1 Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido numa multinacional brasileira do setor de alimentos. A empresa atua majoritariamente com produtos processados a base de carne de frangos e suínos. O projeto foi desenvolvido em paralelo ao estágio supervisionado feito na mesma empresa, na área de planejamento de vendas e operações.

O objetivo do trabalho é analisar os processos de planejamento de vendas e operações da empresa e diagnosticar suas principais deficiências com foco na elaboração do Plano Mestre de Produção. O capítulo inicial aborda a empresa, o mercado em que ela atua e sua estrutura de planejamento. Por fim será definido o problema a ser estudado e o escopo do projeto.

1.1 A Empresa

A empresa iniciou suas atividades na década de trinta no interior de Santa Catarina com foco no processamento de carne suína e de aves. Hoje a empresa possui presença maciça em todo território nacional além de contar com escritórios de vendas no exterior que atingem mais de 110 países. Segundo dados de 2007, o faturamento da empresa é de aproximadamente 8 bilhões de reais, fruto de um crescimento médio de 13% nas receitas ao longo dos últimos 10 anos.

O agronegócio brasileiro vivencia um processo de consolidação. Nesse âmbito, a organização fez aquisições importantes no mercado de carne bovina e principalmente no setor de lácteos com destaque para a compra de duas marcas de expressão nacional, o que possibilitou tanto o acesso ao pequeno varejo quanto o acesso às principais bacias leiteiras do país.

A produção da empresa encontra-se espalhada por 18 fábricas no Brasil e 3 na Europa, empregando mais de 60 mil funcionários. O plano de produção gira em torno de 150 mil toneladas de produtos por mês, entre industrializados e *in natura* para o mercado interno e externo.

Os principais produtos da empresa no mercado interno são os alimentos processados e embutidos, com destaque para a linha de mortadelas, presuntaria e de salsichas que respondem por mais de 40% do volume de produção. A empresa possui marcas bem estabelecidas no mercado, apesar de não realizar um esforço de marketing tão agressivo quanto o das concorrentes. Um diferencial importante da empresa é a capilaridade da sua operação, que consegue atender mais de 90 mil clientes no mercado interno dentre grandes atacadistas e pequenos varejistas. O pedido mínimo para aquisição de produtos da empresa é de apenas R$ 150,00, fruto de sua estratégia de posicionar seus produtos em qualquer gôndola do mercado.

Esse trabalho possui foco na unidade de negócios responsável pelas exportações da empresa. O mercado externo é atualmente a prioridade da organização, responsável por uma receita total de 5,7 bilhões de reais em 2007 e com alto potencial de crescimento face o forte aumento da demanda por alimentos no mundo. O perfil das exportações está representado na figura 1.1. Observa-se uma larga predominância de produtos *in natura* na pauta de exportação, os quais possuem menor valor agregado quando comparados com os alimentos processados. A companhia tem buscado reverter esse quadro após a compra de uma empresa holandesa especializada em processamento de refeições congeladas.

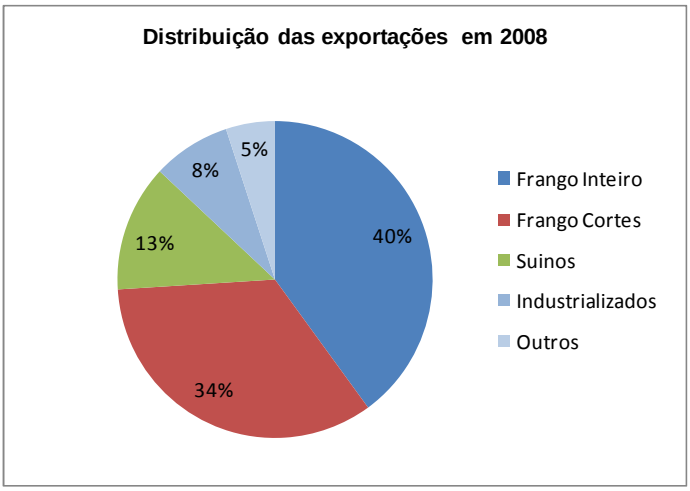


Figura 1.1 - Exportações por grupo de produtos em maio de 2008

Os clientes da empresa no exterior são em sua maioria grandes redes de atacado que processam o frango *in natura* fornecido pela organização e revendem

sob marcas próprias. Os contratos de exportação são firmados num horizonte médio de 6 meses e somaram em maio de 2008 mais de 100 mil toneladas exportadas pelos portos de Paranaguá e Itajaí.

O principal escritório da empresa no exterior situa-se em Amsterdam, onde se encontram os *traders* responsáveis pelo fechamento dos contratos de exportação. Com a recente aquisição de uma empresa holandesa de processamento de carnes, a companhia passou a contar com unidades produtivas na Holanda, na Romênia e no País de Gales, ponto crucial na tentativa de melhorar o mix de produtos oferecidos ao mercado.

1.2 O mercado

O mercado de aves no Brasil passa por uma fase de crescimento vertiginoso com incremento tanto na produção quanto na exportação dos derivados do frango. A figura 1.2 mostra o avanço da produção brasileira nos últimos anos segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira de Exportadores de Frango (ABEF).

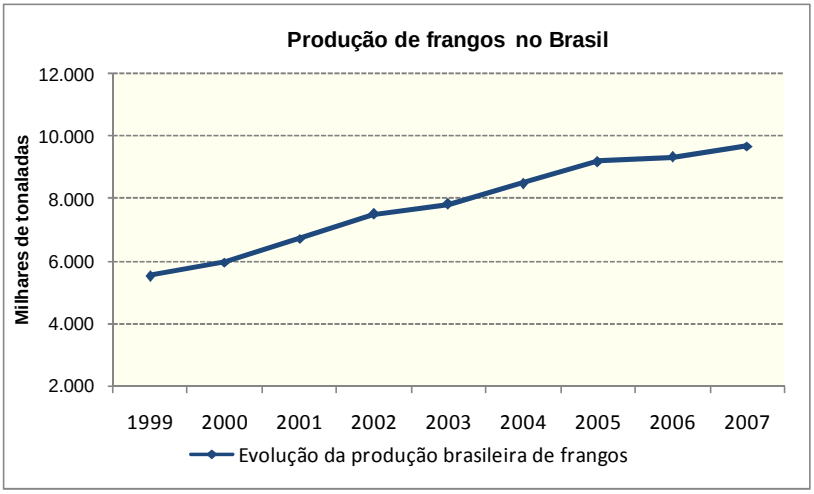


Figura 1.2 - Evolução da criação de aves no país (fonte: ABEF 2007)

Observa-se pelo gráfico que a produção brasileira cresceu consistentemente nos últimos dez anos, atingindo a marca de 9.700 milhares de toneladas em 2007. Outro ponto interessante é o impacto causado pela gripe aviária em 2006, ano que registrou o menor crescimento da série. Hoje o país encontra-se na terceira

colocação entre os maiores produtores mundiais, atrás dos Estados Unidos e da China com volumes de 16.413 e 10.520 milhares de toneladas respectivamente.

Apesar de não ser o maior produtor, o país lidera as exportações da *commodity* no mundo com volume de 3.203 milhares de toneladas conforme gráfico da figura 1.3.

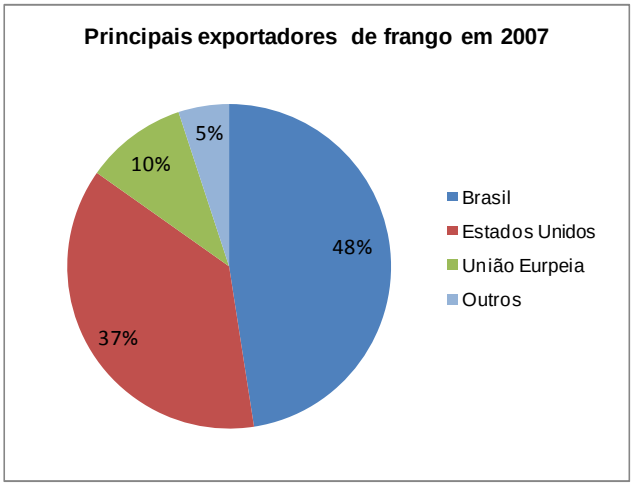


Figura 1.3 - Participação brasileira nas exportações mundiais (fonte: ABEF 2007)

O mercado de frango apresenta hoje uma demanda forte principalmente nos países árabes e na Rússia, principais destinos das exportações brasileiras. Por outro lado, a produção não tem acompanhado esse crescimento na demanda, o que pressionou os preços do frango com alta de 34% em maio deste ano em relação ao mesmo período do ano passado para a tonelada do frango inteiro, segundo a ABEF.

1.3 A gerência de Planejamento Integrado

A gerência de Planejamento Integrado surgiu da necessidade da empresa de centralizar suas atividades de planejamento. A área é fruto de um projeto realizado pela empresa sob a supervisão de uma consultoria externa. A estrutura final obtida está representada no organograma da figura 1.4. A seguir serão abordadas as macro atividades de cada equipe, sendo que o processo de planejamento será detalhado no capítulo 3.

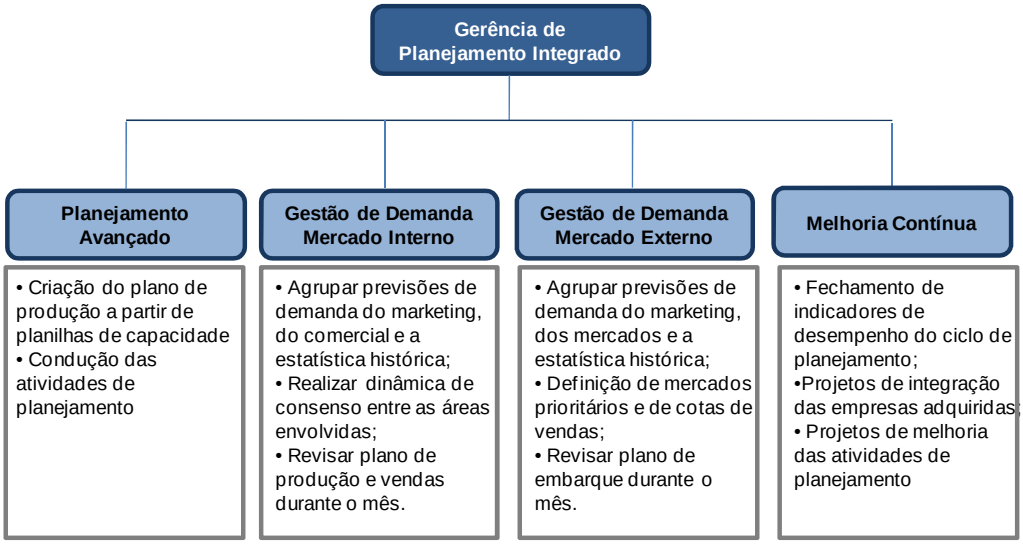


Figura 1.4 - Organograma da gerência de Planejamento

As equipes de Gestão de Demanda ficam responsáveis pela captação das previsões de vendas tanto da área comercial quanto do departamento de marketing. Essas equipes também elaboram uma previsão estatística feita com base no histórico de vendas e na sazonalidade dos produtos.

Para o mercado externo, a Gestão de Demanda atua como um intermediário entre a área comercial e a área de produção, ou seja, não mantém contato direto com os mercados consumidores que estão divididos em 6 grandes mercados: Europa, Eurásia, Extremo Oriente, África, Japão e Américas. Já para o mercado interno, as equipes dividem-se por unidades de negócio, com dois analistas para os produtos da marca principal e um para os produtos das demais marcas. As recentes aquisições da empresa no setor de carnes sobrecarregaram o trabalho dessas equipes e existem propostas para mudar a estrutura da área.

A Gestão de Demanda mantém contato direto com a Gerência de Planejamento de Operações para acompanhar o volume realizado de produção e a disponibilidade ou não de mix de produtos. Essa gerência é responsável pelas fábricas e pela execução do plano de produção traçado.

Após definido o volume de previsão de vendas por mix de SKU`s, esse número é liberado para a equipe de Planejamento Avançado para que se realize a rodada de elaboração do Plano Mestre de Produção. Essa equipe possui hoje um corpo de 5 analistas que cuidam da manutenção do sistema, da elaboração

do Plano Mestre de Produção e da alocação dos contratos comerciais nas fábricas. Outra atividade da equipe é acompanhar a realização do plano em cada planta, além de servir como um canal de comunicação entre a fábrica e o corporativo da empresa.

O perfil dos profissionais que a compõe é mais operacional que analítico, com predominância de pessoas advindas das fábricas e que não possuem uma visão sistêmica das atividades da empresa. A equipe de Planejamento Avançado comunica-se também com a Gestão de Demanda.

Finalmente, a equipe de Melhoria Contínua presta apoio a todas as outras áreas da gerência de Planejamento Integrado. Fica sob sua guarda o fechamento dos indicadores de aderência do plano de vendas e operações, bem como indicadores de giro de estoques, nível de serviço, entre outros.

1.4 Definição do problema

Observou-se que existe um desalinhamento entre a estratégia da empresa e a forma como ela conduz sua produção. A empresa não dispõe de ferramentas que garantam o desdobramento do plano estratégico para o nível operacional da hierarquia de planejamento. A gerência de Planejamento Integrado apresenta um foco nítido nas operações de curto prazo sem uma análise mais ampla dos impactos futuros de suas ações.

Apesar de a empresa trabalhar com um horizonte de quatro meses para a previsão de vendas, não há um plano de médio prazo no nível tático da hierarquia de planejamento. Tal ferramenta possibilitaria à organização prever melhor seu nível de produção além de garantir tempo hábil para a tomada de decisões como contratação de horas extras, aquisição de novos equipamentos, entre outras. As decisões hoje são tomadas sem avaliação do impacto financeiro, baseadas apenas na experiência de quem gera o plano.

Outro ponto negativo do processo de planejamento atual é o nível desnecessário de detalhe em que ele opera. Atualmente a empresa planeja mais de 3.200 SKU`s mensalmente, o que prejudica a acuracidade dos planos de vendas e produção.

A companhia sofre ainda com muitas reprogramações no Plano Mestre de Produção durante o mês corrente. Tais modificações são causadas por previsões de baixa qualidade e resultam em atritos constantes entre a área de Planejamento e a gerência de Operações Industriais.

Verifica-se também uma falta de integração entre as áreas envolvidas no planejamento. O fluxo de informações de estoques, de volumes produzidos e vendidos é difuso e complicado, levando cada área a manter um controle paralelo. O sistema de ERP da empresa é por conseqüência sub-utilizado pelas áreas, especialmente pela Gerência de Planejamento.

1.5 Objetivos do trabalho

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte para o planejamento tático da empresa. A ferramenta deve contemplar um modelo para o planejamento agregado da produção e um modelo de desagregação para a elaboração do Plano Mestre da Produção (MPS). Essa ferramenta será aplicada com a metodologia de S&OP (*Sales and Operations Planning*) para corrigir o desalinhamento existente hoje entre a estratégia da empresa e a área operacional.

Espera-se que o projeto fomente a participação da gerência comercial e de marketing dentro do planejamento de vendas e operações. Para tal a ferramenta proposta deve integrar os níveis da hierarquia de planejamento e servir de base para a tomada de decisões.

As soluções propostas também objetivam a melhor utilização do sistema ERP pela empresa. Os planos de produção e de vendas devem ser publicados para toda a empresa através do ERP, dando visibilidade e força ao planejamento. A ferramenta deve possuir interface de fácil relacionamento com o usuário e deve ser implementada segundo etapas bem definidas.

1.6 Escopo

O presente trabalho será desenvolvido na linha de frango inteiro sem miúdos, também conhecido com frango *Griller*. Essa linha abrange os principais produtos de

exportação da empresa, com volume de aproximadamente 20 mil toneladas mensais vendidos para 15 países diferentes.

A ferramenta de planejamento proposta também contemplará os outros *outputs* da linha, como os cortes de frango e a carne mecanicamente separada (CMS) que é depois utilizada como matéria prima. O processo produtivo da linha de frango *Griller* será descrito mais adiante, no capítulo 3. Optou-se por aplicar o modelo para os dois maiores complexos industriais da empresa, situados em Rio Verde (GO) e Videira (SC) e também para os dois maiores mercados consumidores dessas famílias, o Japão e a Europa.

Por fim, também faz parte do escopo do trabalho uma análise crítica dos processos de planejamento de vendas e operações, com sugestões de melhorias alinhadas com a metodologia de S&OP. O novo desenho proposto para o ciclo de atividades de planejamento será descrito no capítulo 5.

1.7 Roteiro do projeto

O capítulo inicial do trabalho foi destinado ao estudo da empresa, do mercado em que ela atua e da gerência de Planejamento Integrado. Essa análise foi importante para entender o contexto em que a organização se insere e definir o problema.

O próximo passo será revisar os estudos teóricos que já abordaram os temas de planejamento tático, com ênfase na metodologia de *Sales and Operations Planning* (S&OP). Esse estudo será a base para a solução proposta.

No capítulo 3 será detalhado o processo produtivo da linha de frango *Griller*, com a descrição das etapas e dos principais produtos gerados. O capítulo também aborda como o Plano Mestre de Produção é elaborado atualmente, detalhando os processos e suas deficiências. Também é tratada a metodologia empregada pela empresa para gerir sua demanda.

Após o estudo teórico e a análise dos processos envolvidos, será formulada uma solução matemática para a elaboração do Plano de Produção no capítulo 4. Algumas premissas de negócio já definidas pela empresa serão expostas e deverão

ser contempladas no modelo proposto. Nessa etapa é conduzida uma análise de sensibilidade para averiguar o comportamento do modelo frente à variação nos seus parâmetros.

O capítulo 5 aborda a elaboração do Plano Mestre de Produção a partir da desagregação do Plano de Produção. Esse modelo permitirá que os volumes agregados definidos no ciclo de S&OP sejam rateados no mix de produtos de forma a balancear os estoques finais de cada SKU.

Ainda nesse capítulo serão tratadas as etapas para a implementação da ferramenta e do novo ciclo de planejamento proposto. Será traçado um fluxograma de atividades para diminuir o impacto durante a implementação e para garantir seu sucesso. O capítulo 6 encerra o trabalho com as críticas e os desdobramentos do estudo.

2 Revisão Bibliográfica

Este capítulo é dedicado à revisão teórica sobre o tema de planejamento tático com ênfase para a elaboração do plano de produção.

2.1 Cadeia de Suprimentos

O objetivo de uma cadeia de suprimentos segundo CHOPRA (2004) é maximizar o valor global gerado, ou seja, a diferença entre o valor final cobrado do cliente e a somatória de todo o esforço realizado pelos elos da cadeia para atender seu pedido. Ainda segundo o autor, os elos da cadeia compreendem todos os estágios envolvidos para o atendimento do pedido do cliente, não se limitando a fabricantes e fornecedores. A figura 2.1 retrata uma cadeia com cinco elos.

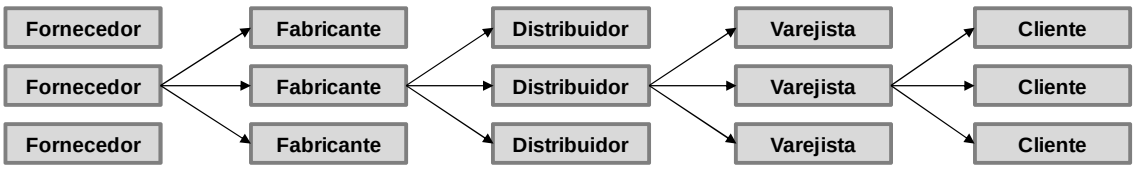


Figura 2.1 - Cadeia de Suprimentos genérica (CHOPRA 2004)

Para que uma cadeia de suprimentos prospere é preciso que haja um planejamento que ultrapasse as barreiras individuais de cada empresa. Conforme BALLOU (2001) a estratégia a ser definida para a cadeia deve contemplar três objetivos principais: redução de custos, redução do capital investido e melhoria dos serviços.

Redução de custos: Estratégia voltada para a redução dos gastos variáveis ao longo da cadeia. Tipicamente se aplica aos gastos logísticos de transporte e armazenagem.

Redução do capital investido: Visa minimizar a imobilização de capital nos sistemas logísticos. O autor salienta que a implementação dessa estratégia pode

levar a um aumento nos gastos variáveis, o que pode ser compensado pelo aumento do retorno sobre o investimento.

Melhoria dos serviços: Parte da premissa de que o retorno obtido pela cadeia é proporcional ao nível de serviço prestado. Dessa forma, o aumento do gasto com estoques de segurança maiores e sistemas de abastecimento complexos tende a ser inferior ao aumento na receita auferida.

CHOPRA (2004) propõe uma metodologia de análise para cadeias de suprimentos baseada na visão cíclica dos processos. O autor define os ciclos como seqüências de processos que ocorrem sempre na fronteira entre dois elos da cadeia. A figura 2.2 mostra os ciclos bem como a interface entre os elos.

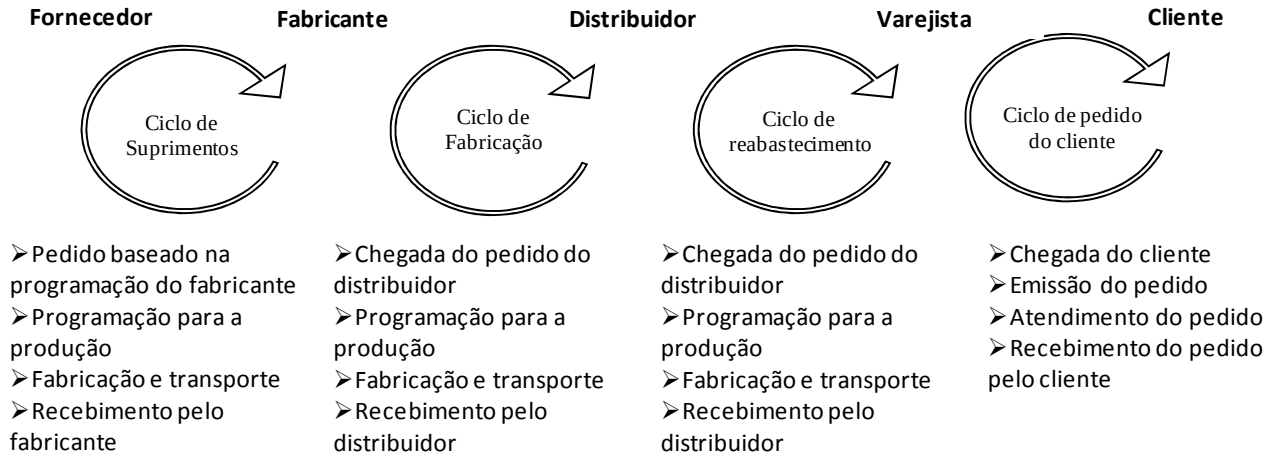


Figura 2.2 - Modelo cíclico de análise da cadeia de suprimentos (CHOPRA 2004)

Segundo o autor, o modelo acima se destaca por definir claramente o responsável por cada processo dentro da cadeia. Observa-se que a cadeia de suprimentos da agroindústria é aderente a esse modelo por apresentar todos os elos bem como os processos citados pelo autor.

2.2 Estratégias de Produção

A respeito da gestão da capacidade produtiva, SLACK *et al.* (2002) define três políticas de produção tidas como puras, conforme o autor:

- **Política de capacidade constante:**

Empresas que adotam essa estratégia operam em níveis constantes de produção agregada independente das variações na demanda de seus produtos. Picos de demanda são atendidos com o estoque acumulado durante períodos de baixa procura. A política de capacidade constante eleva a produtividade da empresa e reduz os custos unitários, mas também implica em altos volumes de estoques que devem ser financiados e armazenados pela empresa.

- **Política de acompanhamento da demanda:**

Ao contrário da estratégia anterior, a política de acompanhamento da demanda varia o nível da produção para responder às variações na demanda. Empresas que a aplicam possuem baixos custos relacionados ao estoque mas apresentam períodos de ociosidade durante o ano. Nessa situação, picos de demanda são atendidos com aumento da capacidade produtiva, via horas extras, contratações ou subcontratações.

- **Política de gestão da demanda:**

Essa estratégia objetiva antecipar picos de demanda para nivelar a produção com o menor estoque possível. Segundo o autor essa política deve ser empregada conjuntamente com as áreas de vendas e marketing. Dessa forma, pode-se adotar medidas como descontos ou ações publicitárias para alterar o hábito de consumo do cliente.

A política de gestão da demanda é importante no setor de carnes dado o volume de produtos compulsórios gerados no processo de abate. A empresa em

estudo utiliza políticas de preços para tentar equilibrar as vendas e a produção, como ocorre nas promoções feitas junto aos varejistas para antecipar a compra de produtos natalinos.

Por fim, o autor salienta que as estratégias raramente são utilizadas pelas empresas em sua forma pura, mas sim combinadas conforme as características da demanda e da produção. É comum empresas adotarem políticas de produção diferentes para produtos diferentes.

2.3 Planejamento Agregado da Produção

Segundo HAX *et al.* (1979), quando as variáveis que interferem na produção como as variações de demanda, capacidade dos recursos, disponibilidade de matéria prima ou seu custo não são estáveis no tempo, o planejamento deve ocorrer para minimizar os custos do atendimento ao cliente. Ainda segundo o autor, o planejamento no nível agregado deve ser empregado para mitigar as incertezas existentes nas previsões durante o processo de elaboração dos planos de vendas e operações.

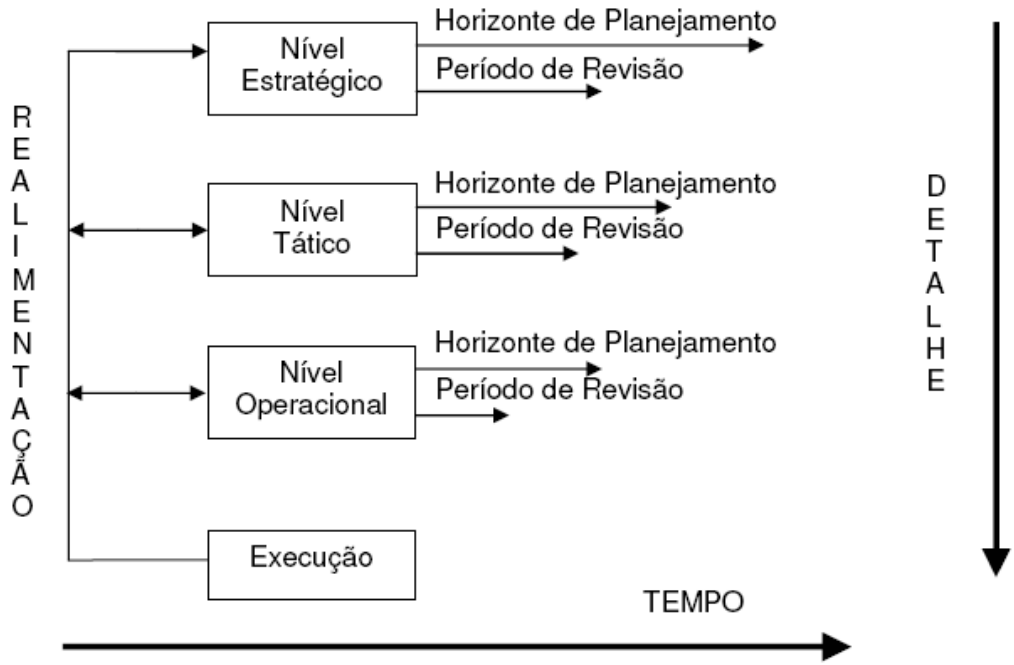
Para HOPP; SPEARMAN (2000), a agregação pode ocorrer em diversos níveis, com destaque para:

- **Processos**: Podem-se agrupar vários centros de trabalho que possuem a mesma característica para efeito de planejamento. É importante que os centros de trabalho possuam a mesma eficiência e disponibilidade de horas.

- **Produtos**: A agregação dos produtos em famílias segundo características comuns de produção e demanda facilita o planejamento e diminui a variabilidade do processo.

- **Pessoas**: Segundo o autor essa dimensão pode ser utilizada em empresas com uso intensivo de mão de obra. Consiste em formar centros de trabalho com operários de capacidade e habilidade semelhantes.

É importante ressaltar que o planejamento da produção se encaixa num contexto maior. Conforme SANTORO (2006) o processo de planejamento da organização pode ser dividido em três níveis segundo a hierarquia apresentada na figura 2.3



.

Figura 2.3 - Hierarquia de planejamento (Santoro 2006)

O modelo proposto mostra que quanto maior o horizonte de planejamento, menor deve ser o grau de detalhe do plano. Todas as etapas contemplam também um período de replanejamento que garante ao plano uma flexibilidade para absorver mudanças no cenário. Por fim, nota-se que o foco do presente trabalho ocupa o nível tático e o nível de detalhe é caracterizado pela agregação da produção.

O planejamento agregado, segundo BUFFA (1979), é o processo de consolidar os dados de diferentes produtos, recursos e força de trabalho de forma a simplificar o planejamento. O autor ressalta que deve ser utilizado um denominador comum adequado para que os dados consolidados continuem representativos.

Finalmente, CORREA *et al.* (1997) sugere que as decisões que envolvem altos investimentos demandam um horizonte de planejamento mais longo e ficam

mais expostas às incertezas das previsões. Logo, a agregação dos dados deve ser utilizada como base para tais tomadas de decisão.

2.4 Ciclo S&OP

O ciclo de *Sales and Operations Planning (S&OP)* é uma ferramenta gerencial recente que se propõe a estabelecer um vínculo mais estreito entre o planejamento estratégico da empresa e as decisões operacionais. Segundo a APICS (2006), a dinâmica de S&OP consiste em desdobrar o plano estratégico da organização para o nível operacional, conciliando os interesses das diversas áreas da empresa como marketing, comercial, engenharia, suprimentos entre outras.

ARNOLD (1999) salienta que enquanto o plano estratégico é revisado anualmente, o planejamento de vendas e operações possui um processo dinâmico em que os planos da empresa são atualizados em uma base regular, geralmente com freqüência mensal. A figura 2.4 mostra em que posição da hierarquia de planejamento o S&OP é aplicado, conforme adaptação de CORREA *et al* (1997).

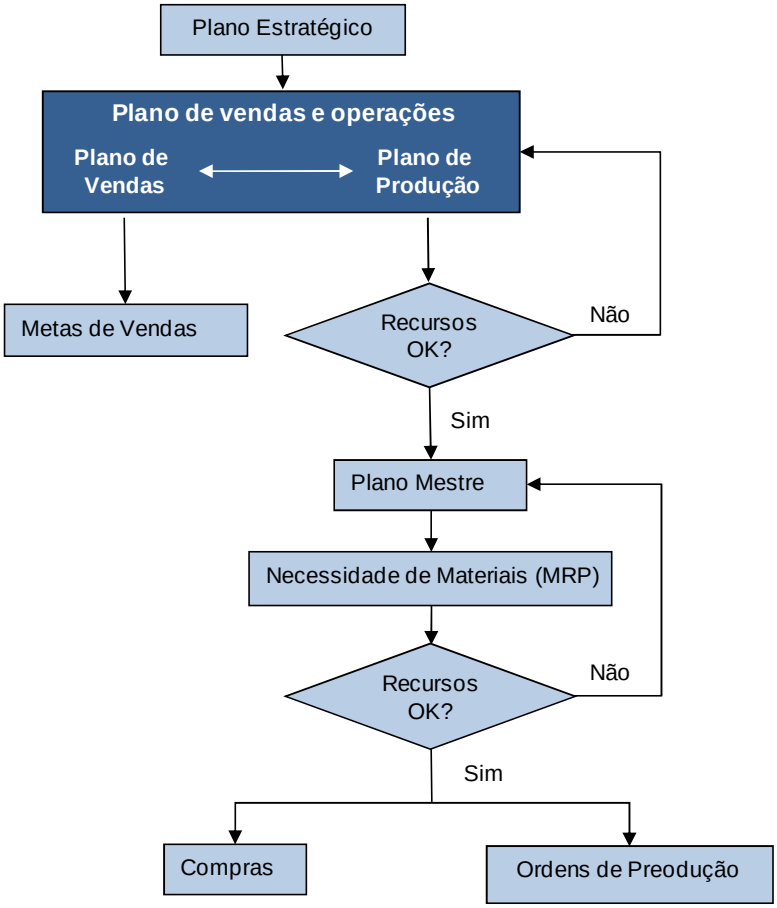


Figura 2.4 - Desagregação do Planejamento Estratégico

O ciclo de planejamento no S&OP é realizado mensalmente e possui um horizonte de planejamento longo o bastante para viabilizar ações como mudanças de capacidade produtiva ou aquisições de novos recursos. Segundo WALLACE (2002), o planejamento tático deve abordar apenas volumes agregados de produção e postergar a decisão de escolha do mix para a rotina de planejamento mestre da produção (MPS). Essa agregação pode ocorrer tanto segundo a lógica comercial quanto conforme critérios de manufatura, mas deve existir uma relação lógica entre os dois métodos de forma que as áreas possam se comunicar facilmente. Conforme CORREA *et al* (1997) a rotina do S&OP dividi-se em cinco macro processos como explicitado na figura 2.5 e descrito a seguir.

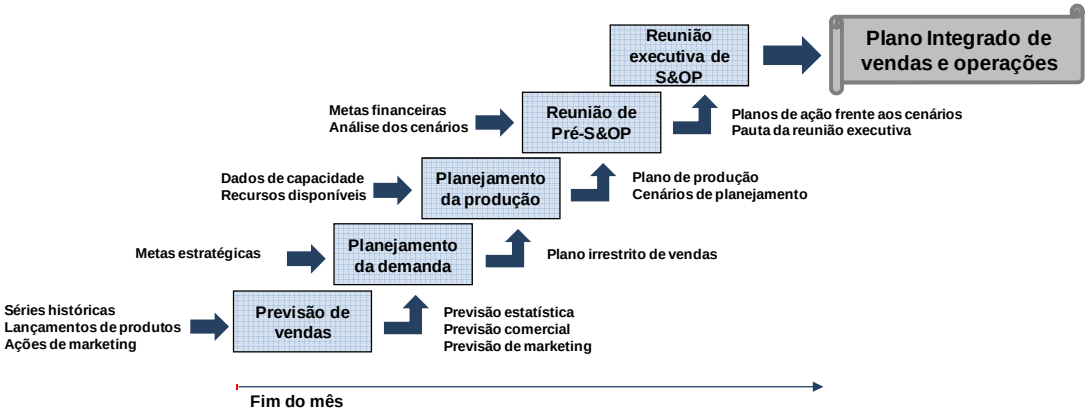


Figura 2.5 - Dinâmica de S&OP, adaptado de CORREA *et al* (1997)

Previsão de Vendas: Nessa etapa são coletados os dados históricos de vendas e consolidadas as previsões fornecidas tanto pela área comercial quanto pelo departamento de marketing. O autor observa que o volume de vendas passado não representa a demanda real pelo produto, mostra apenas quanto a empresa conseguiu fornecer ao mercado. Todos os dados devem ser coletados conforme a agregação por famílias.

Planejamento da Demanda: Feita em conjunto com a área comercial e de marketing, determina quais famílias serão priorizadas bem como quais clientes serão alvo de ações de vendas. O planejamento da demanda estabelece o volume de vendas que a empresa pretende atingir mas não considera as limitações da capacidade produtiva. O principal *output* dessa etapa é o plano de vendas irrestrito.

Planejamento de Operações: O plano de vendas gerado na etapa anterior é confrontado com as capacidades dos principais recursos da empresa para conferir sua viabilidade. Entram nessa análise tanto recursos produtivos da empresa quanto materiais adquiridos externamente.Segundo CORREA *et al* (1997), nessa etapa ocorre a otimização do plano, tema central desse projeto, em que a produção é alocada nos centros produtivos de forma que maximize o retorno para a empresa. Também são gerados cenários acompanhados de análises de sensibilidade para avaliar o impacto de mudanças no contexto da produção. O principal *output* dessa fase é o plano de atendimento.

Reunião de Pré S&OP: Esse é o momento em que as decisões são tomadas para cada família de produto. Participam da reunião os gerentes das áreas

envolvidas que discutem e abordam tópicos de suas áreas. Os *outputs* dessa fase são os cenários com os respectivos retornos financeiros, a agenda para a reunião final e as recomendações de cada área.

Reunião Executiva de S&OP: A última etapa do processo serve para a validação das decisões anteriores pela alta gerência e para a solução de pontos em que não houve consenso. Após essa reunião, a diretoria executiva deve anunciar o plano de vendas e de operações da empresa para o horizonte de planejamento e cada área deve possuir um plano de ações para atingir as metas estabelecidas.

2.5 Gestão e previsão de demanda

Segundo, CORREA *et al.*(1997) a gestão da demanda é a ferramenta pela qual as áreas de marketing e vendas inserem as informações de mercado no processo de planejamento. Essa ferramenta contempla as atividades de previsão de demanda, cadastramento de pedidos, promessa de entrega, serviço ao cliente entre outras atividades que envolvam contato com o cliente. O autor define cinco pré-requisitos que caracterizam uma gestão eficaz da demanda:

Habilidade para prever a demanda: A empresa deve ser capaz de antecipar ações de seus consumidores. O autor defende a importância de manter dados históricos de vendas bem como eventos que possam ter distorcido o comportamento dos dados.

Canal de comunicação com o mercado: As áreas em contato com o cliente devem garantir um fluxo contínuo de informações dos clientes e do mercado para a empresa. O canal de comunicação com o mercado garante mais responsividade para a companhia.

Poder de influência sobre a demanda: Além de prever a demanda, a empresa deve ser capaz de influenciar o comportamento de compra do consumidor. Como já exposto nas estratégias de produção, o poder de influenciar a demanda garante níveis ótimos de produção e minimiza os gastos com estoques.

Habilidade de prometer prazos: Toda a cadeia logística é conduzida pela data acordada entre o comercial e o cliente. Assim, a habilidade de prometer prazos factíveis e alinhados com os interesses da empresa é fundamental para uma boa gestão da demanda.

Habilidade de priorização e alocação: Em situações de restrição de capacidade, cabe à equipe de gestão da demanda definir quais clientes serão atendidos e quais ordens ficaram em atraso.

2.5.1 Previsão da demanda

Segundo HANKE *et al* (1998) os métodos de previsão de demanda podem ser classificados tomando como base o uso de séries históricas ou o uso de julgamento humano. Conforme essa classificação, os métodos quantitativos são os que manipulam dados históricos sob a premissa de que o passado é uma boa indicação do comportamento futuro. Já os métodos qualitativos são construídos a partir de opiniões e julgamentos, principalmente quando não há dados históricos ou quando existem fatores críticos que possam distorcer os dados, MAKRIDAKIS *et al* (1998).

Para BALLOU (2001), os métodos qualitativos são mais indicados para previsões com horizontes de médio e longo prazo. Segundo o autor os principais métodos qualitativos são:

- **Método Delphi:** Processo iterativo no qual um grupo de especialistas no setor é interrogado por uma seqüência de questionários. As respostas são então utilizadas para a confecção de uma nova seqüência de perguntas. Para o bom funcionamento do método, é importante que todos tenham acesso às mesmas informações para a previsão.

- **Painel de Consenso:** Parte da premissa que um conjunto de especialistas consegue chegar numa previsão mais acurada do que previsões individuais. Também entra no método a opinião de executivos da empresa.

- **Analogia Histórica:** Método utilizado para produtos em fase de introdução no mercado. Por não disporem de dados históricos, a demanda de tais produtos é comparada à demanda de itens similares, às vezes dentro da própria família.

Segundo MAKRIDAKIS *et al* (1998), os métodos quantitativos de previsão descrevem o comportamento da demanda através de modelos matemáticos. Para a aplicação desses modelos é necessário que haja disponibilidade de dados históricos, que os dados disponíveis sejam confiáveis e que possa ser assumido que alguns aspectos do passado continuarão no futuro. Dentre os vários modelos disponíveis o autor destaca:

- **Modelo de médias:** O modelo de média pode ser calculado como a média aritmética simples de todos os dados da série, ou pode ser definida como uma média móvel dos *k* últimos dados da série, sendo *k* igual um intervalo pré-definido. HANKE *et al* (1998) defende que o modelo de médias é mais aplicável para demandas estáveis, pois ele retarda as tendências e a sazonalidade dos dados, principalmente no caso do modelo de médias simples.

- **Modelos de suavização exponencial:** Ao contrário do modelo de médias, a suavização exponencial pondera o peso dos dados de forma diferente. Através desses modelos é possível atribuir maior peso aos dados mais recentes, de forma que a previsão responda mais rapidamente às mudanças na curva.

- **Modelos de Regressão:** Para BALLOU (2001) os modelos de regressão são métodos causais que partem da premissa que a variável de previsão pode ser explicada através de outras variáveis relacionadas. Segundo o autor, o maior obstáculo para o uso desses modelos é a dificuldade de encontrar as variáveis verdadeiramente causais.

2.5.2 Medidas de erro

É importante que a previsão tenha um erro associado a ela. Para MAKRIDAKIS *et al* (1998), o erro pode ser definido como a diferença entre o previsto e o que foi observado. Alguns dos principais indicadores de erros são:

Desvio Médio Absoluto (MAD): $\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left|Y_k - F_k\right|$

Em que Y_k e F_k são respectivamente o valor observado e a previsão. Segundo a APICS (2006), o MAD representa o desvio médio observado entre a demanda e sua previsão.

Desvio Médio Percentual (MPD): $\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{Y_k - F_k}{Y_k}\right)$

Em que Y_k e F_k são respectivamente o valor observado e a previsão. Essa medida de erro informa a magnitude do valor previsto com o observado na prática. Um ponto fraco do modelo é a impossibilidade de calculá-lo quando um dado é nulo.

Desvio Absoluto Percentual Médio (MAPE): $\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left|\frac{Y_k - F_k}{Y_k}\right|$

Em que Y_k e F_k são respectivamente o valor observado e a previsão. Esse desvio representa melhor a aderência da previsão porque a somatória dos valores negativos e positivos em módulo não se anula. Entretanto também não pode ser calculado caso algum dado seja nulo.

2.6 Planejamento Mestre da Produção (MPS)

O Plano Mestre de Produção é a desagregação do plano agregado para o nível de SKU. Esse processo permite que os volumes individuais de produção de cada produto dentro da família possam ser definidos, sendo o ponto de partida para a programação e controle da operação. O plano mestre (MPS) irá alimentar o planejamento de materiais (MRP) e a programação diária da produção. Para

ARNOLD (1999) é função do MRP garantir que os materiais necessários ao cumprimento do MPS estarão disponíveis na data e na quantidade adequadas.

Segundo CORREA *et al* (1997), as alterações dentro do MPS devem ser rigorosamente controladas porque pode já ter ocorrido comprometimento de capacidade ou mesmo ordens de compra lançadas segundo o plano. O autor sugere a definição de processos que permitam levantar o impacto financeiro que tais alterações trarão para a empresa.

Os métodos disponíveis para a desagregação do plano de produção costumam levar em consideração algum histórico de produção ou de venda dos SKU`s que compõe a família. HAX; CANDEA (1984) propõe um modelo matemático para equacionar o problema que se baseia na participação histórica de cada produto nas vendas da família.

ARNOLD (1999) sugere que o processo de MPS consiste na junção das necessidades brutas (pedidos em carteiras e previsão) com o estoque de segurança desejado para o item, deduzindo-se as entregas programadas para o período. Segundo o autor o MPS é a base para que a área comercial possa prometer datas de entrega para os clientes.

3 Processo atual de elaboração do plano de produção

Para desenhar uma ferramenta que auxilie a empresa no planejamento tático de sua operação, faz-se necessário entender o processo produtivo em questão e também os processos administrativos que suportam o planejamento atual. Esse capítulo descreve as etapas da linha de frango *Griller* com seus principais produtos e sub-produtos. O fluxograma da linha de operação apresentado é representativo de qualquer planta da empresa, visto que os processos são os mesmos.

Ao fim serão detalhadas as atividades do ciclo atual de planejamento, desde a coleta das previsões de venda até o monitoramento do Plano Mestre de Produção elaborado. O capítulo termina com um fluxograma das atividades atuais.

3.1 Processo Produtivo

O processo produtivo da cadeia de aves inicia-se na granja antes da coleta do frango. O animal deve permanecer em jejum de oito a doze horas antes de entrar na linha de abate. Esse procedimento evita que ocorra contaminação da carne durante a evisceração e garante que não haja alimentos na moela do animal.

Atualmente o abate das linhas em estudo distribui-se em 3 plantas localizadas em Rio Verde (GO), Videira (SC) e Carambeí (PR). A matéria prima é o frango fêmea leve, com faixa de peso entre 1400g a 1500g. O fluxograma da figura 3.1 mostra o processo produtivo desde o recebimento do frango até o túnel de congelamento onde são separados os produtos finais da linha, frangos inteiros, miúdos e cortes de frango.

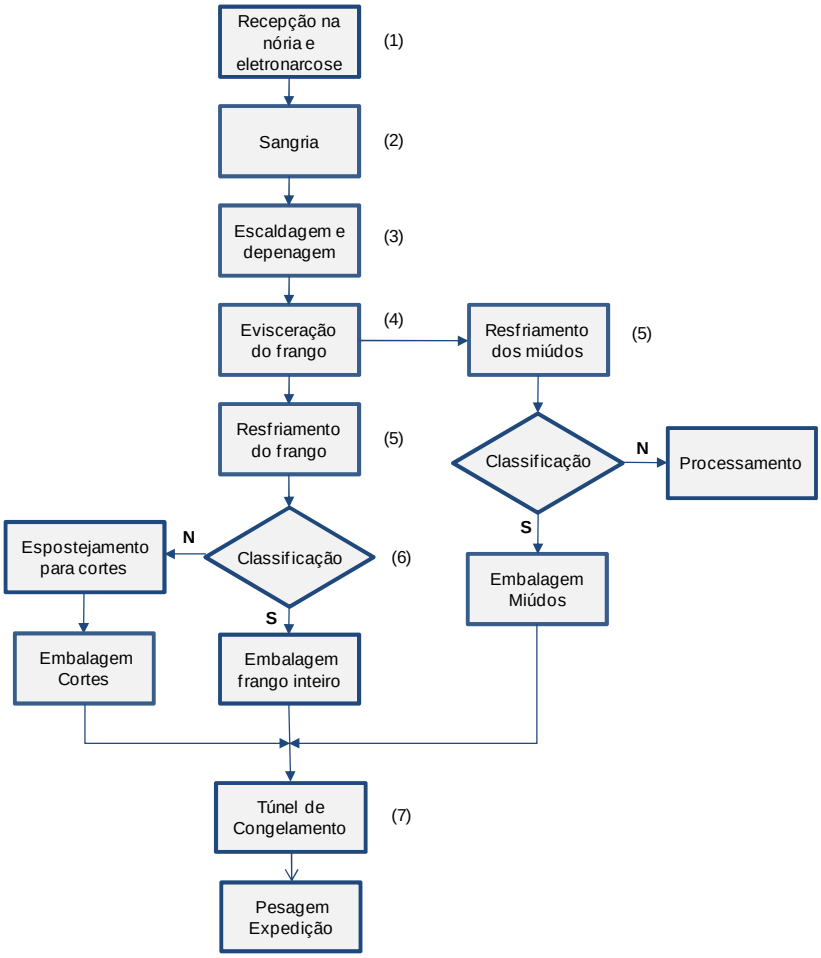


Figura 3.1 - Processo de produção da linha de frangos inteiros

O processo inicia-se com o recebimento do frango vivo dos aviários. Este é então pendurado na nória e entra na linha. A primeira etapa do abate é a eletronarcose (1), processo pelo qual o frango é imerso em água quente e recebe um choque elétrico para atordoá-lo. A eletronarcose minimiza o sofrimento do animal e evita a liberação de hormônios que endurecem a carne.

Em seguida o frango entra na etapa de sangria (2) em que um corte é feito no pescoço perfurando a artéria principal. O tempo de sangria dura em média três minutos mas pode ser acelerado por bombeamento cardíaco.

Figura 3.2 - Eletronarcose e sangria

O frango já abatido passa então pelo tanque de escaldagem (3) aonde é imerso por três minutos em água com temperatura de 52^0C para facilitar a retirada das penas. A depenagem é feita por máquinas com escovas flexíveis de borracha que atritam com a pele do animal. A depenadeira deve ser ajustada para o tamanho de cada lote, sendo comum a carcaça sofrer lesões durante o processo. O trabalho de depenagem é finalizado por um funcionário que retira as penas que permanecerem na carcaça.

Em seguida o frango entra na sala de evisceração (4). Inicialmente as aves são lavadas em chuveiros de aspersão, em seguida realiza-se o corte da cloaca e a abertura do abdômen. As vísceras são expostas e examinadas para verificação de contaminação. Nessa etapa retiram-se os miúdos: coração, moela e fígado.

Figura 3.3 - Depenagem e evisceração

Tanto a carcaça quanto os miúdos passam por um processo de resfriamento antes de serem manuseados pelos operários. Eles são imersos numa seqüência de tanques de água (5) com temperaturas diferentes por dezessete minutos até retornarem a 36ºC graus. O tempo que a carcaça permanece imersa é determinante para definir a porcentagem de água no produto final do processo, dado importante visto que há limite legal de 8% do peso da carcaça.

A próxima etapa é a classificação (6) tanto da carcaça quanto dos miúdos. Se a carcaça for bem formada sem nenhuma deformação ou dano visível, é encaminhada para a linha de frangos inteiros e vira *Griller*. Se for desclassificada, entra para a linha de espostejamento onde é cortada em asa, coxa, dorso, perna e peito.

Figura 3.4 - Linha de cortes e de frangos inteiros

O processo termina com a embalagem dos produtos a vácuo e a passagem pelo túnel de congelamento (7). Os produtos finais da linha são cortes congelados em bandejas, pacotes de miúdos selecionados e frangos inteiros *Griller* congelados.

Um ponto importante no processo produtivo é a necessidade de mão de obra especializada. Os cortes no frango e a classificação visual das carcaças exigem profissionais treinados e experientes. A escassez desses profissionais faz a empresa adotar uma política de manter o quadro atual de funcionários mesmo em períodos de menor atividade. Essa particularidade será melhor explicada no capítulo 4.

3.2 O planejamento atual da produção

A empresa adota uma estratégia de produção mista com aspectos da política de produção constante e da gestão de demanda, de acordo com os conceitos defendidos por SLACK *et al.* (2002). Tal estratégia de produção parte da premissa da empresa de absorver toda a oferta de aves disponível para abate e de operar com altos níveis de ocupação de linha. A gestão de demanda fica então responsável por garantir a distribuição adequada do volume produzido e do mix de SKU`s gerados para os mercados demandantes.

A hierarquia de planejamento vigente na empresa está representada na figura 3.5 nos níveis estratégico, tático e operacional. O grau de agregação utilizado no nível estratégico é o de linha de produtos, enquanto que no nível tático e operacional trabalha-se com o produto acabado. A Gestão de Demanda controla a execução do plano orçamentário e o desdobra para o Plano Mestre da Produção. O MPS é a base para o cálculo das necessidades feito pelo MRP. A figura 3.6 mostra os horizontes de cada nível da hierarquia de planejamento.

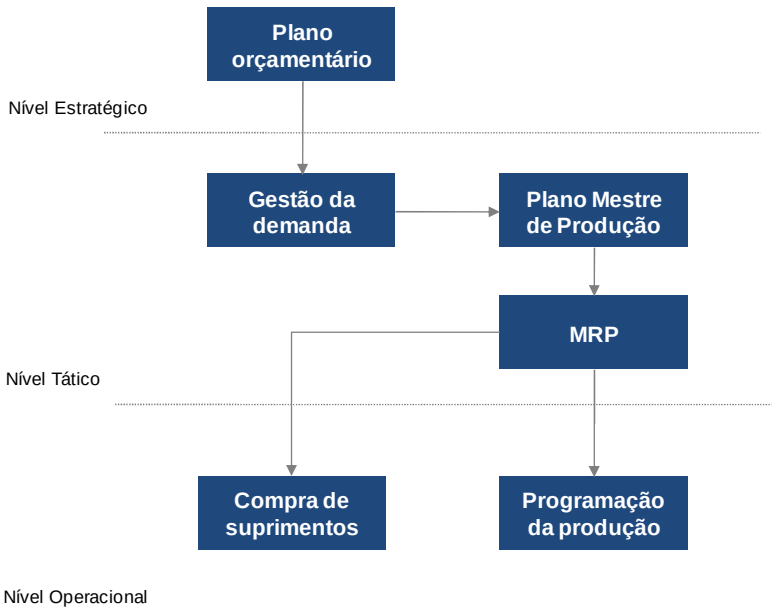


Figura 3.5 - Hierarquia de planejamento atual

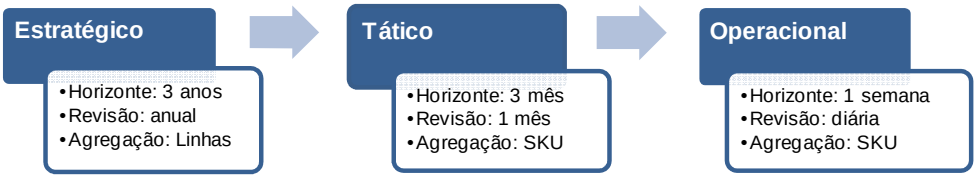


Figura 3.6 - Horizontes de planejamento

Todas as atividades de planejamento compreendidas no nível tático estão agrupadas numa gerência única com o organograma exposto na figura 1.4. As atividades ligadas à elaboração do Plano Mestre de Produção migraram recentemente da Gerência de Operações Industriais para o Planejamento Integrado mas não houve uma melhora nos processos que suportavam o plano.

Os *inputs* do MPS compreendem basicamente cinco áreas: dados de capacidade de centros produtivos, previsões de demanda, políticas de estoque, oferta de insumos que representa a disponibilidade de frangos para o abate e por fim as diretrizes estratégicas fornecidas pela equipe de Gestão de Demanda.

A seguir serão detalhados os processos de previsão de demanda e de oferta de insumos, os dois dados mais importantes para o planejamento. Os demais *inputs* do plano serão abordados em seguida.

3.2.1 Previsão da demanda

A previsão da demanda é feita na empresa pelo Método do Consenso. A equipe de Gestão de Demanda coleta uma estimativa de vendas junto com a área comercial e junto com a área de marketing. Essas previsões são feitas no nível do produto acabado, por filial de venda, por canal de distribuição e por semana num horizonte de quatro meses. A filial de vendas é definida como a região atendida, enquanto que o canal de distribuição é a forma pela qual a venda ocorre. Hoje a empresa possui dois grandes canais de distribuição, a venda de campo que atende o pequeno varejista e a venda direta que fornece para as grandes redes de varejo.

A equipe de Gestão de demanda mantém vínculo estreito com as áreas comerciais e de marketing, participando ativamente no lançamento de novos produtos e no suporte à estratégia comercial. Atualmente o objetivo da empresa é melhorar o mix de produtos vendidos, com foco no aumento da participação de

produtos industrializados em detrimento dos produtos *in natura*. A equipe de Gestão de Demanda detém o melhor acervo sobre informações de mercado, com registro de eventos relevantes que afetaram a demanda no passado.

A previsão da área comercial inicia-se pela distribuição de planilhas para todos os representantes de vendas. Essas planilhas são preenchidas por cada representante para todos os produtos que ele possui na carteira e retornam para a equipe de Gestão da Demanda. Por fim, os números são apresentados para os gerentes responsáveis que confirmam os valores ou alteram conforme as estratégias específicas para cada produto ou região. A figura 3.7 retrata as atividades desenvolvidas e as áreas envolvidas.

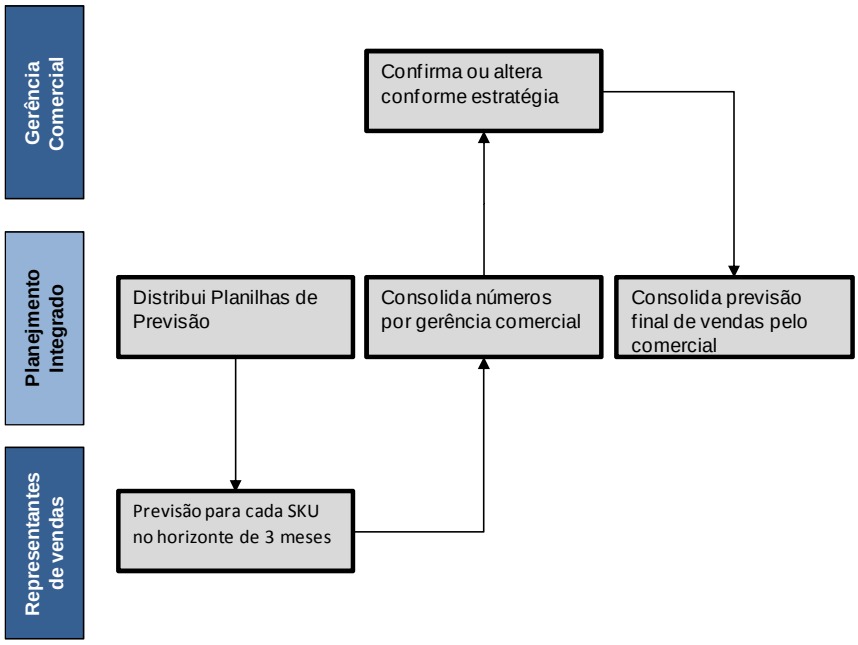


Figura 3.7 - Previsão de vendas pela área comercial

A área de marketing também participa do processo de previsão mas não fornece um número fechado para cada produto, cabendo a ela estimar o impacto das campanhas publicitárias nos produtos que estão sob ação da área. O marketing também fornece informações importantes sobre o ciclo de vida dos produtos, além de participar ativamente na previsão de itens recém lançados.

Além das previsões comerciais e do marketing, elabora-se uma previsão estatística baseada na média móvel dos últimos três meses com ajustes manuais

para corrigir a sazonalidade. A tabela 3.1 apresenta as principais fraquezas das fontes de previsão.

Tabela 3.1 - Principais fraquezas das fontes de previsão

Principais Deficiências das Previsões		
Comercial	**Marketing**	**Estatístico**
Não há cobrança pela qualidade da previsão	Não há cobrança pela qualidade da previsão	Utiliza o mesmo modelo para todas as linhas
Confusão entre previsão e meta de vendas	Não mensura o efeito de ações comerciais nem do ciclo de vida dos produtos	Modelo de médias móveis retarda tendências de aumento ou declínio
Tendência de subestimar as vendas	Tendência de superestimar as vendas	Registra-se apenas dados de vendas realizadas, não o que foi demandado.

Essas três previsões são então reunidas e analisadas pela equipe de Gestão de Demanda juntamente com as gerências de marketing e comercial. A discussão ocorre para todas as linhas de produto e o resultado final é um número acordado entre todas as equipes. Nessa etapa também é analisado o plano orçamentário para o ano, sendo discutidas as estratégias da empresa para os mercados.

Na terceira semana de cada mês é feito um estudo sobre a aderência das previsões realizadas para o mês anterior. Utiliza-se o indicador MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) para auferir a qualidade das previsões e o resultado é analisado para cada uma das parciais fornecidas pelo comercial e pela análise estatística.

3.2.2 Oferta de insumos

A oferta de insumos é entendida no contexto da empresa como a oferta de aves para o abate. A cadeia de aves vivas inicia-se com o depósito dos ovos nos aviários de cada complexo produtor. Os aviários pertencem a agricultores cooperados e a empresa é responsável por toda a assistência técnica e pelo fornecimento da ração. Cada cooperado repassa diariamente para a empresa a quantidade de ração requerida, de ovos e a evolução do peso de cada lote.

Em cada planta existe a equipe de PCP (planejamento e controle da produção) de aves responsável por acompanhar os lotes depositados em cada aviário e coordenar a coleta dos frangos vivos. Todo o monitoramento é feito com base nas informações fornecidas pelos cooperados e a coleta segue critérios de forma que cada aviário seja visitado duas vezes por semana e que o volume coletado possua o mix de faixas de peso correto para a produção.

O PCP de aves também é responsável por informar à equipe de planejamento a previsão de aves para o abate em cada semana e por faixa de peso no horizonte de três meses. Não existe um acompanhamento estatístico sobre a aderência dessa previsão em relação à escala real de abate, o que compromete o processo de planejamento da produção. Outro ponto importante é a quantidade de faixas disponíveis ao PCP para imputar a oferta, ou seja, quais valores de peso médio do lote de frangos estão disponíveis no ERP. A figura 3.8 mostra o abate de frango leve em Rio Verde no dia oito de agosto e a divisão por peso médio de lote.

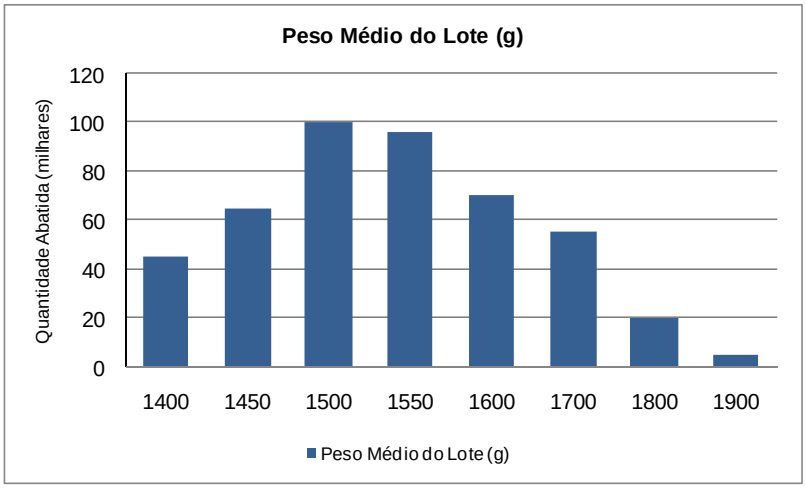


Figura 3.8 - Abate de Frangos em Rio Verde (GO)

A empresa trabalha atualmente com a premissa de abater toda a oferta de aves disponibilizada por seus cooperados. Dessa forma a empresa garante o vínculo com o avicultor e dificulta o crescimento de empresas concorrentes. Essa premissa será detalhada no capítulo 4.

Os demais inputs do plano de produção são os dados de capacidade, a política de estoques e as diretrizes estratégicas.

- **Recursos Produtivos**

Os dados de capacidade são cadastrados e mantidos pela equipe de Planejamento Avançado dentro da gerência de Planejamento Integrado. As capacidades e as taxas de consumo foram definidas por um estudo estatístico realizado em 2002 em duas unidades, com os resultados adotados por todas as demais fábricas. Não foi feito nenhum estudo para avaliar se havia diferença estatística entre os frangos criados nas diferentes regiões. Os dados de capacidade compreendem todos os recursos da planta, sem distinção entre recursos gargalo e recursos ociosos. A equipe de planejamento não dispõe de dados sobre tempos de *set-up* de máquinas. As paradas para manutenção e visitas sanitárias são fornecidas por todas as unidades produtivas.

- **Política de Estoque**

A empresa atende seus consumidores a partir de estoques, sendo fundamental para a manutenção do nível de serviço. Atualmente o estoque é definido pela diretoria de logística e é baseado em dias de cobertura de vendas. Assim, o cálculo do volume necessário de estoque de segurança é feito dividindo a previsão de vendas pelos dias de faturamento do mês atual, conforme fórmula abaixo.

$$Est.Seg = Política\ de\ cobertura * \frac{Previsão\ de\ vendas}{dias\ de\ faturamento}$$

Esse cálculo é feito para todos os produtos e os dias de cobertura são divulgados para a empresa por meio do ERP. A política de estoques é revisada a cada três meses pela Gerência de Logística.

- **Diretrizes Estratégicas**

O modelo empregado pela empresa no planejamento da produção também leva em consideração as diretrizes estratégicas feitas no plano orçamentário. Atualmente o plano orçamentário é refletido nos processos de gestão de demanda, com priorização de mercados ou de canais de distribuição. Entretanto, na prática ocorre pouca interferência das diretrizes estratégicas no desenvolvimento das atividades de planejamento.

3.2.3 Fluxo de atividades

O processo de elaboração do Plano Mestre de Produção na empresa está representado no fluxograma da figura 3.9. A figura expõe o tempo de execução e a área responsável por cada atividade dentro do ciclo de planejamento.

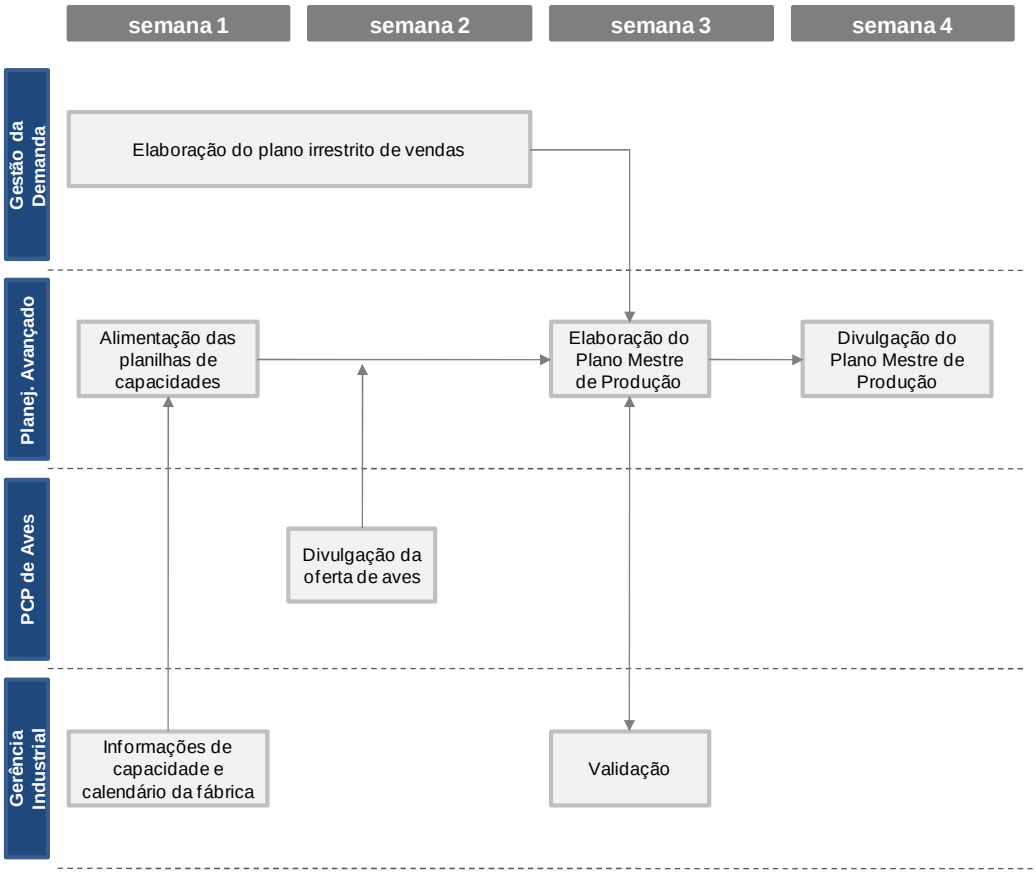


Figura 3.9 - Fluxograma do processo de planejamento da produção

O Plano Mestre de Produção é divulgado na quarta semana do mês e contempla os próximos três meses, no nível de produto acabado. Entretanto, na prática a atividade de planejamento acaba prejudicada porque a equipe dedica boa parte do tempo para resolver problemas relacionados à operação industrial. Como discutido no capítulo 1, o volume de alterações no plano de vendas implica em reprogramações constantes no plano de produção, sobrecarregando a equipe de Planejamento Avançado e causando estoques desnecessários na cadeia.

3.3 Diagnóstico

O problema identificado na empresa é a falta de ferramentas e metodologias que suportem o planejamento tático de médio prazo. Analisando a hierarquia de planejamento da figura 3.5 observa-se que o planejamento nesse nível ocorre de forma desagregada por SKU já no Plano Mestre de Produção. Esse nível desnecessário de detalhe prejudica a qualidade das previsões, o que leva a alterações constantes no Plano Mestre de Produção.

Esse desalinhamento entre vendas e produção compromete a qualidade do MPS. Dessa forma, o cálculo de necessidades feito pelo MRP acaba distorcido, gerando ordens inadequadas de compra de suprimentos e de produção. A conseqüência é o aumento do capital empatado nos estoques e a perda de vendas por falta de produtos no mix adequado.

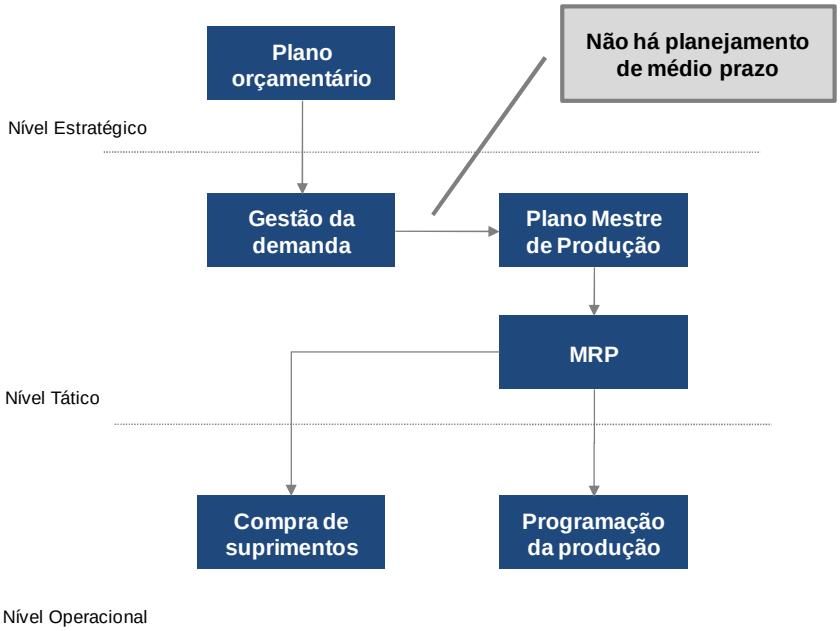


Figura 3.10 – Diagnóstico do problema

4 Planejamento tático da produção

A proposta desse trabalho é desenvolver uma ferramenta quantitativa para suportar o planejamento tático da empresa, baseado nas teorias levantadas no capítulo 2 e no ciclo de planejamento adotado pela organização descrito no capítulo 3. O modelo será implementado juntamente com a metodologia de S&OP, propondo a elaboração de um Plano de Produção agregado no nível de famílias e de semanas para um horizonte de quatro meses.

O trabalho também contemplará um modelo de desagregação do plano tático para o Plano Mestre da Produção, já no nível de SKU, para que possam ser calculadas as necessidades de suprimentos e as ordens de produção. A elaboração do MPS será abordada no capítulo 5.

A solução desenvolvida também permitirá que a empresa utilize melhor a ferramenta ERP que dispões hoje, podendo importar os dados para o modelo e exportar o resultado para o banco de dados da empresa, garantindo que todos da empresa acompanhem e visualizem o Plano de Produção.

Para melhor entender as características do processo de planejamento que será modelado, deve-se retomar algumas premissas da empresa:

- A empresa pratica uma política de abater toda a oferta de frango disponível independente das condições de mercado. Essa prática objetiva garantir o *market-share* da empresa e evitar que seus avicultores parceiros possam vender a produção para algum concorrente. Quando ocorre da oferta de aves ser superior à capacidade instalada da empresa, ela sub-contrata o serviço de abate e processa essa matéria prima.
- A empresa é dependente de mão de obra especializada. A desossa do frango exige um grande volume de funcionários com alta destreza manual e experiência para realizar cortes precisos na velocidade que a linha demanda. Dessa forma a empresa evita flutuações no seu quadro de funcionários, ou seja, a força de trabalho é constante dentro do horizonte de planejamento tático. Entretanto há a possibilidade de contratação de horas extras até um limite determinado pela gerência.

- A empresa trabalha com estoques de segurança aplicados para todos os produtos com maior venda, situados na primeira parte da curva ABC. Esses níveis de estoque são determinados pela gerência e sofrem revisão trimestral. Não existem restrições significativas de armazenagem nos centros de distribuição da empresa e quando isso ocorre a empresa dispões de câmaras frias em centros de distribuição terceirizados.

Após a concepção do modelo será realizada uma validação junto aos responsáveis pelo processo e a ferramenta será então empregada em paralelo com a operação para que possa ser calibrada com dados reais. Importante ressaltar que a participação dos usuários é fundamental também no desenvolvimento da solução para aproximar a modelagem dos problemas reais e também criar um vínculo entre o futuro usuário e a ferramenta.

O problema será tratado por meio de equações lineares. Para a escolha do *software* utilizado, levou-se em consideração a facilidade de manuseio e de manutenção dos dados, visto que os usuários finais do programa serão os funcionários que hoje conduzem a operação. Dessa forma, optou-se pelo *software What's Best* pela facilidade de instalação e por possuir a interface do Excel, programa padrão nas atividades da empresa.

4.1 Modelagem conceitual

O modelo de otimização sugerido terá como função objetivo maximizar a margem de contribuição da empresa. Essa margem corresponde ao montante que a empresa dispõe para pagar seus custos fixos e sua noção é bem aceita e difundida dentro da companhia. Para o cálculo da margem de contribuição soma-se a receita total obtida nas vendas e retiram-se os custos variáveis que incorreram no processo produtivo, como compra de materiais, transporte, estoque e contratação de horas extras.

No modelo, o custo da mão de obra já contratada não é tratado como custo variável e portanto não será computado na função objetivo. Essa particularidade está alinhada com a visão da empresa de manter o quadro atual de funcionários mesmo a custa de certa ociosidade. Entretanto, o custo das horas extras

contratadas será computado caso o modelo julgue necessário exceder o limite de produção atual.

A solução proposta neste estudo contempla as atividades de planejamento para um período de quatro meses. O primeiro mês desse período é congelado para o planejamento agregado da produção, sendo discutido sob a lógica de desagregação do Plano Mestre de Produção (MPS). Já os três meses restantes formam o horizonte do Plano de Produção agregado, foco desse capítulo. Esse horizonte foi definido de tal forma que cobrisse o *lead time* cumulativo do processo produtivo, ou seja, a gerência terá tempo hábil para tomar ações que possam ajustar níveis de produção ou de estoques dentro do período de planejamento.

O período de revisão do plano será mensal e ocorrerá dentro do ciclo de planejamento de vendas e operações. A figura 4.1 mostra o horizonte de planejamento com suas agregações. O período congelado representa o horizonte de desagregação do plano e será abordado no capítulo 5. O fato do primeiro período do Plano de Produção iniciar após o período congelado implica em maior variabilidade visto que os estoques iniciais serão previsões.

Figura 4.1 - Horizonte de planejamento

As modificações feitas no plano de produção dentro do período congelado ocorrem segundo a lógica de criação do Plano Mestre de Produção com a desagregação do nível de famílias para o nível de produtos acabados.

Conforme detalhado no capítulo 2, o Plano de Produção no nível tático deve ser elaborado de forma agregada para que as decisões de maior escopo possam ser tomadas de forma ágil e sem detalhes desnecessários. Dessa forma os dados serão agregados conforme características de manufatura e comerciais, seguindo as diretrizes abaixo:

- Os produtos agrupados deverão passar pelos mesmos recursos produtivos e consumir uma quantidade similar dos recursos. Essa restrição garante que a análise de capacidade de produção seja feita de forma coerente e sem distorções.
- Os produtos deverão ter características de sazonalidade parecidas para que não haja inconsistência no planejamento da produção. A ocorrência de picos de vendas descasados dentro da família compromete também a qualidade do plano de vendas elaborado.
- Todos os produtos agrupados na família devem ser significativos do ponto de vista produtivo e de vendas, ou seja, os volumes de cada produto final não devem apresentar grandes variações dentro da família.

Após análise dos dados disponíveis sobre a empresa, decidiu-se agrupar os produtos em treze famílias conforme tabela 4.1. Esse número de famílias garantem o consumo do frango como um todo.

Tabela 4.1 - Famílias de produtos utilizados no modelo

FAMÍLIA	EXEMPLOS DE PRODUTOS
FRANGO GRILLER 850G ME	GRILLER 800G CONG HALAL KUWAIT
FRANGO GRILLER 900G ME	GRILLER 900G CONG BOREL EGITO
FRANGO GRILLER 950G ME	GRILLER 950G CONG SPRING P.ARAB
FRANGO GRILLER 1000G ME	GRILLER 1000G CONG PERDIX N.CALED
FRANGO GRILLER 1050G ME	GRILLER 1050G CONG BOREL ARABES
FRANGO GRILLER 1100G ME	FRANGO GRILLER 1100G CONG PERDIX KUWAIT
FRANGO GRILLER 1200G ME	FRANGO GRILLER 1200G CONG BORELLA EGITO
PEITO	PEITO S/OPFC MET CONG 140G/UP BL EU
PERNA	COXA SOB SO CP FGO CONG 20-25G PERD JAP
ASA	ASA 2A JTA FGO CONG 40G/UP 1KGPERDIX CIN
DORSO	DORSO SOB SO CP FGO CONG 20-25G PERD JAP
MIUDOS	MOELA FGO CONG VEG BL 15KG PERD FRANCA
CMS	CARNE MECANICAMENTE SEPARADA

Para o cálculo da capacidade de cada recurso foi atribuída uma produtividade às famílias de produtos. Essa produtividade é dada pela taxa de geração do SKU por hora de consumo do recurso. Para o modelo desenvolvido essa taxa foi assumida como constante durante o horizonte de planejamento. Essa simplificação é aderente à realidade visto que as plantas em análise estão em operação há mais de cinco anos e seus funcionários já superaram a curva de aprendizado.

4.2 Análise dos dados

O modelo matemático trabalha com dois tipos básicos de informações, os dados cadastrais e os dados de entrada. Os dados cadastrais correspondem às informações de cadastro dos produtos e dos processos, ou seja, não apresentam mudança significativa no decorrer do período de planejamento. Já os dados de entrada são informações referentes aos parâmetros iniciais fornecidos para o modelo, como a demanda e a oferta de aves para o abate.

Tabela 4.2 – Dados e parâmetros do modelo

Dados Cadastrais	Dados de Entrada
Cadastro de produtos	Oferta de aves
Capacidade produtiva	Demanda independente
Cadastro de recursos	Estoque inicial
Árvore de processos	
Curva de abate	
Listas técnicas	
Cadastro de CD`s	

Dentre os dados citados na tabela, dois merecem atenção especial para o entendimento do modelo matemático, a árvore de processos e a curva de abate. A seguir tem-se a explicação dessas entidades.

- **A árvore de processos**

O dado mais crítico para a modelagem da cadeia de carnes é a árvore de processos. Essa entidade relaciona os produtos finais com os animais vivos segundo uma porcentagem de aproveitamento e uma relação de geração de produtos compulsórios. A figura 4.2 mostra uma árvore de processos desenhada para o frango fêmea leve de Rio Verde.

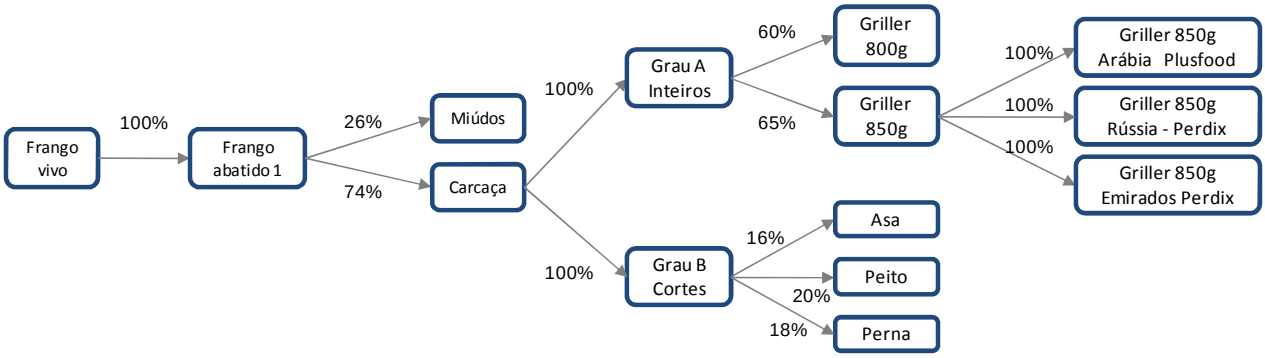


Figura 4.2 - Árvore de processos para o frango vivo de Rio Verde

A árvore de processos começa do lote de frango vivo que possui um peso médio. Esse frango é abatido com um rendimento de 100% sendo decomposto em miúdos e carcaça. Até esse momento os rendimentos eram levantados em relação

ao animal vivo, passando agora a referirem ao peso da carcaça. Na etapa posterior ocorre a seleção das carcaças de melhor conformação física que seguirão para linha de inteiros e das carcaças danificadas que seguem para a linha de cortes.

Observa-se que para o frango inteiro existe a possibilidade de gerar duas famílias distintas aplicando rendimentos diferentes à carcaça grau A. Esse mecanismo permite otimizar o uso da matéria prima para a geração de produtos mais rentáveis.

Os rendimentos utilizados no modelo matemático são baseados em estudos estatísticos realizados pela empresa em 2002.

- **A curva de abate**

Conforme exposto no capítulo 3, o PCP de aves é responsável pela informação do peso médio do lote de frango que entra na linha de abate de cada unidade produtora. Esse dado possui uma grande variabilidade dentro de cada lote, ou seja, não podemos atribuir o peso médio a todo o lote e utilizar isso como dado de entrada na árvore de processos, sob pena de comprometer todo o plano de produção.

A solução encontrada pela empresa para esse problema foi a determinação de uma curva de abates que desagrega o lote em diversas faixas de peso segundo uma curva estatística. Essa curva foi levantada no estudo matemático realizado em 2002 e está representada para o lote de 1,4 quilos na figura 4.3. A adoção desse procedimento permite um planejamento mais próximo da realidade, o que é fundamental numa cadeia que origina tantos produtos compulsórios como a de carne.

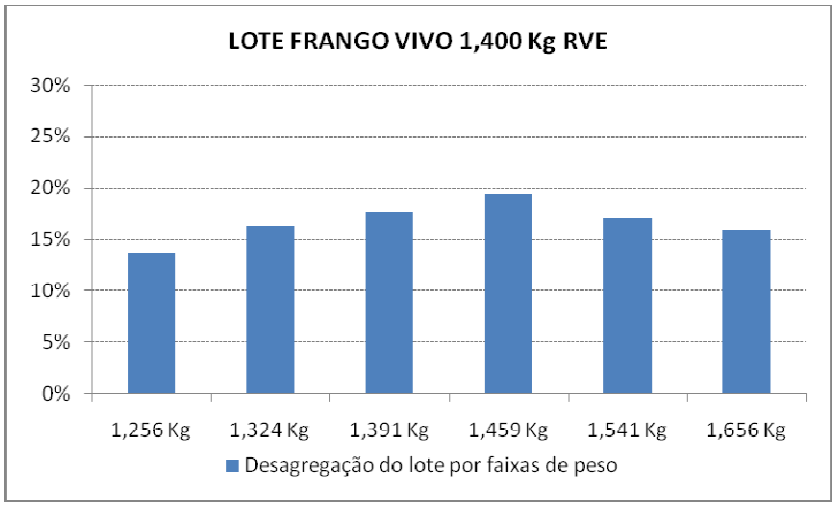


Figura 4.3 - Desagregação do lote por faixa de peso

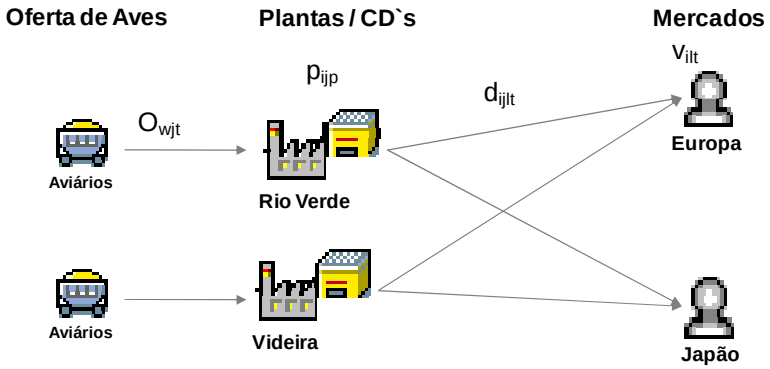
4.3 Apresentação do modelo matemático

Como já abordado, a solução proposta foi modelada para maximizar a margem de contribuição da empresa. Para o cálculo dos custos variáveis foram considerados os custos de transporte, de estocagem, de compra de materiais e o custo da contratação de horas extras. Os custos com mão de obra no turno normal foram desconsiderados por não variarem conforme a produção, dada a política da empresa.

Ainda sobre o cálculo da margem, temos que os custos e receitas unitárias foram considerados constantes dentro do horizonte de planejamento. Qualquer ação de marketing ou de vendas que possa impactar nas receitas ou mesmo alguma ação que possa interferir nos custos deverá ser abordada durante o ciclo de planejamento para ajustes nos dados de entrada do modelo.

Por fim, o volume de produção e de vendas será definido em quilos, em concordância com a estrutura que existe hoje na empresa. A forma como os parâmetros de entrada serão fornecidos ao modelo está descrita mais adiante no capítulo.

O modelo será detalhado a seguir.



Índices:

i = família de produtos	i = 1,...,7
w = faixa de peso do frango abatido	w = 1,...,6
j = fábrica	j = 1,2
l = mercado atendido	l = 1,2
t = período	t = 1,2,3

Parâmetros:

$Prev_{ilt}$ = previsão de demanda da família i no mercado l e no período t (Kg)

V_{il} = receita unitária da família i no mercado l (R$/Kg)

C_{ij} = custo unitário da família i na planta j (R$/Kg)

D_{jl} = custo de transporte da planta j para o mercado l (R$/kg)

O_{wjt} = volume de frango abatido na faixa de peso w na planta j e no período t (Kg)

Seg_{ijt} = estoque de segurança da família i na planta j e no período t (Kg)

S_{ij} = custo de estocagem da família i em j (R$/Kg)

Hn_{jt} = Horas normais já contratadas de mão de obra no período t (h)

Hex_{jt} = custo da contratação de mão de obra extra no período t (R$/h)

$Prod_{ij}$ = produtividade de cada família por planta (Kg/h)

K_i = constante utilizada para definir a porcentagem de cada corte em relação à carcaça. Somente para as famílias de corte.

α = limite máximo de contratação de horas extras (porcentagem do valor total de horas normais)

Variáveis de decisão:

p_{ijt} = volume total produzido da família i na planta j e no período t (Kg)

x_{ijt} = volume da família i produzido com rendimento padrão na planta j e no período t (Kg)

y_{ijt} = volume da família i produzido com rendimento inferior na planta j e no período t (Kg)

v_{ilt} = volume vendido da família i no mercado l e no período t (Kg)

d_{ijlt} = volume da família i distribuída para o mercado l a partir da planta j no período t (Kg)

s_{ijt} = quantidade da família i estocada em j no período t (Kg)

hex_{jt} = quantidade de horas extras contratadas na planta j no período t (h)

Função Objetivo:

Max Margem = Receita – Custos Variáveis

$$MAX \sum_{t=1}^{p}\sum_{l=1}^{o}\sum_{i=1}^{m} v_{ilt}.V_{il} - \sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} p_{ijt}.C_{ij} - \sum_{t=1}^{p}\sum_{l=1}^{o}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} d_{ijlt}.D_{jl}$$

receita total — custo de produção — custo de transporte

$$- \sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} s_{ijt}.S_{ij} - \sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} hex_{jt}.Hex_{jt} \qquad (4.0)$$

custo de estocagem — horas extras

Restrições:

Balanço de oferta de matéria prima (O_{wjt}) para frangos inteiros e possibilidade de gerar produção a partir do rendimento padrão (X_{ijt}) de 65% ou inferior (Y_{ijt}) de 60%.

$$O_{wjt} = x_{ijt} + y_{i+1\,jt} \qquad \forall jtw$$
$$p_{ijt} = 0{,}65 * x_{ijt} + 0{,}60 * y_{ijt} \qquad i = 1,2,..,7 \qquad (4.1)$$

Balanço de oferta de matéria prima (O_{wjt}) para cortes. Rendimento fixo.

$$O_{wjt} = x_{ijt} \qquad \forall jtw$$
$$p_{ijt} = 0{,}65 * K_i * x_{ijt} \qquad i = 8,9,..,13 \qquad (4.2)$$

Equilíbrio de estoque ao final do período.

$$s_{ijt} = s_{ijt-1} + p_{ijt} - \sum_{l=1}^{o} d_{ijlt} \qquad \forall ijt \qquad (4.3)$$

Igualdade entre distribuição e vendas.

$$\sum_{j=1}^{n} d_{ijlt} = v_{ilt} \qquad \forall ilt \qquad (4.4)$$

Limitação de vendas pela previsão.

$$v_{ilt} \leq \Pr ev_{ilt} \qquad \forall ilt \qquad (4.5)$$

Restrição de estoque de segurança ao final do período.

$$s_{ijt} \geq Seg_{ijt} \qquad \forall ijt \qquad (4.6)$$

Limitação da distribuição pelo estoque e produção

$$\sum_{l=1}^{o} d_{ijlt} \leq s_{ijt-1} + p_{ijt} \qquad \forall ijt \qquad (4.7)$$

Restrição de capacidade produtiva com horas normais e extras.

$$\sum_{i=1}^{m} \frac{p_{ijt}}{\Pr od_{ij}} \leq Hn_{jt} + hex_{jt} \qquad \forall jt \qquad (4.8)$$

Limite de contratação de horas extra.

$$hex_{jt} \leq \alpha . Hn_{jt} \qquad \forall jt \qquad (4.9)$$

$p_{ijt}, y_{ijt}, x_{ijt}, v_{ilt}, d_{ijlt}, hex_{jt}, s_{ijt}$ não negativos

A função objetivo (4.0) visa maximizar o montante de recursos para financiar o custo fixo, conforme já detalhado. A função fornece a receita total obtida com as vendas ($\sum_{t=1}^{p}\sum_{l=1}^{o}\sum_{i}^{m} v_{ilt}.V_{il}$) subtraída dos seguintes custos variáveis: os custos de compra de material e embalagem ($\sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i}^{m} p_{ijt}.C_{ij}$), os custos incorridos no transporte dos produtos acabados para o porto ou centro de distribuição ($\sum_{t=1}^{p}\sum_{l=1}^{o}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} d_{ijlt}.D_{jl}$), os custos de estocagem desses produtos ($\sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} s_{ijt}.S_{ij}$) e por fim os custos com a contratação de horas extras ($\sum_{t=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} hex_{jt}.Hex_{jt}$).

A restrição (4.1) expressa um ponto fundamental no modelo matemático que é a possibilidade de originar famílias de frangos inteiros de faixas de peso diferentes

com a mesma carcaça aplicando rendimentos diferentes. Por exemplo pode-se fazer um *Griller* 800g a partir de uma carcaça de 1330g com rendimento de 65% ou pode-se fazer um Griller 750g a partir da mesma carcaça com um rendimento de 60% e portanto com ganho para o cliente. Assim, a variável x_{ijt} corresponde à produção da família i a partir do frango abatido padrão O_{wjt} e com rendimento padrão de 65% sob a carcaça. Já a variável y_{ijt} corresponde à produção da mesma família i porém a partir de um frango abatido de faixa superior , O_{i+1jt}, e portanto com rendimento inferior, 60%.

Essa técnica é comum no mercado já que a produção depende da curva de abate e a demanda não segue essa mesma proporção. A restrição (4.1) também garante a estratégia da empresa de abater toda a oferta agropecuária porque iguala a produção à oferta em cada faixa de peso. A figura 4.4 exemplifica as possibilidades de geração de diferentes SKU`s com o a mesma oferta.

Fx de peso da carcaça	Volume ofertado (Kg)	Famílias de frango Griller													
		0850G ME		0900G ME		0950G ME		1000G ME		1050G ME		1100G ME		1200G ME	
1,256 Kg	670	60%	670	65%	0										
1,324 Kg	1.148			60%	507	65%	641								
1,391 Kg	1.633					60%	1.633	65%	0						
1,459 Kg	1.790							60%	0	65%	1.790				
1,541 Kg	1.396									60%	1.396	65%	0		
1,656 Kg	1.060											60%	1.060	65%	0
		TOTAL	402		304		1.396		0		2.001		636		0

Figura 4.4 - Desagregação do lote por faixa de peso

Na figura acima, tem-se nas duas primeiras colunas as faixas de peso de carcaça e os volumes ofertados em cada uma. Tomando como exemplo a família de frango *Griller* 1050G, temos que 1.790 TO de sua produção foram obtidos a partir da carcaça de 1,459 Kg com rendimento padrão de 65%. Já os outros 1.396 TO de produção vieram da carcaça de 1,541 Kg com um rendimento inferior de 60%.

A equação (4.2) reflete o mesmo balanço entre produção e matéria prima, porém para as famílias de cortes. Nesse caso não há a possibilidade de gerar produtos diferentes a partir de carcaças distintas porque não há distinção de matéria-prima. Dessa forma temos apenas a variável x_{ijt} que corresponde à produção com o rendimento padrão de carcaça de 65%. Importante lembrar que a oferta de frango deve ser multiplicada pela porcentagem que cada corte representa

em relação à carcaça, ou seja, para o caso da asa temos que K_i é igual a 15%. Esse parâmetro é fixo e não varia no tempo nem nas plantas.

A equação (4.3) é o balanceamento de estoques que iguala o estoque ao final de cada período com o estoque final do período anterior, somado com a produção do período atual menos o que foi distribuído no período atual. A empresa opera com centros de distribuição que estão localizados perto das fábricas, de forma que o modelo considera o estoque físico com o mesmo índice usado para a fábrica.

A restrição (4.4) modela a distribuição dos produtos acabados. Essa variável mostra a origem do produto vendido, sendo fundamental para o cálculo do custo de transporte. A somatória de toda a distribuição de cada produto corresponde a sua venda no período t. A figura 4.5 mostra a distribuição da produção das fábricas de Rio Verde e Videira para o mercado do Japão no horizonte de três meses.

DISTRIBUIÇÃO PARA O JAPÃO						
Família	RIO VERDE			VIDEIRA		
	M1	**M2**	**M3**	**M1**	**M2**	**M3**
0850G ME	0	414	0	0	0	0
0900G ME	0	0	746	0	2.474	1.237
0950G ME	769	0	1.170	0	0	0
1000G ME	1.094	0	1.374	3.190	2.432	2.811
1050G ME	0	2.063	1.005	1.019	1.029	1.024
1100G ME	0	0	0	888	737	813
1200G ME	0	710	2.603	0	0	0
PEITO	1.285	0	1.827	0	1.628	1.197
PERNA	725	0	1.369	0	0	0
ASA	515	0	16	1.730	1.609	1.670
DORSO	0	807	2.503	2.661	2.344	2.503
MIUDOS	0	1.240	0	0	0	0
CMS	0	0	0	0	0	0

Figura 4.5 - Distribuição para o Japão dos CD`s de Rio Verde e Videira

A restrição (4.5) limita as vendas à previsão fornecida. Essa equação garante que o modelo não empurre a produção para os mercados mais rentáveis sem levar em consideração as limitações de cada mercado. Além disso, é comum haver limite de exportação para produtos de carne *in natura* para determinados países num sistema baseado em cotas. Quando isso ocorre, a equipe de Gestão da Demanda limita a previsão de vendas à cota estabelecida e isso garante que o plano de vendas sairá factível.

A equação (4.6) estabelece o estoque de segurança para as famílias de produtos. Esse estoque é calculado pela gerência de Logística levando em consideração a posição do produto na curva ABC, a sazonalidade do produto em cada região e as políticas de nível de serviço para cada família. Esse número é revisado trimestralmente, sendo divulgado para a gerência de Planejamento.

A restrição (4.7) gerencia a distribuição dos produtos juntamente com a restrição (4.5). Ela define que o volume distribuído para os mercados de um produto i numa planta j seja igual à soma da produção desse produto no período com o estoque já disponível no final do período anterior. Como já discutido, essa variável permite aferir o custo de transporte nas movimentações entre plantas e mercados.

A restrição (4.8) limita a soma da produção das famílias à disponibilidade do recurso produtivo. A produtividade é definida em Kg/h e é considerada fixa no horizonte de planejamento, variando apenas de uma planta para outra. A capacidade de cada planta é a soma das horas de trabalho já contratadas com as horas extras realizadas no período. Não há limite inferior na contratação de horas extras, ou seja, podem ser adquiridas conforme a necessidade e respeitam apenas o limite superior definido pela equação (4.9).

A restrição (4.9) limita a contratação de horas extra a um percentual do nível da jornada de trabalho atual. Esse mecanismo permite que as negociações feitas junto aos sindicatos para flexibilizar o horário sejam modeladas na equação.

4.4 Testes de consistência

Para a realização dos testes tomou-se como base um cenário padrão para os parâmetros do modelo. Esse cenário contempla as treze famílias em estudo no horizonte de quatro meses. Todos os números apresentados foram multiplicados por um fator aleatório para proteger os dados fornecidos pela empresa. Os nomes das famílias em estudo são genéricos e não apresentam vínculo com os produtos da empresa. Como o primeiro mês é congelado para o planejamento, os resultados dos testes serão apresentados para os três meses seguintes.

- **Atendimento do estoque de segurança:**

O primeiro teste realizado foi para o atendimento da política de estoques da empresa. Conforme detalhado no capítulo anterior, a empresa preza pelo nível de serviço que oferece e portanto exerce forte controle nos volumes de estoques. A grandeza medida foi a participação do estoque de segurança no estoque total da empresa, ou seja, se o modelo atende a política de estoque de segurança e aloca o estoque excedente nos locais de menor custo. Os resultados dos testes para as plantas de Rio Verde e Videira nos três meses em estudo encontram-se a seguir:

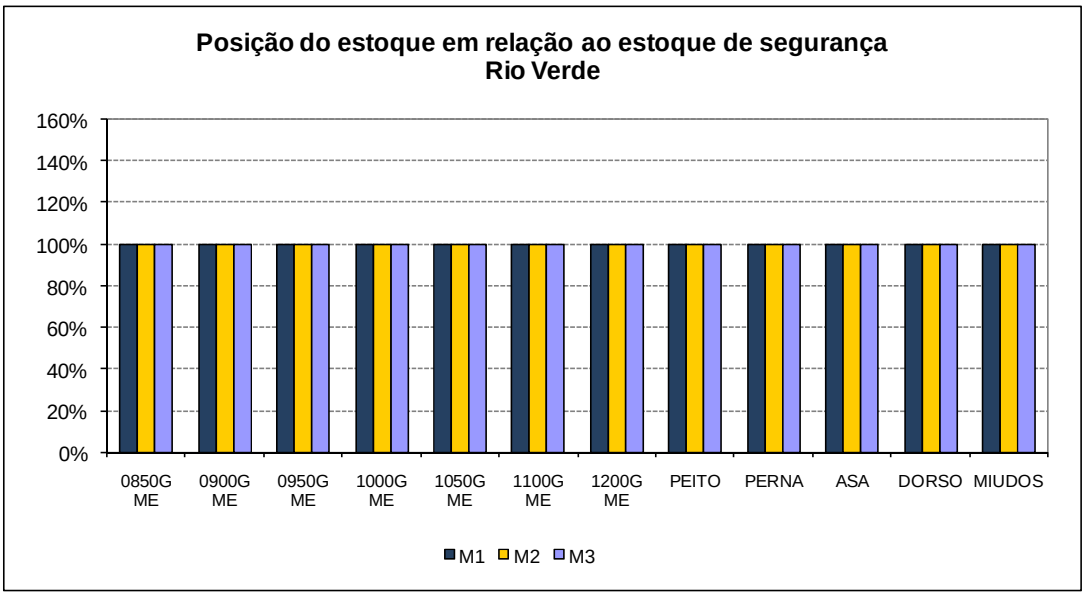


Figura 4.6 – Atendimento do estoque de segurança no CD de Rio Verde

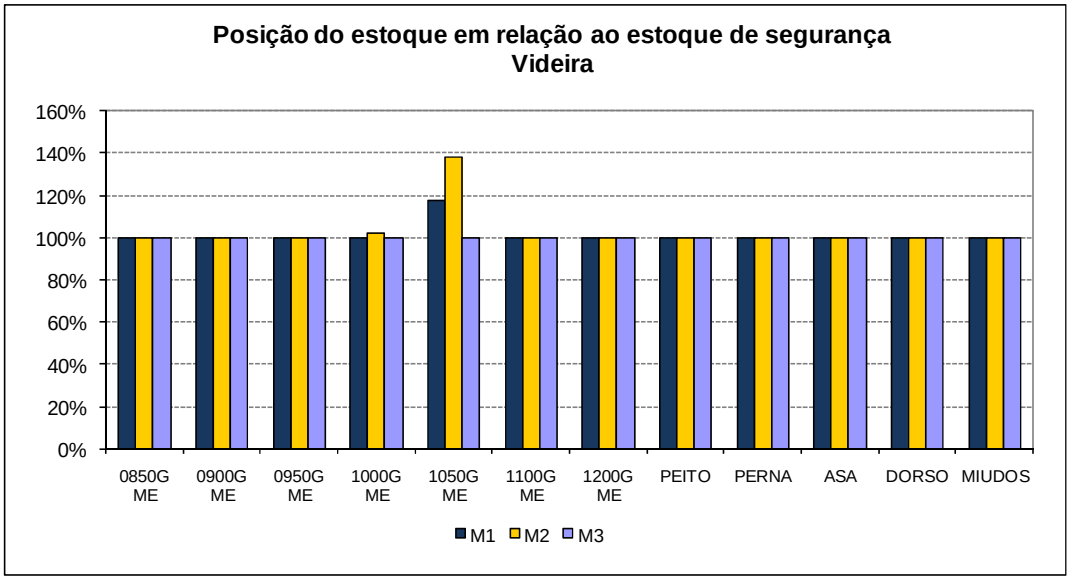


Figura 4.7 - Atendimento do estoque de segurança no CD de Videira

Analisando os gráficos conclui-se que o modelo atendeu a política de estoque de segurança da empresa para todas as famílias nos três meses em estudo. Observa-se também que o cenário apresentado possui demanda aquecida, visto que somente uma família apresentou estoques acima do mínimo de segurança. Isso ocorreu porque o produto *Griller* 1050G possui um pico de demanda no terceiro mês além de possuir uma contribuição marginal superior às dos produtos que competem pela mesma faixa de peso de carcaça. Com isso o modelo acumula estoque nos dois períodos iniciais para atender o volume demandado no último período.

É importante notar que o modelo concentrou o estoque excedente todo em Videira, comportamento coerente dado que essa planta possui custos menores de produção e estocagem, conforme tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Custo médio de produção e estoque

Custo médio (R$/tonelada)		
-	Produção	Estoque
Rio Vede	2810	844
Videira	2770	831

- **Consumo da oferta de aves:**

Outro teste fundamental para a validação do modelo é o atendimento à premissa da empresa de abater toda a oferta de aves disponível no mercado. Essa análise foi realizada confrontando o volume em toneladas de frango abatido com o volume total de produção, respeitando também os rendimentos médios estabelecidos na curva de abate. O resultado para as plantas de Rio Verde e Videira encontra-se na figura 4.8.

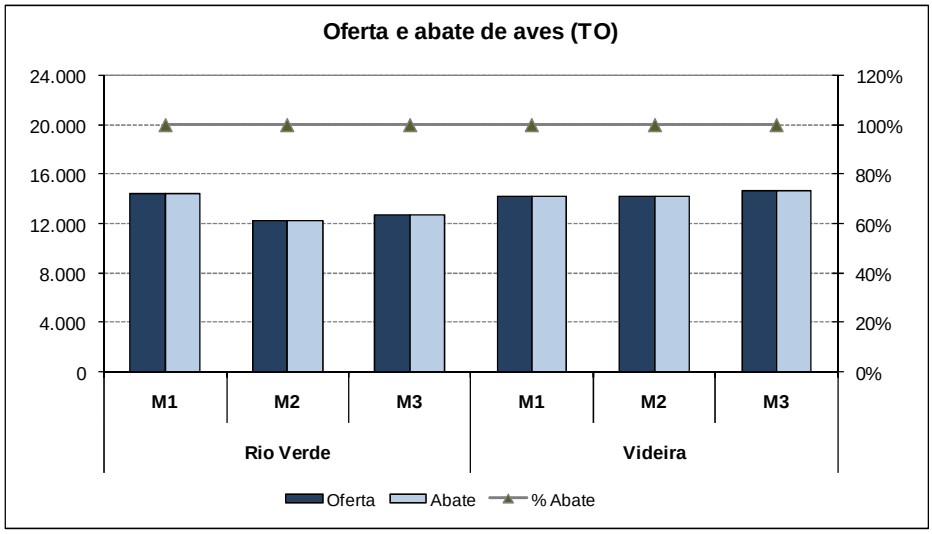


Figura 4.8 - Consumo da oferta de aves em Rio Verde e Videira

O modelo atendeu à premissa da empresa e transformou toda a oferta de aves em produtos acabados. Observa-se que os volumes de aves variam no decorrer do horizonte do planejamento, com ofertas menores nos meses M2 e M3 em Rio Verde.

- **Ponderação do custo de estocagem e de venda perdida:**

Por fim, testou-se o comportamento do modelo quando exposto a forte variação da demanda. O resultado esperado é que a ferramenta pondere o custo do estoque com a margem obtida para o produto de forma a definir o volume ideal de estoque para atender aos picos de demanda. O modelo proposto comportou-se como esperado e retornou uma solução adequada para o problema. A figura 4.9 mostra o resultado desse teste para a família de frango inteiro de 1050G. Observa-se um provisionamento de estoque durante os dois primeiros períodos para atender ao pico de demanda no último mês. A solução obtida consegue absorver a variação da demanda alterando pouco o nível de produção, algo desejado por diminuir os custos para fábrica.

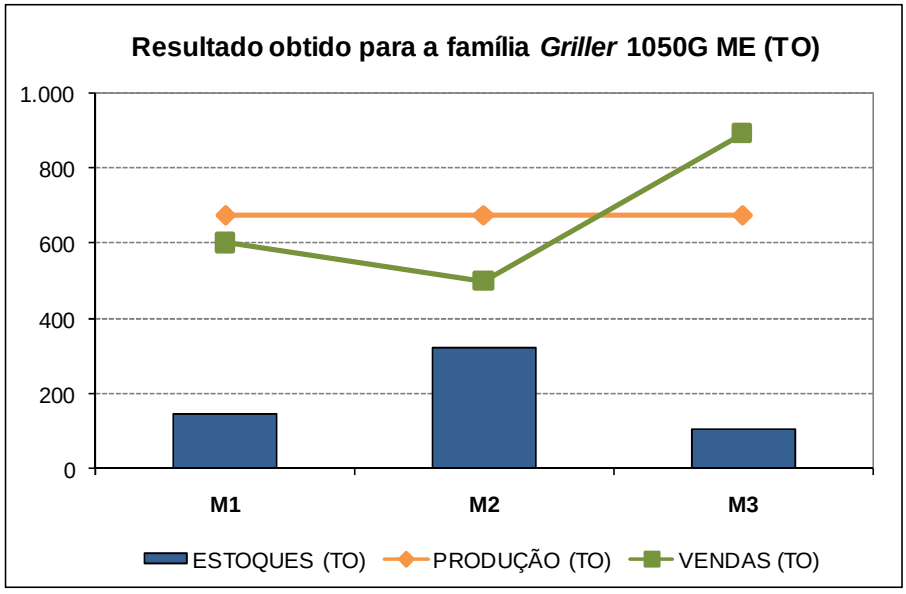


Figura 4.9 - Plano de produção total da família 1050G com forte variação de demanda

Os testes de consistência aplicados mostraram que o modelo atende às premissas básicas da empresa, como abater toda a oferta e seguir a política de estoque, além de ponderar corretamente o custo de estocagem com o atendimento da demanda.

4.5 Análise de sensibilidade

Uma vez validada a lógica do modelo, será feita uma análise de sensibilidade para avaliar o comportamento da função objetivo quando variam seus parâmetros. O cenário base adotado para essa etapa será o mesmo já utilizado para a análise de consistência do modelo, sendo que para o estoque inicial será adotado o estoque de segurança.

- **Comportamento do atendimento com variação de demanda**

A primeira análise feita contempla variações na demanda pelas famílias nos mercados em análise. A empresa tem se esforçado para posicionar seus produtos nos mercados que melhor remuneram, principalmente após a recente escalada de preços da carne. O teste será feito incrementando a demanda em porcentagens

iguais de 5% em relação ao cenário base e analisando o comportamento da margem de contribuição para o período de planejamento. Esse incremento ocorreu nas demandas dos dois mercados, Japão e Europa, para todas as famílias. A tabela 4.4 mostra o resultado da otimização para cinco iterações.

Tabela 4.4 - Incremento da margem com o aumento da demanda

Demanda	Margem	Aumento da Margem
Cenário Base	R$ 46.248	-
+ 5%	R$ 46.810	1,22%
+ 10%	R$ 47.349	1,15%
+ 15%	R$ 47.858	1,07%
+ 20%	R$ 48.344	1,02%
+ 25%	R$ 48.825	1,00%

Observa-se que a margem não cresce de forma proporcional ao aumento da demanda. Na tabela acima o aumento da margem refere-se ao período anterior, para melhor aferir sua taxa de crescimento. Pode-se afirmar de imediato que o nível de produção influencia pouco para esse comportamento, visto que a empresa já trabalha com a premissa de abater toda a oferta de aves independente da demanda.

Assim, devido à restrição que garante o abate da oferta de aves, o otimizador aumentou a margem de contribuição redirecionando os produtos para os mercados mais rentáveis, resultado desejado pela empresa. Isso ocorre porque os mercados com melhores preços não conseguiam absorver toda a oferta de produtos no cenário base, o que obrigava a empresa a vender seus produtos para mercados nem tão atraentes. Com os aumentos sucessivos nas demandas, o modelo conseguiu otimizar esse rateio e concentrar as vendas nos mercados com melhor preço. As figuras 4.10 e 4.11 mostram a divisão das vendas entre os mercados Japão e Europa para o cenário base e para o cenário com acréscimo de 25% na demanda respectivamente.

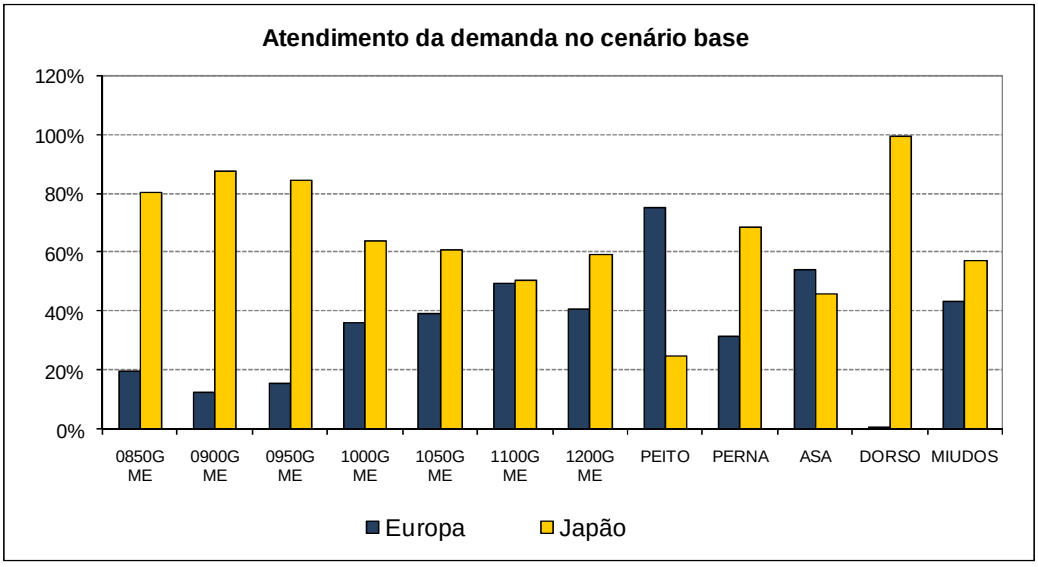


Figura 4.10 - Rateio entre os mercados no cenário base

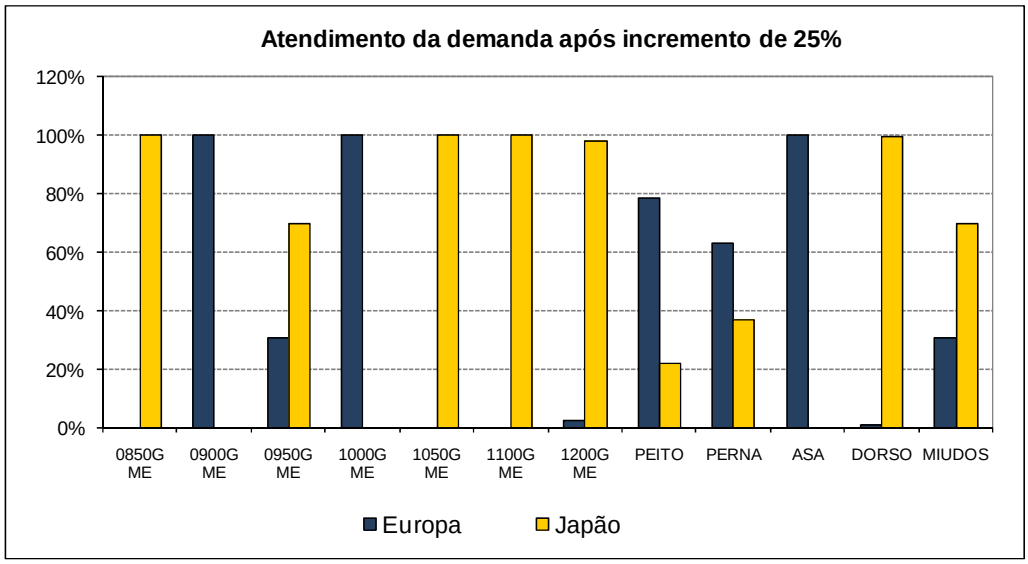


Figura 4.11 - Rateio entre os mercados após acréscimo na demanda

Observa-se pela análise das figuras que o modelo direcionou todas as famílias de produtos para os mercados mais atraentes respeitando a restrição que limita as vendas ao valor das previsões. De forma geral o mercado Japão apresenta melhores retornos para a maioria das famílias em estudo.

- **Análise de sensibilidade na oferta de aves**

Como abordado no capítulo 3, a oferta de aves para o abate é uma variável importante na cadeia de suprimentos da empresa. A política de abater toda a oferta independente da demanda garante o vínculo do avicultor com a empresa mas também faz a empresa incorrer em custos com a contratação de horas extras.

A partir disso, o modelo foi submetido a uma variação no volume de aves abatidas dentro do período de planejamento, resultando em uma análise semelhante à realizada anteriormente para a demanda. O cenário base adotado é o mesmo escolhido anteriormente e os incrementos aplicados à oferta variaram até o limite de 25%. O resultado obtido na análise encontra-se na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Incremento da margem com o aumento da oferta de aves

Oferta de aves	Margem	Aumento da Margem	Aumento dos custo com horas extras
Cenário Base	R$ 46.248	-	-
+ 5%	R$ 46.497	0,54%	23,7%
+ 10%	R$ 46.730	0,50%	18,7%
+ 15%	R$ 46.910	0,38%	15,9%
+ 20%	R$ 48.613	-0,63%	14,8%
Infactível	Infactível	Infactível	Infactível

O resultado mostra um fato desconhecido pela empresa, o aumento na oferta de aves abatida leva a um aumento na margem inferior ao obtido com o reposicionamento dos produtos nos mercados, vide Tabela 4.4. A empresa tem investido muito em expansão da capacidade produtiva com a construção de um grande complexo agroindustrial, ao passo que o resultado do modelo sugere que tal esforço deveria ser direcionado para a expansão da demanda nos mercados mais atraentes.

Observa-se que o ganho de margem inicia-se com um aumento de 0,54% mas se torna negativo quando a oferta atinge um aumento de 20%, volume já verificado anteriormente na empresa. O custo com a contratação de mão de obra aumenta de forma mais agressiva no início porque as linhas possuem capacidades diferentes e a contratação de horas extras é ativada á medida que a oferta supera essas capacidades. A magnitude do aumento desse custo converge para um valor

próximo dos 14%, momento em que todas as linhas estão operando com horas extras.

Outro ponto importante levantado pela simulação é o limite de oferta que a empresa suporta. O incremento de 25% na quantidade de aves ofertada inviabiliza a solução, visto que existe um limite para a contratação de horas extras, conforme equação do modelo. Esse fato mostra que a empresa encontra-se numa situação delicada quanto ao uso de sua capacidade, com risco de não conseguir abater a oferta de aves e ser obrigada a subcontratar capacidade produtiva.

5 MPS e implementação

O presente capítulo abordará a regra de desagregação para elaborar o Plano Mestre de Produção no nível de SKU, conforme exposto no capítulo 4. Também será abordado o redesenho das atividades de planejamento segundo aspectos do ciclo de S&OP. Na seqüencia desenvolve-se uma metodologia para a implementação do modelo matemático de forma a mitigar os riscos durante a transição das planilhas atuais para a ferramenta de planejamento proposta.

O capítulo termina com a validação do projeto pelos usuários finais. Nessa ocasião serão apresentadas as telas finais da ferramenta tanto para a entrada dos dados quanto para a análise dos planos gerados.

5.1 Elaboração do Plano Mestre de Produção

Para finalizar o processo de planejamento tático deve-se transformar o Plano de Produção agregado no Plano Mestre de Produção (MPS). Esse plano é feito no nível de SKU e no nível de dias. Nesse projeto optou-se por desagregar apenas as quatro primeiras semanas do plano agregado, visto que o conjunto de decisões necessárias para esse nível de planejamento não necessita de um horizonte maior.

A regra de desagregação das famílias baseia-se na política de estoque da empresa e na demanda prevista para cada SKU que a compõe. A premissa é ratear o volume de produção semanal de forma a atingir o final do período com o estoque mais balanceado possível. A figura 5.1 mostra a dinâmica da regra para cada período a ser desagregado. Para exemplificar o processo, tomou-se o plano agregado de vendas e operações da família de ASA como exemplo.

Figura 5.1- Regra de desagregação do plano de produção

O primeiro parâmetro recebido é o plano de produção, vendas e estoque para cada família nas quatro semanas do horizonte de desagregação. A tabela 5.1 mostra os parâmetros iniciais para a família de ASA.

Tabela 5.1 - Dados do Plano Agregado para a família ASA

Dias de faturamento	(A)	5
Produção (TO)	(B)	300
Vendas (TO)	(C)	250
Estoque final (TO)	(D)	150

Para decompor a demanda por família em seus respectivos SKU`s adotou-se a previsão de vendas fornecida pela área comercial. Dessa forma calcula-se a porcentagem de previsão de cada SKU dentro do montante da família e utiliza-se esse perfil para desagregar o Plano de Vendas. A adoção da previsão comercial em detrimento de médias históricas faz com que o modelo reaja mais rapidamente a mudanças no mercado.

Tabela 5.2 - Parâmetros de entrada para a desagregação

SKU`s	Estoque Inicial (TO)	% de previsão do SKU	Cobertura de estoque (dias)
	(E)	(F)	(G)
P1	45	35%	4
P2	30	15%	3
P3	25	20%	3
P4	35	30%	4
TOTAL	**135**	**100%**	**14**

O cálculo da necessidade de estoque é a diferença entre o estoque ideal para cada SKU no fim do período com base na política da empresa e o estoque inicial do produto. Para o cálculo do estoque ideal divide-se a demanda rateada pelo número de dias do período, obtendo-se a taxa de demanda diária para cada SKU. Por fim multiplica-se essa taxa pelo número de dias de cobertura definidos para o SKU para obter o estoque necessário ao fim do período, vide tabela 5.3.

A demanda líquida de cada SKU é a soma da demanda rateada calculada no segundo passo com a necessidade de estoque levantada no passo anterior. Essa demanda líquida de cada SKU fornece a porcentagem de desagregação do plano de produção.

O rateio do plano de produção é feito multiplicando-se o plano agregado pelo porcentual de demanda líquida de cada SKU dentro da família. Dessa forma obtém-se o MPS para o período. Essa dinâmica repete-se em todo o horizonte de desagregação.

Tabela 5.3 - Regra de criação do Plano Mestre de Produção (MPS)

SKU`s	Rateio da demanda (TO)	Estoque Ideal	Necessidade de Estoque	Demanda Líquida	% de rateio da produção	MPS
	(H) = (C)*(F)	(I) = (H)/(A)	(J) = (I) - (E)	(L) = (J) + (H)	(M) = (L) / ∑ (L)	(N) = (B) * (M)
P1	88	70	25	113	38%	113
P2	38	23	-8	30	10%	30
P3	50	30	5	55	18%	55
P4	75	60	25	100	34%	101
TOTAL	**250**	**183**	**48**	**298**	**100%**	**300**

Observa-se que a soma dos volumes de produção de cada SKU é igual ao volume sugerido pelo Plano de Produção para a família. Esse método garante o atendimento das metas de produção definidas no ciclo de S&OP e balanceia os estoques de acordo com a política da empresa.

5.2 Reestruturação do ciclo de planejamento

Verificou-se no capítulo 1 que a empresa não dispõe de uma metodologia que garanta o desdobramento das estratégias para o nível tático-operacional e que o

planejamento hoje se baseia muito na experiência das pessoas que o conduzem, algo arriscado para a empresa.

Assim, optou-se por redesenhar os processos do ciclo atual dentro da metodologia de S&OP (*Sales and Operations Planning*) para aumentar o fluxo de informação e atrair para a tomada de decisão as áreas de operações, planejamento e vendas. A ferramenta matemática desenvolvida no decorrer do trabalho terá papel fundamental no novo ciclo, otimizando os custos da cadeia e gerando cenários para serem discutidos na reunião de S&OP. A figura 5.2 apresenta o novo ciclo de planejamento proposto.

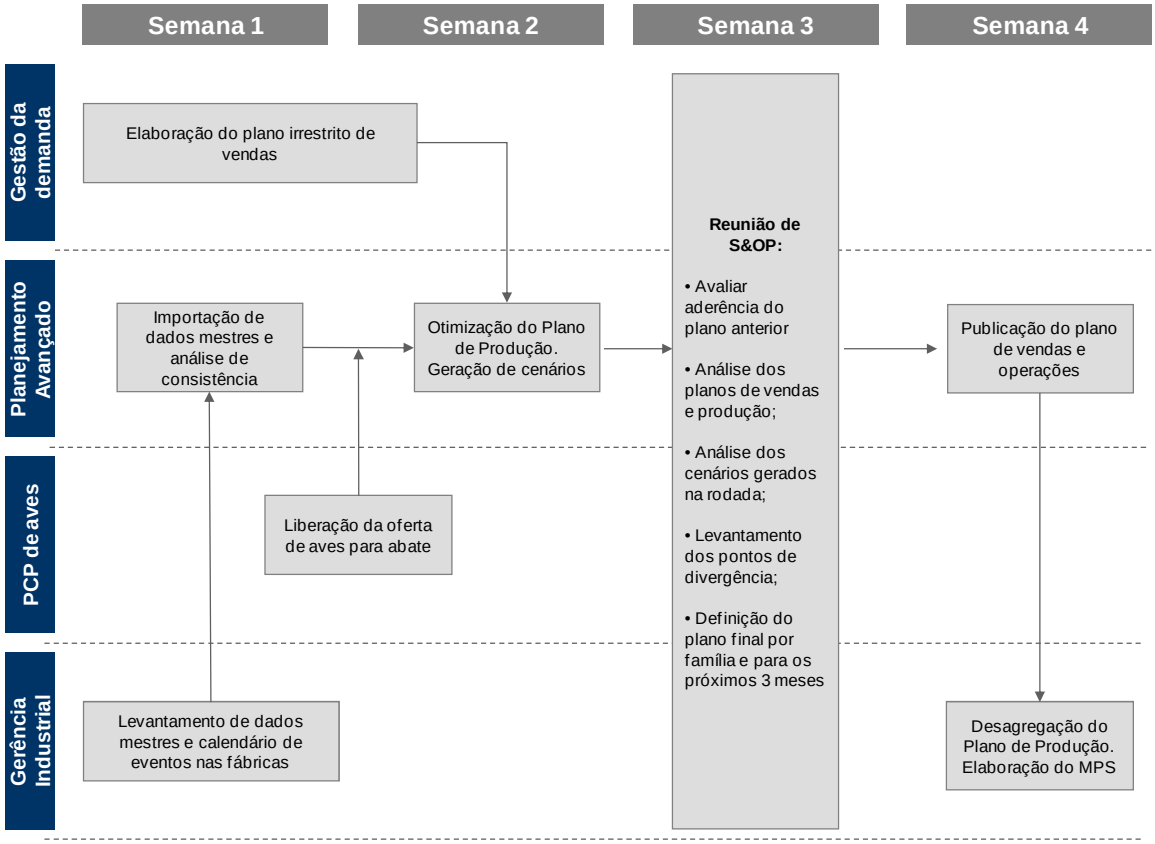


Figura 5.2 - Ciclo de planejamento tático proposto

O ciclo de planejamento proposto inicia-se com o levantamento dos dados mestres pela gerência de operações. Nessa etapa o ERP da empresa deverá ser alimentado com alterações de calendário das fábricas, eventos que possam impactar no planejamento, possíveis alterações de listas técnicas, etc. Todas essas

informações são importadas do ERP pela equipe de Planejamento Avançado que fica responsável pela condução do plano. Essa equipe realiza verificações de consistência para validar a qualidade dos dados, podendo relatar e corrigir qualquer erro.

Em paralelo a esse processo ocorre o levantamento das previsões de vendas. Optou-se por não alterar o método atual de coleta das previsões, descrito no capítulo 3, visto que já atendia às necessidades da empresa. Entretanto as previsões passam a ser feitas no nível de família e de semana durante o horizonte de três meses e as áreas passarão a ser cobradas por suas previsões. Nessa etapa são relatados possíveis lançamentos de novos produtos ou desativação de linhas existentes, informações cedidas pela área de marketing.

A oferta de aves para o abate continua sendo liberada ao término da primeira semana do mês inicial, segundo os mesmos processos atuais. Uma alteração proposta e bem aceita pela empresa é aumentar o número de faixas de peso para que o PCP de aves possa lançar sua oferta no ERP. Como observado na construção do modelo matemático, uma discretização maior das faixas de peso representa melhor a distribuição dessa grandeza dentro de cada lote de frangos.

Ao término da segunda semana do mês inicial tem-se a rodada de otimização feita a partir do modelo matemático. Os resultados dessa etapa são o Plano de Produção para cada família no horizonte de 4 meses e o plano de vendas no mesmo nível de detalhe. Um aspecto importante é a elaboração de cenários com a simulação de eventos que possam ocorrer durante esse período, como flutuações fortes na demanda ou na oferta de aves. Esses cenários serão apresentados na reunião de S&OP.

O próximo passo é a reunião executiva de S&OP com a presença da alta gerência de todas as áreas envolvidas. Nesse momento são analisados os planos e os cenários elaborados e são definidas ações para cada família de produtos, com cada área expondo suas dificuldades e questionamentos. A reunião é dirigida pelo gerente da área de Planejamento Integrado, havendo também uma avaliação dos indicadores de aderência do plano elaborado no último ciclo. Após a reunião o plano final de vendas e operações é divulgado para a empresa e as ações definidas na reunião são desdobradas para todas as áreas.

A última atividade no ciclo de planejamento proposto é a desagregação do Plano de Produção no MPS. A partir desse procedimento serão feitas as rodadas de cálculo de necessidade pelo MRP.

5.3 Implementação

Conforme discutido no capítulo três, os usuários do modelo são os analistas da área de Planejamento Integrado. A grande maioria desses profissionais trabalha há muito tempo na empresa e se sente confortável em elaborar o Plano Mestre de Produção com o auxílio das planilhas atuais. Dessa forma o processo de implementação deve garantir o envolvimento desses usuários e o atendimento de suas necessidades. As premissas básicas para a implementação são:

- O projeto de implementação deverá ter o apoio e o acompanhamento da gerência envolvida. Além disso é fundamental que os usuários finais do plano de produção, no caso a gerência de Planejamento Operacional, sejam envolvidos e cobrados pela a utilização dos números.
- Deverá ser criada uma coordenadoria responsável pela integridade dos dados contidos no ERP. Atualmente não existem processos que garantam a qualidade desses dados, visto que não são utilizados no processo de planejamento atual. Também deverá ser criado um fluxo de informações para reportar as alterações feitas em listas técnicas já existentes ou em capacidades produtivas.
- Deverá ser determinada uma data para a transição definitiva para o novo ciclo de planejamento. Esse ponto é importante para garantir a entrada em operação da nova ferramenta, além de guiar a execução das demais tarefas.

A partir das premissas acima, pode-se definir as atividades da etapa de implementação e calibração da ferramenta. A figura 5.3 descreve tais atividades e suas durações estimadas.

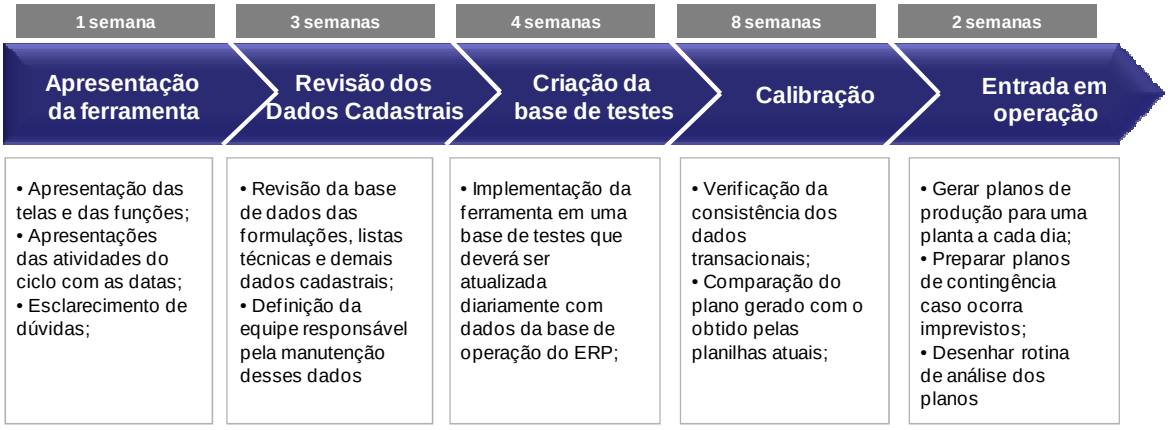


Figura 5.3 - Etapas na implementação da ferramenta

A primeira etapa é a apresentação da ferramenta para os usuários, com explicações sobre as funcionalidades e sobre as telas. Nesse momento deve ser apresentado o calendário de atividades do novo ciclo de planejamento.

A etapa posterior é a revisão dos dados cadastrais de planejamento. Como discutido no capítulo quatro, esses dados referem-se aos cadastros dos produtos, das listas técnicas e das capacidades produtivas. A equipe que assumirá a responsabilidade pela manutenção dessas informações será montada nesse momento. Essa equipe deverá incluir profissionais com experiência no processo para criticarem a qualidade dos dados.

A seguir a ferramenta entrará em operação numa base de testes do ERP. Essa base é uma cópia das tabelas existentes na base de operação e deve ser atualizada diariamente. Isso garante flexibilidade para corrigir possíveis erros na modelagem da ferramenta sem impactar na operação da empresa.

A atividade de calibração abrange a análise dos planos de produção gerados pela ferramenta. Nesse momento o analista deverá confrontar essas informações com o plano criado no ciclo normal de planejamento para levantar os desvios e suas causas. É provável que se identifiquem melhorias na ferramenta com relação à visibilidade do resultado, com a necessidade de implementação de novas telas ou mesmo relatórios. A etapa de calibração é crítica para o futuro da ferramenta e o analista deve evitar ao máximo divulgar resultados preliminares que possam prejudicar a credibilidade do modelo antes de sua implementação.

A última etapa é a entrada em operação dentro do ciclo de planejamento. Faz-se necessário preparar planos de contingência para mitigar os riscos. Deverá ser desenhada uma rotina de análises para o plano gerado com indicadores de aderência, confiabilidade, entre outros.

5.4 Validação com os usuários

Após o detalhamento da ferramenta de planejamento e dos processos propostos, cabe agora discutir a interface do programa com o usuário. Serão apresentadas as telas do programa e os meios de entrada dos dados no modelo. Por fim será detalhada a forma como os resultados serão mostrados ao operador.

5.4.1 Interface da ferramenta

O programa de otimização consiste num conjunto de planilhas suportadas pelo *software What`s Best* e fechadas para edição para evitar que alguma informação se perca durante o uso. Como discutido no capítulo anterior, o modelo utiliza tanto dados cadastrais quanto os dados de entrada. Os dados de cadastro são introduzidos no ERP da empresa para depois serem importados pela ferramenta de otimização. As telas para inserção dos dados já existem no ERP e têm a forma de matrizes de capacidade, com os dados de disponibilidade de linhas para cada frigorífico da empresa. Esses dados variam muito pouco no decorrer do tempo, de forma que rotinas básicas de conferência são suficientes para sua análise.

Já os dados de entrada serão fornecidos ao modelo todo ciclo e possuem grande impacto na qualidade do resultado final. A ferramenta possui telas específicas para a entrada desses dados, detalhadas a seguir:

- **Oferta de aves**:

A oferta de aves para o abate é fornecida pelo PCP de aves para todas as unidades. Como detalhado anteriormente, essa oferta é feita em lotes com pesos médios e depois é desagregada com a ajuda das curvas de abate para mitigar a

variabilidade do peso dentro de cada lote. A figura 5.4 mostra como o operador entra com os volumes dos lotes e o peso médio e mostra também como a planilha desagrega isso em faixas de frango abatido.

LOTE FRANGO VIVO 1,400 RVE			
Peso (Kg)	M1	M2	M3
1,40	9500	7000	8750

		Peso (Kg)	M1	M2	M3
10%	FRANGO ABATIDO FX 79	1,26	1.193	879	1.099
		Peso (Kg)	M1	M2	M3
16%	FRANGO ABATIDO FX 80	1,32	2.044	1.506	1.883
		Peso (Kg)	M1	M2	M3
22%	FRANGO ABATIDO FX 81	1,39	2.907	2.142	2.678
		Peso (Kg)	M1	M2	M3
23%	FRANGO ABATIDO FX 82	1,46	3.188	2.349	2.936
		Peso (Kg)	M1	M2	M3
17%	FRANGO ABATIDO FX 83	1,54	2.486	1.831	2.289
		Peso (Kg)	M1	M2	M3
12%	FRANGO ABATIDO FX 84	1,66	1.888	1.391	1.739

Figura 5.4 - Entrada dos dados da oferta de aves

Na figura acima o usuário entrou com uma oferta de 9500 aves com peso médio de lote de 1,4 quilos e para o primeiro mês de planejamento (M1). As porcentagens de desagregação desse lote em faixas de frango abatido não são fornecidas pelo usuário e têm origem no estudo estatístico realizado pela empresa. Dessa forma tem-se a oferta no nível de frango abatido e já multiplicada pelo peso de cada faixa. O último passo é determinar a porcentagem dessa oferta que será direcionada para a linha de inteiros e a porcentagem que será espostejada na linha de cortes. Conforme descrito no capítulo 3, somente as carcaças danificadas seguem para a linha de cortes e hoje a empresa trabalha com um porcentual aproximado de 35% para cortes e 65% para inteiros do total de aves que entra na planta. Assim temos o volume inicial de matéria prima tanto para a linha de inteiros *Griller* quanto para a linha de cortes, ponto de partida para a rodada de otimização.

- **Demanda independente**:

O analista receberá a previsão de vendas já agrupada por família e por semanas e abastecerá o modelo através da tela mostrada na figura 5.5. Essa

demanda direcionará o modelo e a solução obtida será o plano de atendimento para cada mercado. A figura mostra um cenário com treze famílias e dois mercados. Os números correspondem à previsão em toneladas de cada família em cada mercado e para cada mês de planejamento.

Demanda						
Familia	M1		M2		M3	
	EUROPA	JAPAO	EUROPA	JAPAO	EUROPA	JAPAO
0850G ME	0	1.055	0	732	0	893
0900G ME	0	2.093	0	2.100	0	2.096
0950G ME	882	4.116	610	3.849	746	3.982
1000G ME	1.312	5.102	1.028	4.508	1.170	4.805
1050G ME	1.468	3.190	1.280	2.432	1.374	2.811
1100G ME	987	1.019	1.022	1.029	1.005	1.024
1200G ME	505	888	620	737	562	813
PEITO	5.864	750	5.773	1.335	5.819	1.042
PERNA	2.258	5.440	1.397	5.085	1.827	6.241
ASA	1.529	3.568	1.209	2.840	1.369	3.204
DORSO	19	1.730	13	1.609	16	1.670
MIUDOS	2.661	2.661	2.344	2.344	2.503	2.503
CMS	0	0	0	0	0	0

Figura 5.5 - Entrada dos dados de demanda

- **Estoque inicial:**

Conforme discutido anteriormente, o estoque inicial da primeira semana de planejamento será uma previsão do estoque ao término do mês corrente, visto que o plano do mês atual é congelado. Dessa forma o analista deverá se atentar para a validade do número de estoque, pois é provável que mudanças de cenário já ocorridas desde o lançamento dessa estimativa possam permitir que ele corrija essa previsão. A figura 5.6 mostra a tabela com o estoque de Rio Verde para o período de planejamento de quatro meses com um mês congelado.

Estoque Final - Rio Verde				
Família	**M0**	**M1**	**M2**	**M3**
0850G ME	53	53	53	53
0900G ME	105	105	105	105
0950G ME	250	250	250	250
1000G ME	321	321	321	321
1050G ME	233	233	233	233
1100G ME	100	100	100	100
1200G ME	70	70	70	70
PEITO	343	343	343	343
PERNA	398	398	398	398
ASA	268	268	268	268
DORSO	100	100	100	100
MIUDOS	282	1.443	748	282
CMS	250	1.195	1.507	1.755

Figura 5.6 - Entrada dos dados de estoque

5.4.2 Análise do plano

Após a rodada de otimização, o analista deve possuir ferramentas para analisar o plano e seu resultado de forma rápida e visual. Para isso foi desenhado um painel com os principais resultados do ciclo, o Plano de Produção, o Plano de Vendas e o nível de estoque final. A figura 5.7 mostra o painel de planejamento.

PLANO DE PRODUÇÃO						
Família	RIO VERDE			VIDEIRA		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0850G ME	414	414	414	337	337	337
0900G ME	0	0	0	0	0	0
0950G ME	769	1.734	1.251	845	617	731
1000G ME	1.094	49	572	475	722	598
1050G ME	2.063	2.063	2.063	1.278	1.367	1.322
1100G ME	0	0	0	2.007	2.050	2.029
1200G ME	710	710	710	178	27	102
PEITO	1.285	1.285	1.285	1.318	1.318	1.318
PERNA	725	1.493	1.493	1.532	1.532	1.532
ASA	515	515	515	529	529	529
DORSO	807	899	563	923	923	923
MIUDOS	2.164	2.164	2.164	2.221	2.221	2.221
CMS	0	136	472	140	140	140

PLANO DE VENDAS (kg)						
Família	EUROPA			JAPÃO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0850G ME	0	0	0	0	0	0
0900G ME	882	610	746	0	2.474	1.237
0950G ME	1.312	1.028	1.170	0	0	0
1000G ME	0	349	1.374	3.190	2.432	2.811
1050G ME	987	1.022	1.005	1.019	1.029	1.024
1100G ME	0	0	0	888	737	813
1200G ME	2.603	2.603	2.603	0	0	0
PEITO	2.258	1.397	1.827	0	1.628	1.197
PERNA	1.045	720	1.369	0	0	0
ASA	0	13	16	1.730	1.609	1.670
DORSO	800	2.344	2.503	2.661	2.344	2.503
MIUDOS	0	0	0	0	0	0
CMS	0	0	0	0	0	0

PLANO DE ESTOQUES NO FIM DO PERÍODO								
Família	RIO VERDE				VIDEIRA			
	INICIAL	M1	M2	M3	INICIAL	M1	M2	M3
0850G ME	0	53	47	50	0	53	37	45
0900G ME	0	105	89	97	0	105	174	139
0950G ME	0	250	290	270	0	250	238	244
1000G ME	0	321	355	338	0	321	302	311
1050G ME	0	233	530	381	0	233	270	251
1100G ME	0	100	254	177	0	100	150	125
1200G ME	0	70	32	51	0	70	75	72
PEITO	0	343	545	444	0	343	349	346
PERNA	0	398	450	424	0	398	48	223
ASA	0	268	350	309	0	268	201	234
DORSO	0	80	78	79	0	80	132	106
MIUDOS	0	2.830	3.570	3.200	0	2.831	3.589	3.210
CMS	0	6.187	7.403	6.795	0	6.198	8.453	7.326

Figura 5.7 - Painel de planejamento

A primeira parte do painel mostra o Plano de Produção por família para cada uma das plantas. Nessa simulação foram utilizadas as plantas de Rio Verde e Videira, as duas maiores unidades da empresa. O volume de produção é representado para os três meses do horizonte de planejamento e é limitado pela oferta de animais para o abate. Os volumes são dados em quilogramas.

A segunda parte do painel mostra o Plano de Vendas para cada família nos mercados contemplados no modelo. Esse plano representa o atendimento da previsão fornecida pela equipe de gestão da demanda, e servirá de base para a definição da cota de venda para cada mercado.

Por fim tem-se a análise dos níveis de estoque gerados pelo modelo para cada família de produto no horizonte de planejamento. O estoque representado é o obtido no final de cada período.

O painel de planejamento será uma ferramenta importante nas reuniões de validação dos planos integrados de vendas e operação. Ela possibilita que o analista simule alterações no plano durante a reunião para avaliar o impacto de decisões como priorização de mercado ou contratação de horas extras.

6 Conclusão

Para finalizar o trabalho, esse capítulo retoma o problema inicial e resume todas as etapas desenvolvidas ao longo do projeto. Compara-se o escopo inicial detalhado no capítulo 1 com os resultados obtidos para averiguar a eficácia da solução proposta. Será feita uma análise crítica do trabalho e quais desdobramentos ele terá na organização.

6.1 Síntese

O principal problema observado na empresa em estudo foi a falta de ferramentas que garantam o desdobramento da estratégia da empresa no plano tático-operacional. A área de planejamento possuía foco exagerado nas decisões de curto prazo e não dispunha de processos sistemáticos de planejamento.

Dentre as teorias revisadas sobre o problema, identificou-se que a metodologia de S&OP atendia às necessidades da empresa como suporte para o ciclo de planejamento. Assim foram introduzidos alguns conceitos como a melhor utilização do ERP em detrimento de planilhas, uma maior participação das áreas comerciais e de produção dentro do ciclo de planejamento e a divulgação do plano de vendas e produção para toda a empresa.

Outro problema abordado no projeto foi o nível desnecessário de detalhe em que as previsões de vendas e o plano de produção eram gerados. Não havia ganho de acuracidade ao elaborar as previsões no nível de produtos acabados, o que consumia maior esforço e tempo da equipe de Gestão da Demanda. Essa falha foi corrigida propondo uma agregação dos dados no nível de famílias, seguindo critérios bem definidos no capítulo 4.

Foi desenvolvida uma ferramenta de otimização para elaborar o Plano de Produção. Esse modelo permite à empresa avaliar de forma sistêmica seus custos variáveis para obter a melhor margem de contribuição possível para o período de planejamento. A concepção desse modelo ocorreu com a participação dos usuários finais e utilizou-se uma interface familiar a eles, as planilhas de Excel. No capítulo 5

foi detalhado o modelo de elaboração do Plano Mestre de Produção para a desagregação do Plano de Produção no período congelado.

As conclusões das análises feitas com o modelo sugeriram que a empresa deve focar seus esforços não na expansão da capacidade produtiva, mas no posicionamento de seus produtos junto aos mercados mais rentáveis, visto o maior ganho de margem. Tal medida pode ser implementada aumentando os investimentos em marketing ou mesmo melhorando a estrutura comercial instalada na Holanda. O estudo também mostrou que o aumento da demanda não implica em aumentos proporcionais na margem, dado o impacto que as horas extras exercem sob o resultado.

A análise de sensibilidade da oferta de aves para o abate mostrou que a empresa não suportaria um aumento de 25% da oferta por falta de capacidade. Tal situação obrigaria a empresa a subcontratar capacidade produtiva a custos maiores ou então rever sua política de abater toda a oferta disponível de aves.

6.2 Críticas e desdobramentos

Durante o desenvolvimento do modelo matemático, vários aspectos da operação real foram simplificados no modelo. Apesar de necessárias, tais simplificações impactam no resultado e devem ser consideradas ao utilizar a ferramenta.

O estoque de segurança apresentado no modelo representa uma restrição à função objetivo e o seu não cumprimento inviabiliza a solução do modelo. Tal imposição pode levar a ferramenta a estocar produtos em detrimento do atendimento da demanda. Essa restrição por outro lado garante o bom nível de serviço da empresa, ao posicionar estoques de segurança pelo canal de distribuição.

Outra limitação do modelo é a não representação da validade dos produtos. Por se tratar de produtos perecíveis e com tempo de validade, essa restrição seria interessante para melhor gerir os estoques. Optou-se por não representar essa variável frente a falta de informação sobre as validades que variam conforme o mercado e a família de produtos.

Por outro lado, vale ressaltar a boa aceitação da metodologia empregada e dos conceitos de pesquisa operacional abordados no trabalho. Os envolvidos na área de planejamento mostraram-se solícitos em empregar a ferramenta e implementar as mudanças de processo sugeridas.

Um ponto forte do projeto reforçado pela gerência de planejamento foi a importância de criar processos claros e bem descritos, com menor dependência da experiência dos envolvidos. O uso da pesquisa operacional equaciona bem esse ponto e pode ser implementado em outros níveis da hierarquia de planejamento.

Com relação aos desdobramentos do projeto, espera-se que a empresa consiga implementar a ferramenta e os processos sugeridos para toda a cadeia de aves e de suínos. Um desdobramento natural é a melhora nos processos de previsão da demanda com a adoção de métodos quantitativos mais elaborados, o que seria desejável para diminuir a variabilidade no planejamento. O mesmo tipo de melhoria se aplica para o seqüenciamento da produção, passo seguinte ao Plano Mestre de Produção e realizado de forma incipiente pela empresa.

Sabe-se porém que a implementação de modelos matemáticos para suporte à tomada de decisão é um processo pouco usual nas empresas. Segundo MESQUITA; SANTORO (2004), as empresas têm investido em soluções de MRP dada sua simplicidade de análise em detrimento dos modelos analíticos. Apesar disso, acredita-se que a adoção da pesquisa operacional nos processos de planejamento é decisiva para otimizar o uso dos recursos produtivos.

7 Bibliografia

ABEF; Relatório Anual. – informação obtida em www.abef.com.br, jun,2008

APICS; **Material Resource Planning**. Certification Review Course. Virginia, 2006

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais: uma Introdução**. Tradução: Celso Rimoli; Lenita R. Esteves. São Paulo: Atlas, 1999

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4ª ed. Porto alegre: Bookman, 2001.

BUFFA, E.S.; MILLER, J.G. Production – **Inventory Systems: Planning and Control**. Illinois: Richard D. Iwin, 1979

CHOPRA, S.; MEINDL, P.; **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação**. Upper Saddle River, Presentice-Hall, 2004.

CORRÊA, H.; GIANESI, I.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II / ERP: Conceitos, uso e implementação**. São Paulo: Atlas, 1997

HANKE, J. E./ REITSCH, A.G.:**BUSINESS FORECASTING**, 6 ed, Upper Saddle River, Presentice-Hall, 1998.

HAX, A. C.; CANDEA, D. **Production and Inventory Management**. New Jersey: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1979

HOOP, W.J.;SPEARMAN, M.L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management.** 2.ed. New York: Irwin McGraw-Hill

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven; McGEE, V. **Forecasting: Methods ans Applications**. 2ed edition. New York: John Wiley & Sons, 1983

MESQUITA, M.A; SANTORO, M.C. **Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica**. Revista Produção. Vol. 14, n. 1, pp. 64-76, 2004.

SANTORO, M.C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção** – Vol. 1,São Paulo: Apostila da Disciplina PRO 2415. Departamento de Engenharia de Produção da EPUSP, 2006.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Atlas: 2002

WALLACE, T. F. **Sales & Operations Planning: the how-to handbook**. 10.ed. Cincinnati: T.F. Wallace & Company, 2002.