruta da Polibrasil se refere a vendas para o mercado externo e, em 2004, este percentual aumenta para 11%.

	2003	2004
Mercado Externo	7%	11%
Mercado Interno	93%	89%

Tabela 11 – Participação do mercado interno e externo da Receita Operacional Bruta

Fonte: balanços da empresa disponíveis em www.polibrasil.com.br

A entrada no mercado externo, associada com sua forte participação do mercado interno, além da Polibrasil possuir uma unidade de compostos, para a qual deve fornecer o polipropileno, gerou o aumento da complexidade da gestão da produção e da logística de distribuição. Outro ponto relevante para o aumento da complexidade foi a inauguração, em 2003, de uma nova planta produtiva, em São Paulo, com capacidade de produção de 300 mil toneladas por ano, que passou a ser a planta de polipropileno com a maior capacidade produtiva do mundo.

Esta nova planta veio a compor o parque de 3 plantas industriais, situadas em Camaçari (BA), Duque de Caxias (RJ) e Mauá (SP). Como discutido no capítulo que trata sobre a análise da indústria, esta distribuição geográfica é uma grande vantagem da Polibrasil frente aos demais concorrentes, uma vez que permite a proximidade de acesso tanto aos mercados compradores quanto aos fornecedores de matéria prima.

Todos os produtos fabricados pela Polibrasil Resinas podem ter três tipos de apresentação: granel, pallets e *big-bags*. Os produtos a granel são transportados dentro de caminhões e podem ser colocados diretamente nos silos de armazenagem dos clientes. Os pallets são conjuntos paletizados de 55 sacos de 25 kg de polipropileno. Em geral esta solução é utilizada por clientes que não possuem silos para estocagem do PP e cujo maquinário não suporta a colocação de grandes quantidades de resina ao mesmo tempo. Os *big-bags* são sacos com 1250 kg de produto e que, frente aos pallets, possuem vantagens por facilitar o manuseio do material. No entanto, a escolha por este tipo de embalagem obriga o cliente a possuir equipamentos para transporte destes volumes e máquinas que suportem receber grandes cargas de material.

4.3. Posicionamento e Critérios Competitivos

A Polibrasil hoje se posiciona como uma provedora de soluções de polipropileno e coloca, entre suas responsabilidades com os clientes, o “desenvolvimento e fornecimento de produtos e serviços que ofereçam vantagens em termos de preço, qualidade, segurança e impacto ambiental” (Polibrasil, 2005). Para isto, a empresa tem uma área de desenvolvimento de novos produtos (Centro Técnico Polibrasil), que tem como objetivo estreitar a relação com os clientes na pesquisa e desenvolvimento de produtos que atendam às especificidades de desempenho exigidas. Além disso, a empresa mantém uma área de Assistência Técnica, que tem como objetivo a garantia do desempenho do PP na indústria de transformação, através do auxílio aos clientes em problemas que possam ocorrer em seu processo produtivo.

Além deste posicionamento e observando os critérios competitivos discutidos no item 2.4. , pode-se ainda destacar como diferenciais da Polibrasil a velocidade de atendimento aos pedidos e a flexibilidade (de escopo e quantidade). Um dos pontos colocados pela empresa é a agilidade entre o recebimento de um pedido e a expedição do mesmo, atendendo assim situações de emergência dos clientes, como a possibilidade de interrupção de plantas produtivas dos transformadores por falta de matéria prima. Além disso, variações da demanda que são colocadas para a indústria de transformação podem gerar necessidades não previstas de polipropileno. A Polibrasil busca atender a estas variações, tanto no que diz respeito às alterações no mix dos itens (flexibilidade de escopo) quanto nas quantidades pedidas (flexibilidade de quantidade).

Cruzando estas informações com a análise da indústria de polipropileno, é possível elaborar o Quadro 9, que mostra quais são os critérios qualificadores e ganhadores de pedido para os cliente da Polibrasil.

Quadro 9 – Critérios Competitivos para os Clientes da Polibrasil

Tipo de Critério Competitivo	Critério Competitivo	Descrição
Ganhadores de Pedidos	Serviços Prestados aos Clientes	Entender as necessidades específicas dos clientes e desenvolver produtos que atendam a estas especificidades é um

		<p>ponto que faz com que os clientes se aproximem da Polibrasil. Além disso, uma forma de atrair e fidelizar os clientes é a manutenção de equipes de Assistência técnica que tem como objetivo garantir o desempenho do produto nos equipamento dos transformadores.</p>
	Velocidade	<p>Muitos pedidos são ganhados pela Polibrasil em função da velocidade de atendimento. Desta forma, em situações de emergência, como interrupção de plantas produtivas por falta de matéria prima, as empresas recorrem à Polibrasil em função da agilidade de atendimento.</p>
	Flexibilidade	<p>Em situações de variação da demanda dos transformadores, o mix de tipos de PP que serão consumidos, assim como as quantidades, podem ser alterados. A Polibrasil busca atender a este tipo de variação e ganha pedidos em função disto.</p>
Qualificadores	Qualidade	<p>No caso de fornecimento de produtos que não são customizados, ou seja, produtos padronizados entre os diversos concorrentes da indústria, a Polibrasil deve manter determinado patamar de qualidade, entendida aqui como desempenho do produto nos equipamentos dos transformadores, para que seu produto esteja nas mesmas condições de competição com os demais</p>

		concorrentes.
	Custo percebido	No caso dos produtos padronizados na indústria, o custo percebido pelo cliente passa a ser um critério ganhador de pedido. No entanto, dados os diferenciais da Polibrasil de velocidade, flexibilidade e serviços prestados (Assistência Técnica), o seu custo percebido pode ser semelhante ao dos demais concorrentes da indústria, uma vez que os diferenciais citados podem garantir a colocação do pedido.

Fonte: a autora

Para discutir a trajetória da Polibrasil para se tornar uma empresa provedora de soluções de polipropileno, além de atender aos demais critérios competitivos, serão primeiramente investigados os pontos relacionados com a Estratégia de Operações da organização e, em seguida, serão tratadas em detalhes as alterações realizadas no modelo de Planejamento e Controle de Produção, de modo a atender a este reposicionamento.

4.4. Estratégia de Operações

Para apresentar e discutir a Estratégia de Operações da Polibrasil, é utilizado o referencial proposto por Hayes e Wheelwright em 1984, que foi detalhado no item 2.2. da dissertação. Como dito pelos autores, deve-se manter a consistência entre a Estratégia do Negócio e a Estratégia de Operações da organização. Desta forma, ao decidir pelo posicionamento de provedora de soluções em polipropileno, além de considerar todos os demais critérios competitivos ganhadores de pedidos e qualificadores, a Estratégia de Operações da Polibrasil teve que sofrer alterações de modo a atender à nova proposta de valor da organização. Para isto, é utilizada a divisão proposta por Hayes e Wheelwright (1984) que distingue as decisões estruturais e as decisões táticas/infra-estruturais relacionadas com a Estratégia de Operações de uma empresa.

4.4.1. Decisões Estruturais

Hayes e Wheelwright (1984) definem que as decisões estruturais estão relacionadas com a capacidade, instalações, tecnologia e integração vertical.

Quadro 10 – Decisões estruturais relacionadas com a Estratégia de Operações

Decisões Estruturais	Capacidade – quantidade, <i>timing</i> , tipo
	Instalações – tamanho, localização, especialização
	Tecnologia – equipamentos, automação
	Integração Vertical – direção, extensão, balanceamento

Fonte: adaptado de Hayes e Wheelwright (1984)

No caso da Polibrasil, é importante discutir estes aspectos para cada uma de suas plantas produtivas. A planta de Camaçari (BA) é a planta mais antiga da Polibrasil, inaugura nos anos 70, e, por isso, sua tecnologia (Slurry) é menos avançada frente às

demais unidades. Embora sua tecnologia não tenha a flexibilidade exigida para o desenvolvimento de novos produtos com os padrões de desempenho para a operação no maquinário modernizado das empresas transformadoras, sua capacidade produtiva é adequada para a produção de uma maior diversidade de produtos, por ter exigência de lotes mínimos e mínimo de lotes de produção menores do que as demais unidades. O lote mínimo desta unidade é de 65 toneladas e sua capacidade de produção anual é de 125 mil toneladas por ano.

A segunda planta a ser inaugurada pela Polibrasil, em 1992, foi a unidade de Duque de Caxias (RJ). Esta planta utiliza a tecnologia LIPP, que na época se mostrava uma das opções mais flexíveis para a produção das diversas famílias de polipropileno. Esta planta tem exigência de lote mínimo e mínimo de lotes de produção maiores do que a unidade de Camaçari. O lote mínimo da unidade de Duque de Caxias é de 100 toneladas e sua capacidade de produção anual é de 200 mil toneladas.

A mais nova planta da Polibrasil situa-se em Mauá e foi inaugurada em 2003, em substituição a uma planta que possuía a mesma tecnologia da unidade de Camaçari. Esta planta possui a tecnologia Spheripol, considerada a mais flexível para o desenvolvimento de uma vasta gama de tipos de polipropileno. Embora seja flexível sob o ponto de vista da especificação do produto, a planta opera com lotes mínimos de 250 toneladas e, em média, um número mínimo de 3 lotes de produção para garantir a homogeneidade do produto. Desta forma, o grande volume de produção por corrida se mostra como um ponto de inflexibilidade para a produção de produtos customizados, que tendem a ampliar o portfolio de produtos e logo exigir tecnologias flexíveis que permitam a produção de pequenas quantidades e com menores custos de transição (setup). Esta planta tem capacidade de produzir 300 mil toneladas por ano.

Quadro 11 – Tecnologia e Capacidade das Plantas da Polibrasil

Planta	Tecnologia	Lote mínimo	Capacidade de produção anual
Camaçari (BA)	Slurry	65 ton	125 ton/ano
Duque de Caxias (RJ)	LIPP	100 ton	200 ton/ano
Mauá (SP)	Spheripol	250 ton	300 ton/ano

Fonte: Polibrasil (2005) e Barreto (1999)

A decisão da compra da planta de Mauá com a tecnologia Spheripol é adequada e compatível com o reposicionamento como provedora de soluções polipropileno sob o ponto de vista de capacidade de produção de tipos de PP com especificações diversas. No entanto, ao decidir por este posicionamento, a Polibrasil passou a ter seu portfólio de produtos ampliado e a programação de produção da planta, em função de suas restrições de lote mínimo e mínimo de lotes de produção, teve sua complexidade aumentada. O desafio colocado para o programador da produção era conseguir estabelecer seqüências de produção que pudessem atender à toda previsão de demanda e, ao mesmo tempo, produzir o mínimo de material de transição possível. Uma vez que a tecnologia foi definida (decisão estrutural), a forma de planejamento e controle da produção (decisão tática ou infra-estrutural) teve que ser revista para tratamento do desafio que fora colocado. As alterações no modelo de Planejamento e Controle da Produção são vistas mais a frente.

Dada a necessidade de flexibilidade de produção (menores lotes, por exemplo), poder-se-ia pensar na utilização da planta de Camaçari como a unidade dedicada aos produtos customizados e de pequenos volumes. No entanto, por sua tecnologia que não comportar a flexibilidade necessária para a produção de uma grande variedade de itens e com alto padrão de exigência de desempenho, este tipo de solução não é possível. A planta do Rio de Janeiro, embora com maior flexibilidade para o atendimento às especificações do produto, hoje tem grande parcela de sua produção dedicada para alguns itens de demanda constante ao longo dos meses, não restando então capacidade ociosa para o atendimento à produção dos itens customizados.

Um ponto importante a ser destacado é a possibilidade de produção de itens de mesma especificação nas três plantas da empresa, denominados “contra-tipos”. Embora os itens possuam mesma especificação, para algumas aplicações na indústria de transformação a tecnologia utilizada na fabricação do PP pode gerar diferenças de desempenho nos processos de transformação. Desta forma, mesmo que existam os contra-tipos, eles não são automaticamente intercambiáveis no momento da venda, uma vez que é necessário verificar qual o tipo de aplicação do cliente para então verificar se o item das diferentes plantas pode atender ao pedido. Este é um ponto que aumenta a complexidade de gestão da demanda, que será discutido entre as decisões táticas e infra-estruturais da Estratégia de Operações.

Ainda relacionado com a tecnologia da planta, vale destacar como está estruturado o processo de embalagem em cada um dos *sites* da Polibrasil. Nas plantas de Camaçari e Duque de Caxias, depois da extrusão, o produto é enviado para os silos de homogeneização e logo em seguida para as máquinas de embalagem. Desta forma, ao realizar a programação da produção da unidade de processo, o programador já deve decidir com qual apresentação o produto será fabricado, uma vez que as etapas são contínuas, sem a possibilidade de armazenamento do produto a granel. Na planta de Mauá, na busca por flexibilidade da decisão de embalagem, após a homogeneização, estão disponíveis setenta e dois silos nos quais o produto pode ficar armazenado até que seja firmado o pedido de venda e então se possa decidir a embalagem na qual o produto será entregue. Após a decisão sobre a embalagem, o produto é liberado do silo de armazenagem intermediária e acondicionado em pallets, *big bags* ou vendidos a granel. Dado que a programação da produção na empresa é feita com base em previsão de vendas, a possibilidade de adiar a decisão da embalagem do produto é um fator que reduz a incerteza relacionada com este processo.

A partir desta descrição, é possível perceber que, ao tomar a decisão de reposicionamento, os aspectos estruturais da Estratégia de Operações já estavam definidos e não havia possibilidade de reversão desta situação no curto prazo. Dada esta restrição, para que fosse buscado o alinhamento entre a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio, a empresa teve que se restringir a rever suas decisões táticas/infra-estruturais para que pudesse manter a consistência entre as diretrizes de produção e o reposicionamento pretendido. O próximo item trata das modificações que foram feitas neste âmbito.

4.4.2. Decisões Táticas ou Infra-estruturais

Hayes e Wheelwright (1984) definem que as decisões táticas ou infra-estruturais estão relacionadas com a força de trabalho, qualidade, organização e Planejamento e Controle da Produção.

Quadro 12 – Decisões táticas/infra-estruturais relacionadas com a Estratégia de Operações

Decisões Táticas ou Infra-estruturais	Força de Trabalho – nível de qualificação, políticas salariais
	Qualidade – prevenção de defeitos, monitoramento, intervenção
	Planejamento e Controle de Produção – terceirização, centralização, regras de decisão
	Organização – estrutura, sistemas de controle e premiação, papéis das unidades

Fonte: adaptado de Hayes e Wheelwright (1984)

A indústria petroquímica, como dito anteriormente neste documento, não é intensiva em mão de obra. A operação das plantas depende de pequenas equipes, formadas em geral por profissionais de nível técnico e superior. O aspecto força de trabalho não foi um ponto de alteração na busca pelo reposicionamento da empresa e alinhamento entre Estratégia de Operações e Estratégica do Negócio e, por isso, não será detalhado na dissertação.

Embora não tenha havido modificações na estrutura da força de trabalho, a empresa teve que alterar sua estrutura organizacional para conseguir tratar as necessidades impostas pelo reposicionamento. Como a nova Estratégia do Negócio impôs um aumento do portfólio de produtos, mantendo-se as restrições tecnológicas das instalações, o trabalho das equipes de Planejamento e Controle da Produção, Compras e Vendas teve a complexidade aumentada. Para tratar a complexidade da programação da

produção, foi tomada a decisão de centralização da área de Planejamento e Controle da Produção na sede da empresa. Desta forma, uma pessoa passou a ficar responsável pela programação das três plantas, conseguindo, por exemplo, identificar pontos de ociosidade ou estouro de capacidade de cada planta e a possibilidade de intercambiar produções entre plantas, tendo em vista as restrições de contra-tipos e aplicações dos clientes atendidos com os produtos.

Outro ponto fundamental envolvido com a centralização das atividades de Programação da Produção foi a aproximação entre esta área e o setor de Vendas, que também é centralizado na sede da empresa. Em função desta proximidade, as avaliações sobre a possibilidade de intercambiar produções entre plantas, atendendo às especificidades dos clientes, passou a ser mais fácil uma vez que as áreas de PCP e Vendas podiam realizar este tipo de discussão de forma rotineira. Além disso, estas duas unidades organizacionais passaram a tomar decisões sobre reprogramação da produção de forma conjunta, para melhorar o atendimento de novos pedidos ou para corrigir problemas gerados por paradas imprevistas da planta. Desta forma, a centralização do PCP e proximidade com a área de Vendas se mostraram mecanismos de coordenação lateral do trabalho, necessários para a gestão da complexidade gerada pelo reposicionamento.

Outra área fortemente impactada pelo reposicionamento foi a área de Compras. Com a ampliação do portfolio de produtos, a quantidade de matérias primas que deve ser gerida também aumentou. Embora a matéria prima principal seja o propeno, os aditivos que são utilizados nas fórmulas sofrem grandes variações em função do item que será produzido. Para gerir a aquisição destes insumos, foi definida uma estrutura de compras centralizada em algumas atribuições e descentralizada para outras. Para agilizar o processo de compras e reduzir os custos de transação, a unidade de compras central passou a estabelecer contratos de fornecimento anuais, no quais são definidas as quantidades médias que serão consumidas por mês e o preço do insumo. Com estes contratos estabelecidos, as unidades de compras descentralizadas de cada planta produtiva passaram a realizar os pedidos de compras de matéria prima diretamente para os fornecedores, de acordo com a necessidade estabelecida pela programação da produção e em função dos níveis de estoque que se desejava manter nos *sites*.

Um aspecto de fundamental importância entre os elementos da Estratégia de Operações é o tratamento da qualidade dos produtos fabricados nas plantas da

Polibrasil. Em função do nível de atendimento às especificações do produto, é possível obter três tipos de item: produtos “on spec”, produtos “off spec” e produtos restritos. Os produtos “on spec” são aqueles que atendem a todas as especificações estabelecidas, dentro das faixas de aceitação definidas para cada característica física ou química. Os produtos “off spec” são aqueles que deixam de atender a duas ou mais especificações do produto, não conseguindo então manter o padrão de desempenho exigido para aquele item. Os produtos “off spec” podem ser comercializados como sucata, sendo vendidos por preços muito inferiores àqueles esperados para o produto “on spec”. Os itens restritos são aqueles que deixam de atender a apenas uma especificação do produto. Em função da especificação que deixa de ser atendida, o produto pode ser vendido para alguns clientes, sem gerar qualquer problema de desempenho na etapa de transformação.

Desta forma, ao identificar nas análises de controle de qualidade que um determinado produto foi classificado como restrito, é necessário verificar quais aplicações da indústria de transformação são afetadas por aquela restrição e então direcionar aquele lote para clientes que não tenha aquela especificação como ponto crítico para seu desempenho. Uma vez realizada a identificação dos clientes que podem receber o item sem prejuízos à qualidade do produto final da transformação, o lote restrito pode ser vendido como um produto “on spec” e, logo, sem perda de margem de vendas.

Um ponto relevante, que surgiu após a modernização das tecnologias na indústria de transformação, foi a criação do dito “cliente crítico” sob o ponto de vista da qualidade do produto. Para estes clientes, não basta que o produto seja classificado como “on spec” para que o desempenho da transformação seja garantido. Além de estar dentro das especificações, estes clientes exigem que, para algumas características, o produto obedeça faixas mais estreitas de especificação. Para ilustrar esta situação, pode-se imaginar um item que, para estar dentro das especificações, deve ter determinado índice entre os valores 2 e 4. No entanto, algum cliente, para garantir a qualidade de sua produção, exige que o lote de PP que será enviado para ele tenha este índice entre 2 e 3. Isto aumenta a complexidade de alocação dos lotes aos pedidos e de gestão de expedição.

Para tentar ampliar a parcela de produto “on spec” frente às demais classificações, a empresa investiu em dispositivos de controle de qualidade em processo, para

conseguir detectar os desvios de forma mais rápida e corrigi-los a tempo de não gerar produto restrito ou “off spec”. No entanto, esta capacidade de rápida reação da planta é diretamente relacionada com a tecnologia que é empregada. Desta forma, a planta de Mauá consegue ser mais eficiente no monitoramento e intervenção para correções na qualidade do produto.

Além disso, todas as plantas contam com áreas de controle de qualidade do produto final, que analisam todos os lotes fabricados pela planta, garantindo assim que os clientes tenham o laudo com o nível de atendimento de todas as especificações do produto que está sendo expedido pela Polibrasil.

Dadas estas características da qualidade do produto da Polibrasil, a gestão da demanda teve que ser adaptada para conseguir tratar as especificidades descritas, de modo a garantir a venda dos produtos que não foram classificados como “on spec” com a mínima redução de margem de vendas possível, além de atender aos clientes críticos. Este já é um desdobramento do elemento “Qualidade” da Estratégia de Operações para o aspecto “Planejamento e Controle da Produção”.

Entre as decisões táticas e infra-estruturais, o ponto que sofreu as maiores modificações para possibilitar o alinhamento entre a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio foi o modelo de Planejamento e Controle da Produção da empresa. Por esta razão, este aspecto encontra-se detalhado no próximo item da dissertação, através da explicitação de como cada atividade do PCP encontrava-se estruturada antes do reposicionamento, quais problemas tiveram que ser enfrentados para atender ao reposicionamento e como o processo foi alterado para a adequação à nova proposta de valor da organização.

4.5. Planejamento e Controle da Produção

O modelo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) foi o elemento da Estratégia de Operações que sofreu as maiores modificações de modo a alinhar a estrutura produtiva da Polibrasil à nova Estratégia de Negócio da organização.

Para explicar como se deu a migração do modelo de PCP, é necessário primeiramente compreender como é o macro-processo desta área. Para ilustrar este processo, é utilizada a Figura 30, que identifica as atividades do PCP, bem como as relações temporais e de troca de informações entre as mesmas. Vale destacar que as atividades ali colocadas não necessariamente são executadas pela área de PCP da empresa, mas que, segundo o referencial proposto por Correa *et alli* (2001) que foi detalhado no item 2.5. , são atividades que constam no modelo de Planejamento e Controle da Produção.

Cada uma das atividades mostradas no macro-processo estão detalhadas nos próximos itens, de forma que seja possível identificar como a atividade era realizada antes do reposicionamento, quais foram os problemas enfrentados com o reposicionamento, e como a atividade foi alterada de modo a resolver os problemas colocados.

Antes de iniciar a descrição detalhada de cada uma das atividades, vale explicar, de forma agregada, o macro-processo de PCP da Polibrasil. O processo é iniciado com a atividade de Previsão de Demanda. Neste momento, os vendedores definem a previsão de vendas para os próximos quatro meses. Esta informação é a principal entrada para a etapa de Planejamento da Produção, que utiliza a previsão de demanda para identificar as quantidades, por item, que devem ser produzidas em cada uma das plantas, também nos próximos quatro meses. Este planejamento é utilizado para a verificação da necessidade de aquisição de materiais para a execução do plano de produção. Com base nesta necessidade, as compras de insumos são realizadas.

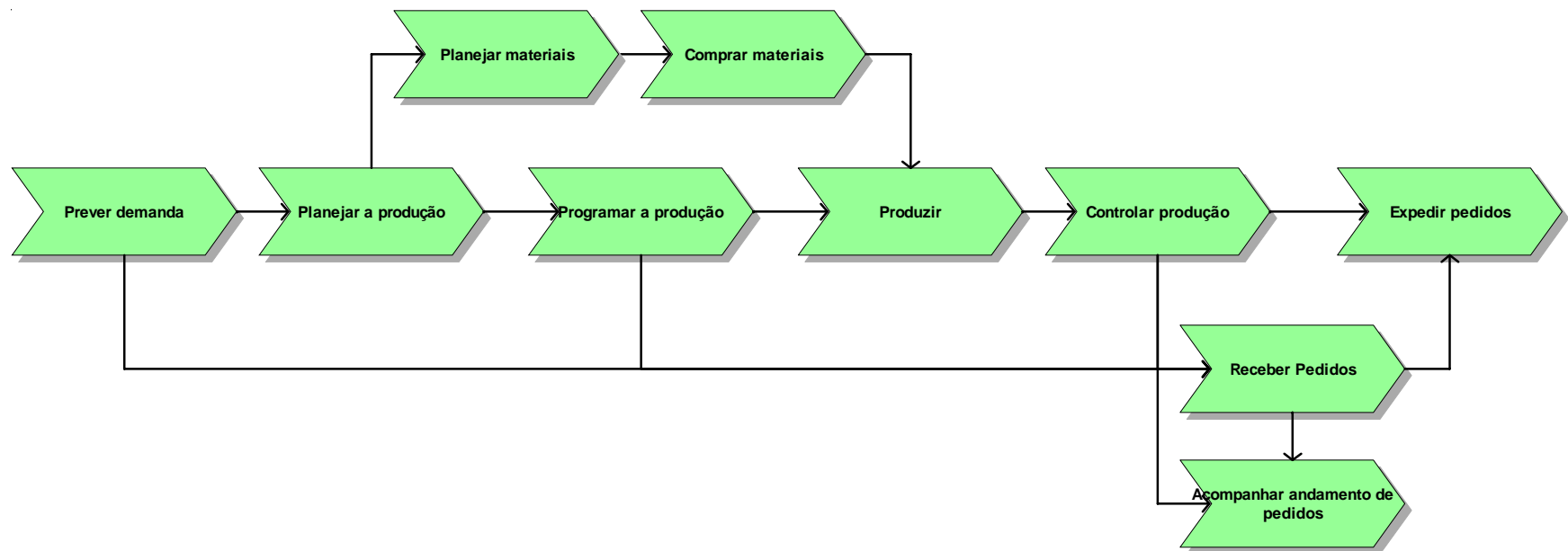


Figura 30 – Macro-processo de Planejamento e Controle da Produção da Polibrazil

Fonte: a autora

Com as quantidades agregadas que devem ser produzidas por planta definidas, o programador realiza o seqüenciamento da produção, obedecendo às restrições descritas no item 3.4.2. , como as curvas do MI (melt index) e os lotes mínimos e quantidade mínima de lotes. Com base neste seqüenciamento, que tem horizonte mensal, as plantas realizam a produção dos itens. No entanto, eventos imprevistos podem provocar que a produção real seja diferente da produção prevista pelo PCP. Desta forma, é realizada a atividade de Controle de Produção, que busca identificar estas discrepâncias para que a organização tome as decisões para correção de possíveis problemas. Os produtos finalizados são então colocados à disposição da expedição, para que sejam atendidos os pedidos dos clientes.

Paralelamente ao seqüenciamento da produção e à produção propriamente dita, a organização recebe os pedidos firmes dos clientes. Com base nas datas de produção e na posição de estoque de produto acabado, a equipe de vendas realiza a promessa de data de entrega. Uma vez que os pedidos são confirmados, os vendedores realizam o acompanhamento do andamento dos pedidos, para verificação se as datas de entrega prometidas poderão, de fato, ser cumpridas.

A partir desta breve descrição, são detalhadas cada uma das atividades colocadas no macro-processo.

4.5.1. Prever a Demanda

A previsão de demanda é a primeira etapa do processo de PCP e principal insumo para as atividades de planejamento da produção. A responsabilidade pela previsão de demanda é dos vendedores da Polibrasil, que devem definir as quantidades que serão consumidas nos próximos quatro meses. Com base na experiência da equipe de vendas e em informações dos clientes, os vendedores, antes do reposicionamento, tinham que informar à organização a previsão de consumo por cliente, por planta, por item e por tipo de embalagem. Desta forma, era necessário realizar a previsão de vendas no nível mais desagregado dos itens de produção, informando quais produtos cada cliente iria consumir, de qual planta aqueles itens seriam provenientes (lembrando que a tecnologia da planta e a aplicação do cliente podem gerar este tipo de restrição), e em qual embalagem o produto deveria ser comercializado. Estes requisitos exigidos para a previsão de vendas, segundo Shobrys e White (2002), se justificam porque as diferentes

áreas da organização necessitam da informação de previsão de vendas com níveis de agregação distintos. A produção deseja uma previsão por produto em cada planta produtiva, a área de compras deseja uma previsão que contenha as especificidades de tipos de embalagens, a área de marketing precisa desta informação com corte por família de produtos ou áreas de vendas. Estas informações de previsão eram colocadas no ERP da empresa (Datasul EMS) por cada vendedor, e o sistema gerava o somatório das previsões de venda por planta, por item e por tipo de embalagem. Esta informação era então disponibilizada para a área de PCP, para que fosse realizado o planejamento da produção.

De acordo com Shobrys e White (2002), a previsão de demanda é um aspecto em geral negligenciado na indústria petroquímica. Esta atividade, em geral, é feita com base na interpretação pessoal do histórico de vendas. Na empresa estudada, esta afirmação se confirma, uma vez que não havia qualquer tipo de ferramenta de auxílio à previsão de vendas, que pudesse melhorar a qualidade da informação que era gerada e repassada à área de PCP. Com o reposicionamento e, conseqüentemente, com o aumento do portfólio de produtos, a tarefa de previsão de demanda se tornou mais complexa para a equipe de vendas, uma vez que houve o crescimento do número de itens comercializados e porque a experiência do vendedor parecia não ser mais suficiente para tratar com o grande número de variáveis que haviam sido introduzidas a esta tarefa. A importância de ferramentas que pudessem armazenar o histórico de vendas e que usassem esta informação para definir as tendências de consumo se fazia necessária para auxiliar os vendedores nesta atividade.

Observando a conceituação de Correa *et alli* (2001) sobre a Previsão de Demanda (descrita no item 2.5.2.1.), é verificado que o autor identifica dois tipos de fontes de erros na previsão de demanda. A primeira delas está relacionada com variações no mercado, sobre a qual, em geral, as empresas têm pouca influência. A outra fonte de falhas nesta atividade é a utilização de métodos pouco eficazes para previsão de demanda. A Polibrasil investiu na melhoria de seus métodos de previsão de vendas, aumentando assim a qualidade desta informação. Para isto, a empresa adquiriu um sistema informático de previsão de vendas que, com base nas informações históricas de consumo que estavam disponíveis no ERP da organização, traça curvas de tendência que podiam ser analisadas pelos vendedores. Esta ferramenta, desta forma, provia a informação que antes era dada em função da experiência da equipe de vendas, cabendo

então aos vendedores a realização da crítica sobre aqueles dados e alteração dos mesmos em situações adversas que poderiam alterar o comportamento da demanda. Com isto, houve a percepção do aumento da qualidade da informação de previsão de vendas, o que tem impacto direto sobre a qualidade do planejamento e programação da produção.

4.5.2. Planejar a produção

Com base nas informações de previsão de demanda, a equipe de PCP realiza o planejamento da produção para as três plantas da empresa, para o horizonte de quatro meses. Neste planejamento são definidas as quantidades que serão produzidas de cada *grade*, especificando o tipo de embalagem, em cada uma das plantas, para cada um dos meses que estão dentro do horizonte de planejamento. Observando os módulos do MRPII, esta atividade se equivale à elaboração do Plano Mestre de Produção, uma vez que é responsável por programar taxas adequadas de produção de produtos finais, coordenando a demanda do mercado com os recursos internos da empresa.

Esta atividade, antes do reposicionamento, era realizada através de planilhas em Excel não integradas com o ERP da empresa, obrigando ao programador a realização de atividades de redigitação e re-checagens constantes para garantir a consistência entre os dados contidos no sistema e nas planilhas.

Com o reposicionamento, além da ampliação do mix de produtos que já provoca o aumento da complexidade da tarefa de programação, se tornou constante o problema de a previsão de demanda se mostrar superior à capacidade instalada das plantas. Com isto, era indicada à equipe de vendas a necessidade de revisão da previsão de demanda e, com estes novos dados, era realizada a atualização do planejamento da produção. Como as fontes destes dados não eram integradas, era necessário novo trabalho de redigitação do programador, para que fosse feito novamente o planejamento quadrimestral.

Para resolver este problema, foi desenvolvido um módulo de Planejamento da Produção, na mesma plataforma do ERP da empresa, que trazia automaticamente os dados de estimativa de vendas, posição de estoque, dados de pedidos colocados e programações pré-existent para aquele período que está sendo planejado. Com base nestes dados, o sistema calcula a necessidade de produção de cada uma das plantas para os meses dentro do horizonte quadrimestral e também realiza o ajuste destas

quantidades em função do tamanho do lote mínimo de cada planta. O processo relacionado com o módulo de Planejamento da Produção pode ser visto, de forma agregada, na Figura 31.

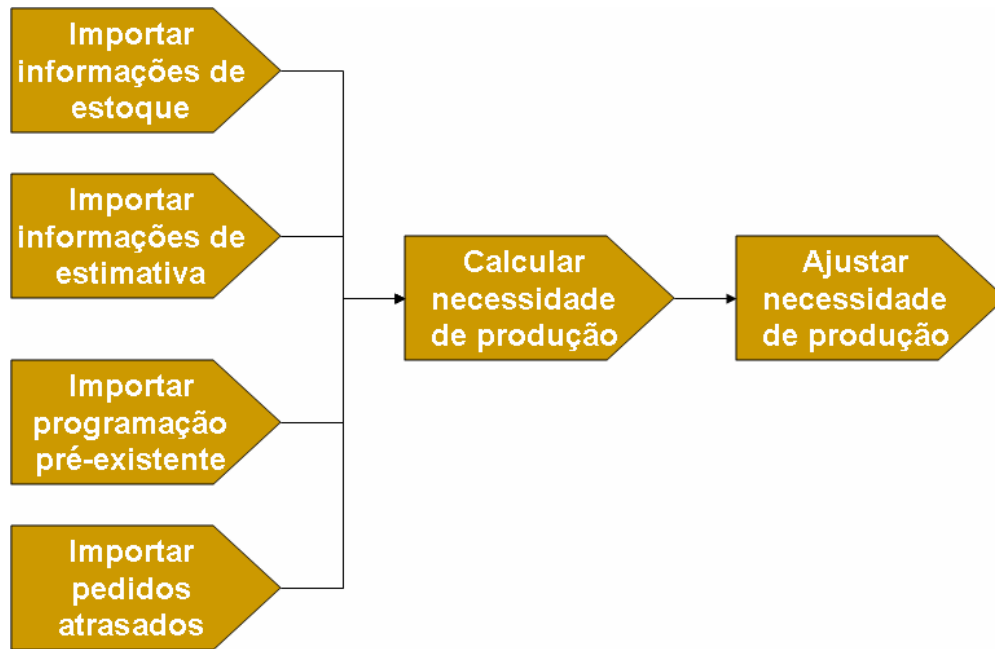


Figura 31 – Processo de Planejamento da Produção

Fonte: a autora

Com este módulo, o programador conseguia, em pouco tempo, reunir todas as informações necessárias ao planejamento, sem a possibilidade de falhas de transferência de dados entre sistemas diferentes. Além disso, o sistema trazia automaticamente todas as atualizações realizadas na previsão de demanda, facilitando assim o trabalho de revisão do planejamento em função destas alterações. Um exemplo de tela do módulo de Planejamento de Produção pode ser visto na Figura 32.

Com o planejamento quadrimestral realizado, a equipe de PCP tem as informações necessárias para a realização do planejamento de materiais.

Planta	Mauá	Cap/h (padrão)	29 ton/h
Mês	Janeiro	Capacidade mensal	20880 ton

	Est. de Abertura	Est. de Segurança	Estimativa MI	Estimativa ME	Compostos	Quant. em pedido (atrasado)	Qtd em pedidos firmes	Qtd programada	Camp. piloto (inclusão)	Camp. piloto (substit.)	Neces. de Produção	Neces. de prod. ajustada
Grade A	85	30	680	40	35	300	0	0			700	750
Grade A /G	50	10	195	25	20	100	0	0			200	200
Grade A /P	25	10	400	5	10	100	0	0			400	450
Grade A /B	10	10	85	10	5	100	0	0			100	100
Grade B	....	....	....	....	....	....					....
Grade C	....	....	....	....	....	....					....
.....	
Total:												

Atualizar estimativa

Exportar para MRP

Figura 32 – Tela do Módulo de Planejamento da Produção

Fonte: a autora

4.5.3. Planejar materiais

A partir dos dados do planejamento quadrimestral da produção, a equipe de PCP realizou o planejamento de materiais para o mesmo horizonte. Neste momento é possível entender a razão do horizonte tanto de previsão de demanda quanto de programação da produção ser de quatro meses. Embora a matéria prima principal na fabricação do polipropileno seja o propeno, há a necessidade de aquisição de uma grande variedade de aditivos, que definem as características físicas e químicas do PP. Alguns destes aditivos são importados, implicando em um *lead time* de entrega que se aproxima de quatro meses. Desta forma, para conseguir adquirir os insumos a tempo para a produção, é necessário que a previsão de demanda e o planejamento de produção sejam feitos no horizonte quadrimestral.

O planejamento de materiais, no horizonte de quatro meses, é realizado mensalmente, no início de cada mês, a partir de uma árvore de materiais definida para cada produto da Polibrasil. Para isto, é utilizado o módulo de MRP do ERP da Polibrasil. Como trata-se de um MRP do tipo regenerativo, segundo as definições de Correa *et alli* (2001) descritas no item 2.5.5. , o cálculo da necessidade de materiais é demorado e, em função disto, para qualquer alterações no planejamento da produção que aconteça ao longo do mês, a equipe de PCP realiza alterações manuais na necessidade de materiais, para evitar que seja realizado o reprocessamento do MRP. Com o reposicionamento da empresa, a quantidade de insumos que passou a ser adquirida aumentou e, com isto, se ampliou a dificuldade de gerenciar manualmente as alterações da necessidade de materiais. Como o ERP da empresa não suportava a forma *net-change* de cálculo de necessidade de materiais, foi mantida a rotina de utilização do MRP apenas uma vez por mês e intervenções pontuais e manuais em casos de alteração do planejamento da produção.

Embora a forma de verificação da necessidade de materiais não tenha se alterado em função dos novos requisitos impostos pelo reposicionamento, a empresa encontrou uma outra maneira de tornar a aquisição de insumos mais rápida e flexível. Para reduzir os custos de transação da compra de matérias primas, a empresa passou a estabelecer contratos anuais de fornecimento, onde estão definidas as quantidades médias de consumo mensal e o preço de venda do insumo. Com este contrato estabelecido, as plantas podiam solicitar diretamente para o fornecedor as quantidades de matéria prima necessárias para a produção, moderando a frequência de entregas com a disponibilidade

de espaço do almoxarifado e a programação da produção e, com isso, reduzindo o custo de capital empregado em estoque de matéria prima.

4.5.4. Comprar materiais

Em função dos contratos anuais de fornecimento descritos no item 4.5.3. , a compra de insumos passou a ser feita de forma descentralizada por cada uma das plantas. Com base na programação mensal da produção (que será detalhada no item 4.5.5.), a equipe de PCP de cada unidade define as quantidades que serão recebidas por mês e com quais frequências de entrega. Esta informação é então passada para os fornecedores e o controle do recebimento é também realizado de forma descentralizada, pelos próprios *sites* produtivos.

4.5.5. Programar a produção

A programação da produção é a atividade na qual a equipe de PCP, centralizada na matriz da Polibrasil, define a seqüência dos *grades* que serão produzidos e as quantidades de lotes para cada *grade*, para cada uma das plantas produtivas, para um horizonte mensal. Esta atividade se assemelha ao seqüenciamento da produção, que encontra-se descrito no item 2.5.9. , uma vez realiza planejamento de curtíssimo prazo e consiste em decidir quais atividades produtivas devem ser realizadas, quando e com quais recursos. O seqüenciamento em uma planta de polipropileno tem algumas especificidades que tornam esta atividade menos complexa do que na indústria de processos discretos. A primeira diferença é a existência de apenas um recurso que deve ser seqüenciado, que é a unidade de processamento. Mesmo podendo dividir o processo produtivo do PP em polimerização, extrusão e embalagem, estes processos são contínuos, obrigando que a programação de produção das três etapas seja a mesma. Apenas na planta de Mauá, que consegue armazenar o produto acabado antes da embalagem, é possível estabelecer seqüenciamentos diferenciados para a unidade de processo e as embaladoras. Outro ponto que simplifica o seqüenciamento da produção é baixa flexibilidade na definição da seqüência dos produtos, uma vez que as curvas de MI (melt index) devem ser obedecidas.

Embora, a partir das especificidades descritas, não fosse necessário o desenvolvimento de heurísticas de seqüenciamento sofisticadas para o atendimento ao reposicionamento da empresa, esta etapa ganha uma importância maior nesta nova situação em função de seu papel no planejamento de capacidade das plantas. No planejamento quadrimestral da produção, são calculadas as quantidades, para cada *grade*, que devem ser produzidas em cada uma das plantas. Neste momento, o programador compara a quantidade total que deve ser produzida com a capacidade total de produção da planta para aquele período. Embora estas duas quantidades possam estar compatíveis, ela não garante que aquele planejamento da produção seja de fato exequível. Em função dos produtos que estão colocados no planejamento, a planta pode gerar mais ou menos material de transição, o que reduz a capacidade total de produção.

Além disso, para obedecer as curvas de MI, pode ser necessário inserir na programação lotes de produtos não previsto no planejamento quadrimestral, mas que devem ser programados para que não haja grandes variações de MI em curto espaço de tempo, o que pode prejudicar a qualidade do produto. Isto também reduz a capacidade disponível de produção para os produtos colocados no planejamento. Desta forma, para poder verificar se o planejamento quadrimestral da produção é exequível, é necessário que seja feito o seqüenciamento da produção, que contempla as quantidades de material de transição que serão geradas e toda a seqüência de *grades* necessária para o atendimento às especificidades tecnológicas da planta. Em razão desta relação, a integração entre as atividades de planejamento quadrimestral e programação mensal da produção é fundamental, uma vez que o programa de produção é resultado de diversas interações entre estes processos.

O processo de planejamento da produção, por sua vez, estabelece forte interação com a previsão de demanda, como já discutido anteriormente. Desta forma, os três processos citados devem estar totalmente integrados e deve haver agilidade do programador da produção para identificar os pontos de estouro de capacidade e com isso disparar as alterações nos demais processos relacionados.



Figura 33 – Relação entre os processos de Previsão de Demanda, Planejamento da Produção e Programação da Produção

Fonte: a autora

Na situação anterior ao reposicionamento, esta interação entre os três processos também era necessária, mas era menos complexa dado que o número de itens de produção era menor. Após o reposicionamento, a necessidade de integração entre estas atividades tornou-se mais forte e a dispersão dos dados em fontes de informação distintas dificultava a agilidade e a confiabilidade dos processos. Desta forma, assim como feito com o Módulo de Planejamento de Produção, foi desenvolvido um módulo de Programação da Produção, que utilizava a mesma base de dados da Previsão de Demanda e do Planejamento de Produção.

Para realizar a Programação da Produção, o sistema traz automaticamente a necessidade de produção calculada no processo de planejamento quadrimestral. Com base nesta informação e na existência de pedidos atrasados ou concentração de pedido firmes na primeira ou segunda quinzena do mês, o programador realiza o seqüenciamento dos lotes. A partir deste seqüenciamento, o sistema calcula a data e hora de início e término de cada item da seqüência de produção, além de identificar as quantidades de material de transição que são geradas para aquele cenário, bem como o custo desta transição. As atividades relacionadas com a Programação da Produção podem ser vistas, de forma agregada, na Figura 34. Um exemplo da tela de Programação da Produção no sistema informático está colocado na Figura 35. Além

disso,o sistema também permite a visualização da seqüência de produção através de uma forma gráfica, a partir do Gráfico de Gantt. Um exemplo do gráfico de Gantt está mostrado na Figura 36.

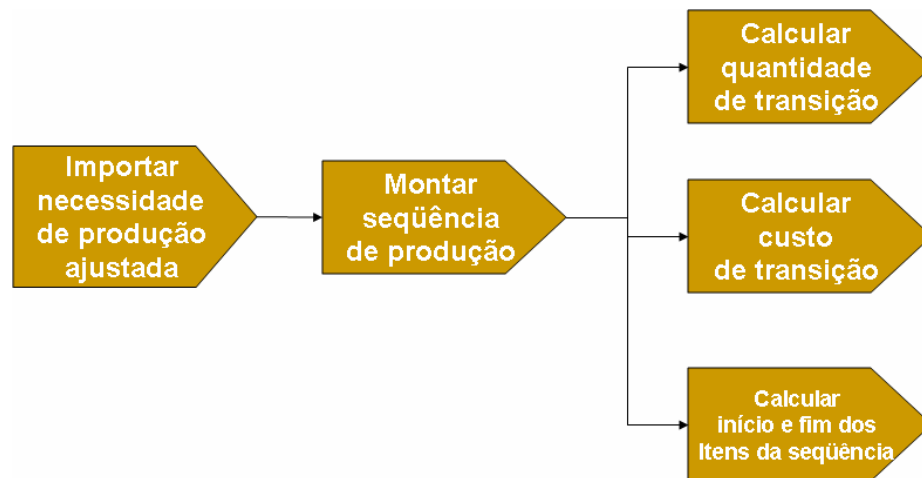


Figura 34 – Processo de Programação da Produção

Fonte: a autora

Planta	Mauá
Mês	Fevereiro

Sentido da seqüência	Descida	Subida
Sugestão de seqüência	Grade X	Grade B

Quantidade Agregada

Grade	Qtd (ton)	Qtd em pedidos atrasados	Pedido firmes / 1a quizena	Pedido firmes / 2a quizena
A / P	600	0	10	0
A / G	50	50	0	0
B / B	100	0	0	5



Seqüência

Grade	Qtd	Cap/h	Início	Término
Z / G	750	29 ton/h	31/01 5:30	01/02 7:30
K / P	500	29 ton/h	01/02 8:00	04/02 20:00



Quantidade de Transição	0 ton
Custo da Transição	0,00
Custo de Produção	1000,00

Off spec	10 ton
Sucata	20 ton
APP	2 ton

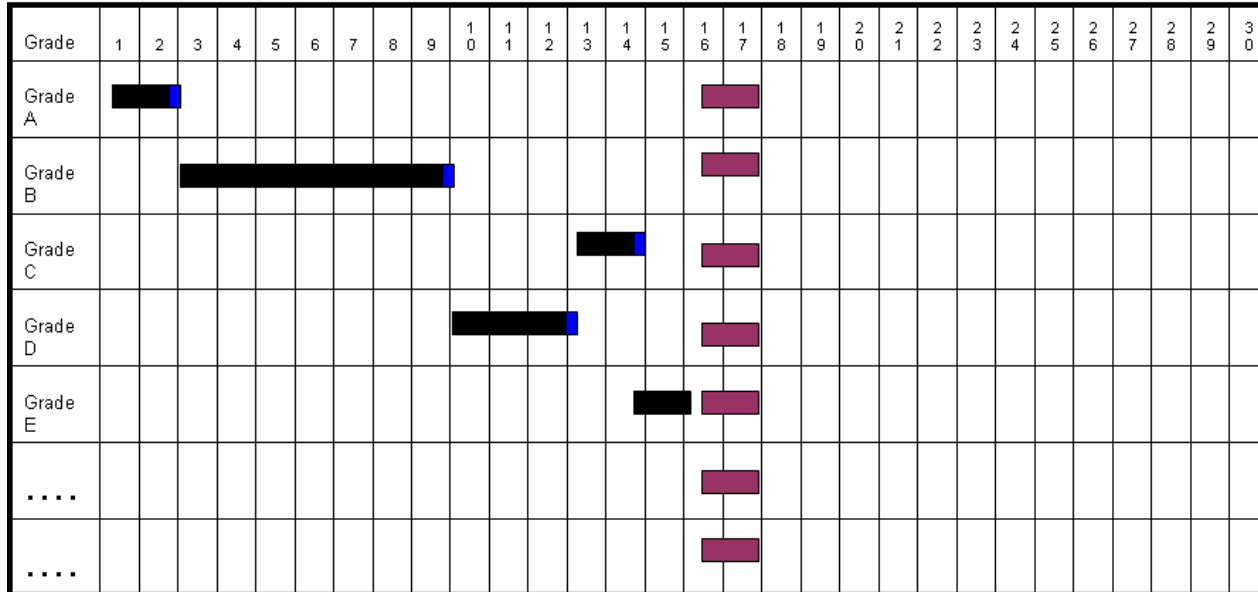
Inserir lotes	Abrir
Excluir lotes	Salvar
Inserir parada	Confirmar sequenciamento
Gráfico de Gantt	

Figura 35 – Tela de Programação da Produção

Fonte: a autora

Planta	Mauá
Mês	Fevereiro

Visualizar com embalagem agregada



Operação
 Transição
 Parada programada

Figura 36 – Gráfico de Gantt – Programação da Produção

Fonte: a autora

4.5.6. Receber pedidos

Paralelamente às atividades de Planejamento e Programação da Produção, a Polibrasil recebe os pedidos dos clientes. A primeira interface entre o recebimento de pedidos e as atividades de PCP está relacionada com a promessa da data de entrega. De acordo com Correa *et alli* (2001), um dos pontos contidos na gestão da demanda é a capacidade de prometer prazos que sejam viáveis e que atendam à necessidade colocada pelo cliente, garantindo a confiabilidade da entrega.

Para atender aos pedidos colocados, os vendedores da Polibrasil podem utilizar produto acabado que já esteja em estoque ou as previsões de produção contidas na programação. No caso dos produtos estarem em estoque, a entrega poderia ser feita imediatamente e, no caso dos produtos ainda em produção, os vendedores verificavam a data prevista de término da produção e prometiam a data de entrega com base neste dado. Além destas formas de atendimento, o pedido poderia ser entregue com produto restrito, desde que ele tivesse características adequadas aos requisitos de desempenho exigidos pelo cliente. Uma vez identificado qual tipo de produto atenderia à demanda, o vendedor que recebeu o pedido informava aos demais que aquela quantidade estava segregada para o atendimento de determinado pedido. Com isto, a equipe de vendas deixava de ofertar aquela quantidade nos próximos pedidos.

Após o reposicionamento da Polibrasil como provedora de soluções em polipropileno e conseqüente ampliação do portfolio de produtos, a empresa chegou ao seu limite de capacidade produtiva, em função de aspectos já discutidos na atividade de Programação da Produção. Dado este cenário, as atividades de promessa de data de entrega e segregação dos produtos aos pedidos tiveram que se tornar mais eficientes para buscar a melhor utilização dos produtos para a maximização do atendimento aos pedidos. Para atender a este objetivo, a Polibrasil definiu um conjunto de diretrizes para o atendimento aos pedidos e estas orientações foram informatizadas através de um Módulo de Promessa de Data de Entrega, que foi desenvolvido a partir do ERP da empresa, no qual eram cadastrados os pedidos. Em função disto, todos os pedidos que fossem submetidos ao sistema passaram a seguir necessariamente as políticas definidas.

O primeiro ponto colocado para buscar esta maximização do atendimento aos pedidos foi tentar, antes de qualquer outra opção, atender à demanda colocada através de lotes restritos e que fossem adequados para o cliente. Isto se explica pela

possibilidade de venda deste produto com preços de itens “on spec”, sem que haja prejuízos ao desempenho do transformador de plásticos. Para isto, o sistema passou a buscar as características de todos os lotes restritos e os requisitos de desempenho exigidos pelos clientes, contidos no cadastro dos clientes. A partir desta busca, o sistema verificava se havia a possibilidade de atendimento do pedido com algum dos lotes disponíveis.

Outra questão que a empresa teve que tratar foi a aderência entre a previsão de demanda e a colocação dos pedidos firmes. Como mais de um vendedor pode vender um mesmo produto, a previsão de demanda de alguns itens é composta pelas previsões individuais de vários vendedores. Em situações como esta, agravada pela inexistência de folgas de capacidade nas plantas, se mostrou necessária a criação de mecanismos que evitassem que um vendedor ofertasse uma quantidade de produtos superior àquela prevista inicialmente. Mesmo havendo a disponibilidade do produto, a quantidade adicional ofertada provavelmente está relacionada com a previsão de demanda de outro vendedor e, em caso de confirmação da venda com a quantidade acima da prevista, outro cliente pode deixar de ser atendido. Desta forma, pedidos que extrapolassem a estimativa de demanda feita pelo vendedor passaram a ser impedidos pelo sistema de serem confirmados. Para que este pedido fosse liberado, o sistema permitia que fossem feitos remanejamentos de estimativa entre vendedores, uma vez que outras previsões de venda poderiam não se confirmar, permitindo então atender à quantidade adicional solicitada. Um exemplo de tela de remanejamento de estimativas pode ser visto na Figura 38.

Uma vez que se tenha verificado que não há produto restrito para atendimento ao pedido e que a quantidade solicitada está aderente à estimativa de vendas feita pelo vendedor, é então buscada a disponibilidade de produto em estoque ou no programa de produção para o atendimento ao pedido. Em função da data de entrega solicitada pelo cliente, a primeira orientação é a busca por produto no programa de produção, desde que atenda à data solicitada, mesmo que haja disponibilidade do item em estoque. Dado que o objetivo é a maximização do atendimento dos pedidos, se o cliente solicita uma data que permite que o pedido seja atendido com produto que ainda está no programa de produção, é melhor manter as quantidades já disponíveis em estoque deslocadas para o atendimento a pedidos urgentes ou com datas de entrega anteriores ao pedido que está sendo colocado. Caso o pedido fosse diretamente alocado à quantidade em estoque, a

empresa poderia perder pedidos de clientes que não estivessem dispostos a esperar pela produção do item solicitado. No caso de não haver produto em estoque ou previsão de produção que atendessem data de entrega solicitada pelo cliente, o sistema buscava a programação de produção mais próxima e prometia o prazo da entrega em função desta data de disponibilização. Cabe então ao cliente avaliar se a data proposta atende às suas necessidades, para que então seja firmado o pedido. Para realizar estas verificações de possibilidade de atendimento, o sistema consulta o Módulo de Programação da Produção que fora desenvolvido e a posição de estoque de produto acabado, contido no ERP da empresa.

Com o pedido firmado, a empresa teve que criar mecanismos que garantissem a segregação das quantidades (seja em estoque ou em produção) aos pedidos colocados. Com o aumento do número de itens e de pedidos, o gerenciamento das quantidades segregadas através da comunicação entre os vendedores não se mostrava mais suficiente. O Módulo de Promessa de Data de Entrega passou então a indisponibilizar as quantidades segregadas para o atendimento a outros pedidos, evitando assim que houvesse o atendimento de mais de um pedido com uma mesma quantidade de produto.

As macro etapas do processo de Promessa de Data de Entrega concebido podem ser vistas na Figura 37.

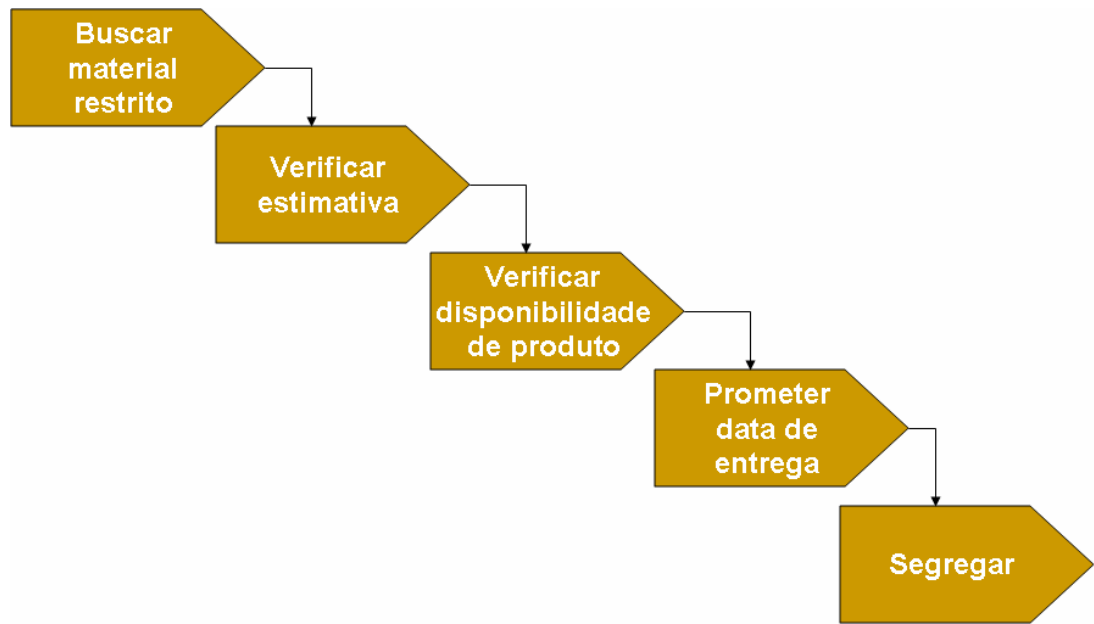


Figura 37 – Processo de Promessa de Data de Entrega

Fonte: a autora

Planta

Remanejamento de estimativa

Vendedor	Pedido	Cliente	Grade	Qtd fora da estimativa	Vendedores com estimativa	Qtd disponível	Qtd remanejada
X	002	JKN	A	1000	B	500	200
					D	1500	500
					Z	3000	300

Grade

Vendedor

Consulta de estimativa

Vendedor	Grade	Qtd. estimada	Qtd em pedido	Qtd remanejada (+)	Qtd remanejada (-)	Saldo
X	A					
	A/G					
	A/P					
	B					....

Confirmar remanejamento

Figura 38 – Tela de Remanejamento de Estimativas

Fonte: a autora

4.5.6.1. Avaliação de pedidos de exceção

A situação descrita acima trata do recebimento de pedidos nos quais a data de entrega validada e proposta pelo sistema é aceita pelo cliente. No entanto, há pedidos que, de acordo com as diretrizes definidas, não deveriam ser aceitos mas que o atendimento aos mesmos são de fundamental importância para o relacionamento da Polibrasil com seus clientes. É o caso, por exemplo, de clientes que desejam adquirir determinado produto que está em estoque ou em produção, mas estas quantidades já estão segregadas para outros pedidos. Em função de urgência de entrega ou importância do cliente, o vendedor gostaria de verificar se poderia atender ao pedido de acordo com a data de entrega e quantidade solicitados pelo cliente, mesmo que provocando realocações dos demais pedidos que já estão em carteira.

Neste momento, a empresa identificou a necessidade de desenvolver uma ferramenta que fosse capaz de simular a entrada deste tipo de pedido, identificado como “pedido de exceção”, e verificar o impacto desta aceitação sobre os indicadores da empresa. Desta forma, a decisão sobre a aceitação dos pedidos de exceção passou a ser instrumentalizada pelo sistema informático, através de um Módulo de Simulação de Pedidos de Exceção e por um Módulo de Simulação de Reprogramações da Produção. No Módulo de Simulação de Pedidos de Exceção, o sistema verifica o impacto da entrada do pedido, sem que sejam feitas modificações na programação da produção vigente nas plantas. No Módulo de Simulação de Reprogramações, são feitas alterações na programação de produção de modo que o pedido seja atendido, e são verificados os impactos sobre os demais pedidos. Cada uma destas situações é descrita nos itens a seguir.

Simulação de Pedidos de Exceção sem alteração da Programação de Produção

Nesta forma de tratamento, o pedido de exceção é alocado ao estoque ou à produção existente, de modo a satisfazer a data de entrega solicitada pelo cliente. Como estas quantidades estavam alocadas a outros pedidos, é necessário realocar estes pedidos, de forma a buscar um bom atendimento aos clientes, de acordo com critérios definidos pela Polibrasil. Estes critérios foram denominados regras de realocação dos pedidos, que podem ser parametrizadas em função dos objetivos da empresa. Para isto, foi desenvolvida no sistema uma tabela de critérios de realocação, através da qual a

empresa pode definir quais são os tipos de pedidos que devem ser prioritariamente atendidos. Estes critérios podem ser vistos no Quadro 13.

Quadro 13 – Regra de realocação de pedidos

Critério	
Tipo de pedido	1
Compostos	2
Mercado interno	4
Mercado externo	5
Tipo do cliente	2
3 estrelas	1
2 estrelas	2
Distribuidores	3
1 estrela	4
Segmento do cliente	3
Segmento 1	1
Segmento 2	2
.....	
Histórico de compra	4
Rateio proporcional	X
Maior histórico leva toda a quantidade	
Horizonte do histórico (em meses)	12
Margem do item	
Rateio proporcional	X
Maior margem leva toda a quantidade	
Estimativa do cliente	

Rateio proporcional	X
Maior histórico leva toda a quantidade	
Horizonte do histórico (em meses)	12

Fonte: a autora

Os critérios que podem ser escolhidos na priorização de realocação dos pedidos são:

- o tipo de pedido, identificando se é um pedido para atender ao mercado interno, mercado externo ou à unidade de compostos da Polibrasil
- tipo de clientes, identificando se o cliente é 3 estrelas, 2 estrelas, 1 estrela ou um distribuidor;
- segmento do cliente, identificando se o pedido se refere ao segmento mais ou menos prioritário para a Polibrasil;
- histórico de compras; identificando quais clientes possuem maior históricos de compras;
- margem do item, priorizando os pedidos que tiverem maior margem de contribuição;
- estimativa do cliente, priorizando os clientes que tiveram maiores estimativas de venda no horizonte definido.

A partir da hierarquia dos critérios de realocação, que refletem o objetivo de atendimento da empresa naquele momento, o sistema realiza a nova alocação dos pedidos que deixaram de ser atendidos por conta da entrada do pedido de exceção. Com a realocação realizada, o sistema mostra os resultados da simulação da entrada do pedido, destacando alguns indicadores de atendimento aos clientes e resultado financeiro da empresa. Os indicadores que são utilizados para comparar as duas situações são:

- número de pedidos atrasados;
- maior atraso, em dias;

- atraso médio, em dias;
- valor total total dos pedidos atrasados;
- margem total do pedidos atrasados;
- VDD (Valor-Dinheiro-Dia), que é a multiplicação do valor do pedido pelo número de dias de atraso do mesmo.

Exemplos de tela com a simulação da entrada de pedidos de exceção podem ser vistos na Figura 40 e na Figura 41.

Com a avaliação do impacto da entrada do pedido de exceção, o usuário pode optar por aceitar ou rejeitar o mesmo. No caso de aceitação, o sistema automaticamente altera as datas de entrega dos pedidos de tiveram sua alocação modificada e informa aos vendedores responsáveis sobre esta alteração. A discussão sobre a maneira como os vendedores são informados sobre o andamento dos seus pedidos é detalhada no item 4.5.8.

As macro etapa da simulação de entrada de pedido de exceção estão representadas na Figura 39.

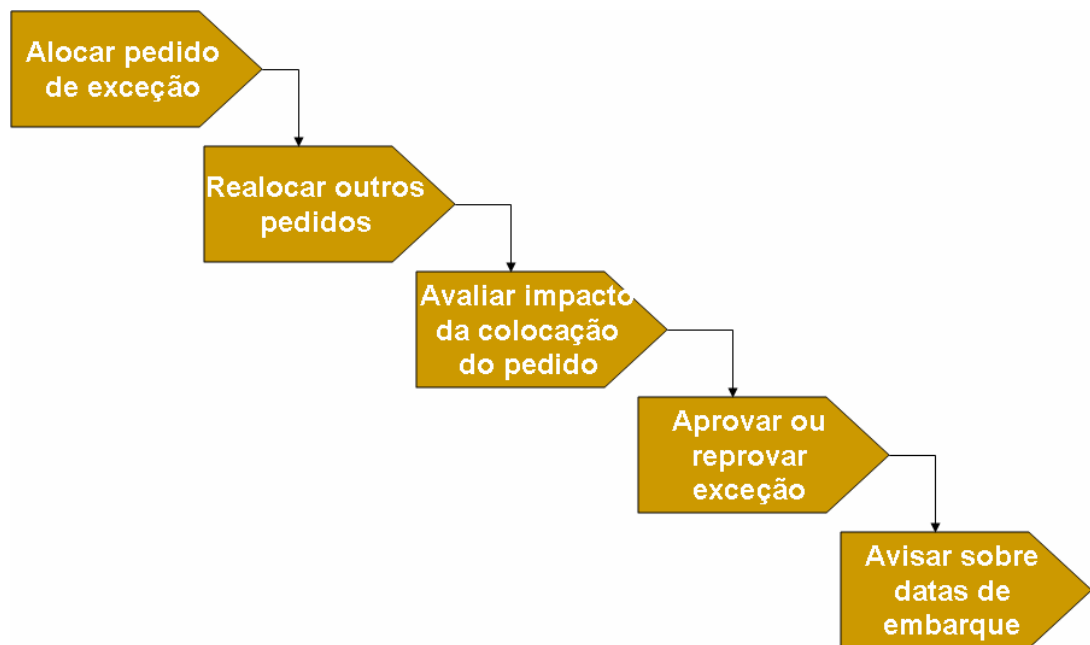


Figura 39 – Processo de Simulação de Entrada de Pedidos de Exceção

Fonte: a autora

Planta

Grade

Situação Atual

Indicadores	
Total de pedidos	20
Pedidos Atrasados	5
Atraso médio	0,9
Maior atraso	5
Valor total de pedidos em atraso	150.000,00
Margem dos pedidos em atraso	30.000,00
VDD	200.000,00

Pedidos Atuais

Pedido	Cliente	Grade	Qtd	Data de entrega

Simulação

Indicadores	
Total de pedidos	20
Pedidos Atrasados	5
Atraso médio	0,9
Maior atraso	5
Valor total de pedidos em atraso	170.000,00
Margem dos pedidos em atraso	20.000,00
VDD	250.000,00

Indicadores

Pedidos de Exceção

Pedido	Cliente	Grade	Qtd	Data de entrega	Aprovado
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Figura 40 – Tela de Simulação de Entrada de Pedido de Exceção I

Fonte: a autora

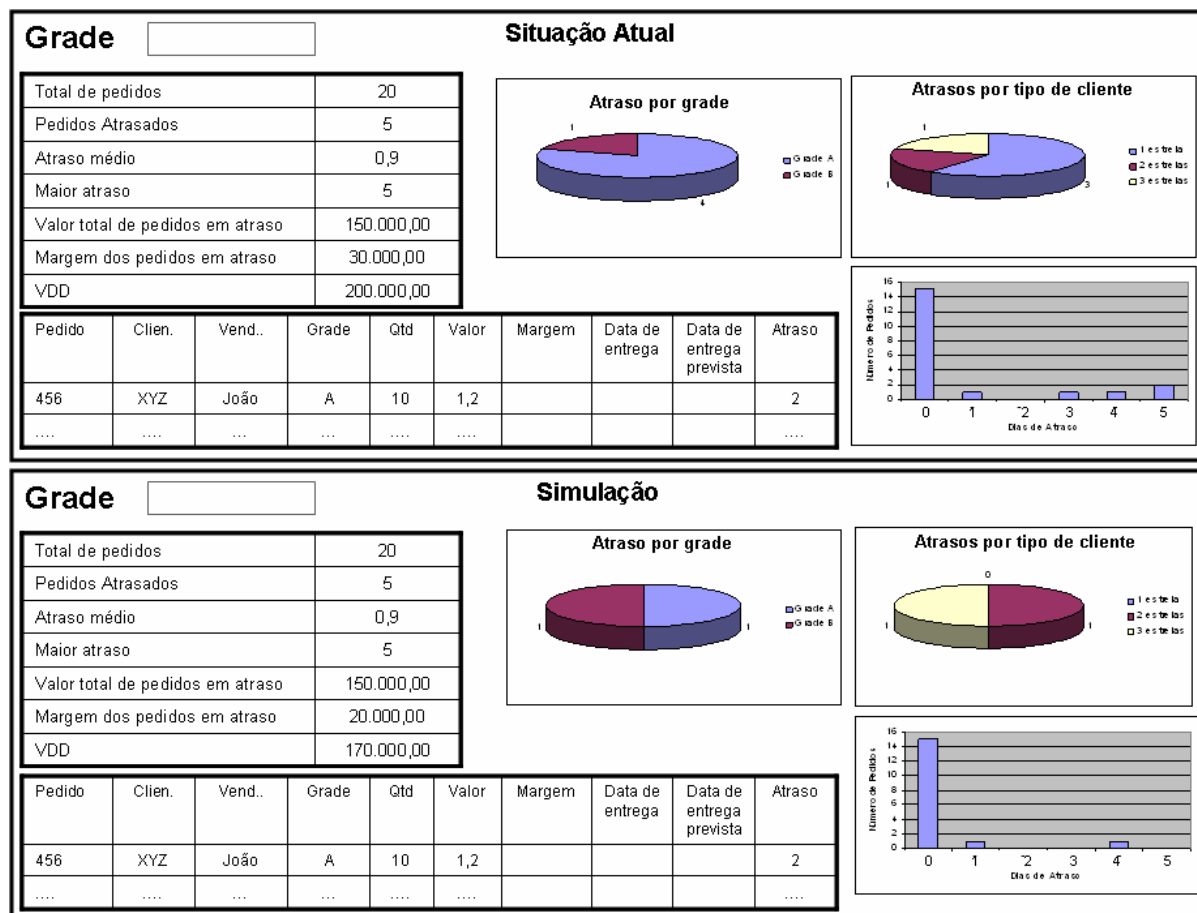


Figura 41 - Tela de Simulação de Entrada de Pedido de Exceção II

Fonte: a autora

Simulação de Reprogramação da Produção

Outra forma de atender a pedidos de exceção é a modificação do programa de produção, de modo que sejam fabricadas as quantidades solicitadas de acordo com a data pedida pelo cliente. No entanto, como no Módulo de Promessa de Data de Entrega os pedidos podem ser alocadas às produções previstas, é necessário verificar como a alteração da programação pode afetar aos demais pedidos e carteira.

Na reprogramação, há a possibilidade de inserção de lotes do produto que está sendo solicitado, sem alteração nos demais itens da seqüência de produção. Neste caso, o impacto sobre os demais pedidos está relacionado apenas com a alteração na sua data de entrega, que poderá ser atrasada. Em situações onde, além da inserção dos lotes, há redução de quantidades ou eliminação de outros itens da seqüência, outros pedidos podem deixar de ser atendidos por falta de produto em estoque ou falta de previsão de produção. As regras de realocação dos pedidos utilizadas nesta simulação são as mesmas mostradas no Quadro 13.

Neste momento, é possível avaliar como o mix entre produtos customizados e produtos padronizados podem afetar os resultados da empresa, através da verificação de como os indicadores se comportam na simulação da reprogramação. São utilizados os mesmos indicadores colocados na simulação de entrada dos pedidos de exceção, como pode ser visto na Figura 43.

Da mesma forma que ocorre no Módulo de Simulação de Pedidos de Exceção, o usuário, a partir da avaliação do impacto da reprogramação, pode aceitar o rejeitar o novo programa de produção. No caso de aceitação, o sistema modifica as datas de entrega dos pedidos que sofreram alterações em sua alocação e avisa aos vendedores responsáveis sobre esta modificação, para que os clientes possam ser informados sobre a nova data de entrega.

As macro etapas do processo de simulação de reprogramações de produção podem ser vista na Figura 42.

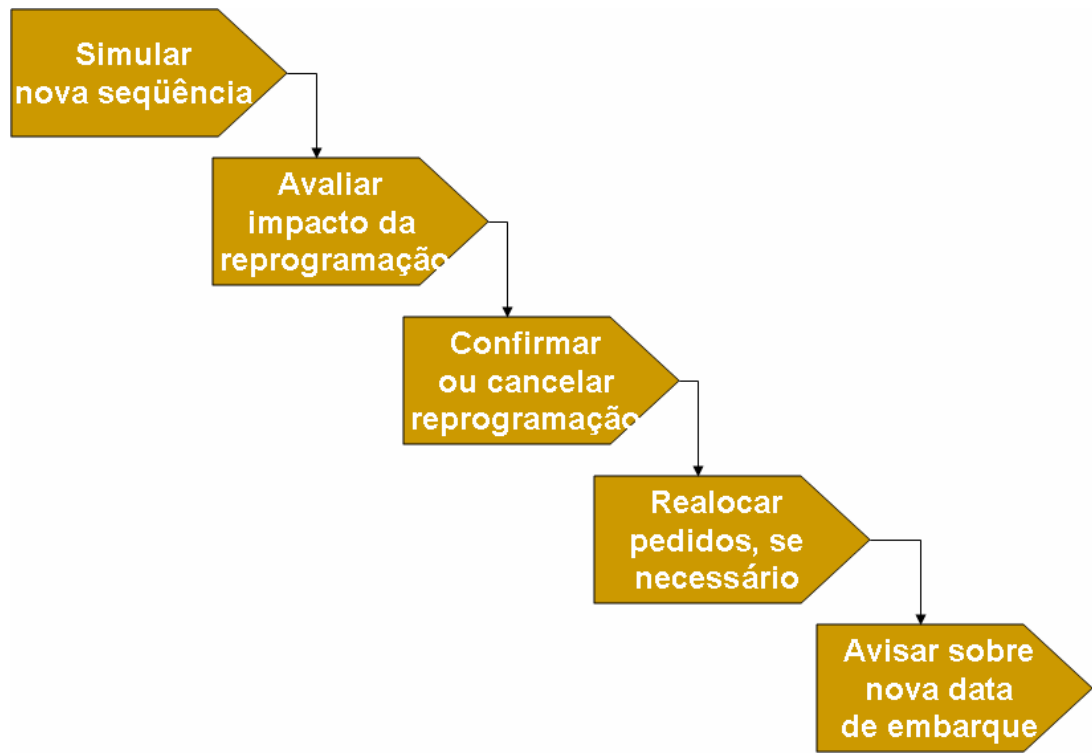


Figura 42 – Processo de Simulação de Reprogramação da Produção

Fonte: a autora

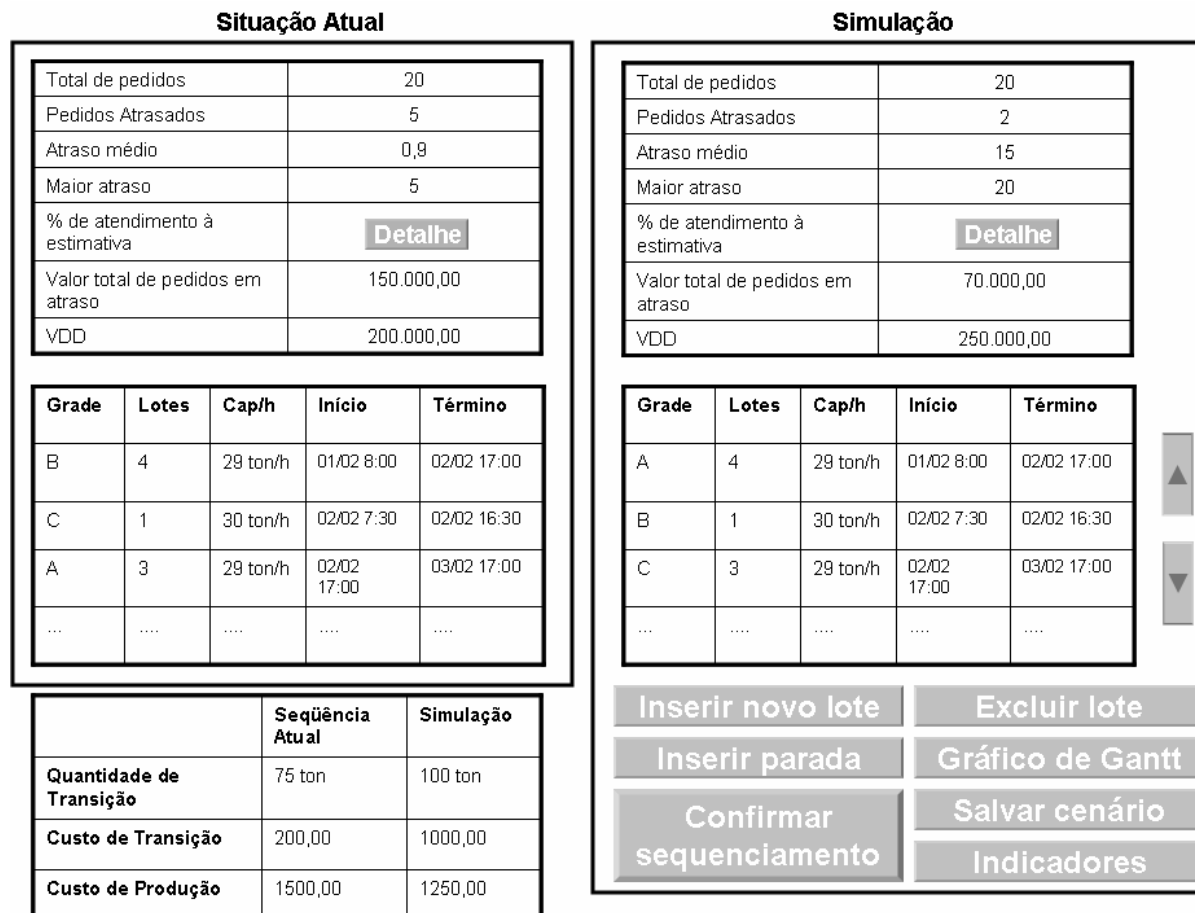


Figura 43 – Tela de Simulação de Reprogramação da Produção

Fonte: a autora

4.5.7. Controlar a Produção

O planejamento e a programação fina da produção sempre são modificados em função da variabilidade do ambiente (Shobrys e White, 2002). Em função disto, as ferramentas de controle da produção são fundamentais para manter a consistência entre a programação modificada e o atendimento à demanda colocada. Como descrito no item 2.5.7. , que trata sobre o módulo SFC (Shop Floor Control) do MRPII, uma das funções de um sistema de controle de produção é acompanhar a execução do planejamento elaborado, de modo a verificar o nível de aderência entre aquilo que fora programado e o que de fato se realizou.

O controle da produção na Polibrasil é realizado por cada uma das unidades produtivas, utilizando os reportes de produção contidos no ERP da empresa. Embora as bases de dados das unidades produtivas e da matriz estejam integradas, a informações dos controles de produção não estavam diretamente relacionadas com os dados dos pedidos, uma vez que esta segregação era feita a partir de mecanismos que estavam fora do ERP, através da comunicação entre os vendedores. Desta forma, a identificação sobre como as discrepâncias apontadas nos controles afetavam os pedidos em carteira era feita através da análise dos vendedores, sem que houvesse o aviso automático sobre estas alterações.

Com o reposicionamento da Polibrasil e conseqüente aumento da complexidade de gestão da demanda e da produção, esta forma de integração entre os controles de produção e os pedidos em carteira passou a não ser mais suficiente. Dado que no Módulo de Promessa de Data de Entrega os pedidos passaram a ser alocados às quantidades em estoque ou em produção, o acompanhamento sobre como a produção de fato se realizava e como afetava as datas de entrega prometidas pôde ser facilitado.

A partir dos controles de produção é possível identificar as seguintes situações que podem gerar problemas no atendimento aos pedidos:

- Atrasos na produção;
- Perdas de produção por problemas de qualidade (produto “off spec”);
- Perda de produção por fabricação de itens que não atendem aos requisitos de desempenho dos clientes (produto restrito ou clientes críticos que exigem faixas mais estreitas de especificação).

No caso dos atrasos de produção, que podem ser ocasionados por paradas da planta por exemplo, o sistema realiza a reprogramação automática da seqüência de produção, uma vez que ele é capaz de recalculas as novas datas e horas de início e término de cada lote em função dos tempos de parada. O exemplo de tela de consulta da reprogramação automática pode ser visto na Figura 45. Outra forma de visualização e comparação entre a programação original e a reprogramação automática realizada a partir dos controles se dá através do Gráfico de Gantt, como mostrado na Figura 46. Nesta situação, o sistema identifica se algum pedido não poderá ser atendido dentro da data de entrega que fora acordada e informa automaticamente ao vendedor sobre este atraso, para que ele possa comunicar ao cliente.

Nos casos de perda de produção por problema de qualidade ou não atendimento aos requisitos de desempenho dos clientes, o sistema realiza a rotina de realocação dos pedidos, de acordo com os critérios expostos no Quadro 13, de modo a buscar o atendimento aos pedidos que não puderam ser atendidos e realocação dos demais conforme a prioridade dada pelos critérios. Nesta situação, o sistema atualiza automaticamente as datas de entrega dos pedidos que foram realocados e avisa aos vendedores responsáveis sobre este novo prazo.

As macro etapas do processo de controle de produção podem ser vistas na Figura 44.

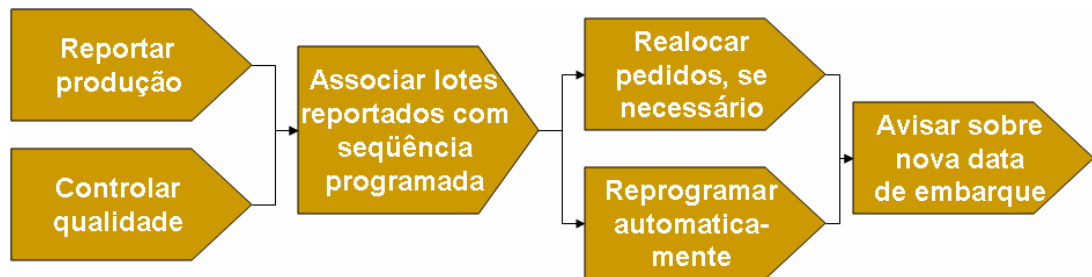


Figura 44 – Processo de Controle da Produção

Fonte: a autora

Planta	Mauá
De	01/02/2004
Até	03/02/2004

Seqüência

Grade	Lotes	Cap/h	Início	Término
B	4	29 ton/h	01/02 8:00	02/02 17:00
C	1	30 ton/h	02/02 17:30	03/02 02:30
A	3	29 ton/h	03/02 02:30	04/02 04:30
...

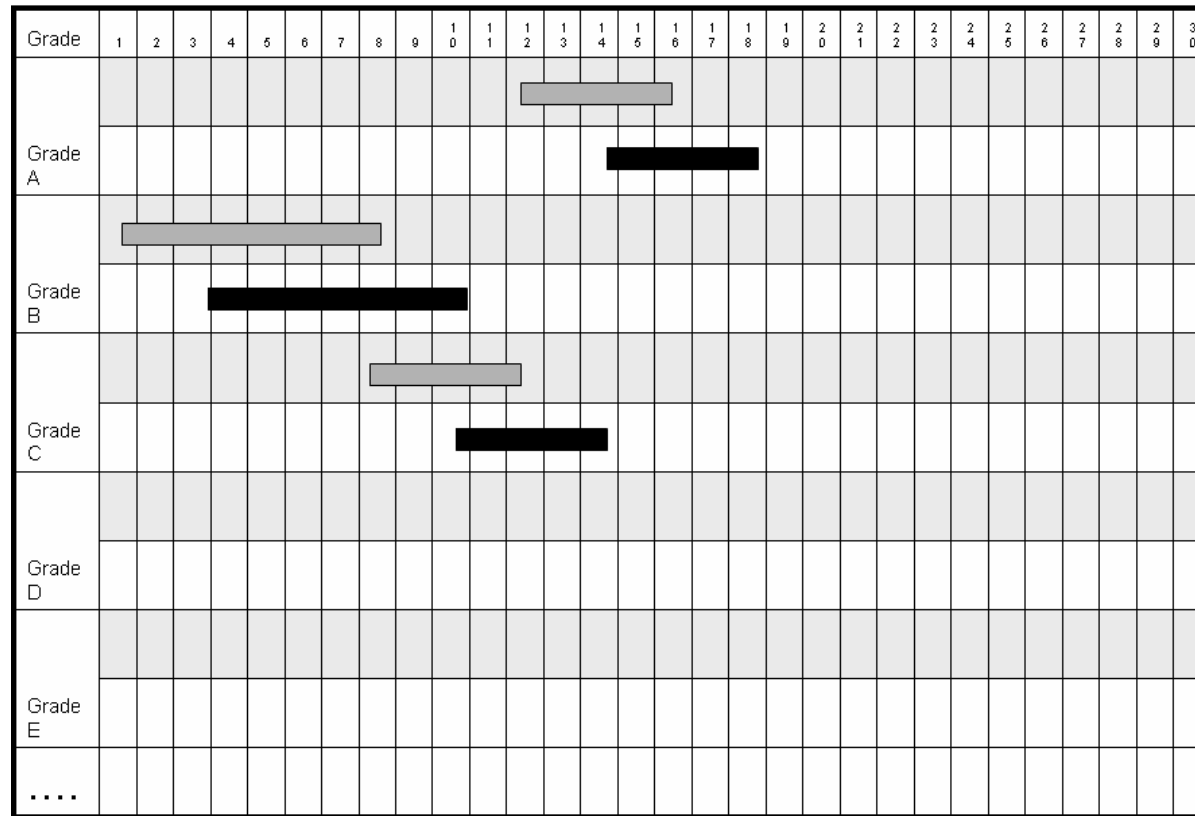
Reprogramação Automática

Grade	Lotes	Cap/h	Início	Término	Observações
B	4	29 ton/h	01/02 8:30	02/02 17:30	
C	1	30 ton/h	02/02 18:00	03/02 02:30	Programar 1 lote a mais
A	3	29 ton/h	03/02 03:00	04/02 05:00	
...	

Gráfico de Gantt

Figura 45 – Tela de Reprogramação Automática

Fonte: a autora



Reprogramação automática
 Seqüência programada

Figura 46 – Gráfico de Gantt – Reprogramação Automática

Fonte: a autora

4.5.8. Acompanhar o andamento dos pedidos

Entre os objetivos de um sistema de administração da produção, Correa *et alli* (2001) destaca a capacidade de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente das ordens de produção. Diante do novo ambiente de competição da Polibrasil, se mostrou necessária a existência de uma forma eficiente de verificação sobre o andamento dos pedidos em carteira. Como já discutido nos itens anteriores, vários pontos de tomada de decisão nos processos de PCP podem alterar a forma de alocação dos pedidos, afetando assim a data de entrega que fora prometida no recebimento da demanda. Estas modificações devem ser rapidamente informadas à equipe de vendas, para sejam tomadas as ações para atendimento ao cliente. Para isto, foi desenvolvido o Módulo de Acompanhamento de Pedidos, de modo que o sistema pudesse informar aos vendedores sobre o histórico do andamento dos pedidos.

Em função das informações passadas pelo controle de produção, pela aceitação de pedidos de exceção ou pela realização de reprogramações da seqüência de produção, as datas de entrega dos pedidos podem ser modificadas. O Módulo de Acompanhamento de Pedidos informa aos vendedores, através de e-mail, sobre esta alteração e mantém também um log de todas estas mensagens que foram enviadas.

Além disso, em função das regras de realocação automática, alguns pedidos podem ficar sem alocação, seja ao estoque ou à produção programada. Esta situação deve ser também informada à equipe de vendas e este módulo do sistema tem esta atribuição.

Outro ponto de controle do Módulo de Acompanhamento de Pedidos se refere aos remanejamentos de estimativas, de modo que todos os vendedores que foram envolvidos nesta modificação sejam informados sobre a mesma.

As principais entradas para o Módulo de Acompanhamento do Andamento dos Pedidos podem ser vistas na Figura 47. Um exemplo da tela de consulta deste módulo está colocado na Figura 48.

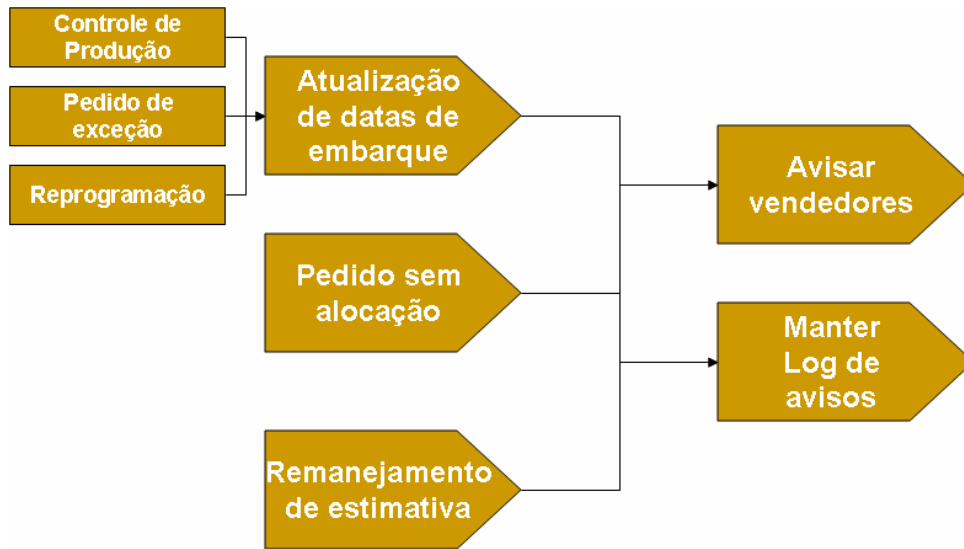


Figura 47 – Processo de Acompanhamento do Andamento dos Pedidos

Fonte: a autora

Número do pedido

Item

Cliente

Item no cliente

Restreamento
de carga

Acompanhamento de Pedidos

Pedido	Item	Preço do item	Qty pedida	Crédito	Data de embarque acordado	Data de chegada no cliente prevista	Data e hora de embarque real	Data de emissão da NF	Data de embarque prevista	Qty liberada	NF

Log de Avisos

Data	Lista de Distribuição	Mensagem	Ação

Figura 48 – Tela de Acompanhamento do Andamento dos Pedidos

Fonte: a autora

4.5.9. Expedição

A última atividade do processo que está sendo analisado é a expedição. Antes do reposicionamento da Polibrasil, a decisão sobre quais lotes de produtos deveriam atender a quais pedidos ficava sob responsabilidade da equipe de expedição das unidades produtivas. Após o reposicionamento, que impôs a utilização dos lotes restritos e passou a tratar com os clientes críticos, que exigem produtos com padrões de especificação diferenciados para garantir o bom desempenho de seus processos de transformação, a decisão sobre quais lotes deveriam ser alocados a cada pedido tornou-se mais complexa.

Com o desenvolvimento dos novos módulos de PCP e integração deles com os processos já existentes na organização, passou a ser possível a segregação das quantidades dos lotes para cada um dos pedidos, de modo que fossem atendidos os requisitos do cliente e as diretrizes definidas de atendimento após o reposicionamento da empresa.

Com isto, as áreas de expedição das unidades passaram a receber não somente a lista de pedidos que deveriam ser expedidos nos próximos dias, como também a definição de quais lotes deveriam ser alocados para cada um dos pedidos. Esta modificação no processo de expedição aumentou a complexidade na gestão dos armazéns, uma vez que a definição dos lotes não obedecia a melhor movimentação dos pallets nos galpões, mas o atendimento aos requisitos exigidos pelos clientes. No entanto, erros relacionados com a expedição equivocada de lotes passaram a ser evitados, aumento assim a qualidade de atendimento da Polibrasil

4.6. Considerações Finais

Segundo Shobrys e White (2002), a gestão da produção na indústria de processo pode ser subdividida em três grandes categorias:

- Planejamento, que promove coordenação em horizontes que vão de semanas a meses ou anos;
- Seqüenciamento, que define as atividades específicas que serão executadas em um horizonte de tempo menor (dias ou semanas);
- Controle, que cuida da execução em tempo real, em horizontes que chegam a minutos ou segundos.

Estas três categorias envolvem, em geral, tipos diferentes de soluções e histórias de desenvolvimento também distintas. O planejamento geralmente é conduzido por pessoas nas matrizes das organizações. A atribuição de seqüenciamento é dado aos gestores das plantas e as atividade de controle aos engenheiros de processo e técnicos. Segundo Coppus *et al* (1995), estas pessoas possuem “modelos mentais” e formas de solucionar problemas distintos, o que dificulta a consistência das decisões nestas diferentes esferas. A Polibrasil, ao modificar o seu modelo de Planejamento e Controle da Produção e, paralelamente, rediscutir os papéis da matriz e das unidades produtivas neste processo, buscou o alinhamento entre estas decisões e a redução das inconsistências possíveis em função dos diferentes níveis de atuação dos atores responsáveis por cada unidade.

Ainda assim, Shobrys e White (2002) destacam que muitas empresas conseguem manter a consistência entre as decisões tomadas nas diferentes esferas (vendas, planejamento da produção, controle das operações da planta etc.) mas, mesmo assim, têm dificuldade em saber o impacto econômico real de suas decisões. Neste sentido, a Polibrasil buscou desenvolver uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão (em especial os módulos de simulação de entrada de pedidos de exceção e de reprogramações da produção), que conseguisse evidenciar como as decisões operacionais podiam afetar os resultados da organização. Com esta ferramenta, o tomador de decisão passou a estar instrumentalizado e a conseguir evidenciar os *trade offs* relacionados com a decisão em questão.

Outro aspecto importante é que é destacado por Correa *et alli* (2001) é capacidade de reagir eficazmente a alterações do ambiente. Um exemplo destacado por Shobrys e White (2002) e que reflete esta capacidade é que a efetividade do processo de previsão de vendas não está apenas relacionado com a acurácia da previsão, mas também na habilidade de identificação e reação frente a possíveis variações com relação à previsão original. Dadas as especificidades tecnológicas da produção de polipropileno, que implicam em baixa flexibilidade de alterações de programação de produção, a Polibrasil conseguiu, com o sistema desenvolvido, ter ferramentas para identificação dos pontos de flexibilização para o atendimento às modificações colocadas pelo ambiente e verificação dos impactos desta decisão sobre os demais aspectos da operação da empresa.

Desta forma, relacionando o modelo de PCP com os demais elementos da Estratégia de Operações, é possível observar que as alterações propostas para a estrutura de Planejamento e Controle da Produção têm como um dos principais objetivos a superação dos limites do capital físico da organização, colocado neste trabalho como as decisões estruturais relacionadas com a operação da empresa.

A partir da descrição das alterações realizadas na Estratégia de Operações da Polibrasil para buscar o alinhamento com a Estratégia do Negócio (reposicionamento como provedora de soluções em polipropileno), é possível realizar a avaliação deste reposicionamento. Este é o objeto do próximo capítulo desta dissertação.

Capítulo 5 – Avaliação do Reposicionamento da Empresa

Dada a descrição das ações relacionadas com o reposicionamento da Polibrasil, que mudou sua proposta de valor para se tornar uma fornecedora de produtos que atendessem aos requisitos de desempenho específicos de cada cliente, é possível realizar a avaliação de como se deu esta seqüência de ações, para identificação os pontos de sucesso desta trajetória e aspectos que poderiam ter encaminhamentos diferentes daqueles observados.

Para realizar esta avaliação são usados os critérios propostos por Hayes e Wheelwright (1984), que dividem os aspectos a ser analisados em dois grupos: consistência interna e externa da decisão e contribuição para a vantagem competitiva desejada. Entre os critérios relacionados com a consistência interna e externa das decisões, tem-se:

- Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia Corporativa;
- Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia das demais unidades funcionais;
- Consistência entre as categorias de decisão contidas na Estratégia de Operações;
- Consistência entre a Estratégia de Operações e o ambiente no qual a empresa está inserida (recursos disponíveis, padrão de concorrência, restrições governamentais etc.)

Entre os aspectos relacionados com a avaliação da contribuição para a vantagem competitiva desejada, tem-se:

- Capacidade de explicitar os *trade-offs*, permitindo que a produção estabeleça prioridades que estejam alinhadas com a busca pela vantagem competitiva pretendida;
- Direcionamento das atenções para oportunidades que complementem a Estratégia Corporativa;
- Desenvolvimento de capacitações de produção que serão requeridas pelo negócio no futuro.

Com este *framework*, será então feita a avaliação do reposicionamento da Polibrasil.

5.1. Consistência interna e externa das Decisões

5.1.1. Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia Corporativa

A definição sobre o reposicionamento da Polibrasil pode ser entendido como um processo *top-down*, através do qual a organização estabeleceu sua nova proposta de valor e as estratégias das unidades funcionais deveriam sofrer alterações para se alinharem com esta nova diretriz. No caso da Estratégia de Operações, esta condição fica evidente, uma vez que, dado o novo posicionamento, vários problemas emergiram na organização e precisaram ser tratados para permitir que as operações da Polibrasil atingissem o estágio 1 da evolução do papel estratégico da produção, definido por Hayes e Wheelwright como a minimização do papel negativo da produção, tornando-a internamente neutra.

Um ponto importante para ser destacado foi a limitação das alterações na Estratégia de Operações para buscar o alinhamento com a Estratégia do Negócio. A decisão de reposicionamento foi tomada sem considerar os tempos necessários para as modificações nas decisões estruturais da Estratégia de Operações, como a definição da capacidade das plantas, por exemplo. É sabido que esta indústria possui restrições tecnológicas e necessita de elevadas escalas de produção. No entanto, dado o posicionamento de diferenciação dos produtos, seria mais adequada a aquisição de plantas com reatores de menor porte, que poderiam ser mais flexíveis para a produção de uma grande gama de produtos. Montenegro *et alli* (2005) destaca que este tipo de decisão fora tomada em empresas japonesas, que optaram por ter seu parque de produção de resinas com plantas de pequeno porte, justamente para conseguir a flexibilidade para a produção de um vasto mix de produtos.

Desta forma, a definição *top-down* do reposicionamento permitiu que a Estratégia de Operações pudesse buscar, no curto e médio prazo, o alinhamento com a Estratégia do Negócio apenas através de alterações em suas decisões táticas e infra-estruturais. Utilizando a premissa que não seria possível modificar as características estruturais da operação, é possível concluir que a empresa conseguiu manter consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia de Negócios, mesmo que atuando sobre um conjunto reduzido de elementos de sua operação.

5.1.2. Consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia das demais unidades funcionais

Dado que a principal alteração realizada na Estratégia de Operações esteve relacionada com o modelo de Planejamento e Controle da Produção da Polibrasil, e em particular através de implantação de um sistema informático que buscava resolver os problemas impostos pelo reposicionamento, a discussão sobre o alinhamento entre a operação e as demais unidades funcionais terá este ponto como âncora para a análise.

Um primeiro ponto que pode ser avaliado é a consistência entre as ações de operações e da área de vendas. A entrada do sistema de informação que passou a integrar as decisões de PCP e de Vendas conseguiu fazer com que as duas áreas pudessem tomar decisões de forma conjunta, a partir da análise sobre como aquela decisão afetava cada uma das áreas e o desempenho global da organização. Desta forma, o sistema promoveu o alinhamento do padrão de decisões destas unidades, permitindo assim a consistência entre as estratégias das duas áreas.

Outra questão que pode ser discutida neste tópico é o alinhamento entre a Estratégia de Operações e a Estratégia de Marketing. O sistema de informação, ao permitir a parametrização dos critérios de realocação dos pedidos, conseguiu trazer para as decisões operacionais as diretrizes de atendimento ao mercado definidas pela área de Marketing. Desta forma, foi possível integrar as decisões de Operações, Vendas e Marketing simultaneamente, através do tratamento e priorização dos pedidos em carteira.

Além de discutir a consistência com as áreas de Vendas e Marketing, é importante destacar a relação entre as Operações e a unidade de Desenvolvimento de Novos Produtos. Após a definição do novo posicionamento, houve um rápido crescimento do portfólio de produtos, afetando diretamente o desempenho das operações da empresa. A partir deste fato, foi verificado que o aumento do mix de produtos não poderia crescer na mesma proporção que vinha sendo estabelecida, mesmo com as modificações realizadas no modelo de PCP da organização. Foi então definida uma diretriz de racionalização do mix, através da redução dos tipos de pó que eram produzidos na etapa de polimerização, buscando-se a diferenciação do produto apenas no processo de

extrusão. Com esta nova diretriz, se espera que a quantidade de material de transição produzida seja reduzida, melhorando assim o desempenho das plantas.

5.1.3. Consistência entre as categorias de decisão contidas na Estratégia de Operações

Como já discutido anteriormente, os tempos da tomada de decisão sobre o reposicionamento não permitiram que fossem realizadas alterações nas categorias ditas estruturais da Estratégia de Operações. Desta forma, as modificações feitas se restringiram às decisões táticas e infra-estruturais da empresa. Dado que as questões referentes à tecnologia, capacidade, instalações e integração vertical não eram variáveis para o alinhamento, é necessário identificar se as decisões táticas foram consistentes entre elas e consistentes com as premissas estruturais da operação.

Como o ponto de partida para o alinhamento da Estratégia de Operações foi a impossibilidade de modificação das decisões estruturais, as alterações nas decisões táticas foram realizadas com o objetivo de tornar consistentes as decisões de rotina de organização com as restrições tecnológicas dadas como premissa, de modo a buscar a melhor utilização dos recursos produtivos com vistas ao atendimento à nova proposta de valor da organização. Desta forma, a consistência entre as decisões táticas e as decisões estruturais (que não sofreriam modificação) foi garantida.

Analisando a consistência entre as decisões táticas, pode-se verificar que as modificações no modelo de PCP foram realizadas de forma alinhada com as mudanças na estrutura da organização, em particular nos aspectos relacionados com a definição dos papéis no processo de PCP e os padrões de centralização e descentralização das decisões. As questões relacionadas com qualidade também se mostraram como premissas para a alteração do modelo de PCP, sem que fossem discutidas as formas de prevenção de perdas por problemas de qualidade. Mesma não havendo as alterações neste elemento de decisão, o modelo de PCP foi definido de forma alinhada com as premissas de qualidade. Desta forma, pode-se concluir que houve consistência entre os critérios de decisão táticos ou infra-estruturais.

5.1.4. Consistência entre a Estratégia de Operações e o ambiente no qual a empresa está inserida

Retornando ao item que tratou sobre a análise da indústria de polipropileno no Brasil, foi possível concluir que se trata de uma indústria de alta rentabilidade e baixo risco de alterações da estrutura concorrencial oligopolizada. Em função disto, a Estratégia de Operações de uma organização neste setor, segundo as categorias de Hayes e Wheelwright (1984), bastaria assumir um papel de “neutralidade externa” (estágio 2), buscando apenas seguir a *industry practice*, para equiparação com os demais concorrentes do setor. No entanto, a Polibrasil, após seu reposicionamento, modificou sua Estratégia de Operações de modo que ela provesse suporte à Estratégia do Negócio, podendo então caracterizar esta posição como o estágio 3 das categorias de Hayes e Wheelwright, que definem a operação como “suporte interno” à organização. Desta forma, é possível concluir que houve a consistência entre a Estratégia de Operações e o ambiente no qual a empresa está inserida, sendo que a Polibrasil conseguiu posicionar sua Estratégia de Operações em um estágio de evolução que é um avanço frente à necessidade exigida para o enquadramento no setor.

Relacionando a Estratégia de Operações com o Modelo de Porter (1980), pode-se observar como a alteração nos elementos da Estratégia de Operações impactou as relações apontadas pelas “5 Forças”. Destacam-se, neste sentido:

- Concorrência na indústria: como o novo modelo de PCP viabilizou a verificação dos *trade offs* entre custo e diferenciação e seus impactos sobre os resultados financeiros da organização, é possível inferir que a Polibrasil passou a ter vantagens frente aos demais concorrentes na identificação sobre como as decisões operacionais influenciam os resultados financeiros;
- Possibilidade de substituição: ao viabilizar o posicionamento competitivo como “provedora de soluções em polipropileno”, ao mesmo tempo em que garante o baixo custo dos produtos, há o fortalecimento do PP frente aos possíveis substitutos;
- Novos entrantes: a curva de aprendizado da empresa no tratamento do *trade off* entre custo e diferenciação se mostra mais uma barreira a entrada

aos novos entrantes que queriam se posicionar com a Polibrasil e demais *players* desta indústria;

- Clientes: a capacidade de produção de novos produtos, para aplicações específicas, sem prejuízos financeiros para a organização, melhora a relação entre o produtor de PP e os transformadores de plásticos.

5.2. Contribuição para a vantagem competitiva

5.2.1. Capacidade de explicitar os trade-offs, permitindo que a produção estabeleça prioridades que estejam alinhadas com a busca pela vantagem competitiva pretendida

Ao desenvolver o sistema de suporte às atividades do PCP, em particular os módulos de simulação de entrada de pedidos de exceção e simulação de reprogramações da produção, o objetivo da organização fora criar uma ferramenta que conseguisse explicitar os *trade offs* relacionados com as diferentes possibilidades de decisão, de modo que os atores envolvidos tivessem o suporte necessário para o direcionamento da organização na busca por melhores desempenhos globais.

Dado que a situação colocada pelo reposicionamento foi a necessidade de atendimento customizado, mas sem perdas das parcelas de mercado já conquistadas com os produtos padronizados no setor, a importância da explicitação dos *trade offs* relacionados com o atendimento de cada um destes tipos de mercado se mostrou fundamental para que a Estratégia de Operações se posicionasse como um “suporte interno” para a Estratégia do Negócio.

Desta forma, pode-se concluir que a Estratégia de Operações da Polibrasil, no critério de capacidade de explicitação dos *trade offs*, conseguiu estabelecer diretrizes que se mostraram alinhadas com busca pela vantagem competitiva almejada.

5.2.2. Direcionamento das atenções para oportunidades que complementem a Estratégia Corporativa

As alterações realizadas na Estratégia de Operações da Polibrasil foram concebidas de modo a permitir o alinhamento com a Estratégia de Negócios definida pela organização. Desta forma, as modificações se limitaram a busca pelo atendimento às diretrizes colocadas pela Estratégia Corporativa, sem que fossem buscadas outras oportunidades que pudessem complementar a proposta de valor desejada.

Desta forma, a Estratégia de Operações da empresa não atende a este critério de avaliação sobre a contribuição para a vantagem competitiva.

5.2.3. Desenvolvimento de capacitações de produção que serão requeridas pelo negócio no futuro

No novo projeto da Estratégia de Operações da Polibrasil, as diretrizes que foram consideradas se limitavam àqueles relacionadas com o posicionamento da organização como provedora de soluções em polipropileno. Não foram feitas considerações sobre quais seriam os desejos de posicionamento no futuro, de modo que as capacitações desenvolvidas visavam apenas ao atendimento dos requisitos para que as operações dessem suporte ao reposicionamento da Polibrasil. Entretanto, pode ser que as capacitações que foram desenvolvidas possam atender a outras propostas de valor que a empresa queira oferecer no futuro. No entanto, cabe ressaltar que a lógica utilizada para a construção destas capacitações não contemplou os desejos da organização no futuro.

5.3. Considerações Finais

A partir da avaliação realizada para cada um dos critérios de consistência interna e externa da organização e contribuição para a vantagem competitiva, pode-se tecer algumas considerações.

A primeira delas está relacionada com a opção *top-down* de definição da Estratégia do Negócio, que acabou por desconsiderar alguns pontos relacionados com as decisões estruturais da empresa. Ao se posicionar como uma organização que buscaria a diferenciação dos produtos, dever-se-ia ter buscado soluções tecnológicas que fossem aderentes a este posicionamento, através da utilização de processos produtivos mais flexíveis não somente sob o ponto de vista da possibilidade de produção de uma vasta especificação de itens, como também flexíveis sob o ponto de vista da capacidade produtiva das plantas, em especial os lotes mínimos de produção. Na medida em que se busca a diferenciação, a tendência é que se produzam quantidades cada vez menores de um mesmo item, uma vez que aquela quantidade atenderá, provavelmente, a apenas um cliente.

No entanto, dado que as questões estruturais não foram alteradas e que, portanto, foram premissas para o alinhamento entre a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio, foi possível estabelecer novos modelos de atuação relacionados com as decisões táticas e infra-estruturais da organização, de modo que se mantivesse a consistência entre a atuação das operações e da empresa como um todo.

Um ponto relevante para destaque neste caso é que, embora se buscasse o atendimento aos requisitos de operação para que a empresa tivesse um bom desempenho em seu novo posicionamento de mercado, não foram tratadas questões relacionadas com os “próximos passos” da organização, que poderiam ter conformado outras trajetórias de construção das capacitações em gestão da produção. Desta forma, novos direcionamentos do negócio podem ter que gerar novos esforços de alinhamento entre a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio, que poderiam ser reduzidos caso as modificações feitas em função deste reposicionamento contemplassem os desejos futuros da organização. Desta forma, pode-se concluir que as operações da Polibrasil não chegaram até o nível 4 do *framework* de Hayes e Wheelwright (1984), no qual a Estratégia de Operações serve como um “suporte externo” para a busca da vantagem competitiva, estando alinhada com os desejos futuros da organização.

Capítulo 6 – Conclusão

Este trabalho teve como objetivo avaliar o reposicionamento de uma empresa da indústria petroquímica brasileira, dedicada à produção de polipropileno, que é a resina termoplástica que vem obtendo as maiores taxas de crescimento de consumo nos últimos anos, frente aos demais produtos similares. Pressionada para se posicionar com a oferta de produtos diferenciados e adequados às necessidades específicas de cada cliente, a empresa modificou sua Estratégia de Negócio, adotando como proposta de valor a capacitação de gerar soluções em polipropileno. Em função deste reposicionamento, a estratégias de cada umas das unidades organizacionais teve que ser alterada, de modo a buscar o alinhamento com a nova Estratégia do Negócio. Para discutir um aspecto deste processo de alinhamento da organização, foi investigado como a Estratégia de Operações se adaptou, observando, particularmente, como o modelo de Planejamento e Controle da Produção fora alterado de modo a dar suporte ao novo posicionamento de mercado da empresa.

A partir da descrição sobre como os elementos estruturais e táticos da Estratégia de Operações desenvolveram novos padrões de decisão, foi possível realizar uma avaliação da trajetória de alinhamento das estratégias das unidades organizacionais, em especial a áreas de PCP da empresa, com a estratégia corporativa. Esta avaliação mostrou que alguns aspectos foram tratados de forma adequada, através de garantia de consistência entre a Estratégia de Operações e a Estratégia do Negócio, entre os elementos da Estratégia de Operações e entre esta e o ambiente no qual a empresa está inserida. No entanto, alguns pontos poderiam ser conduzidos de forma diferente, como a atenção com as decisões estruturais e como elas poderiam ter sido pensadas, de modo a se mostrarem mais adequadas à nova proposta de valor da empresa, e a construção de capacitações que suportassem os desejos futuros de posicionamento.

Cabe lembrar que a empresa ainda está no processo de implementação das soluções discutidas para modelo de Planejamento e Controle da Produção e, segundo Shobrys e White (2002), o sucesso da implementação das soluções integradas tem dois grandes desafios:

- A mudança do comportamento dos indivíduos, para a aceitação do uso de ferramentas mais sofisticadas. Este tipo de ferramenta auxilia a tomada de decisão mas também torna o trabalho das pessoas mais desafiador.

- A mudança no comportamento da organização, para conseguir juntar as diferentes áreas da empresa para uma tomada de decisão integrada.

6.1. Mudança no comportamento dos indivíduos

A importância de existência de uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão pode ser facilmente destacada através da verificação de como as pessoas tomam decisões em situações de stress. O comportamento real difere dos modelos tradicionais de análise (definir o problema, gerar alternativas, avaliar alternativas e implementação). A tomada de decisão em geral é fortemente sustentada pela experiência (Klein apud Shobrys, 2002). Desta forma, as pessoas costumam usar um padrão de seleção da primeira solução viável de implementação que é encontrada. Com isto, acabam ignorando outras informações de sua área de outras áreas da empresa.

O problema relacionado com a decisão com base na experiência está na impossibilidade de se tratar grandes volumes de informações que auxiliariam e melhorariam os resultados relacionados com a decisão tomada. Outra questão importante é que, ao tomar decisões, em uma tentativa de tratar as incertezas, acabam inserindo proteções como reservas de capacidade de produção, estoque de produto acabado ou estoque de insumos, mas sem considerar as conseqüências desta ação para as demais funções da organização.

Ferramentas de auxílio à tomada de decisão podem trazer benefícios em função de quatro aspectos:

- Estas ferramentas consideram um conjunto maior de alternativas;
- São consideradas todas as informações disponíveis;
- É possível utilizar indicadores financeiros para medir os impactos das decisões;
- A ferramenta permite consolidar o processo de tomada de decisão através das diversas funções envolvidas

Desta forma, o primeiro ponto que deve ser observado para buscar o sucesso da solução é garantir que sua implementação contemple as possibilidades de resistências

individuais e trate este aspecto através de ações que promovam a divulgação, entendimento e aceitação da solução pelos quadros da empresa.

6.2. Mudança no comportamento da organização

Segundo Shobry e White (2002), a visibilidade sobre as decisões tomadas em outras áreas é limitada e a visibilidade do impacto da decisão tomada em uma unidade sobre outras áreas é também limitada. As informações não são consistentes e a busca pelo aumento do resultado local acaba por degradar a performance global.

Para uma integração efetiva, alguns passos são indicados pelos autores como sendo importantes:

- Desenhar os processos da organização com foco na integração de áreas chaves;
- Alterar a estrutura organizacional de modo a criar a figura de “donos dos processos”, que consigam ter a visão sobre o impacto das decisões tomadas sobre as diversas áreas da organização;
- Definir responsáveis por subprocessos, que consigam tratar as decisões específicas das áreas, mas mantendo a consistência entre as decisões em outras funções;
- Implementar ferramentas que possibilitem a melhora dos processos.

Neste sentido, a empresa já conseguiu estabelecer ações que tratassem a mudança organizacional, uma vez que a concepção do novo modelo de Planejamento e Controle da Produção buscou entender os processos da organização, para que então fosse feita a proposta de desenvolvimento do sistema informático, que se mostrou um meio para a implementação destes processos redesenhados.

6.3. Comentários sobre a Indústria de Polipropileno

Observando as categorias de oligopólio propostas por Possas (1985), pode-se caracterizar a indústria de polipropileno como um oligopólio misto. Como observado por Carvalho e Toledo (2002), o mercado de PP de uso comum ("commoditizado") tem

características típicas de um oligopólio concentrado, com pequeno número de fornecedores e produtos homogêneos. No entanto, na medida em que ocorre a diferenciação dos produtos, os autores destacam que a indústria se aproxima de um oligopólio diferenciado, o que requer das empresas um engajamento mais sistemático em atividades de P&D em comparação ao produto homogêneo. Em função destas características, pode-se classificar a indústria como um oligopólio misto por ter um pequeno número de *players* – o que caracteriza o oligopólio – e por comercializar tanto produtos padronizados no setor (oligopólio concentrado) quanto produtos específicos e customizados (oligopólio diferenciado).

6.4. Considerações sobre o Referencial Conceitual

Na construção do referencial conceitual, em particular da parte que tratou sobre Planejamento e Controle da Produção, foi possível identificar pontos que são característicos da indústria de processo e que não são contempladas no arcabouço conceitual utilizado. Na busca bibliográfica inicial, foram encontradas várias referências sobre processos contínuos relacionadas com Pesquisa Operacional, que tratavam sobre a otimização da programação de unidades de processamento em refinarias. No entanto, não foram identificadas referências que tratassem dos modelos de Planejamento e Controle da Produção dentro deste universo, e que considerasse as especificidades desta indústria.

Caberia então, em trabalhos futuros, discutir os limites do referencial conceitual de Planejamento e Controle de Produção atualmente disponível para a indústria de processos contínuos, para que sejam discutidas as diferenças e similaridades entre este tipo de processo e a indústria discreta.

Além disso, foi possível verificar a aplicabilidade dos modelos propostos por Hayes e Wheelwright (1984) e Porter (1980), por se tratar de um caso cujas características são muito próximas às das indústrias estudadas por estes autores para a proposição destes referenciais teóricos. No entanto, os limites dos trabalhos destes autores já são discutidos, uma vez que são insuficientes para a análise de indústrias que se inserem em novos modelos de negócios, como as empresas “*dotcom*”.

6.5. Possibilidade de Trabalhos Futuros

Dado os encaminhamentos tomados ao longo deste trabalho, as possibilidades de desenvolvimento de estudos futuros estão relacionadas com:

- Discussão sobre como se deram as trajetórias de reposicionamento das demais empresas desta indústria no Brasil, comparando com os resultados obtidos pela empresa estudada;
- Avaliação sobre como as empresas japonesas, que optaram por características estruturais de seu parque industrial que são diferentes do padrão brasileiro, se posicionaram em seus mercados;
- Comparação entre os desempenhos das produtoras de polipropileno no mundo, integrando esta avaliação com as variáveis de mercado, tecnologia e modelos de gestão da produção utilizados em cada organização;
- Discussão sobre as diferenças e similaridades do Planejamento do Controle da Produção para a indústria discreta e para a indústria de processos contínuos.

Referências Bibliográficas

ABNEE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA), *Desempenho Setorial*, Disponível na internet via www.abnee.org.br. Arquivo consultado em agosto de 2005.

ANTUNES Jr., J.A.V., 1998, *Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero*, Tese DSc., Programa de Pós-Graduação em Administração, UFRGS, Porto Alegre.

ALLEMANN, M., 1999, *A organização das inovações incrementais: o desenvolvimento de novas aplicações em polipropileno*. Tese MSc., Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, UFRJ, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS E DE PRODUTOS DERIVADOS (ABIQUIM), 2003, *Anuário da Indústria Química Brasileira*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS E DE PRODUTOS DERIVADOS (ABIQUIM), 2004, *Guia da Indústria Química Brasileira*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS E DE PRODUTOS DERIVADOS (ABIQUIM), Novembro de 2004, *Relatório de Acompanhamento Conjuntural*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS E DE PRODUTOS DERIVADOS (ABIQUIM), 2005, *Estatísticas da Indústria Química*. Disponível na internet via www.abiquim.org.br. Arquivo consultado em janeiro de 2005.

BARRETO, A. C. , 1999, *Gestão Ambiental e Indústria de Polipropileno: uma proposta de avaliação de desempenho ambiental*, Tese MSc., Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético, UFRJ, Rio de Janeiro.

BNDES, 2003, *Pesquisa Industrial Anual*. Disponível na internet via www.bndes.gov.br. Arquivo consultado em dezembro de 2004.

BOVESPA, 2005, *Informações por empresa*, Disponível na internet via www.bovespa.com.br. Arquivo consultado em julho de 2005

BRACELPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL), 2005, *Informe Anual*, Disponível na internet via www.bracelpa.org.br. Arquivo consultado em agosto de 2005.

BRASKEM, 2005, *A empresa*, Disponível na internet via www.braskem.com.br. Arquivo consultado em julho de 2005.

BREMER, C. F., LENZA, R. P., 2000, *Um Modelo de Referência para Gestão da Produção em Sistemas de Produção assembly to order (ATO) e suas múltiplas aplicações*, Revista Gestão e Produção, v.7, n.3, p.269-282.

BURBIDGE, J., 1983, *Planejamento e Controle da Produção – 1a Edição – Editora Atlas S.A.*

CARVALHO, J. L. M., TOLEDO, J. C. , 2002, *A contribuição dos programas da qualidade na competitividade: estudo de caso no mercado brasileiro de polipropileno*, Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.12, n.4, p.240 a 247.

CAULLIRAUX, H.M. e COSTA, L.S., 1995, *Manufatura integrada por computador: sistemas integrados de produção: estratégia, organização, tecnologia e recursos humanos*, Editora Campus, Rio de Janeiro.

COPPUS, G., STRASHOK, A., 1995, *Manufacturing information systems for the process industry – Responding to the plant management challenges of the 90's*. ISA Transactions n.34, p. 119-132.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I., CAON, M., 2001, *Planejamento, Programação e Controle da Produção*, São Paulo, Editora Atlas.

COX, J., SPENCER, M., 2002, *Manual da Teoria das Restrições*, Editora Bookman.

FERNANDES, F. C., *Inovação Tecnológica e Indústria de Polímeros no Brasil: um estudo de caso – PBLH*. Tese MSc. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRJ, Rio de Janeiro.

FRANK, R., GEORGE, J., NARASIMHAN, L., 2004, *When your competitor deliver more for less*, The McKinsey Quarterly, número 1.

GHEMAWAT, P., 2000, *A Estratégia e o Cenário dos Negócios*. Editora Bookman. Porto Alegre.

GHINATTO, P., 1996, *Sistema Toyota de Produção - Mais do que Simplesmente Just-in-time*. Editora da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

GOMES, G., DVORSAK, P., HEIL, T., 2005, *Indústria Petroquímica Brasileira: Situação Atual e Perspectivas*, BNDES.

GUERRA, O. F., 1994, *Estrutura de Mercado e Estratégias Empresariais: o desempenho da petroquímica brasileira e suas possibilidades futuras de inserção internacional*, Brasília, Editora SESI-DN.

HAYES, R. WHELLWRIGHT,S., 1984, *Restoring our Competitive Edge: competing through Manufacturing*, John Willey & sons.

HAYES, R. PISANO, G., OPTON, D. WHEELWRIGHT, S., 2005, *Operations, Strategy and Technology. Pursuing the competitive edge*, Ed. Wiley.

IBGE, 2002. *Pesquisa Industrial 2002*. Disponível na internet via www.ibge.gov.br. Arquivo consultado em dezembro de 2004.

IPIRANGA, 2005, *A empresa*, Disponível na internet via www.ipiganga.com.br/petroquimica/ipq/index_ipq.htm. Arquivo consultado em fevereiro de 2005.

LINDER. J., CANTRELL, S., 2000, *So what ir a business model anyway?*, Research Note, Institute for Strategic Change.

LINDER. J., CANTRELL, S., 2001, *Cast in Concrete or Carved in Water: Five Business Model Myths that hold companies back*, Working Paper, Institute for Strategic Change.

LINDER. J., CANTRELL, S., 2001b, *Business Model: Cautionary Tale*, Revista Outlook, número 1, p. 26-31

MACHADO, S.A. , PIZYSIEZNIG FILHO, J. , 2003, *Oportunidades de políticas públicas na indústria de transformados de plástico*. Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 21 a 24 de outubro de 2003.

MILLER, T., 2002, *Hierarchical Operations and Supply Chain Planning*, Editora Springer.

MINTZBERG, H., QUINN, J., 2001, *O Processo da Estratégia*, Editora Bookman, Porto Alegre.

MODERN PLASTICS, 1999, *Consolidation may come for polyolefin makers in Brazil*. Modern Plastics v.29, Iss. 2, p.14.

MONTENEGRO, R., ZAPORSKI, J., RIBEIRO, M., MELLO, K., 2005, *Polipropileno*, BNDES.

POLIBRASIL, 2005, *Institucional*, Disponível na internet via www.polibrasil.com.br. Arquivo consultado em julho de 2005.

PORTER, M.E., 1980, *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*, New York, The Free Press.

POSSAS, M., 1985, *Estrutura de mercado em oligopólio*. Hucitec, São Paulo.

PRADO, C. A. S., 2000. *Sincronização da Produção: uma proposta de trajetória de implantação para a indústria têxtil*. Tese MSc., Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRJ, Rio de Janeiro.

PRADO, C. A. S., 2004. *Noções Fundamentais de Sistemas de Produção*, Notas de aula do Curso de Especialização em Gestão e Sistemas de Produção – MBProd, Juiz de Fora.

PRADO, C. A. S., 2005, *Noções Fundamentais de Sistemas de Produção*, Notas de aula do Curso de Pós-graduação em Gestão de Negócios Integrados – EMBSIG, Rio de Janeiro.

PROENÇA, A., 1994, *Gerência da Produção e Competitividade: Premissas da Abordagem por Capacitações Dinâmicas em Estratégia de Produção*, Tese DSc., Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRJ, Rio de Janeiro.

PROENÇA, A., 2004, *A Economia Digital e a Gestão Estratégica de Empresas: Análise do Ambiente Competitivo*, Notas de aula do Curso de Pós-graduação em Gestão de Negócios Integrados – EMBSIG, São Paulo.

REIS, S., PROENÇA, A., PROENÇA JR, D., 2003, *Modelo de Negócio: um exercício conceitual sobre o caso TV aberta x TV por assinatura*. Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 21 a 24 de outubro de 2003.

REIS, S. , 2004, *Sustentação ou Ruptura? Mudanças Tecnológicas na Indústria de Televisão: Considerações sobre seu impacto a luz das transformações nos modelos de negócios*, Tese MSc., Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRJ, Rio de Janeiro.

ROCHA, M. M., 2002, *Integração Vertical e Incerteza: um estudo empírico com a indústria petroquímica nacional*. Tese DSc. Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo.

ROSA, E. O. R., 1998, *Patentes da indústria brasileira de polímeros: um estudo empírico*, Tese MSc., Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, UFRJ, Rio de Janeiro

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (SEDET), 2005, *Estratégias de Desenvolvimento*, Disponível na internet via www.sedet.gov.rj.br. Arquivo consultado em janeiro de 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE RESINAS SINTÉTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIRESP), 2004. *Balanços do setor*. Disponível na internet via www.siresp.org.br. Arquivo consultado em dezembro de 2004.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., *et al.*, 1997, *Administração da Produção*. São Paulo, Editora Atlas.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., 2002, *Administração da Produção*. São Paulo, Editora Atlas.

SLOAN, J., 2004, *Commodity vs. Service*, Modern Plastics, edição de Novembro.

SHINGO, S., 1996, *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*, Bookman, Porto Alegre.

SHOBRYN, D. E. , WHITE, D. C. , 2002, *Planning, scheduling and control systems: why cannot they work together*, Computer and Chemical Engineering, n. 26, p.149-160.

SPINOLA, M., TROSTER, R., 2001, *Estruturas de Mercado*, In: Manual de Economia. Editora Saraiva. São Paulo. p. 181-194

SRIKANTH, M.L., UMBLE, M.M, 1997, *Synchronous Management: Profit-Based Manufacturing for the 21st Century*. The Spectrum Publishing Company, volumes I e II, Guilford, Connecticut.

TANAKA, M. , 2000, *Comparativo Mundial de Formação de Preços de Peças de Plástico: Identificação de oportunidades para custeio competitivo no Brasil*, Tese MSc., Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção, UFRJ, Rio de Janeiro.

TAYLOR, F.W., 1907, *Princípios da administração científica*, 8 ed., São Paulo, Atlas, 1990.

UMBLE, M.M. & SRIKANTH, M.L., 1990, *Synchronous Manufacturing*. South-Western Publishing CO., Cincinnati.

UMBLE, M. M, 1997, *Synchronous Management: Profit-based manufacturing for the 21st century*, The Spectrum Publishing Company, Connecticut.