



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



# PROPOSTA DE MODELO DE DEMANDA E PLANEJAMENTO AGREGADO PARA UM FRIGORÍFICO

**Lucas Alexandre dos Reis Santos**  
lucasalexreissantos@gmail.com  
IF Sudeste MG

**Helder Antônio da Silva**  
helder.silva@ifsudestemg.edu.br  
IF Sudeste MG

**Nicássia Feliciano Novôa**  
nicassia.novoa@ifsudestemg.edu.br  
IF Sudeste MG

**Resumo:** Os frigoríficos, principalmente os que processam carne suína, tem então a necessidade de um modelo de planejamento agregado e previsão de demanda ainda maior, por se tratar de produto substituto a carne bovina, além da produção sofrer constantes alterações devido à demanda ser bastante oscilante e outros produtos como carne de frango e de peixes disputarem o mesmo mercado. Devido a estas necessidades, a proposta deste trabalho é elaborar e avaliar de forma experimental um novo modelo de previsão de demanda e de planejamento agregado que seja mais adequado para um frigorífico que processa carne suína, com base nos modelos teóricos. Por meio de experimentos com modelos matemáticos e simulação concluiu-se que o modelo de previsão de demanda apresentado se mostrou bem próximo da realidade da demanda para as duas linhas de produtos estudadas. O modelo de plano agregado de produção também alcançou o objetivo aqui proposto que foi de aumentar a receita total das duas linhas e definir parâmetros de produção diária para empresa, mesmo com a dificuldade na coleta de alguns dados que levaram a modificações de alguns parâmetros no modelo, os dados obtidos comprovam que o modelo baseado na programação linear é bem delimitado e respeita os parâmetros estabelecidos na sua construção.

**Palavras Chave:** Previsão - Demanda - Planejamento - Agregado - Produção



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



## 1. Introdução

A produção de produtos de alta qualidade é em geral um trabalho exigente. A concorrência é intensa, os componentes frequentemente são caros e propensos a rápida obsolescência, além disso, as cadeias de suprimentos muitas vezes são globalizadas. Sendo assim, as previsões de demanda bem como o planejamento agregado da produção tornaram-se cada vez mais centrais para o gerenciamento das cadeias de suprimentos de vários participantes nos mais diversos mercados.

A previsão de demanda, sempre foi um tema importante em operações e gestão da produção. Muitos processos de decisão, tais como gestão de estoques, desenvolvimento de produto, produção e fornecimento para uma dada cadeia de suprimento, necessitam de previsões. Nos últimos tempos, no entanto, a demanda tende a tornar-se mais variável e incerta. O gerenciamento de tal demanda incerta tem colocado problemas significativos para alguns setores industriais. A questão da variabilidade da demanda e incerteza tem sido profundamente analisada na literatura de gestão de operações. Contribuições significativas foram feitas na área de previsão de demanda, em especial quando a demanda apresenta um padrão irregular. (KALCHSCHMIDT ET AL., 2006).

Uma empresa deve planejar suas atividades de fabricação em uma variedade de níveis e operar como um sistema. O planejamento agregado é uma forma de planejamento que normalmente abrange um horizonte de tempo médio de 3 à 18 meses. O objetivo do planejamento agregado é conseguir um plano de produção que efetivamente irá utilizar os recursos da organização para satisfazer a demanda esperada. Os planejadores devem tomar decisões sobre as taxas de saída, os níveis de emprego e mudanças dos níveis de estoque; alterações de pedidos e subcontratações. O planejamento agregado determina não só os níveis de saída planejados mas também o mix de entrada de recurso apropriado a ser usado. (PAN; KEINER, 1995; TIAN ET AL., 2010).

O planejamento agregado pode influenciar a demanda, bem como a demanda pode influenciar o planejamento agregado da produção. Se for este o caso, as variáveis como preço e mix de produtos podem ser utilizadas. As mudanças na demanda, depois do marketing, juntamente com as alterações nas operações estão intimamente envolvido no planejamento agregado. (PAN; KEINER, 1995; TIAN ET AL., 2010).

Para a indústria frigorífica também é necessário cada vez mais ter um modelo de planejamento agregado de produção e de previsão de demanda agregada bem elaborados e funcionais. Os frigoríficos, principalmente os que processam carne suína, tem então a necessidade de um modelo de planejamento agregado e previsão de demanda ainda maior, por se tratar de produto substituto a carne bovina, além da produção sofrer constantes alterações devido à demanda ser bastante oscilante e outros produtos como carne de frango e de peixes disputarem o mesmo mercado. Devido a estas necessidades, a proposta deste trabalho é elaborar e avaliar de forma experimental um novo modelo de previsão de demanda e de planejamento agregado que seja mais adequado para um frigorífico que processa carne suína, com base nos modelos teóricos.

## 2. Previsão de Demanda

Para que se possa ter um bom plano agregado de produção, devemos primeiramente ter um modelo de previsão de demanda bastante eficiente, que dará condições de prever a tendência do mercado, para que possa ser traçado a melhor estratégia para que a produção consiga atender a demanda. Nesse tópico serão abordados os conceitos de previsão de demanda e os tipos de modelos existentes.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

XII SEGET  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Para Moreira (2008, p. 293) “A previsão da demanda é, para, pois, um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens tanto quanto possível, a previsão deve fornecer também informações sobre a qualidade e a localização dos produtos no futuro.” Ou seja, previsão de vendas é estimativa de vendas para um futuro em específico sobre certas determinações do mercado e de um plano de marketing.

Para um melhor entendimento podemos utilizar a definição de previsão feita por Petrônio e Laugeni (2005, p.226) “Previsão: processo metodológico para determinação de dados futuros baseados, em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida”.

Os métodos de previsão possuem algumas características sendo que as principais segundo Moreira (2008) são:

- Disponibilidade de dados, tempo e recurso: há certos métodos, mais sofisticados, normalmente envolvendo modelos matemáticos, que exigem, além de dados numéricos com certa abundância, também a existência de profissionais com o conhecimento necessário para trabalhar com os modelos.

- Horizonte de previsão: há métodos que se mostram melhores para previsão de longo prazo, enquanto outros são rotineiramente aplicados às previsões para períodos mais curtos, como meses, semanas ou dias.

Kassouf Pizzinato et al. (2007) afirmam que uma previsão de vendas acurada – que pode ser medida pela diferença entre o que foi previsto e o que foi realizado – impacta consideravelmente o resultado do negócio.

Podemos classificar os métodos de previsão de duas formas:

- Qualitativos: são os métodos que repousam basicamente no julgamento de pessoas, que de forma direta ou indireta, tenham condições de opinar sobre a demanda futura. Não se apoiam em nenhum modelo específico, embora possam ser conduzidos de maneira sistemática (MOREIRA, 2008). Há vantagem do método qualitativo sobre o quantitativo é que ele consegue incluir um número de fatores maior, entretanto ele traz consigo uma dose forte de subjetividade e influências emocionais ou do grupo decisor. (KASSOUF PIZZIONATTO *et al*, 2007). De acordo com Georgoff e Murdick (1986) apud Girardi e Camargo (2008) “os métodos qualitativos são normalmente utilizados quando os dados históricos são escassos ou inexistentes e o horizonte de previsão é de médio em longo prazo”<sup>1</sup>.

- Quantitativos: são aqueles que utilizam modelos matemáticos para se chegar aos valores previstos. Permitem controle do erro, mais exigem informações quantitativas preliminares (MOREIRA, 2008). Estão isentos de fatores subjetivos, mas possuem grande dificuldade ao se levar em conta variável que não podem ser quantificadas. (KASSOUF PIZZIONATO *et al*. 2007).

Melo e Alcântara (2011) em seu artigo pressupõe que a gestão da demanda não pode ser considerada um processo isolado ou uma atividade resumida à previsão de vendas. Para Hilletoft, Ericsson e Christopher (2009) citados por Melo e Alcântara (2011), existem três questões importantes que necessitam ser direcionadas adequadamente ao implementar a gestão da demanda com sucesso: criação da demanda, atendimento da demanda e coordenação desses dois processos.

Para realização de um bom planejamento da produção é essencial que as empresas trabalhem com uma boa base nas previsões de vendas. Previsões ruins vão levar a empresa a tomar decisões ruins, o que compromete a sua competitividade Corrêa (2001) citado por Peixoto e Pinto (2006).

<sup>1</sup> GEORGOFF, M. D; MURDICK, G. R: **Manager's Guide to Forecasting**. Havard Business Review, vol. 12, núm. 4, 1986, jan, pp. 110-120.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Dentro dos métodos qualitativos será abordado o mais utilizado o Método Delphi. O método Delphi segundo Slack et al (2009, p. 176) “é um método mais formal, que tenta reduzir influencias dos procedimentos dos encontros face a face.” O método Delphi consiste na reunião de um grupo de pessoas, que deve opinar sobre certo assunto, dentro de regras determinadas para a coleta e a depuração das opiniões. (MOREIRA, 2008).

Os participantes podem, então, alterar suas respostas, e o processo é repetido até que se obtenha um consenso (PETRÔNIO e LAUGENI, 2005). Segundo Petrônio e Laugeni (2005, p.228) “o método Delphi tem sido bastante utilizado para prever cenários prováveis no futuro e tem apresentado bons resultados na identificação de pontos de mudança”.

Para os fins desse estudo serão apresentados os modelos de previsão de venda quantitativos sendo os mais utilizados: média móvel, média móvel ponderada e média móvel com ajustamento exponencial.

A regra fundamental desse modelo segundo Moreira (2008, p.312) “A previsão para os períodos  $t$ , imediatamente futuro, é obtida tornando-se a média aritmética dos valores reais da demanda imediatamente passada”. Nenhum dado antigo do que os do  $n$  períodos tem influência na previsão do período seguinte. (SLACK ET AL, 2009).

A vantagem da média como uma previsão é que a média é projetada para "amortecer" quando não há variações no período, incluindo flutuações importantes como tendência e sazonalidade. Assim, a média leva o ruído (que as técnicas de séries temporais não podem prever) para a previsão. (MENTZER, 2004).

No método da média móvel ponderada, atribui-se um peso a cada um dos dados, sendo que a soma dos pesos a cada um dos dados deve ser igual a um (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). A vantagem da Média Móvel Ponderada (MMP) sobre a Média Móvel Simples (MMS) é que os valores mais recentes da demanda, que podem estar revelando alguma tendência, recebem uma importância maior (MOREIRA, 2008).

A abordagem de ajuste exponencial prevê a demanda no próximo período considerando a demanda real no período atual e a previsão feita anteriormente para o período atual (SLACK ET AL, 2009).

### **2.1. Planejamento Agregado**

O planejamento agregado representa uma das mais importantes decisões em médio prazo, o elo entre o Planejamento da capacidade e a programação e controle da produção. (MOREIRA, 2008). O objetivo do planejamento agregado de produção é satisfazer a demanda que se espera através de um plano que utilize com efetividade os recursos da organização (PAN; KLEINER, 1995), e que tenha o custo mínimo. O Planejamento agregado da produção é um dos principais problemas de tomada de decisão enfrentado pelos gerentes, já que essas decisões iram determinar como a organização irá se porta quando houver demandas flutuantes no seu sistema produtivo (LEE; KHUMAWALA; 1974).

O foco do plano agregado é o mix de produtos, os gerentes usualmente não o utilizam para o único produto, a não ser que a empresa apresente um grande produto (PLAN E KLEINER, 1995).

Moreira (2008, p. 337) apresenta as etapas que todo planejamento agregado deve cumprir, são elas:

- Previsão da demanda: feita para um período que vai comumente de 6 a 12 meses.
- Escolha do conjunto possível de alternativas que serão usadas para influenciar a demanda, e/ou os níveis de produção.
- Determinar, a cada período, quais as particulares alternativas, dentro as previamente selecionadas, que serão usadas para influenciar a demanda e/ou os níveis de produção.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



### **2.1.1. Alternativas que influenciam a produção**

Servem para aumentar ou diminuir a taxa de produção em um determinado período (MOREIRA, 2008).

- **Admissão/Demissão:** quando a variação de demanda é muito acentuada (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005), pode ser atendido com um aumento no número de funcionários, caso a empresa não esteja operando já em sua capacidade máxima (MOREIRA, 2008), caso haja uma diminuição na demanda pode diminuir o número de funcionários apesar de a estratégia acarretar muito custo. Segundo Moreira (2008, p. 338) “A relação entre número de funcionários e produção ao longo do tempo, não é linear, devido às características da organização produtiva e ao aumento de produtividade”.

- **Hora extra ou redução da jornada de trabalho:** a fim de compensar as necessidades decorrentes do aumento da demanda, as áreas produtivas da empresa passam a trabalhar em horas extras (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). É um recurso muito comum nas indústrias, embora eleve o custo unitário de produção, já que as horas extras são pagas com um percentual acima da hora trabalhada em tempo regular (MOREIRA, 2008).

- **Subcontratações:** a empresa subcontrata uma terceira para a fabricação das unidades que, por falta de pessoal, certamente deixariam de ser produzidas (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). Os custos dos produtos feitos por subcontratação geralmente são maiores do que os custos incorridos quando eles são produzidos internamente (MOREIRA, 2008).

- **Estoques:** Consiste em fazer com que os estoques absorvam as diferenças decorrentes da variação da demanda (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). O uso dos estoques suaviza o ritmo de produção, permitindo uma utilização mais regular da mão-de-obra (MOREIRA, 2008).

### **2.1.2. Alternativas para influenciar a Demanda**

Tradicionalmente essas são as alternativas mais usadas:

- **Preço de venda:** Consiste em aumentar o preço, diminuindo a demanda quando os recursos produtivos forem insuficiente, diminuindo o preço, aumentando a demanda quando os recursos produtivos estiverem sobrando (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005).

- **Promoção:** deve ser feita quando houver excesso de recurso produtivo (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). Com isso haverá um aumento da demanda o que levará ao consumo desses recursos.

- **Atraso da Entrega:** Consiste em atrasar a entrega do pedido, até quando haja disponibilidade de recursos para executá-los (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005). Há o risco de perda de cliente.

## **2.2. Simulação**

Segundo Andrade (2009, p. 123) “Simulação de um sistema é a operação de um modelo que representa esse sistema, geralmente em computadores, respeitando-se todas as regras e condições reais a que o sistema está submetido”. A simulação é utilizada para fazer manipulações no sistema real que ele representa, uma vez que seria inviável fazê-las na prática, por causa do custo ou da impossibilidade de realizá-las (ANDRADE, 2009). A simulação é um processo de projetar um modelo computacional de sistema real e conduzir experiências com esse modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégia para sua operação (PEDGEN ET AL, 1995).

O uso da palavra simulação na Pesquisa operacional segundo Andrade (2009, p.121) “tem origem em um trabalho de 1940 de Von Neumann e Ulam, que associaram a expressão análise de Monte Carlo a uma técnica matemática que utilizaram para resolver problemas de blindagem em reatores nucleares”.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



### **2.2.1. Razões para o uso da simulação.**

Andrade (2009, p.123) enumera algumas razões para o uso da simulação na administração:

- Por ser impossível ou oneroso observar diretamente certos processos no mundo real.
- O sistema observado pode ser tão completo que se torne impossível descrevê-lo em termos de um conjunto de equações matemáticas de solução analítica viável.
- Mesmo sendo possível desenvolver um modelo matemático do sistema em foco, a sua solução pode ser muito trabalhosa e pouco flexível.

### **2.2.2. Vantagens do uso da Simulação**

Segundo Andrade (2009, p.124) a simulação possui as seguintes vantagens:

- A simulação possibilita o estudo e a experimentação de complexas interações internas de um dado sistema, seja uma empresa ou parte de uma empresa.
- Por meio da simulação podem ser estudadas algumas variações do meio ambiente e verificados seus efeitos em todo o sistema.
- A experiência adquirida em construir os modelos e realizar a simulação pode levar a uma melhor compreensão do sistema, o que possibilita melhorá-lo.
- A simulação de sistemas complexos pode fornecer valiosa a visão no sentido de descobrir as variáveis mais importantes do sistema e a maneira como elas interagem.
- A simulação pode ser usada para experiência com novas situações, sobre as quais se tem pouca ou mesmo nenhuma informação, no intuito de preparar a administração para o que possa acontecer.
- A simulação pode servir como um primeiro teste para se delinearem novas políticas e regras de decisão para a operação de um sistema, antes de experimentá-las no sistema real.

## **3. Metodologia**

Este trabalho pode ser classificado, quanto aos seus objetivos, numa pesquisa experimental, que segundo Leite (2008, p.64) apud Gil (1995, p.34) “Consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto”. Assim sendo, ela testara algumas variáveis e seu impacto direto sobre a produção do frigorífico.

Essa pesquisa é de caráter quantitativo, uma vez que suas conclusões e observações serão baseadas em resultados de expressões matemáticas desenvolvidas para testar e avaliar os modelos que serão propostos neste trabalho.

A coleta de dados referente ao processo de produção da empresa foi feita com o pesquisador fazendo parte da equipe de programação e controle de produção, ao qual o mesmo teve acesso às atividades diárias de registro da produção, podendo observar de perto as características do processo produtivo em estudo.

### **3.1. Coleta dos Dados**

Para elaboração dos modelos de previsão de demanda e planejamento agregado de produção faz-se necessário à obtenção de alguns dados importantes para a arquitetura destes modelos, sendo que para cada um se faz necessário obter dados distintos dentro da empresa. Para ter acesso a esses dados foi realizado no mês de setembro de 2013, estágio no setor de produção da empresa com objetivo único de se obter esses dados e avaliar o atual processo de produção da empresa.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Antes da coleta de dados ser realizada primeiro foi determinado pelo pesquisador quais mix de produto seriam abordado neste estudo, utilizando o critério da demanda foi decidido que o estudo abordaria a linha de produto de maior demanda e de menor demanda, sendo escolhida a linha de Linguças Frescais e temperadas por possuir a maior demanda dentre todas as linhas de produto da empresa e a linha *In natura* por possuir a menor demanda dentro da empresa.

Após a definição de quais linhas seriam estudadas foi realizada a coleta de dados, para a criação do modelo de previsão de venda foram obtidas algumas informações necessárias para criação do modelo sendo que essas informações foram:

- As vendas das duas linhas no ano de 2013 discriminados por meses, essa informação é necessária para poder se identificar as sazonalidades de cada linha, ou seja, identificar em quais meses essas linhas apresentam aumento e diminuição das vendas,
- Fatores que podem influenciar na variação da demanda no período.

Todas essas informações foram obtidas junto ao setor de vendas da empresa que é o responsável pela elaboração da previsão de vendas da empresa. Foi solicitada a atual forma de cálculo da previsão de vendas para que se possa fazer uma comparação entre o modelo que aqui será proposto e o atual, mas houve negativa por parte da empresa em ceder à fórmula de cálculo, sendo cedida apenas planilha com os dados já inseridos.

Para a formulação do modelo de planejamento agregado de produção que é objetivo principal desse estudo, foram obtidas informações sobre o processo de produção de cada linha, sendo que as informações solicitadas foram as seguintes:

- Produção diária e mensal de cada linha produto em estudo;
- Etapas de produção de cada linha;
- Tempo despendido em cada etapa do processo de produção de cada linha;
- Mão-de-obra envolvida em cada etapa, separada por turnos de produção;

### **3.2. Criação do Modelo de Previsão de Demanda**

Feita a coleta dos dados necessários para a elaboração do modelo de previsão de demanda, foram elaborados três modelos quantitativos de previsão de demanda distintos sendo eles: Média Móvel Simples, Média Móvel Ponderada e Média Exponencialmente Ponderada de 1ª ordem. Aquele modelo que mais se adequa a realidade da demanda será adotado como modelo padrão para realização deste estudo.

Para comprovarmos sua real adequação o modelo que melhor prevê a demanda para as linhas de produto em estudo será submetido a dois tipos de indicadores de adequação o Desvio Absoluto Médio (MAD – Mean Absolute Deviation) e o Erro Médio Quadrático (MSE – Mean Squared Error). E para comprovar seu desempenho o modelo escolhido será submetido ao Sinal de Percurso (SP) um indicador de desempenho que irá apurar seu desempenho como também servirá como monitoramento quantitativo a previsão, para o cálculo do mesmo antes será efetuado o cálculo da Medida do Viés da Previsão (MVP) apesar de ser um indicador de desempenho para modelos de previsão nesse estudo ele terá função somente para auxílio do cálculo do SP.

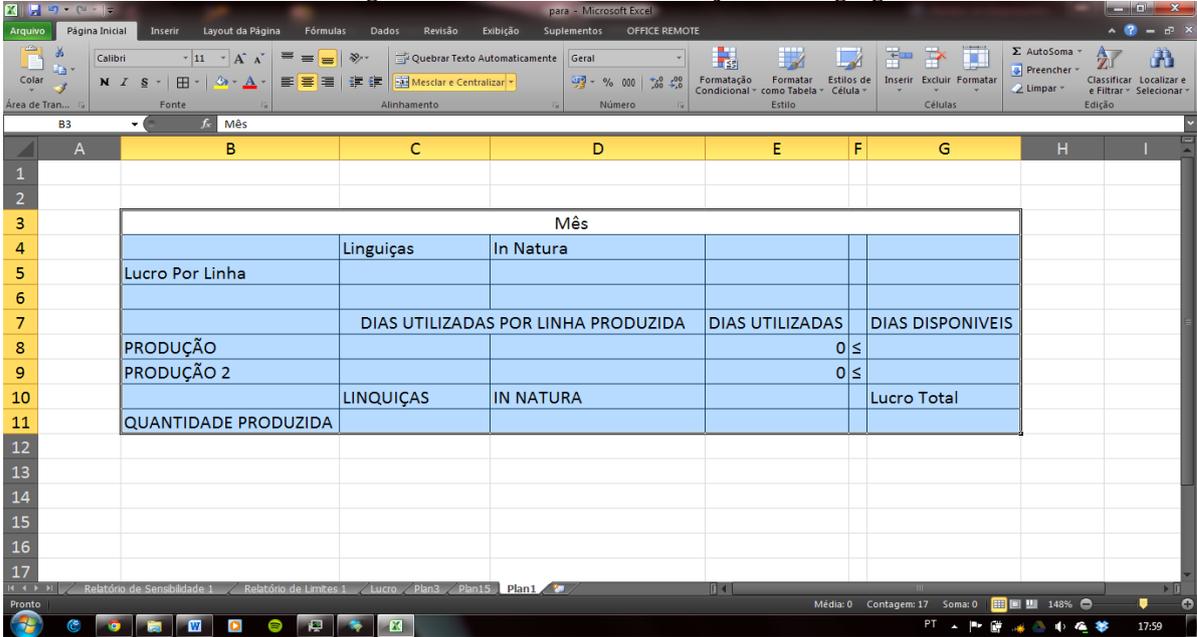
A criação da planilha com os modelos de previsão a serem propostos juntamente com as planilhas de indicadores de adequação e de desempenho, foi elaborada no programa Microsoft® Excel na sua versão 2010.

### **3.3. Criação do Modelo de Planejamento Agregado de Produção**

Concluído o processo de criação do modelo de previsão de demanda e verificado sua adequação as reais necessidades da empresa, os dados obtidos deste modelo serão utilizados juntamente com os demais dados coletados junto ao PCP da empresa para elaboração do modelo de planejamento agregado de produção.

A criação do modelo de planejamento agregado de produção se dará através de planilha eletrônica confeccionada no Microsoft® Excel na sua versão 2010.

**Figura 1: Planilha Modelo Planejamento Agregado**



Mês					
Lucro Por Linha	Linguigas	In Natura			
	DIAS UTILIZADAS POR LINHA PRODUZIDA	DIAS UTILIZADAS	DIAS DISPONIVEIS		
PRODUÇÃO			0 ≤		
PRODUÇÃO 2			0 ≤		
QUANTIDADE PRODUZIDA	LINQUIÇAS	IN NATURA		Lucro Total	

Para elaboração dessa planilha foi levado em consideração os dados obtidos junto ao setor de PCP da empresa e do modelo de previsão demanda. O modelo escolhido para desenvolvimento do plano agregado foi de programação linear que segundo Moreira (2008, p.346) “o modelo deve ser considerado apenas uma formulação possível, ainda que representativa, já que existe certa maleabilidade, de acordo com as relações admitidas entre as variáveis”. Como dentro da empresa apresenta constantes de produção, variáveis e algumas restrições a seu processo produtivo, esse se faz o melhor modelo, pois é único que apresenta características que permite a manipulação desses dados. Ao final da elaboração desse modelo irá se buscar a maximização das receitas de ambas as linhas.

#### 4. Análise dos Resultados

O setor de produção está baseado todo o trabalho de elaboração e validação do modelo de planejamento agregado a ser proposto neste estudo, por ser também o setor motivador para essa análise já que qualquer alteração no seu ritmo de produção afetara toda a empresa em si. Para isso será apresentado a seguir a esquematização do seu processo produtivo mostrando passo-a-passo as etapas do processo.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
—TEMA 2015—  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento

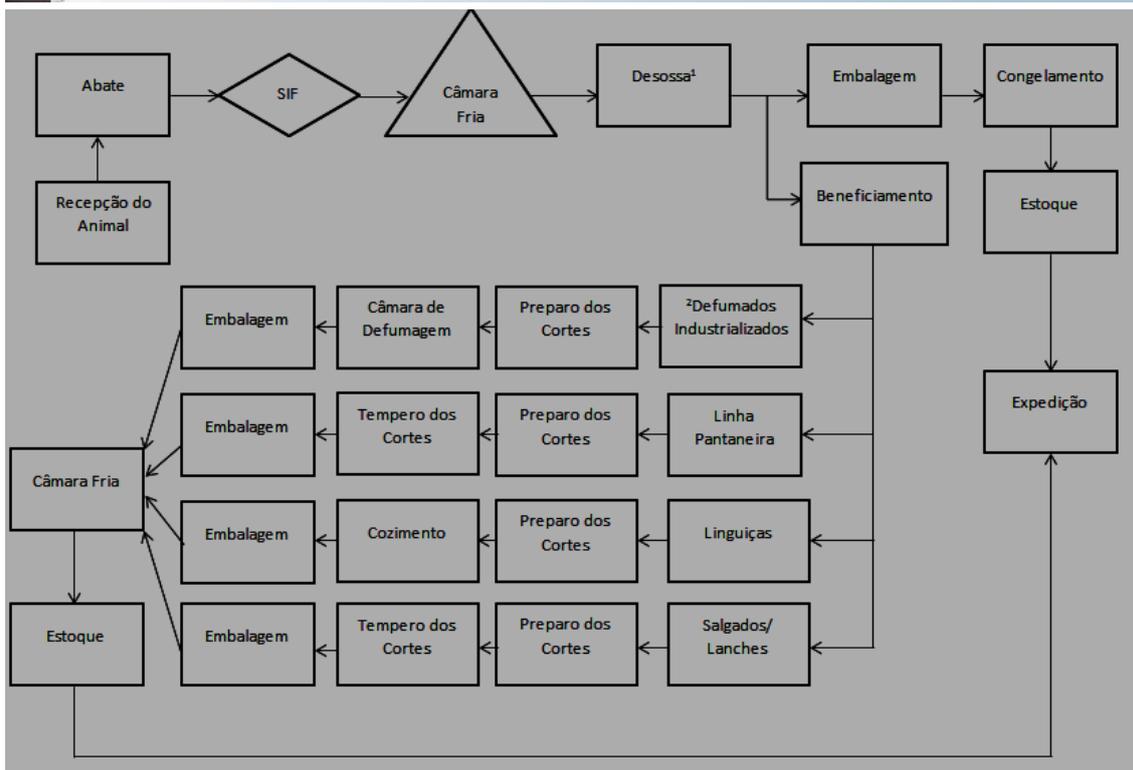


Figura 1 Processo Produtivo Frigorífico

Fonte: Frigorífico

#### 4.1. Análise do Modelo de Previsão de Demanda

Após a coleta das informações foram elaborados três modelos distintos de previsão de demanda sendo eles: Média Móvel Simples (MMS), Média Móvel Ponderada (MMP) e Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 1ª ordem (MMEP).

Como estabelecido na metodologia deste trabalho após a montagem das planilhas eletrônicas com os distintos modelos foram aplicados indicadores de Adequação Desvio médio (MAD) e Erro médio Quadrático (MSE), com essa informação é possível determinar qual dos modelos é o mais adequado para empresa os valores de MAD e MSE estão apresentados a seguir:

Tabela 1: Índices MAD

MAD		
	Linha linguiças	Linha In Natura
<b>MMS</b>	31.711,42	12.592,70
<b>MMP</b>	5.048,83	1.014,61
<b>MMEP</b>	2.374,08	477,14

Tabela 2: Índices MSE

MSE		
	Linha linguiças	Linha In Natura
<b>MMS</b>	7.240.420.418,45	16.374.020,84
<b>MMP</b>	183.532.563,94	7.411.989,04
<b>MMEP</b>	40.581.051,45	1.639.141,92



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Através da análise desses valores dos indicadores de adequação percebe-se que o modelo mais adequado para a empresa é o Modelo de previsão de demanda baseado na média móvel exponencialmente ponderada de 1ª ordem já que a mesma apresentou os valores mais baixos do MAD e MSE para as duas linhas de produtos. Pode se notar também que esses valores mostram uma boa aceitação da constante de suavização utilizada no modelo de MMEP que fora definida no valor de 0,99 através do método de tentativa e erro (que consistiu basicamente em se testar os valores da constante e observar a variação dos indicadores de desempenho até que os mesmos obtivessem os menores valores de acordo com a constante utilizada que variou de 0 a 1).

Entretanto para que se possa ter uma melhor perspectiva do desempenho dos modelos foram aplicados aos mesmos o Sinal de Percurso (SP) que visa determinar o real desempenho do modelo, os valores são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 3: Índices SP

SINAL DE PERCURSO		
	Linha Linguíças	Linha In Natura
<b>MMS</b>	-1	-1
<b>MMP</b>	1	1
<b>MMEP</b>	1	1

O sinal de percurso no mostra que Modelo de Média Móvel Exponencialmente Ponderada apresenta valor igual a 1 (um) nas duas linhas, o que indica que a previsão apresentou valores abaixo da demanda em alguns períodos como poderá ser verificado nos gráficos que serão apresentados mais adiante. Entretanto essa diferença é pequena e poderá ser facilmente suprida pelo uso de estoque para atender a demanda, o que poderá ser alcançado com uso adequado da produção e seus insumos.

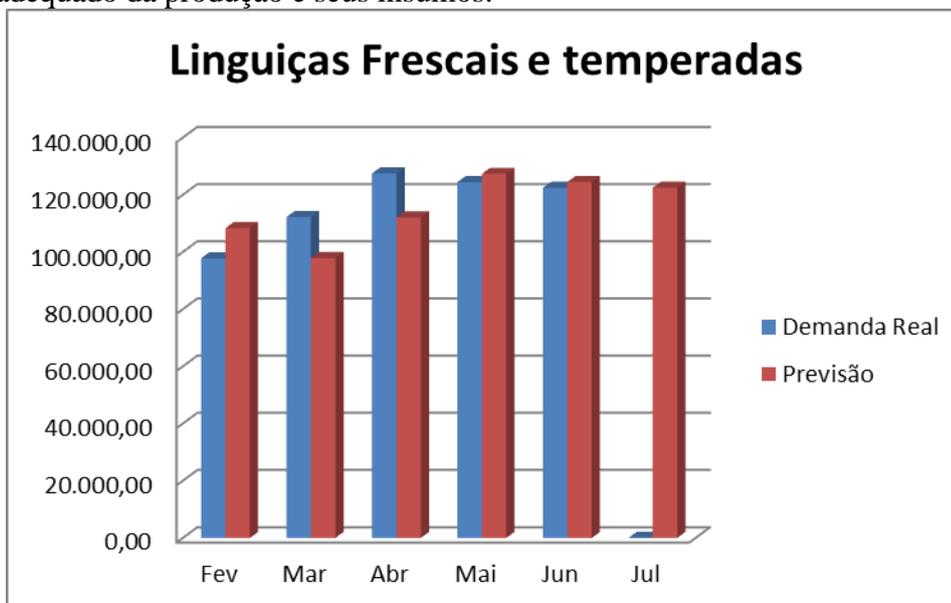


Gráfico 1: Demanda Real X Previsão linha Linguíças



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

XII SEGET  
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento

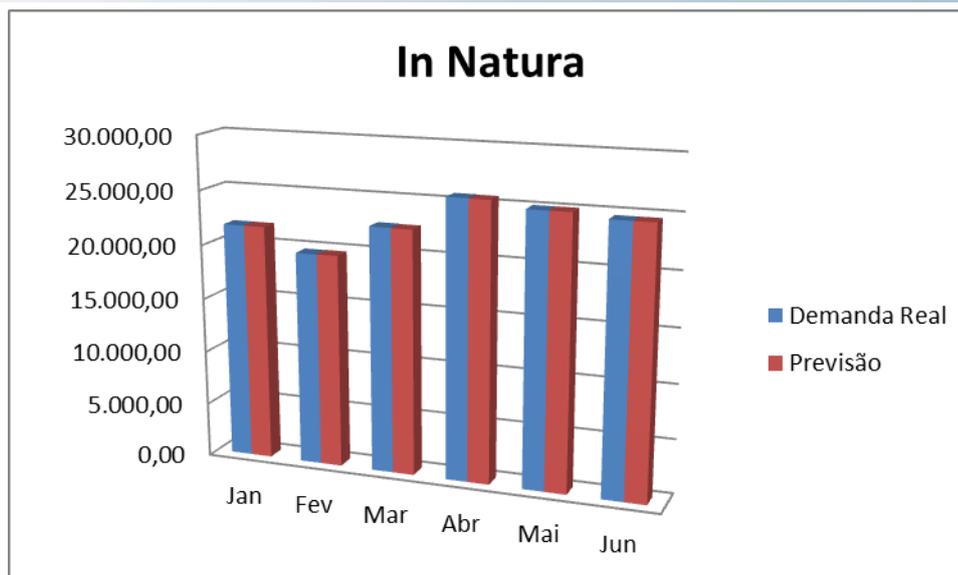


Gráfico 2: Demanda real x Previsão Linha In Natura

Os gráficos apresentam a pequena diferença que há entre demanda real e a previsão, o que demonstra que modelo escolhido é satisfatório para atender as necessidades da empresa e também como base para elaboração do plano agregado de produção.

Na Linha de Linguiças pode-se observar que os meses em que a demanda supera a previsão são os meses de Março e Abril, isso ocorreu devido ao aumento das vendas nesse período ocasionadas pela alta do preço da carne bovina o que estimulou o consumo de carne suína nesse período, nos demais meses a previsão supre a demanda apresentada chegando a ultrapassá-la o que pode ser de grande valia para um possível aumento inesperado da demanda no período. Na Linha In Natura pode-se verificar que as diferenças são as mínimas possíveis com valores muito próximos entre demanda e previsão, sendo que o mês de Fevereiro é o mês que apresenta um desnível maior dos valores comparado aos demais meses, isso demonstra a real precisão do modelo para essa linha o que faz com se obtenha um planejamento da produção com mais exatidão.

O Modelo de previsão de demanda após análise dos indicadores de desempenho e adequação, juntamente com as diferenças entre demanda e previsão o qual se mostrou com maior eficiência foi o de Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 1ª Ordem, sendo o único que apresentou resultados aceitáveis para a elaboração de um modelo de planejamento agregado eficiente para a empresa.

#### 4.2. Análise dos Resultados Modelo de Planejamento Agregado de Produção

O modelo de planejamento agregado de produção que foi desenvolvido nesse estudo visa aumentar receita total das duas linhas de produtos que foram estudadas.

Para isso foi elaborada planilha eletrônica no Microsoft® Excel versão 2010, que levou em consideração a quantidade produzida em cada mês e o preço médio de venda dentro de cada período analisado, os dias de produção utilizados e os dias no mês disponível para trabalho. Por meio aplicação da ferramenta SOLVER no seguinte modelo matemático:

$$RECEITA\ TOTAL = R_L * Q_L + R_N * Q_N$$

Onde:

$R_L$ : é a receita da linha de Linguiças.

$Q_L$ : é a quantidade de produção diária de linguixa.

$R_N$ : é a receita da linha In Natura.

$Q_N$ : é a quantidade de produção diária de linguixa.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Foi possível determinar os valores das receitas totais de cada mês e a quantidade que se deve produzir diariamente, obtidas através do modelo elaborado, permitindo assim fazer um paralelo entre as receitas mensais do modelo atual e as receitas mensais do modelo proposto, como se pode ver no gráfico 3.



**Gráfico 3: Receita mensal atual x Receita Mensal possível**

O gráfico apresenta a receita total das duas linhas aumentando significativamente com uso do novo modelo, sendo que o mês de Abril foi que apresenta maior crescimento na sua receita passando de R\$ 1.097.789,34 para R\$ 1.412.072,80, ou seja, um acréscimo de 13% na receita mensal. O mês de fevereiro foi o único mês que os valores de ambos os modelos se equipararam, nos demais meses o acréscimo na receita variou de 4% a 12%.

O modelo desenvolvido se baseou na programação linear e em sua construção leva em consideração a receita das duas linhas, os dias e que as respectivas linhas de produção se encontraram em operação e os dias disponíveis durante os meses que se era possíveis seu funcionamento. Como a capacidade produtiva da empresa é constante durante todo o mês, ou seja, há quantidade de matéria prima utilizada é a mesma durante todos os dias, nesse caso o abate diário dos animais é 1.500 cabeças, ela não afeta o modelo em si já que o mesmo considera constante a produção.

No gráfico 4 a seguir será apresentada a quantidade de produtos por dia que deve ser produzida para que obtenha a receita máxima esperada.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

XII SEGET  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento

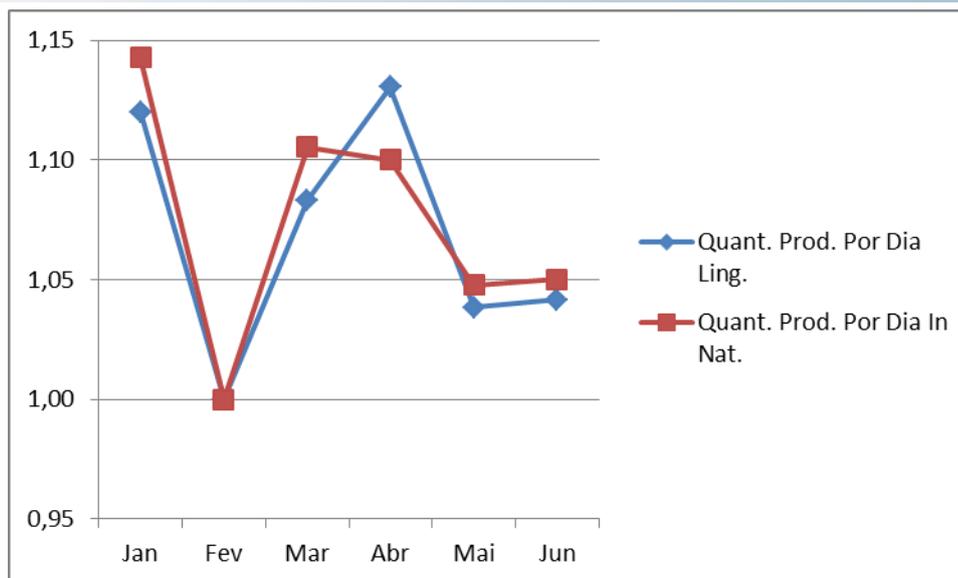


Gráfico 4: Quantidade de Produtos que devem ser produzida por dia

O gráfico 4 apresenta dados da quantidade de produtos a serem produzidos por dia para que se obtenha a receita máxima; os valores são representados por mil/kg. Nele percebe-se que o mês que se deve produzir menos das duas linhas é o mês de Fevereiro, já que esse apresenta menor demanda, o mês de Janeiro apresenta a maior produção diária para a linha de Linguíça com cerca de 1,14 mil/kg/dia. Já para a linha In Natura o mês que se tem que ter a maior produção diária é o mês de Abril com 1,11 mil/kg/dia.

Com esses resultados podemos observar que o modelo desenvolvido satisfaz o objetivo de maximização da receita total das duas linhas, e cria parâmetros para determinação de uma produção diária consistente e que permitiu utilizar adequadamente a capacidade da planta produtiva da empresa.

#### 4.3. Análise dos Resultados da Simulação

No ambiente virtual do software LabView™ versão 2013 foi criada a simulação das duas linhas de produção utilizadas nesse trabalho, respeitando para cada uma as etapas necessárias para a produção de cada produto, o número de funcionários envolvidos em cada etapa e o tempo transcorrido na produção.

Ambas as linhas apresentam início em comum no setor de abate, sendo que este é o setor responsável pelo abastecimento das duas linhas de matéria-prima. Na linha de produtos In Natura trabalham cerca de 200 funcionários divididos em 4 grandes esteiras, sendo que cada esteira trabalha com 50 funcionários, na simulação considerou o ritmo de produção dos funcionários por 50 peças produzidas por hora, dado fornecido pela empresa, durante a simulação pode ser verificado que esse ritmo de produção é mais que satisfatório para produzir a quantidade demandada por mês, entretanto para que se consiga montar um estoque para atender flutuações da demanda será necessária a contratação de mais dois funcionários para cada esteira, assim a simulação mostra que será possível criar um bom nível de estoque sem a necessidade de horas extras.

A linha das Linguíças Frescas e Temperadas opera com 200 funcionários divididos em dois turnos de trabalho tarde e noite, ela é composta por quatro grandes reservatórios da mistura que será processada por quatro máquinas para se produzir cada tipo de linguíça, cada linguíça segue um tipo de preparo e demanda por certa quantidade de insumos, na simulação o número de funcionários se mostra satisfatório tanto para atendimento da demanda como para a construção de estoques, todavia para que seja possível a formação de estoque para suprir as demandas apresentadas em alguns períodos, se faz necessária a instalação de mais um tanque



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



de armazenagem para a mistura de mais duas máquinas de processamento assim aumentaria a produção em 38,5% o que é muito interessante para a formação de estoques.

Outro fator que durante a simulação se mostrou muito importante foi o tempo necessário para a produção de um quilograma do produto que é de 30 segundos para que a máquina encha da mistura o revestimento que forma a linguiça, através de alterações nos controles da máquina que fora reproduzidos na simulação consegue reduzir o tempo para 28 segundos o que mostrou no final um aumento de 6% na produção diária do produto.

A simulação se mostrou bastante eficaz para processo de monitoramento da produção já que pode fazer alterações no arranjo físico da planta e na regulagem de algumas máquinas por meio do software. Durante o processo foi possível realizar pequenas alterações no arranjo físico das duas linhas o que fez com que o fluxo dos produtos tornasse mais dinâmico e eficiente, com isso houve a eliminação de pequenos gargalhos que elevaram o ritmo de produção e consequentemente a produtividade. Alterando algumas regulagens nas máquinas foi possível diminuir o tempo de processo do produto nas mesmas aumentando também os níveis de produção.

Em comparação com modelo atual de produção da empresa com o que este trabalho propõe a simulação mostrou um aumento de 42,13% nos níveis de produção geral da empresa sem fazer as alterações já citadas, com há aplicação das simulações aqui descritas o aumento passa a ser de 47,82% sobre o atual modelo utilizado.

Caso haja uma expansão da capacidade produtiva da empresa, ou seja, caso o abate diário passe dos atuais 1500 para 2000 cabeças por dia, a simulação mostra que a quantidade de funcionários na linha do In Natura e de Linguiças conseguem absorver esse o aumento da capacidade de forma satisfatória, entretanto caso haja um aumento da demanda juntamente com aumento de número de cabeça, se faz necessário a contratação de mais funcionários para ambas as linhas, o software utilizado determinou que a quantidade a ser contratada devesse ser de 8 (oito) funcionários para linha In Natura e 3 (três) funcionários para a linha de Linguiças, para a linha de linguiça também se mostrou necessário aquisição de mais tanques de armazenagem e máquinas de processamento, entretanto o software não conseguiu determinar com exatidão qual quantidade deveria ser adquirida.

A versão do software utilizado neste trabalho é gratuita apresentando algumas limitações no que diz respeito a utilização de suas tabelas e gráficos gerados em outros softwares, uma vez que a desenvolvedora desabilita funções como exportação dos dados, copia dos dados os imagens instantâneas do programa, por esse fato no trabalho não consta as tabelas e gráficos onde se é possível visualizar os dados que aqui foram descritos.

## 5. Considerações Finais

De um modo geral, pode-se concluir que o modelo de plano agregado de produção é essencial para uma abordagem mais estratégica no processo produtivo, bem como uma maior utilização dos recursos disponíveis. A utilização do mesmo só se faz possível com a determinação de um modelo de previsão de demanda que se aproxime com a realidade.

O modelo de previsão de demanda apresentado se mostrou bem próximo da realidade da demanda para as duas linhas de produtos estudadas como pode ser visto através dos dados obtidos. Entretanto deve-se levar em consideração que alguns fatores que podem afetar drasticamente a demanda não podem ser previstas por nenhum modelo, fatores como: entrada de novos concorrentes, quebra do preço do produto principal (já que os produtos aqui estudados devem ser considerados produtos substitutos) entre outros.

O modelo de plano agregado de produção também alcançou o objetivo aqui proposto que foi de aumentar a receita total das duas linhas e definir parâmetros de produção diária para empresa, mesmo com a dificuldade na coleta de alguns dados que levaram a modificações de alguns parâmetros no modelo, os dados obtidos comprovam que o modelo baseado na



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



programação linear é bem delimitado e respeita os parâmetros estabelecidos na sua construção.

A simulação se mostrou uma ferramenta interessante para teste de dados na linha de produção e no modelo desenvolvido, nela pode-se perceber que pequenas alterações se mostram de grande impacto na quantidade de produtos produzidos, bem como a utilização do mecanismo de simulação aliado a um modelo de plano agregado como o que aqui fora desenvolvido, serve como instrumento para controle e medição da produção algo que se mostra de grande importância para a empresa em estudo.

No que se diz respeito aos objetivos que esse trabalho propôs a se fazer, pode-se afirmar que os mesmos foram alcançados, a elaboração dos modelos de previsão de demanda e plano agregado de produção, possibilitam entender que esses mecanismos são de grande utilidade para empresas industriais e que através deles é possível criação de estratégias para o crescimento da participação da empresa.

No que se diz respeito ao arranjo físico adotado pela empresa através da simulação criada possibilitou o entendimento que o mesmo acaba-se tornando um gargalo para o processo produtivo e que pode levar as certas ineficiências do processo em si, a criação da simulação atendeu seu objetivo principal de testar a eficiência do modelo desenvolvido além de se mostrar um mecanismo válido para verificação e medição do processo produtivo em sim.

O objetivo final desse trabalho também obteve sucesso ao mostrar que o um modelo bem definido de plano agregado de produção é de extrema importância para uma boa gestão dos insumos e potencialização das receitas da empresa, além de que o mesmo pode ser uma boa ferramenta para estratégia da empresa já que ele consegue aliar a boa gestão da produção aos interesses de crescimento da empresa.

## 6. Referências Bibliográficas

- ABIPECS – Relatório dos Associados. Disponível em <[http://www.abipecs.org.br/upload/relatorios-associados/ABIPEDCS\\_relatorio-2012\\_pt.pdf](http://www.abipecs.org.br/upload/relatorios-associados/ABIPEDCS_relatorio-2012_pt.pdf)>. Acessado em: 18/04/2014.
- ANDRADE, L. E: **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para Análise de Decisões**. 4ª ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC. 2009.
- FORD, HENRY. **Today and Tomorrow**; Londres, Heinemann, W. pp.1-2. 1926.
- GAITHER, N; FRAZIER, G; TRAD. SANTOS, B. C. J: **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo. Ed. Pioneira Thomson Learning. 2002.
- GEORGOFF, M. D; MURDICK, G. R: **Manager's Guide to Forecasting**. Harvard Business Review, vol. 12, núm. 4, pp. 110-120. 1986.
- GIRALDI, G; CAMARGO; E. M: **Modelo Integrado para Previsão de Vendas como uma Ferramenta de Competitividade: Um Estudo de Caso em uma Empresa do Setor Têxtil**. Cadernos do IME – Série Estatística, vol. 25, pp. 18-35 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – Brasil. 2008.
- KALCHSCHMIDT, M.; VERGANTI, R.; ZOTTERI, G. "Forecasting demand from heterogeneous customers", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 Iss. 6 pp. 619 – 638. 2006.
- LEE, B. W; KHUMAWALA, M. B: **Simulation Testing of Aggregate Production Planning Models in an Implementation Methodology**. Management Science – vol.20 – núm. 6, Application Series, pp. 903-911, 1974.
- LEITE, T. F: **Metodologia Científica: Métodos e Técnicas de Pesquisa: Monografia, Dissertações, Teses e Livros**. Aparecida. Ed. Idéias & Letras. 2008.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



- MELO, C. D; ALCÂNTRA, C. L. R: **Gestão da Demanda em Cadeia de Suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas.** Gestão da Produção – vol. 18, núm. 4, pp. 809-824. São Carlos - SP. 2011.
- MOREIRA, A. D: **Administração da Produção e Operações.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo. Ed. Cengage Learning. 2013.
- PAN, L; KLEINER, H. B: **Aggregate Planning Today.** Work Study - WS – vol. 44, núm. 3, may-june, pp. 4-7, MCB University Press. 1995.
- PEDGEN, C. D; SHANNON, E. R; SADOWSKI, P. R: **Introduction to Simulation Using Siman.** 1995.
- PEINADO, J; GRAEML, R. A: **Administração da Produção: Operações industriais e de Serviços.** Curitiba. Ed UnicenP. 2007.
- PEIXOTO, C. E; PINTO, R. P: **Gerenciamento de Estoques Via Previsão de Vendas Agregadas Utilizando Simulação.** Produção – vol. 16, núm. 3, setembro-dezembro, pp. 569-581. 2006.
- PETRÔNIO, G. M; LAUGENI, P. F: **Administração da Produção.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo. Ed. Saraiva. 2005.
- PIZZINATO, K. N; SPERS, E. E; FARH, E. O; NEVES, F. M: **Um Método para Previsão de Vendas Cumulativas por Intervalo em Promoção de Bens de Consumo.** Revista de Administração – RAUSP – vol.42, núm. 3, pp.363-372, Universidade de São Paulo – Brasil. 2007.
- SIR FINNESTON, MONTY: **Address to Department of Education and Science,** Loughborough University, UK, 1987.
- SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R; TRAD. CORRÊA, H. L: **Administração da Produção.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo. Ed Atlas. 1997.
- SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R; TRAD. CORRÊA, H. L: **Administração da Produção.** 3<sup>a</sup> ed. São Paulo. Ed Atlas. 2009.
- TIAN, X.; MOHAMED, Y.; ABOURIZK. S. **Simulation-based aggregate planning of batch plant operations.** Can. J. Civ. Eng. V. 37, p. 1277-1288. 2010.
- VOOS, C. A. In: VOSS, C A. (Org): **Just in Time Manufacture;** IFS, Springer Verlag, 1987.