

THALES ROGÉRIO DE OLIVEIRA PIFFER

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO
DE DEMANDA NUMA EMPRESA DE LINHA BRANCA**

Trabalho de Formatura
apresentado à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo
para obtenção de diploma de
Engenheiro de Produção

ORIENTADOR: MIGUEL CEZAR SANTORO

São Paulo

2004

TF 2004
P.621d

“Dedico este trabalho à minha família e amigos, que em todos os momentos me ajudam a compreender melhor a verdadeira razão da vida: o amor e a felicidade”.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer em especial a meus pais, irmãos e amigos pela força e apoio dado.

Agradeço ao Professor Santoro pela orientação e ajuda imprescindíveis para que se conseguisse realizar o trabalho.

Agradeço também a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a concluir este trabalho, em especial à Érica, à Victória, ao Marco e ao João Pedro.

A todos vocês, aí vai o meu muito obrigado!

Thales Piffer

Resumo

Esse trabalho de formatura foi elaborado na Multibrás, que é a empresa líder no mercado de eletrodomésticos de linha branca no Brasil e é representada no mercado interno pelas marcas Consul e Brastemp.

O autor desse trabalho realizou estágio supervisionado na área de Planejamento Logístico na empresa desde o início de 2004. Essa área é responsável pelo correto planejamento das operações logísticas através da otimização dos recursos logísticos como estoques, transportes e capacidade de expedição. Esse planejamento é realizado em reuniões entre membros de diferentes áreas da Logística e a maior parte das reuniões é utilizada para analisar a previsão acerca da necessidade futura dos recursos logísticos e tomar decisões acerca de sua disponibilidade.

Essa previsão é realizada por simulações feitas no Modelo de Projeção de Planejamento Logístico, que manipula uma série de informações como, por exemplo, a previsão de demanda, o planejamento da produção e as transferências entre as unidades da empresa, e como resultado fornece a previsão da necessidade futura dos recursos logísticos.

Esse modelo foi também desenvolvido pelo autor, e ele percebeu que as diferenças entre os dados de entrada e a realidade observada interferem negativamente na qualidade das informações produzidas, podendo levar os gerentes a eventualmente tomar decisões equivocadas a respeito da disponibilidade dos recursos logísticos.

Nesse contexto um tema complexo em sua essência foi escolhido para ser desenvolvido nesse trabalho, que é a previsão de demanda para os produtos da Multibrás no mercado interno. A explicação para a escolha desse tema é que a previsão da demanda do mercado interno é a única informação utilizada para as projeções dos três recursos logísticos e os seus desvios vêm promovendo erros de grande amplitude ao longo dos últimos anos.

O objetivo desse trabalho é encontrar um meio melhor de realizar a previsão de demanda dos produtos da empresa no mercado interno com foco na necessidade de

informação de cada área da Logística. Como a previsão da necessidade futura dos recursos logísticos não requer um nível de detalhe muito grande de previsão, e tendo o sistema atual de previsão essa característica, deve ser possível melhorar a qualidade do planejamento desses recursos realizando-se a previsão de demanda em menores níveis de detalhe.

A intenção desse trabalho não é substituir o modelo de previsão existente, que é usado para prever a necessidade dos recursos logísticos e planejar a produção, mas sim desenvolver uma previsão sob medida para a área de Planejamento Logístico.

Dados históricos sobre as vendas foram extraídos do sistema corporativo da empresa e organizados de forma a relacionar as vendas históricas dos diferentes segmentos e famílias de produtos para cada canal e agência de vendas. Por meio da análise desses dados foi possível notar muitas características peculiares da demanda de mercado interno como, por exemplo, a existência de comportamento sazonal entre os meses do ano e entre as semanas de cada mês, que devem ser consideradas pelo modelo de previsão.

Diversos modelos de previsão foram analisados e considerados e o mais completo e adequado é o Modelo de Tendência e Sazonalidade de Winter, que foi por isso escolhido para solucionar o problema de previsão da necessidade dos recursos logísticos da empresa.

Com a aplicação do modelo para cada agência de vendas foi obtida uma previsão por mês e por família de produto num horizonte de três meses à frente. As simulações foram feitas em planilhas Excel e foi criada uma pasta para cada agência de vendas e outra, que por meio de ligações automáticas com cada uma das outras pastas fornece uma previsão global por mês. Essa pasta também realiza a distribuição semanal da previsão global.

Comparando os resultados obtidos pelo sistema proposto com a previsão que foi feita pelo sistema atual, foi observado que a margem global de erros promovida é consideravelmente melhor do que a do sistema existente. Entretanto, o sistema proposto precisa ser calibrado e pode ser ainda melhorado.

Abstract

This graduation task has been performed at Multibrás – the household appliances market leader of Brazil, which is represented in the domestic market by the brands Consul and Brastemp.

The author of this work has been working at the Logistic Planning Department of this enterprise since the beginning of the year 2004. This area is responsible for planning rightly the logistical operations by the optimization of the logistical resources like storage, transports and expedition capacity. This planning is made at meetings with members from several areas of the Logistic Department. Most part of these meetings is used to analyze the forecasting of the future logistical resources needs and to make decisions regarding its availability.

This forecasting is made by simulations on the Logistic Planning Projection Model, that manipulates a lot of information, for instance the demand forecasting, production planning and the internal transfer of products between the different units of the firm and, as an outcome gives the forecast of the future need for the logistical resources.

This model was also developed by the author and he perceived that the gaps between the inputs and the present scenario interferes negatively in the quality of the information produced, therefore leading the managers to eventually make wrong decisions regarding the availability of the logistical resources. In this context a very complex subject in its essence has been chosen to be developed in this work, which is the demand forecasting for the domestic market of Multibrás goods.

The explanation of the subject choice for this work is that the demand planning is the unique information used for the projection of the three logistical resources and its deviation has been promoting high level of errors during the last years.

The objective of this work is to find a better path to forecast the domestic market demand of the enterprise products by focusing on each logistic department's needs of information. As the forecast for resources doesn't require a highly detailed demand, and since the present forecast system already has this characteristic it may be possible to improve the quality of the resources planning by forecasting in a less detailed level.

The purpose of this work is not to replace the existing forecasting model, which is used to forecast the logistical needs and plan the production, but to develop a forecasting model tailor-made to the Logistic Planning Department.

Historical data about the sales were obtained through the enterprise corporative system and organized to relate the historical sales of the different products segments and families for each sales channel and agency. By the analysis of this data it was possible to notice a lot of peculiar features of the domestic demand, for example the season peaks among the months of the year and the weeks of the months that must be considered by the forecasting model.

Several forecasting models were analyzed and considered and the most complete and suitable is the Winter's Trend and Seasonality Method, which was thus chosen to solve the logistical resources forecasting problem of the enterprise.

By the application of the model for each sales agency, a forecast has been obtained per month and product family. The simulations were performed with Excel spreadsheets and a folder for each sales agency was created and another that by making a liaison to each of them provides a global result, per month. This folder also distributes the monthly forecast during the weeks.

Comparing the results obtained by the suggested model with the forecast that has been made by the present model was observed a global margin of errors considerably better than the existing one. Nevertheless the suggested model needs to be calibrated and can be further improved.

Sumário

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PARTE 1 – Caracterização do problema analisado | 3 |
| 1. Introdução..... | 3 |
| 2. Descrição do problema a ser analisado | 5 |
| 3. Apresentação da empresa | 7 |
| 3.1. Informações pontuais | 7 |
| 3.2. Histórico da Multibrás | 9 |
| 3.3. Missão, Visão e Valores..... | 10 |
| 3.4. Sistema Físico | 11 |
| 3.5. O processo da Logística | 25 |
| 4. O estágio e o foco do trabalho de formatura | 26 |
| 5. Objetivos do trabalho | 28 |
| 6. Justificativa e motivação | 29 |
| | |
| PARTE II – Desenvolvimento do sistema de previsão de demanda..... | 30 |
| 1. Usuários da previsão de demanda | 30 |
| 2. Necessidades do sistema de previsão | 31 |
| 2.1. As necessidades de informação das áreas da Logística | 31 |
| 2.2. O modelo de projeção do Planejamento Logístico | 34 |
| 3. Fundamentação teórica..... | 37 |
| 3.1. Previsão de Demanda..... | 37 |
| 3.3. Medição de erros de previsão..... | 39 |
| 3.4. Modelos de previsão..... | 41 |
| 4. Obtenção de dados históricos de demanda..... | 59 |
| 5. Análise do sistema atual de previsão de demanda | 61 |
| 5.1. Descrição do sistema atual de previsão..... | 61 |
| 5.2. Medição do desempenho do sistema atual | 61 |
| 6. Análise das possíveis soluções | 67 |
| 6.1. Análise dos dados históricos | 67 |
| 6.2. Escolha da melhor solução..... | 77 |
| 7. Proposta do novo sistema de previsão de demanda | 78 |
| 8. Simulação do sistema proposto | 80 |
| 9. Análise crítica da solução proposta..... | 91 |
| 10. Conclusões..... | 92 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |
| | |
| ANEXO 1 – Fator sazonal semanal por segmento de produto e mês do ano | 95 |
| ANEXO 2 – Parâmetros α , β e γ da simulação de Winter por agência de vendas | 96 |
| ANEXO 3 – Relatório de erros de simulação por agência de vendas..... | 97 |

Lista de Figuras

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Exemplo de projeção do nível dos estoques | 34 |
| Figura 2 – Exemplo de projeção da necessidade de transportes..... | 35 |
| Figura 3 – Exemplo de projeção quanto à necessidade de capacidade de expedição | 35 |
| Figura 4 – Comparação entre a previsão do sistema atual e a base histórica de dados reais..... | 63 |
| Figura 5 – Curva ABC para as agências de vendas..... | 68 |
| Figura 6 – Percentual de faturamento por segmento e família de produto | 69 |
| Figura 7 – Fator sazonal mensal global..... | 70 |
| Figura 8 – Fator sazonal mensal para o segmento de cocção..... | 71 |
| Figura 9 – Fator sazonal mensal para o segmento de microondas | 72 |
| Figura 10 – Fator sazonal mensal para o segmento de condicionador de ar | 72 |
| Figura 11 – Fator sazonal mensal para o segmento de lavanderia | 73 |
| Figura 12 – Fator sazonal mensal para o segmento de refrigeração..... | 73 |
| Figura 13 – Fator sazonal semanal para as diferentes famílias de produtos..... | 75 |
| Figura 14 – Fator sazonal semanal para os diferentes meses do ano..... | 76 |
| Figura 15 – Comparação entre a previsão mensal do sistema atual e a do sistema proposto | 81 |
| Figura 16 – Comparação entre a previsão semanal do sistema atual e a do sistema proposto | 82 |
| Figura 17 – Visualização da adequação das previsões mensais dois e três meses antes | 82 |
| Figura 18 – Visualização da adequação das previsões semanais de dois e três meses antes..... | 83 |

Lista de Tabelas

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Ações da Multibrás..... | 8 |
| Tabela 2 – Concorrentes por segmento de produto | 8 |
| Tabela 3 – Segmentos e famílias de produtos | 19 |
| Tabela 4 – Regiões de exportação..... | 23 |
| Tabela 5 – Canais e agências de vendas do mercado interno | 24 |
| Tabela 6 – Horizontes de previsão das projeções do Planejamento Logístico | 33 |
| Tabela 7 – Formato para colagem da previsão de demanda no modelo | 36 |
| Tabela 8 – Classificação de Pogel: Parâmetros | 50 |
| Tabela 9 – Classificação de Pogel: Previsão Final..... | 51 |
| Tabela 10 – Erros quadráticos médios do sistema atual..... | 64 |
| Tabela 11 – Percentual de faturamento por segmento..... | 64 |
| Tabela 12 – Desvio padrão do sistema proposto | 65 |
| Tabela 13 – Média mensal de faturamento do histórico..... | 65 |
| Tabela 14 – Desvio padrão do sistema atual como percentual da média de faturamento..... | 65 |
| Tabela 15 – Erros relativos e absolutos do sistema atual | 66 |
| Tabela 16 – Erros percentuais relativos e absolutos..... | 66 |
| Tabela 17 – Estatística U do sistema atual | 67 |
| Tabela 17 – Fator sazonal semanal global..... | 74 |
| Tabela 18 – Fator sazonal semanal por segmento de produto | 74 |
| Tabela 19 – Erros quadráticos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual..... | 84 |
| Tabela 20 – Desvios padrão das previsões mensais dos sistemas proposto e atual | 85 |
| Tabela 21 – Desvios padrão das previsões mensais dos sistemas proposto e atual como percentual da média de faturamento | 85 |
| Tabela 22 – Erros relativos e absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual..... | 86 |
| Tabela 23 – Erros percentuais relativos e absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual | 87 |
| Tabela 24 – Comparativo dos erros relativos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual..... | 87 |
| Tabela 25 – Comparativo entre os erros percentuais absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual..... | 88 |
| Tabela 26 – Estatística U das previsões mensais dos sistemas proposto e atual | 88 |
| Tabela 27 – Desvio padrão da previsão semanal dos sistemas proposto e atual | 89 |
| Tabela 28 – Erros relativos e absolutos da previsão semanal dos sistemas proposto e atual | 89 |
| Tabela 29 – Erros percentuais relativos e absolutos da previsão semanal dos sistemas proposto e atual | 89 |

PARTE 1 – Caracterização do problema analisado

1. Introdução

Esse trabalho é realizado na Multibrás S/A Eletrodomésticos, empresa líder no mercado de produtos de linha branca, representada atualmente pelas marcas Consul e Brastemp. Os produtos de linha branca constituem os eletrodomésticos utilizados na cozinha e na lavanderia, tais como fogões, depuradores de ar, refrigeradores, lavadoras de louça e de roupa, secadoras, entre outros.

A Multibrás é proveniente da fusão entre as marcas Consul, Brastemp e Semer (atualmente desativada) e é hoje uma subsidiária da Whirlpool Corporation, que é líder mundial no mercado de produtos de linha branca. O mercado no qual está inserida a Multibrás possui um crescimento muito lento e é extremamente competitivo, sendo atualmente os concorrentes mais expressivos a Electrolux, a Continental, a Bosch e a GE. Existem ainda outros concorrentes e a entrada agressiva de novos, como é o caso recente dos produtos asiáticos, o que torna esse mercado ainda mais recessivo.

A Multibrás possui unidades pelo Brasil inteiro: em Rio Claro fabrica-se produtos de lavanderia, em São Paulo de cocção, em Joinville de refrigeração e secadoras, e em Manaus condicionadores de ar e fornos de microondas. Na Unidade Tamboré localizam-se o Centro de Distribuição, destinado a atender principalmente o mercado do Sudeste (que é o mais expressivo), e a Logística da empresa (onde o autor está realizando o estágio supervisionado). Há ainda o Centro Administrativo em São Paulo, onde ficam as áreas de Marketing, Vendas, Departamento Jurídico, entre outras.

O estágio supervisionado realiza-se na área de Planejamento Logístico da empresa, responsável pelo desenvolvimento de projeções quanto à necessidade futura de área de armazenagem, capacidade de expedição e transportes para a logística dos produtos acabados, que auxiliam a tomada de decisões acerca do planejamento desses recursos. Além disso, a área gerencia o processo de transferências internas (entre unidades da

Multibrás) e a expedição nos depósitos, ajustando diariamente a capacidade de expedição com a necessidade apontada pela carteira faturável.

Todas as projeções realizadas pelo Planejamento Logístico da empresa são baseadas na previsão de demanda sendo, portanto, diretamente afetadas pelos desvios dessa previsão. No caso da projeção futura do nível dos estoques utiliza-se também o planejamento da produção, o qual é baseado na mesma previsão de demanda. Ou seja, caso a demanda prevista não se confirme, o nível dos estoques será maior que o esperado e há o risco de não se dispor de área de armazenagem suficiente, tornando necessário o corte no plano de produção – o que causaria impactos negativos em termos de diluição dos custos fixos e nível de atendimento.

Como os erros de previsão de demanda afetam as projeções realizadas pela área de Planejamento Logístico, eles ocasionam na tomada de decisões equivocadas acerca da necessidade de área, transportes e capacidade de expedição para os produtos acabados – o que pode ocasionar custos altos de operação, associados, por exemplo, à necessidade de execução de transferências internas para aliviar os estoques de depósitos lotados, de utilização mão-de-obra extra para carregar os carros nos depósitos com capacidade de expedição subdimensionada, e à ociosidade no caso de superdimensionamento.

Os erros de previsão de demanda constituem um dos maiores problemas enfrentados pela empresa na atualidade, pois causam de um lado excesso de alguns itens no estoque (cuja quantidade prevista de demanda foi superior à quantidade demandada efetivamente) e de outro a falta de itens em estoque, cuja quantidade prevista para a demanda foi inferior à quantidade demandada.

O excesso de itens em estoque gera um custo alto e desnecessário para a empresa, que está associado à necessidade de contratação de áreas extras para armazenar seus produtos (como é o caso dos lonados e estruturados utilizados freqüentemente) e ao fato de os eletrodomésticos terem alto valor agregado e os estoques representarem alto custo de oportunidade de capital.

A falta de itens em estoque, além de afetar o nível de atendimento da empresa podendo gerar a insatisfação ou a perda de clientes, significa que a empresa não está faturando esses itens, ou seja, tem a sua lucratividade diminuída com a perda de oportunidade de venda e pode estar perdendo “market share”.

O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema de previsão para a demanda dos produtos acabados da Multibrás, o qual permita a obtenção de erros de previsão menores do que os proporcionados pelo sistema atual de previsão, visando obter maior precisão nas projeções do Planejamento Logístico quanto à necessidade de área de armazenagem, transportes e capacidade de expedição.

O trabalho tem seu enfoque então nas necessidades de previsão do Planejamento Logístico, onde deverá ser implementado futuramente. Ou seja, pretende-se tentar minimizar o impacto negativo que o erro de previsão de demanda causa no planejamento futuro das operações logísticas da empresa.

O desenvolvimento do trabalho segue a seguinte lógica: primeiramente será caracterizado o problema a ser analisado e solucionado, sendo feita também uma apresentação geral da empresa e do foco do trabalho; em seguida realizar-se-á a análise geral das necessidades de previsão, a revisão bibliográfica, a análise do sistema de previsão atualmente utilizado na empresa e, finalmente, propor-se-á um sistema de previsão de demanda que seja adequado às necessidades de previsão previamente analisadas.

2. Descrição do problema a ser analisado

Conforme foi exposto anteriormente, objetiva-se com esse trabalho solucionar um sério problema enfrentado pela Multibrás atualmente: o erro de previsão de demanda, que causa custos elevados e insatisfação por parte dos clientes.

Esse é um problema complexo, não somente por se tratar de previsões, que são tentativas de se adivinhar o que irá acontecer no futuro, como também por se tratar de uma empresa de grande porte, com uma variedade enorme de produtos e clientes.

A diversidade de unidades de produtos pode dificultar bastante o trabalho e pode ocasionar altos custos associados à previsão. A multiplicidade de canais de venda torna o problema mais complexo pelo fato de a demanda se comportar de maneira diferente em cada canal, obrigando que se faça a análise separada, além da utilização de diferentes modelos de previsão se tornar necessária.

Como a Multibrás é uma empresa exportadora, é preciso que o comportamento da demanda do mercado externo seja analisado separadamente. Como a produção para o mercado externo é baseada na política “*make to order*”, ou seja, produz-se teoricamente de acordo com a carteira de pedidos, não deveria haver problemas com relação à previsão dessa demanda, já que o número utilizado como base para essa previsão é a validação da negociação anual e trimestral da empresa com os clientes.

O problema para o mercado externo é que os clientes acabam não enviando a chamada “*ship instruction*”, necessária para a realização da expedição dos produtos, utilizando muitas vezes oportunamente os estoques da Multibrás e ocasionando em custos elevados de estoque para a empresa e sérios problemas com relação à área de armazenagem. Considerando-se que exportação da Multibrás ocorre quase que totalmente com modal marítimo, já se pode ter uma pequena idéia do impacto gerado pela não liberação de embarque por conta dos clientes, principalmente em termos de área de armazenagem e custo de oportunidade de capital.

Dessa forma fica claro que o problema de previsão da demanda do mercado externo é um problema de negociação com os clientes, e não de previsão de demanda propriamente dita. Portanto, nesse trabalho não faz sentido o tratamento da demanda do mercado externo, e por isso se enfocará somente no mercado nacional, que corresponde atualmente à cerca de dois terços do faturamento da companhia.

O problema que será analisado nesse trabalho é, portanto, a previsão de demanda do mercado interno para os produtos acabados da Multibrás, alinhada às necessidades de previsão para o planejamento dos recursos logísticos, como horizontes de planejamento e nível de detalhe da previsão.

3. Apresentação da empresa

3.1. Informações pontuais

- Porte da empresa

A Multibrás é uma empresa de grande porte, caracterizado pelo seu grande número de funcionários, cerca de seis mil entre todas as suas unidades, e pelo seu volume expressivo de vendas ilustrado, por exemplo, pelo faturamento líquido alcançado no ano de 2003, que foi da ordem de R\$ 2,2 bilhões.

- Capital

Por ser uma subsidiária da norte-americana Whirlpool Corporation, que é uma empresa de capital aberto, a Multibrás acaba também sendo uma empresa de capital aberto. Seus principais acionistas são a Brasmotor S.A., com 52% do capital ao fim do ano de 2003, e a Whirlpool do Brasil Ltda., com 42% na mesma data.

A empresa possui cerca de 1,26 bilhão de ações preferenciais e ordinárias, que são negociadas em lotes unitários na Bolsa de Valores de São Paulo. Suas cotações no dia 27 de agosto de 2004 estão expostas a seguir:

Tabela 1 – Ações da Multibrás

| Tipo de Ação | Compra | Venda |
|---------------------|---------------|--------------|
| Ordinárias | R\$ 0,45 | - |
| Preferencial | R\$ 0,79 | R\$ 0,86 |

- *Market share* (participação no mercado)

Segundo dados obtidos referentes ao ano de 2000, a Multibrás responde por 39,5% do mercado de eletrodomésticos no Brasil. Suas duas principais marcas, Brastemp e Cônsul, foram responsáveis juntas por cerca de 60% das vendas no mercado de refrigeração e 38% das vendas de aparelhos de lavanderia.

- Principais concorrentes

A grande maioria dos produtos exportados pela Multibrás é comercializada no exterior com outras marcas, sendo nesse caso os seus concorrentes as empresas que estão competindo nesses mesmos mercados, como é o caso da Electrolux e da Bosh, por exemplo.

No mercado interno o crescimento dessa indústria é bem mais lento e a competitividade é muito grande. Os concorrentes mais expressivos são a Electrolux, a Continental, a GE, a Bosh, e a Atlas, entre outros.

A empresa possui concorrentes de acordo com os segmentos de produto, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 2 – Concorrentes por segmento de produto

| Segmento | Principais Concorrentes |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Refrigeração | Electrolux, Bosch, Continental e GE |
| Lavanderia | Electrolux, Continental e Atlas |
| Fogões | Continental, Electrolux, Dako e Atlas |
| Eletroportáteis | Arno, Walita, Black & Decker, Britânia |
| Condicionadores de ar | Electrolux, LG, Elgim e Breeze |
| Fornos de microondas | Electrolux, Panasonic e LG |

3.2.Histórico da Multibrás

A Multibrás S.A. Eletrodomésticos foi criada em maio de 1994, como resultado da fusão e integração da Brastemp, Consul e Semer, empresas do grupo Brasmotor, e se tornou a maior indústria da linha branca da América Latina. Atualmente a Multibrás é uma subsidiária da Whirlpool Corporation, maior fabricante de eletrodomésticos mundial, e representa a América Latina.

A Multibrás é a única empresa do Brasil que fabrica, com as marcas Brastemp e Consul, todos os produtos de linha branca: refrigeradores, freezers horizontais e verticais, fogões, lavadoras de roupa, secadoras, lava-louças, fornos de microondas, condicionadores e depuradores de ar. Com a marca Brastemp oferece também eletrodomésticos portáteis como: batedeiras, cafeteiras, liquidificadores e multiprocessadores, porém nenhum deles é fabricado no Brasil, sendo todos importados para atender ao mercado interno.

A empresa atua em patamares internacionais de qualidade e de produtividade, de acordo com as exigências do mercado global, e emprega hoje cerca de 6 mil pessoas em suas Unidades localizadas em São Paulo; Rio Claro, interior de São Paulo; Joinville, no estado de Santa Catarina; Manaus, no estado do Amazonas; Buenos Aires, na Argentina; e Santiago, no Chile.

Com a finalidade de maximizar a utilização dos recursos disponíveis no Brasil e na Argentina, a Multibrás S.A. Eletrodomésticos detém o controle acionário da Whirlpool Argentina S.A., líder no mercado de linha branca argentino, com as marcas Whirlpool e Eslabon de Lujo. Detém, ainda, o controle acionário da Whirlpool Chile.

Desde 1995 todas as unidades são certificadas de acordo com o padrão internacional ISO 9000, atestando a qualidade de seus produtos e serviços. Além do mercado brasileiro, a Multibrás atende aos mercados de 70 países em cinco continentes.

"Nosso diferencial competitivo está no modelo adequado de gestão. E, também, na capacitação e comprometimento dos colaboradores com os objetivos empresariais e com a

permanente melhoria da qualidade", assinalou Paulo Periquito, atual Presidente da Brasmotor S.A. e Multibrás S.A. Eletrodomésticos.

3.3.Missão, Visão e Valores

Missão

A missão da Multibrás visa definir o foco principal do grupo e o que cada colaborador pode fazer de especial para criar valor para o consumidor e, conseqüentemente, à empresa no cotidiano de suas atividades:

"Todos Nós, Apaixonadamente, Criando Consumidores Leais por Toda a Vida".

Visão

A visão da Multibrás define o alvo do seu negócio e aonde a empresa quer chegar num horizonte de longo prazo:

"Em Todos os Lares... Em Todos os Lugares. Com Orgulho, Paixão e Performance".

Cultura e Valores

A cultura e os valores da empresa definem quem são as pessoas que nela trabalham e no que elas acreditam. Os Valores da Multibrás são: Diversidade com Inclusão, Integridade, Respeito e Trabalho em Equipe.

O valor "Diversidade com Inclusão" significa ter pessoas na organização se sentindo a vontade para expor suas opiniões com clareza, e tem o objetivo de oferecer um ambiente onde todos os colaboradores tenham orgulho de pertencer a uma empresa onde

são respeitados como indivíduos capazes de contribuir. As pessoas devem ser cada vez mais motivadas e valorizadas. Quanto aos líderes, espera-se que sejam reconhecidos por desenvolver bem suas equipes.

Competências Estratégicas

As competências estratégicas da Multibrás são: Excelência do Consumidor, Inovação e Excelência Operacional Centrada no Consumidor.

Essas três Competências Estratégicas, se totalmente incorporadas ao comportamentos diários de todos os colaboradores, dificilmente poderão ser copiadas. A Inovação, por exemplo, deve estar presente em todos os processos da empresa, garantindo novas soluções para os consumidores.

3.4.Sistema Físico

3.4.1. Unidades da Multibrás

A produção da Multibrás é realizada nas plantas conforme os segmentos de produtos: Em Joinville ocorre a produção de produtos de refrigeração (refrigeradores e freezers), em Rio Claro de lavanderia (lavadoras de roupa e de louça, centrífugas), em São Paulo de cocção (fogões e fornos) e em Manaus de condicionadores de ar e fornos de microondas. Em Tamboré localiza-se o Centro de Distribuição, que se destina principalmente ao atendimento da demanda da cidade de São Paulo, armazenando produtos de todos os segmentos, inclusive produtos importados, como é o caso dos portáteis (batedeiras, cafeteiras, multiprocessadores, etc).

UNIDADE JOINVILLE

Endereço:

Rua Dona Francisca, 7.200
Distrito Industrial
89219-900 - Joinville - SC
Telefone: 55 - 47 - 441-4141
Fax: 55 - 47 - 441-4141



História

A Unidade Joinville nasceu num galpão de 680m², local onde foi fundada a Indústria de Refrigeração Consul S.A., em 1950. Mais tarde, o espaço ficou conhecido como "Fábrica I".

Entre 1960 e 1969, a Consul saltou do sexto para o primeiro lugar no ranking nacional de marcas de refrigeradores. Para acompanhar esse crescimento foi construída uma nova Fábrica.

Em 1976, a marca Consul foi incorporada pelo Grupo Brasmotor e em 1993 recebeu uma nova e moderna planta industrial, a "Fábrica III". A Unidade Joinville responde por 60% da produção da Multibrás. É a maior indústria de produtos de refrigeração da América Latina e abriga os Centros de Tecnologia de Refrigeração, de Cocção e parte do Centro de Tecnologia de Condicionadores de Ar.

Produz refrigeradores, freezers horizontais e verticais e secadoras.

UNIDADE MANAUS

Endereço:

Estrada Torquato Tapajós, 7.500
Km 12.

Colônia Terra Nova

69048-660 - Manaus - AM

Telefone: 55 - 92 - 652-8500

Fax: 55 - 92 - 652-8500



História

Inaugurada em 1992, a Brastemp da Amazônia, localizada no Pólo Industrial de Manaus, iniciou suas atividades produzindo fornos de microondas, passando a produzir condicionadores de ar em 1994.

A Unidade Manaus possui três linhas de montagem, uma exclusiva para fornos de microondas, e duas flexíveis, para a produção de microondas e condicionadores de ar. Em 2002, para comemorar o aniversário de 10 anos de sua fundação, foi criada uma nova linha de condicionadores de ar da marca Whirlpool, voltadas ao mercado norte-americano.

UNIDADE RIO CLARO

Endereço:

Avenida 80-A nº 777

Distrito Industrial

13506-05 - Rio Claro - SP

Telefone: 55 - 19 - 3535-9100

Fax: 55 - 19 - 3535-9101



História

Inaugurada em julho de 1990, foi fruto da parceria com a Whirlpool. O objetivo era implantar uma fábrica com tecnologia moderna e superatualizada. Para dar conta da produção de lavadoras que crescia a cada dia, a Unidade passou por vários ciclos de expansão, ganhando uma nova linha de montagem para a criação das lavadoras Consul, em 1999.

Considerada uma das mais modernas do setor e centro de competência da Whirlpool para os projetos de lavadoras do Brasil, México, China e Índia, a Unidade Rio Claro tem como missão ser exemplo de modernidade e inovação.

Atualmente produz lavadoras da marca Brastemp e Consul e lava-louças da marca Brastemp.

UNIDADE SÃO PAULO

Endereço:

Rua Olimpia Semeraro, 675.

Jardim Santa Emília

04183-901 - São Paulo - SP

Telefone: 55 - 11 - 6940-1000

Fax: 55 - 11 - 6940-1177



História

Em 1984, a Brastemp adquiriu a Semer, indústria paulista de fogões, incorporando-a ao Grupo Brasmotor. A Multibrás S.A. Eletrodomésticos líder no mercado de produtos de linha branca surgiu em 1994 com a união das marcas Brastemp, Consul e Semer. Assim, a fábrica da Semer se transformou na Unidade São Paulo da Multibrás, onde são

produzidos os fogões das marcas da empresa. É uma moderna fábrica de mais de 50 mil metros quadrados de área construída, com capacidade instalada para a produção de cinco mil produtos ao dia.

UNIDADE TAMBORÉ - CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Endereço:

Av. Tamboré, 1000.

Tamboré

06460-000 - Barueri - SP

Telefone: 55 - 11 - 4689 - 8300

História

Para atender com rapidez e eficiência os representantes de todo o Brasil, a Multibrás desenvolveu um completo sistema de distribuição. As Unidades de São Paulo, Joinville, Rio Claro e Manaus possuem depósitos de produtos acabados, coordenados por um depósito central no bairro de Tamboré, em Barueri (SP).

O Centro de Distribuição Física foi implantado em Tamboré em 1984. Após alguns anos de funcionamento foi transferido para Capuava e Sertãozinho, no interior de São Paulo.

Em 1999, Tamboré voltou a abrigar as atividades de armazenamento e distribuição de produtos da Multibrás. A Unidade concentra atualmente todas as atividades de logística de armazenamento e controle de distribuição, além de setores administrativos da empresa como, por exemplo, Gestão de Contas, Relatórios Gerenciais e PIVO - Planejamento Integrado de Vendas e Operações, dentro do qual fazem parte o Planejamento da Produção, o Planejamento Logístico e o Planejamento da Demanda.

CENTRO ADMINISTRATIVO

Endereço:

Edifício Plaza Centenário

Avenida das Nações Unidas 12.995, 32º andar.

04578-000 - São Paulo - SP

Telefone: 55 11 - 5586-6100

FAX: 55 - 11 - 5586-6388



O Centro Administrativo reúne todas as atividades de administração – com exceção das diretamente ligadas à Logística, que se localizam em Tamboré. NO Centro Administrativo localizam-se áreas como Informática, Vendas, Marketing, RH Cooperativo, Departamento Jurídico, Financeiro, Presidência, entre outras.

CCB - COMPRA CERTA BRASTEMP UTILIDADES DOMESTICAS LTDA

Endereço:

Rua: Manoel Coelho, 600 - 2º andar - Sala 243.

São Caetano do Sul - SP

CEP: 09510-101

Telefone: P A B X: (011) 4224-0000 / F A X: (011) 4224-0095

Atendimento ao consumidor Brasil: 0800 - 90 22 00

São Paulo: 5084 - 6200

História

Em 1994, com a fusão das empresas Consul e Brastemp, existentes há aproximadamente 50 anos cada, surgiu a Multibrás S.A. Eletrodomésticos, que desde então consolida sua liderança nesse segmento em toda a América Latina.

Desde 1988 atuando no segmento de venda direta de eletrodomésticos e de eletroeletrônicos, a Compra Certa Brastemp tornou-se líder de mercado e conta com uma carteira de mais de três milhões e quinhentos mil clientes e, Representantes Comerciais Autorizados que possuem equipes de vendas distribuídas por todo território nacional.

Nesse sistema, pela modalidade de venda de Compra Programada, o cliente tem a opção de adquirir os mais modernos e sofisticados eletrodomésticos e eletroeletrônicos, pagando em até 12 vezes sem juros. O sistema também conta com a tabela PAV, que oferece descontos sobre os produtos à "parentes, amigos vip's" e a Venda a Colaboradores.

A Compra Certa Brastemp é um canal diretamente ligado à área comercial da Multibrás. Além da parceria com Brastemp e Consul, a empresa conta com outros parceiros também líderes de mercado, como a Semp Toshiba e Semp Toshiba Informática.

A Compra Certa Brastemp tem como missão transformar a empresa em um centro de excelência em serviços, garantindo a satisfação de seus consumidores, parceiros, fornecedores e colaboradores, tornando-se líder de mercado. Os valores que agregam a empresa e foram adotados por todos os colaboradores são: Paixão pelo Consumidor, Excelência, Inovação, Resultados e Integridade.

SANTIAGO

Whirlpool Chile

Av. Sta. María 760 2 piso
Providencia
Santiago de Chile, Chile
Telefone: 56 - 2 - 730-2600

História

A Whirlpool Chile iniciou suas atividades em maio de 1998, com a compra do setor de linha branca da Philips. Os escritórios administrativos, comerciais e a rede de assistência técnica se localizam na capital Santiago.

As marcas Whirlpool e Consul se afirmaram dentro de um mercado altamente segmentado e competitivo, desde sua fundação. Hoje, a empresa já tem a confiança dos distribuidores e a preferência dos consumidores chilenos.

ARGENTINA - LA TABLADA

Whirlpool Argentina

Av. Int Crovara, 2.550
Tablada Pcia de Buenos Aires, Argentina
CEP: 1766
Telefone: 54 - 11 - 4480-7100

História:

No final dos anos 80, o grupo Brasmotor e a Whirlpool estreitaram seus laços de parceria, reunindo conhecimentos e tecnologias para marcar posição de liderança nas grandes economias regionais, surgindo assim a Whirlpool Argentina.

Em 1997, a Multibrás assumiu 100% do controle acionário da operação Argentina e a partir daí os planos de investimento e o intercâmbio tecnológico e gerencial entre os núcleos produtores e administrativos se intensificaram. Atualmente, a Whirlpool Argentina comercializa três marcas: Whirlpool, Eslabón de Lujo e Consul.

3.4.2. Principais produtos

A Multibrás possui reconhecimento internacional como empresa líder em produtos de linha branca, comercializando todos os eletrodomésticos de cozinha e lavanderia, como refrigeradores, freezers, fornos, depuradores de ar, fogões, fornos de microondas, lavadoras de roupa e de louça, secadoras, além de outros eletrodomésticos portáteis como batedeiras, liquidificadores, multiprocessadores e cafeteiras, entre outros. Além disso, a Multibrás também produz condicionadores de ar de diversos tipos e comercializa produtos de todas as linhas nas marcas Brastemp e Consul, sendo que os produtos exportados são geralmente comercializados em outras marcas como, por exemplo, a Eslabon de Lujó na América do Sul.

Os produtos da Multibrás podem ser categorizados nos seguintes segmentos e famílias:

Tabela 3 – Segmentos e famílias de produtos

| Segmento | Família | Código da Família |
|----------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| Refrigeração | Refrigerador a gás | RA |
| | Refrigerador elétrico | RC |
| | Freezer vertical | FV |
| | Freezer Horizontal | FH |
| Lavanderia | Lavadora de Roupa | LT |
| | Lavadora de louça | LL |
| | Secadora | SR |
| | Centrífuga | CE |
| Cocção | Fogão | FG |
| | Depurador de ar | DA |
| | Forno | FO |
| | Mesa de embutir | FM |
| | Portáteis (batedeira, cafeteira, multiprocessadores) | - |
| Condicionador de ar | Condicionador de ar | CA |
| | Condicionador de ar split | CS |
| Fornos de microondas | Fornos de microondas | MI |

Cada família de produto pode ser aberta numa rede composta pela grande variedade de modelos, cores, capacidade, entre outras características diferentes, que podem ser identificadas para cada produto com a utilização de um código de dez caracteres.

Por exemplo, o produto CWT08ABANA é uma lavadora (W) da marca Consul (C) de 8 litros de capacidade, modelo A, cor B, voltagem A, que é destinada ao mercado interno (NA).

3.4.3. As marcas

BFVC – Brand Focused Value Creation

Estratégia de Criação de Valor Para Nossas Marcas

“Criar valor, por meio da construção de níveis incomparáveis de lealdade do consumidor para com as marcas”.

BRASTEMP

História da marca Brastemp

A Brastemp oferece a mais completa e diversificada linha de eletrodomésticos e eletroportáteis para cozinha e lavanderia, além de ser pioneira em inovações: foi a primeira a lançar o refrigerador com isolamento em poliuretano, o refrigerador com sistema frost free, o fogão autolimpante, o freezer vertical e a lava-louças. Em 1990, a campanha da Agência Talent marcou época. Divulgados em revistas e na televisão pela dupla Arthur Kohl e Wandí Doratiotto, os slogans "Brastemp não tem comparação" e "Não é assim nenhuma Brastemp" viraram expressões de uso nacional, transformando a marca em sinônimo de qualidade.

Mulher na concepção da marca Brastemp

A consumidora da marca é moderna, sofisticada, diferenciada, exigente, autoconfiante, orgulhosa, única e satisfeita. Pensando nesta mulher, a Brastemp preocupa-se com a qualidade até o último detalhe, visual e estética, estado de arte e alta tecnologia.

A Brastemp entre as melhores:

A Brastemp é destaque no "Tof of Mind", pelo jornal Folha de São Paulo, com a 4º colocação entre as marcas mais lembradas entre os consumidores e a primeira quando se trata de fogões.



Historia da marca Consul

Confiança, tradição, praticidade, segurança e preços acessíveis são características típicas da marca que está presente em mais de 50 % dos lares brasileiros.

A Consul lançou no mercado os primeiros refrigeradores elétricos, substituindo o antigo sistema à absorção pelo novo por compressão.

A trajetória da marca não parou por aí. Ela foi se diversificando ao longo do tempo com a entrada de novos produtos em sua linha, como condicionador de ar, combinado bípex, secadora de roupas, freezer vertical e horizontal, lavadora semi-automática, fogões autolimpante, entre outros.

A Mulher na concepção da marca Consul

A consumidora da marca é autêntica, confiante, atualizada, prática, segura, realizada, inteligente e criativa. Para esta mulher, a Consul possui produtos duráveis, modernos, práticos e bonitos.

A Consul entre as melhores:

Com 46% dos votos, a Consul é considerada o melhor marca de geladeira no "The Best of", pelo IBOPE, e a mais lembrada na categoria refrigeradores no "Top of Mind", pesquisa do Datafolha, realizada pelo jornal Folha de São Paulo.

Observação:

No mercado interno, as vendas ocorrem de acordo com o enfoque da área de Marketing, destacando-se o fato da marca Brastemp ser mais voltada para o público da região Sudeste do país, enquanto a Consul tem como alvo o país inteiro. Vale ressaltar que isso não é uma regra, e que é inclusive decorrente da atual conjuntura vivida no país, levando-se em consideração a má distribuição de renda e o fato de a região Sudeste ser a mais desenvolvida economicamente do país e a Brastemp ser um produto com uma estratégia mais voltada para a diferenciação, envolvendo por isso produtos mais caros do que os da marca Consul.

3.4.4. Canais de venda

A Multibrás é uma empresa de grande porte e escoar grande parte de seu volume de produção pelo mercado externo, o que atualmente corresponde a um terço de seu faturamento. A exportação da empresa vem crescendo nos últimos anos de forma bem acentuada, destacando-se os anos de 2003 e 2004. A Multibrás exporta produtos por quase

todo o mundo. São no total 70 países, representados por grupos chamados de macro-regiões da Whirpool Corporation no mundo.

As várias contas geridas no mercado externo são organizadas de acordo com as macro-regiões, em que um bloco de países está inserido. A negociação de exportação ocorre toda entre representantes das macro-regiões e da Multibrás.

A seguir é exposta uma tabela que relaciona os nomes das macro-regiões de exportação da Multibrás, com os respectivos países ou grupos de países:

Tabela 4 – Regiões de exportação

| Macro Região | Países/Continentes/ Grupos de países |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| NARSO | América Central e Caribe |
| | México |
| | EUA |
| | Canadá |
| LAR | Argentina |
| | Chile |
| | Bolívia |
| | Paraguai |
| EMEA | Europa |
| LOWES | Países africanos |
| Oceania | Oceania |
| Ásia | Ásia |

A venda de produtos para o mercado externo ocorre em negociação entre representantes das macro-regiões e integrantes da área de Vendas Internacionais da Multibrás, quando são estabelecidos para um horizonte de médio prazo os produtos que serão exportados e suas respectivas quantidades.

No mercado interno, os canais de venda da Multibrás são divididos conforme o meio em que o produto chega aos clientes: Revendedores, Televendas, Auxílio à Marketing, Venda Direta e Novos Canais. Esses canais são divididos em agências de venda, que por sua vez são alocadas a vários supervisores de venda, os quais realizam o contato com os diversos clientes da empresa.

O canal Revendedores relaciona todas as agências de vendas que são constituídas por lojas de revenda, que adquirem os produtos da Multibrás em maior escala e os repassam para os consumidores finais. O canal Auxílio à Marketing compreende a saída de produtos para a realização de campanhas publicitárias, como lançamento de novos produtos. O canal Venda Direta corresponde às agências de vendas em que não há intermediários no processo de compra, pois é estabelecido o relacionamento direto entre o consumidor do produto e a Multibrás, como é o caso, por exemplo, das vendas a funcionários da empresa ou via página da internet das marcas Consul e Brastemp. Já o canal de vendas Novos Canais é um canal extremamente estratégico para a empresa, sendo representado por agências como hotéis ou lavanderias, por exemplo.

Serão apresentados nessa seção os nomes dos canais de vendas e das respectivas agências de vendas, porém no decorrer do trabalho essas agências serão tratadas com a utilização de seus códigos, de forma que não fique explícito nenhum vínculo entre os códigos e os nomes das agências, para que seja mantida a confidencialidade das informações estratégicas que serão mostradas em seções posteriores.

Também não poderão ser fornecidas informações específicas sobre quaisquer agências, de forma a não interferir na estratégia da empresa e de seus concorrentes. Dessa forma, serão apresentadas aqui as agências de uma forma generalizada, sem entrar em muitos detalhes.

A relação entre os canais de vendas e as diferentes agências é exposta na tabela que segue:

Tabela 5 – Canais e agências de vendas do mercado interno

| Canal de Vendas | Agência de Vendas |
|------------------------|--------------------------|
| Revendedor | Ponto Frio |
| | Casas Bahia |
| | Hipermercados |
| | Conta A Sul |
| | Conta A Norte |
| | Conta Sul |
| | Conta Distribuidores |
| Conta Norte | |

| | |
|--------------|-------------------|
| Venda Direta | Venda Programada |
| | Venda Colaborador |
| | Venda Mercantil |
| Novos Canais | Especializados |
| | Planejados |
| Televendas | Televendas |
| Marketing | Suporte a Vendas |

As agências de vendas são distribuídas entre os supervisores de venda, que são os encarregados de negociar com os clientes a venda dos produtos e de dar entrada desses pedidos no sistema de informação da companhia. Esses supervisores são incumbidos também de fornecer informações para a empresa sobre a previsão das vendas futuras para os seus clientes, que servem de base para a consolidação da previsão de demanda de mercado interno junto à área de Marketing.

Nos pontos de revenda há a atuação de promotores treinados, os quais são encarregados de disponibilizar todas as informações necessárias sobre o produto para os vendedores das lojas, além de zelarem pela boa aparência dos produtos e pela colocação de cartazes e folhetos.

3.5.O processo da Logística

As operações logísticas da Multibrás são realizadas basicamente com o suporte de dois sistemas operacionais SAP e CTMS.

A Logística de distribuição dos produtos acabados da Multibrás ocorre da seguinte forma: São colocados no sistema SAP os pedidos dos clientes, que compõem a carteira a ser trabalhada (carteira faturável). A área de Atendimento Logístico confronta a carteira de pedidos com os estoques, gerando as remessas no sistema, as quais correspondem à alocação virtual dos itens em estoque aos pedidos. A mesma área define as rotas e distribui as remessas em números de transporte, que depois serão alocados aos veículos pela área de Serviços Logísticos da empresa, responsável por disponibilizar os carros e agendar os carregamentos nos depósitos (utilizando para isso o sistema CTMS).

A área de Expedição recebe as informações dos transportes criados e, de acordo com o agendamento dos carros, disponibiliza os produtos nas docas para o carregamento dos carros. O faturamento ocorre somente quando os carros são expedidos.

A distribuição de produtos acabados no mercado interno é realizada completamente por modal rodoviário. A Logística da Multibrás é responsável pelo transporte do primeiro trecho: das unidades diretamente para os grandes clientes (principalmente lojas de revenda), ou das unidades para os Cross Doking Centers (CDC's), que são responsáveis pela pulverização dos produtos entre os clientes menores (pessoas físicas). Esse transporte é terceirizado, sendo realizado por transportadoras parceiras da empresa, que devem seguir exatamente as especificações da Logística da Multibrás a respeito das rotas, datas, composição das cargas e medidas de segurança. O transporte dos produtos no segundo trecho – das lojas de revenda para os consumidores finais ou dos CDC's para os consumidores finais – é de responsabilidade das lojas de revenda e dos CDC's.

Com relação às vendas de mercado externo, o transporte dos produtos acabados é realizado com modal rodoviário para alguns países da América do Sul, como Chile e Argentina, e com modal marítimo para os demais países. O transporte marítimo é realizado da seguinte forma: a Logística da Multibrás cruza os pedidos com suas respectivas datas e os “dead lines” dos navios, verifica a disponibilidade de containers e solicita a sua coleta aos amadores, os que coletam no porto, levam-no ao respectivo depósito da Multibrás (onde será realizado o carregamento) e depois retornam ao porto carregados, onde os containers deverão aguardar o embarque.

4. O estágio e o foco do trabalho de formatura

O autor desse trabalho iniciou a realização de seu primeiro estágio supervisionado em 13 de janeiro de 2004 na área de Planejamento Logístico da Multibrás, que se localiza no Centro de Distribuição em Tamboré, junto com as outras áreas de logística da empresa.

A área de Planejamento Logístico é responsável por fornecer à Logística visibilidade sobre a necessidade de área de armazenagem, carros por região e capacidade de expedição (docas e mão-de-obra utilizados para carregar os transportes) para a logística dos produtos acabados da empresa.

A área é nova na empresa (tem apenas dois anos de existência) e conta com o efetivo de apenas três funcionários, contando com o autor, sendo seus processos ainda pouco estruturados e todos realizados com o auxílio de planilhas Excel.

Nesse ano a área passa por um processo de estruturação, em que ela será orientada por processos, cujos resultados serão alinhados com as necessidades específicas de informação por conta das áreas da logística. O controle de tais processos se dará pela criação de indicadores gerenciais (poucos indicadores que darão uma idéia geral do desempenho do processo) e operacionais (que darão uma visão mais detalhada do processo e serão utilizados também para retroalimentar os processos, de forma a melhorá-los continuamente).

O autor iniciou então o desenvolvimento de um novo modelo de projeção do Planejamento Logístico, que é a ferramenta de apoio à decisão fornecedora de informações acerca da situação futura do nível dos estoques, da necessidade de transportes por região do país e de capacidade de expedição nos depósitos. Já existia um sistema de projeção anterior, porém este não lidava muito bem com o centro de distribuição, que recebe transferências e expede todos os tipos de produtos.

Tal modelo necessita a consideração de diversas variáveis de entrada e a adoção de premissas, cujo controle de confiabilidade e validade se dá com a análise dos indicadores de desempenho do sistema, também desenvolvidos pelo autor.

Nesse contexto, verificou-se que uma das informações com maior impacto sobre os resultados das projeções é a previsão de demanda, que constitui o dado de entrada para todos os processos de projeção (área, transportes e expedição) e cujo erro implica numa visão errada da realidade em termos de necessidade dos recursos logísticos, ocasionando na tomada de decisões equivocadas a respeito da disponibilização desses recursos, o que

pode causar elevados custos operacionais, além de criar gargalos para o faturamento da companhia.

Com a intenção de melhorar a qualidade do planejamento da logística na empresa escolheu-se como foco para o trabalho de formatura a proposição de um novo modelo de previsão de demanda que permita a obtenção de dados mais próximos da realidade. O trabalho tem enfoque nas necessidades de informação do Planejamento Logístico, e na previsão de demanda para o mercado interno, já que o processo de exportação é baseado em fatores incontroláveis para um sistema de previsão, conforme será discutido posteriormente.

5. Objetivos do trabalho

O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento e a proposição de um sistema de previsão de demanda para os produtos da Multibrás comercializados no mercado interno, o qual permita a obtenção de erros de previsão menores do que os proporcionados pelo sistema utilizado atualmente. Como conseqüência objetiva-se obter a melhoria da qualidade das informações produzidas pela área de Planejamento Logístico da empresa, que se baseia na previsão de demanda para prever a necessidade de área de armazenagem, de carros por região do país e de capacidade de expedição para o carregamento das cargas.

Diferentemente do sistema de previsão atual, que está alinhado com as necessidades de informação para o planejamento da produção, o novo sistema deverá satisfazer as necessidades do Planejamento Logístico, já que é este o enfoque do trabalho. Ou seja, o objetivo desse trabalho não é substituir o sistema de previsão atual para o planejamento da produção e da logística, mas sim propor um sistema específico para o planejamento da logística, alinhado com as suas necessidades específicas.

6. Justificativa e motivação

Um dos maiores problemas enfrentados atualmente pela Logística da Multibrás é o erro da previsão de demanda, que ocasiona aumento no estoque de alguns itens cuja expectativa de vendas foi maior que a realidade e a falta de itens cuja expectativa foi menor.

A falta de itens em estoque para atender à demanda gera insatisfação por parte dos consumidores, afetando negativamente o nível de serviço e comprometendo a imagem da empresa no mercado. O excesso de itens em estoque cuja demanda não se confirmou constitui um elevado custo de oportunidade de capital, além de resultar em gastos com armazenagem, transferências e problemas com a armazenagem dos itens de maior giro.

Além disso, como a previsão da necessidade de carros é feita com base na previsão de vendas, ela também está sujeita ao mesmo problema: excesso de carros disponíveis em algumas regiões e falta em outras. A projeção dos estoques também é afetada, dificultando a precisão das decisões sobre a necessidade de áreas para estocagem dos produtos acabados.

A disponibilidade de informações precisas acerca da demanda futura acarretaria em maior nível de serviço e satisfação dos clientes, além de possibilitar a otimização dos processos da logística, com a correta utilização dos recursos logísticos – o que diminuiria significativamente os custos associados à logística da empresa.

Dessa forma, apesar de se ter consciência da complexidade envolvida na realização de um trabalho desse porte, por haverem diversos canais de venda, diversos itens e um comportamento muitas vezes aleatório da demanda, isso apenas reforça a motivação para busca de uma solução para o problema.

PARTE II – Desenvolvimento do sistema de previsão de demanda

1. Usuários da previsão de demanda

Os usuários da previsão de demanda realizada pelo sistema atual de previsão são o Planejamento da Produção, o Planejamento Logístico – que utilizam essa informação para planejar a produção e os recursos logísticos, respectivamente –, a Logística e as áreas de Vendas e Marketing – que utilizam essa informação como meta de faturamento.

As informações proporcionadas pelo novo sistema de previsão de demanda que será proposto nesse trabalho deverão ser utilizadas pela área de Planejamento Logístico, que fará projeções sobre a necessidade dos recursos logísticos para auxiliar a tomada de decisões acerca da disponibilidade desses recursos.

Essa tomada de decisões envolve num primeiro instante as áreas dentro da Logística, como Atendimento Logístico (responsável pela alocação dos pedidos com data desejada próxima aos estoques disponíveis, roteirização e geração dos transportes), Serviços Logísticos (responsável pela disponibilização e agendamento dos transportes com os depósitos e os transportadores) e Operações Logísticas (responsável pelas operações de movimentação, armazenagem e expedição dos produtos acabados nos depósitos).

Essas áreas são envolvidas semanalmente com as projeções do Planejamento Logístico nas chamadas Reuniões de Pacto Logístico, na qual se mostra às áreas o panorama esperado para o curto prazo, de maneira elas possam se planejar para atender à necessidade apontada.

Por meio dessas reuniões o Planejamento Logístico fornece visibilidade para as áreas da Logística, que estão diretamente ligadas ao faturamento da companhia, sobre quantos carros, quantos metros quadrados de área de armazenagem e capacidade de expedição serão necessários para satisfazer à demanda prevista – no caso de área de

armazenagem é preciso verificar também o nível atual dos estoques, a entrada de produção (que é função também da previsão de demanda) e a previsão quanto à necessidade de transferências internas (entre unidades da Multibrás).

Decisões acerca dos recursos logísticos que envolvem um horizonte de planejamento mais longo estão geralmente associadas a um investimento financeiro e são tomadas pela gerência geral da Logística, em conjunto com a gerência da área Financeira e de áreas específicas da Logística. O Planejamento Logístico é geralmente envolvido também nessas decisões, que são tomadas com base nas projeções baseadas no Plano de Lucro da empresa, definido por membros da Whirlpool Corporation.

O modelo que será proposto aqui tem por finalidade auxiliar as áreas da Logística da Multibrás dando uma boa visibilidade sobre o que vai acontecer no curto prazo com relação à necessidade apontada pela previsão de demanda, de forma que se consiga garantir efetivamente um nível de serviço diferenciado e patamares baixos de custos de operação logística.

2. Necessidades do sistema de previsão

2.1. As necessidades de informação das áreas da Logística

Como o enfoque do sistema de previsão que será proposto é voltado para as projeções do Planejamento Logístico, será necessário alinhá-lo às necessidades de informação da área.

As áreas clientes do Planejamento Logístico têm necessidades diferentes de informação, que constituem a base para a definição dos processos de projeção da área e serão por isso os pontos-chave para a determinação das características básicas do novo sistema de previsão.

A área de Operações Logísticas necessita ter uma visão de pelo menos dois meses de antecedência para conseguir área de armazenagem extra, como lonados, estruturados, depósitos alugados, ou até operadores logísticos. No caso de se optar por construir estruturado é preciso que se preveja a necessidade com uma antecedência um pouco maior, de maneira a realizar um planejamento melhor da obra e assim reduzir custos, sendo nesse caso adotado um horizonte de três meses.

Ainda com relação à área de armazenagem, as decisões o dimensionamento da capacidade num horizonte maior são tomadas pela gerência geral da Logística, em conjunto com a gerência da área Financeira e da área de Operações Logísticas. com base nas projeções baseadas no Plano de Lucro da empresa, definido por membros da Whirpool Corporation. Essas projeções são realizadas também pelo Planejamento Logístico, porém não serão tratadas nesse trabalho, pois aqui se pretende elaborar uma ferramenta para o curto prazo, que agregue valor a diversas áreas envolvidas na cadeia.

Como o faturamento da companhia se concentra muito no final do mês, é necessário que se tenha uma noção do pico do nível dos estoques no mês, para que não se opere no limite de capacidade. Além disso, essa característica do comportamento da demanda interfere na necessidade de carros e capacidade de expedição. Dependendo do volume de vendas que se concentra no final do mês é possível que o giro da frota não seja capaz de suportar a demanda, tendo-se nesse caso um gargalo de faturamento devido à falta de veículos. No caso de capacidade de expedição ocorre o mesmo problema, que é mais facilmente contornável com a contratação de mão-de-obra extra, o que pode ser feito com até uma semana de antecedência.

As áreas de Atendimento Logístico e Serviços Logísticos necessitam que sejam disponibilizados os horários nos depósitos para o carregamento das cargas. Como a carteira de pedidos faturável varia muito conforme o dia ou semana do mês, a capacidade de expedição dos depósitos é ajustada semanal e diariamente, de forma a diminuir a ociosidade e otimizar a utilização desse recurso precíval. A informação sobre quantos horários disponibilizar seria obtida por meio de um modelo de projeção de curtíssimo prazo, que se utiliza das informações acerca da carteira de pedidos faturável para estimar a previsão da demanda por horários nos depósitos.

Visando atender às necessidades de informação de suas áreas clientes, o Planejamento Logístico, em seu processo de reestruturação, definiu os modelos de projeção com base nos horizontes de previsão, nos períodos que deveriam ser considerados e nas datas de atualização, que seguem expostos na tabela:

Tabela 6 – Horizontes de previsão das projeções do Planejamento Logístico

| Horizonte | Período | Atualização |
|-----------------------------|----------------|--------------------|
| Médio Prazo – 12 meses | Mensal | Trimestral |
| Curto Prazo – 3 meses | Semanal | Mensal |
| Curtíssimo Prazo – 1 semana | Diário | Diária |

Nesse trabalho não serão tratadas então nem a previsão de longo nem a de curtíssimo prazo, pois a primeira é realizada com base no Plano de Lucro da empresa, e a segunda é voltada para o ajuste diário das capacidades de expedição dos depósitos e é realizada com base no volume de carteira faturável.

Vale ressaltar que, como o enfoque do trabalho não é o planejamento da produção, não será necessária a explicitação da previsão de demanda no mesmo nível de detalhe (unidade de produto). Para realizar as projeções do de área de armazenagem é utilizado o nível de detalhe de segmento de produto, visto que se sabe onde são produzidos. Porém, para equilibrar o modelo ao considerar o Centro de Distribuição, foi necessário estimar o percentual do faturamento de cada segmento de produto que sai de cada planta.

Por exemplo, sabe-se que em Rio Claro há a expedição não somente de produtos de lavanderia, que são produzidos lá. Há transferências internas que levam fogões da Unidade São Paulo para a Unidade Rio Claro, da mesma forma que o Centro de Distribuição recebe e expede produtos de todas as famílias.

2.2. O modelo de projeção do Planejamento Logístico

Como a intenção desse trabalho é desenvolver um sistema de previsão para ser usado como dado de entrada nos modelos de projeção do Planejamento Logístico, é necessário que se entre em detalhe com relação às características e ao funcionamento do modelo.

Logicamente será tratado apenas o modelo de projeção de curto prazo, já que ele é o foco do trabalho, e serão mostrados exemplos com apenas dois meses à frente quebrados por semana, pois na apresentação da saída do modelo é explicitado o mês tratado, e isso não é desejado nesse momento, pois a exposição dessas informações tem apenas fins didáticos e ilustra exemplos hipotéticos.

Primeiramente, vejamos a saída do modelo de projeção do nível dos estoques de Tamboré:

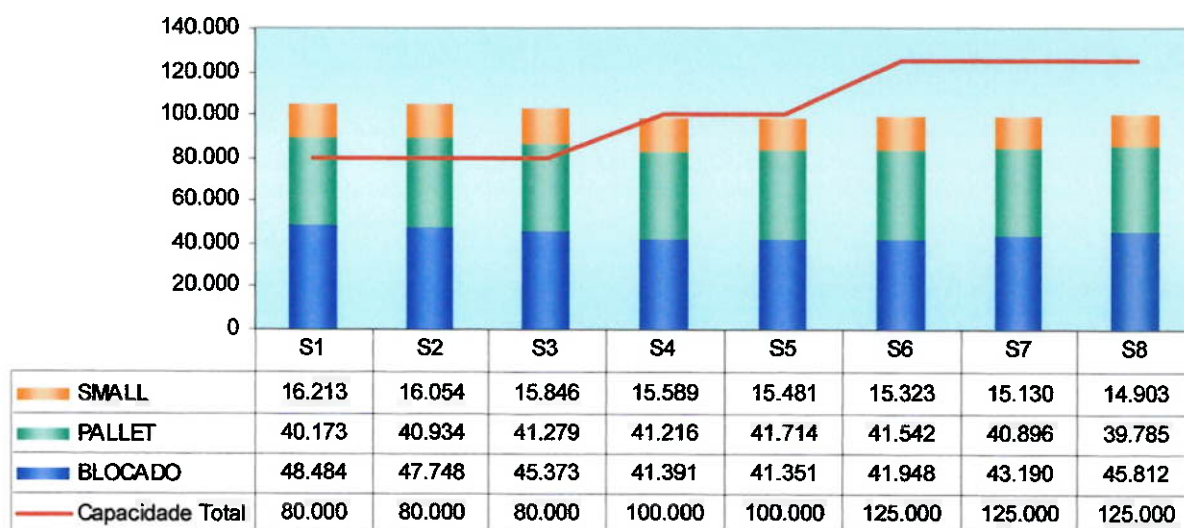


Figura 1 – Exemplo de projeção do nível dos estoques

Para realizar a projeção por tipo de armazenagem é preciso realizar as projeções no nível de detalhe de segmento de produto, havendo no caso de Tamboré também uma classificação de importados, que são armazenados das três formas. São paletizados os

depuradores de ar e os condicionadores de ar split. A categoria “small” se refere à linha de eletrodomésticos importados pequenos, como batedeiras e liquidificadores, por exemplo.

A seguir será mostrado um exemplo da projeção quanto à necessidade de transportes:

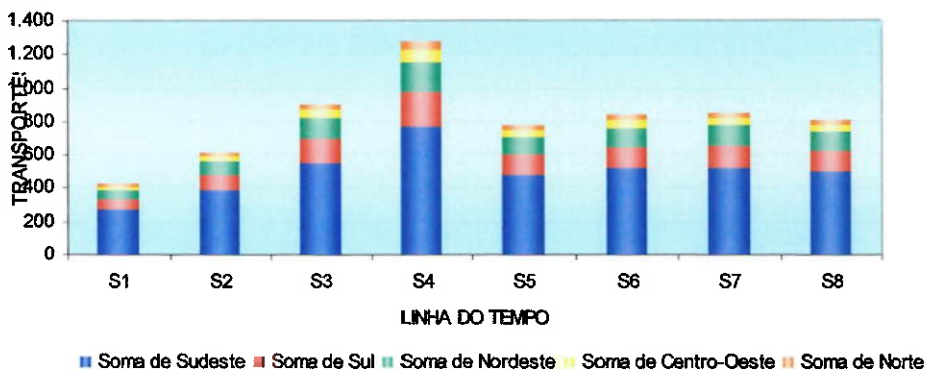


Figura 2 – Exemplo de projeção da necessidade de transportes

Nesse exemplo é possível notar o impacto da concentração semanal na necessidade de transportes, como ocorre na semana 4, que é a última semana do primeiro mês do horizonte. Chama a atenção também a concentração da demanda na região Sudeste do país.

Vejamos agora, finalmente um exemplo da projeção quanto à necessidade futura de capacidade de expedição, medida em quantidade de produtos:

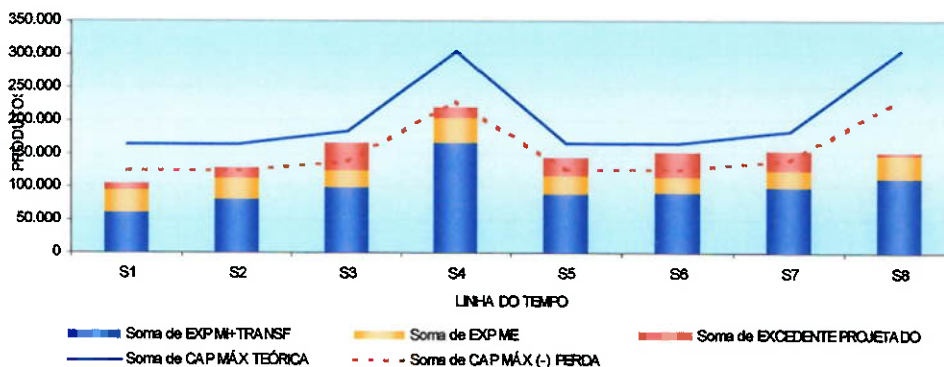


Figura 3 – Exemplo de projeção quanto à necessidade de capacidade de expedição

Os três gráficos mostrados anteriormente dependem fortemente da qualidade da previsão de demanda. Para estimar o nível dos estoques se utiliza de diversas outras informações, por isso o impacto do erro de previsão de demanda do mercado interno, que está sendo tratada nesse trabalho, é muito menor do que para as projeções da necessidade de transportes e capacidade de expedição, que utilizam apenas outros dados de entrada menos variáveis, como a composição média de carga e o perfil de faturamento por região do país.

A entrada com os dados de previsão de demanda para o mercado interno no modelo ocorre atualmente no seguinte formato:

Tabela 7 – Formato para colagem da previsão de demanda no modelo

| segmento | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|--------------|--------|--------|--------|
| Lavanderia | 2503 | 1422 | 1716 |
| Refrigeração | 236090 | 201101 | 167528 |
| | 238593 | 202523 | 169244 |
| Cond. Ar | 63016 | 41987 | 25934 |
| Micro Ondas | 24996 | 15739 | 12923 |
| | 88012 | 57726 | 38857 |
| Lavanderia | 104700 | 78974 | 61367 |
| | 104700 | 78974 | 61367 |
| Cocção | 77216 | 64464 | 53352 |
| | 77216 | 64464 | 53352 |
| | 508521 | 403687 | 322820 |

A previsão de demanda utilizada atualmente não vem em períodos semanais, sendo feita a quebra pelo próprio modelo de projeção. Para a implantação do modelo que será proposto nesse trabalho será necessário modificar o modelo para que ele já receba as previsões distribuídas entre as semanas do mês.

Após a colagem desses dados no modelo de projeção ele procede a quebra da demanda de cada segmento de produto entre os centros de expedição de acordo com o histórico e depois procede a quebra semanal. Futuramente deverá ser realizada apenas a distribuição da demanda entre os centros, de uma previsão já semanal da demanda.

3. Fundamentação teórica

3.1. Previsão de Demanda

Conceitos

A demanda pode ser entendida como a disposição do mercado ao consumo dos produtos acabados, e não simplesmente como as vendas que se concretizam. Entretanto, como as vendas refletem o comportamento da demanda e são mais fáceis de medir, elas são geralmente utilizadas como base para a elaboração de modelos de previsão.

A demanda pode ser pontual e difícil de prever ou regular e estável; além de poder ocorrer periodicamente, apresentando comportamento sazonal em ciclos, e apresentar tendência. Para compreender o comportamento da demanda é preciso investigar os fatores que a afetam como, por exemplo, economia, mercado, preços e divulgação.

Esses fatores precisam ser considerados pelos modelos de previsão, que deverão ter, portanto, a agregação de informações sobre as vendas históricas e o mercado. Para facilitar a compreensão do comportamento da demanda é interessante analisar as características do mercado consumidor, como a sua distribuição geográfica, os canais de vendas e os produtos a eles vendidos.

O processo de previsão de demanda pode ser dividido em 5 etapas principais:

1. Definição clara do problema a ser analisado
2. Coleta de dados
3. Análise detalhada dos dados coletados
4. Escolha do modelo de previsão de demanda a ser utilizado
5. Calibração do modelo e testes de validação
6. Implantação do sistema de previsão
7. Avaliação permanente do sistema

Horizontes de previsão

Os horizontes de previsão são caracterizados genericamente como de longo, médio ou curto prazo. As previsões de longo prazo estão comumente associadas a um período de cinco anos ou mais e a decisões sobre expansão de capacidade e novos produtos e serviços. Já as previsões de médio prazo são geralmente associadas a um período de um a dois anos e a decisões relacionadas ao planejamento da produção e da necessidade de recursos. As previsões de curto prazo, por sua vez, referem-se normalmente a um período de um a seis meses e a decisões de compras, produção, estoques e pedidos.

Para previsões de longo prazo são utilizados métodos qualitativos de previsão; para as de médio prazo usa-se a mixagem de métodos quantitativos e de consenso; e para as de curto prazo modelos quantitativos.

3.2. Notação utilizada:

As fórmulas que serão apresentadas nas próximas seções utilizarão a notação indicada a seguir:

i ou t – parâmetro que indica o período considerado

n ou N – número de períodos considerados

R_i – valor observado para o período i

P_i – valor previsto para o período i

P_i' , P_i'' ou P_i''' – valor auxiliar de previsto para o período i

T – parâmetro que representa a data atual

A_t , B_t ou C_t – parâmetros auxiliares de tendência para o período t

I_t – fator sazonal para o período t

α , β , γ , ϕ - parâmetros auxiliares dos modelos de suavização exponencial

3.3. Medição de erros de previsão

O desenvolvimento de um método de medição do erro da previsão é de extrema importância, uma vez que possibilita o controle dos desvios entre o que foi previsto e o que foi observado na realidade. Será com base nas medidas de erros que se avaliará a confiabilidade do sistema atual de previsão e se escolherá o melhor modelo a ser utilizado.

Existem na literatura diversas formas de se medir erros de previsão, dentre as quais serão apresentadas a seguir as mais conhecidas e que mais se encaixam ao problema analisado.

- Erro Absoluto Médio (EAM):

$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |R_i - P_i|}{n}$$

Conforme ilustra a fórmula acima, o EAM representa a média entre os valores absolutos das diferenças entre o que se previu e o que se observou na realidade. Esse erro é, portanto expresso na mesma unidade do que a variável prevista e representa a magnitude média do erro de previsão, não importando se a previsão é superior ou inferior ao valor real observado.

- Erro Quadrático Médio (EQM):

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - P_i)^2}{n}$$

Conforme ilustra a fórmula acima, o EQM representa a média entre o quadrado das diferenças entre o que se previu e o que se observou na realidade. A unidade desse erro é, portanto, a unidade da variável observada elevada ao quadrado. O EQM tem a característica de penalizar erros muito grandes de previsão, sendo por isso adequado quando se procura por modelos que possuam erros moderados.

- Erro Percentual Absoluto Médio (EPAM):

$$EPAM = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|R_i - P_i|}{R_i}}{n}$$

O EPAM é a média entre os erros percentuais absolutos, que ilustram o quanto o valor absoluto da diferença entre o que se previu e o que se observou na realidade representa do valor real observado. Esse erro fornece informação sobre a magnitude do valor previsto com relação ao valor real observado.

- Erro Percentual Médio (EPM):

$$EPM = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(R_i - P_i)}{R_i}}{n}$$

O EPM a média entre os erros percentuais relativos, os quais ilustram o quanto da diferença entre o que se previu e o que se observou na realidade representa do valor real observado. Esse erro indica se os valores previstos são em média superiores ou inferiores aos valores reais observados.

Observação:

Quanto mais próximos são o EPAM e o módulo do EPM, mais sistemático é o erro da previsão, ou seja, tende-se a prever na maioria dos períodos valores ou inferiores ou superiores aos valores reais.

- Estatística U de Theil:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{P_{i+1} - R_{i+1}}{R_i} \right)^2}{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{R_{i+1} - R_i}{R_i} \right)^2}}$$

Se U for $\begin{cases} < 1, \text{ o modelo matemático utilizado é melhor} \\ > 1, \text{ um método intuitivo seria melhor} \end{cases}$

A Estatística U de Theil tem a característica de penalizar erros de previsão muito grandes, por elevar as diferenças entre o previsto e o realizado ao quadrado. A análise do valor do parâmetro U permite que se escolha entre os modelos de previsão matemáticos e os intuitivos o mais apropriado ao caso estudado:

3.4. Modelos de previsão

Os principais modelos de previsão são os qualitativos, que se baseiam no consenso de opiniões, e os quantitativos, que podem levar em consideração as séries temporais (projeção), as relações de causa e efeito (explicação) e diferentes cenários (simulação). Esses modelos serão apresentados nas seções seguintes.

3.4.1. Modelos de projeção

Os modelos de projeção são decorrentes da premissa de que um padrão de comportamento passado da demanda deverá se repetir no futuro. Esse padrão pode ser expresso em termos de sazonalidade, ciclicidade, tendência e estabilidade.

Para escolher o melhor modelo de projeção deve-se simulá-los e utilizar o que apresentar menor erro. Serão apresentados a seguir os diversos modelos de projeção que deverão ser simulados para a escolha do modelo mais apropriado.

3.4.1.1. Modelos de média

- Média Simples (MS)

$$P_{T+1} = 1/T * \sum_{t=1}^T R_t$$

O método da média simples consiste em se calcular o valor previsto como sendo a média dos valores observados a partir de um determinado período. Esse método não considera possíveis variações na demanda (como tendência e sazonalidade) e é aplicável somente em casos nos quais a demanda possui um comportamento estável.

- Média Móvel Simples (MMS)

$$P_{T+1} = 1/T * \sum_{t=T-n+1}^T R_t$$

O método da média móvel simples consiste em se determinar o valor previsto para a demanda do próximo período calculando-se a média entre os n valores mais recentes observados. Diferentemente do que ocorre no método da média simples, que considera todos os valores observados para prever o próximo valor, o método da média móvel simples descarta o valor mais antigo considerado no cálculo da previsão do período anterior e incorpora o valor mais recente observado a cada nova previsão.

- Média Móvel Ponderada (MMP)

$$P_t = \sum_{t=1}^n p_n * R_{t-n}$$

$$\sum_{t=1}^n p_n = 1$$

O método da média móvel ponderada consiste em se calcular o valor previsto considerando os n valores reais observados mais atuais e em que porcentagem cada um deles deve interferir na previsão. Igualmente ao que ocorre na média móvel simples, na média móvel ponderada deve-se a cada nova previsão descartar o valor mais antigo observado e incorporar o valor mais recente. Como os valores dos pesos interferem diretamente na previsão, deve-se defini-los com base em critérios relevantes e calibrá-los por simulação, encontrando a combinação que propicia o menor erro.

Média Móvel Dupla (MMD)

$$P_t'' = 1/T * \sum_{t=T-n+1}^T P_t'$$

$$P_t' = 1/T * \sum_{t=T-n+1}^T R_t$$

$$A_t = P_t' + (P_t' - P_t'')$$

$$B_t = \frac{2 * (P_t' - P_t'')}{(T - 1)}$$

$$P_{t+m} = A_t + B_t * m$$

O método da média móvel dupla consiste em se calcular a média móvel das médias móveis simples (MMS) dos valores reais observados, e obter o valor da previsão aplicando uma relação de tendência linear à ambas médias móveis calculadas, expressa pelos coeficientes A e B e m.

Por considerar tendência, o método da média móvel dupla praticamente elimina o erro sistemático que ocorre nos métodos de média simples e média móvel simples quando existe tendência nos valores reais observados. Por outro lado, como esse método considera a tendência de uma forma linear, sua eficácia depende diretamente da linearidade observada no histórico dos valores reais.

3.4.1.2. Modelos de suavização exponencial

Os modelos de suavização exponencial propiciam um maior refinamento da atribuição de pesos aos dados históricos considerados do que os modelos de média móvel dupla e média móvel ponderada, pois permitem o ajuste seu ajuste de acordo com o caso estudado.

- Suavização Exponencial Simples

$$P_{t+1} = \alpha * R_t + (1 - \alpha) * P_t$$

O método da suavização exponencial simples consiste em se obter o valor previsto somando-se de maneira ponderada o último valor previsto e o valor real observado mais recente correspondente, atribuindo a eles pesos complementares, que são funções de um parâmetro α , que indica o nível de suavização desejado para a previsão. Manipulando-se matematicamente a fórmula do método da suavização exponencial simples, pode-se chegar à seguinte expressão:

$$P_{t+1} = P_t + \alpha * (R_t - P_t) = P_t + \alpha * \text{Erro}(t)$$

Pode-se então concluir que a previsão corresponde à soma entre o último valor previsto e uma porcentagem do valor do erro obtido para a previsão anterior. É interessante notar que o valor do parâmetro α indica então o peso que se dará à previsão anterior: quanto maior o seu valor, maior peso se dará à última observação feita e, quanto menor o seu valor, maior peso se dará à última previsão realizada. Dessa forma tem-se a impressão de que “a previsão está sempre perseguindo as observações reais com uma velocidade determinada pelo valor do parâmetro α ”.

Esse parâmetro pode ser determinado por simulação, em que se testa diversos valores possíveis, medindo os erros obtidos com cada um deles e escolhendo o que propiciar o menor. Geralmente é verificado que quanto mais dispersos e variáveis forem os valores observados, menor deverá ser o valor de α . Para casos em que existem muitos itens a serem previstos e/ou o comportamento dos dados observados sofre grande variação pode ser utilizada a chamada abordagem adaptativa para determinar o valor do parâmetro α :

$$\alpha_{t+1} = \left| \frac{ES_t}{EAS_t} \right|$$

$$ES_t = \beta * \text{Erro}(t) + (1 - \beta) * ES_{t-1}$$

$$EAS_t = \beta * |\text{Erro}(t)| + (1 - \beta) * EAS_{t-1}$$

Nessa abordagem o valor de α é determinado calculando-se o valor absoluto da divisão do erro suavizado (ES) pelo erro suavizado absoluto (ESA), que dependem do parâmetro β , o qual é comum para todos os itens e é utilizado para controlar as alterações que ocorrem automaticamente em α .

O parâmetro β pode ser obtido por simulação, testando-se diversos valores possíveis, medindo os erros obtidos com cada um deles e escolhendo o que propiciar o menor.

Como nessa abordagem o valor de α está exclusivamente relacionada aos erros obtidos, pode-se obter às vezes valores exagerados como conseqüências de mudanças nos padrões dos dados.

- Suavização Exponencial Dupla

1) Modelo de Brown

$$P_t' = \alpha * R_t + (1 - \alpha) * P_{t-1}'$$

$$P_t'' = \alpha * P_t' + (1 - \alpha) * P_{t-1}''$$

$$A_t = P_t' + (P_t' - P_t'')$$

$$B_t = \frac{\alpha * (P_t' - P_t'')}{(1 - \alpha)}$$

$$P_{t+m} = A_t + B_t * m$$

O modelo de Brown é muito semelhante ao da média móvel dupla, no sentido de que utiliza os valores obtidos com a aplicação da suavização exponencial simples e da

suavização exponencial dupla para ajustar a previsão de maneira que esta reaja a uma possível tendência de forma eficiente. Outra semelhança que se percebe entre os dois modelos é o fato de ambos serem lineares e se ajustarem melhor a problemas que apresentem comportamento linear da tendência.

2) Modelo de Holt

$$P_t' = \alpha * R_t + (1 - \alpha) * (P_{t-1}' + B_{t-1})$$

$$B_t = \gamma * (P_t' - P_{t-1}') + (1 - \gamma) * B_{t-1}$$

$$P_{t+m} = P_t' + B_t * m$$

No modelo de Holt a tendência é suavizada separadamente, por meio da utilização de um parâmetro γ diferente do da série de dados – o que possibilita obter maior flexibilidade do sistema de previsão. Esse parâmetro pode ser obtido por simulação, testando-se diversos valores possíveis, medindo os erros obtidos com cada um deles e escolhendo o que propiciar o menor.

Pode-se dizer que quanto maior for a variação na tendência verificada, maior deverá ser o valor escolhido para o parâmetro γ para que o modelo de previsão acompanhe eficazmente a tendência observada e, quanto menor a variação observada, menor deverá ser o valor de γ , aumentando-se o nível de suavização.

Esse modelo também é linear e se ajusta melhor à problemas que apresentem comportamento linear da tendência.

- Suavização Exponencial Tripla

Enquanto os modelos de suavização exponencial dupla são mais bem aplicados em casos em que a tendência segue um comportamento linear, os modelos de suavização exponencial tripla são mais bem aplicados em casos nos quais a tendência segue um

comportamento quadrático. São apresentados a seguir os modelos mais conhecidos na literatura:

1) Modelo Quadrático de Brown

$$P_t' = \alpha * R_t + (1 - \alpha) * P_{t-1}'$$

$$P_t'' = \alpha * P_t' + (1 - \alpha) * P_{t-1}''$$

$$P_t''' = \alpha * P_t'' + (1 - \alpha) * P_{t-1}'''$$

$$A_t = P_t' + (P_t' - P_t'')$$

$$B_t = \frac{\alpha * (P_t' - P_t'')}{(1 - \alpha)}$$

$$C_t = \frac{\alpha^2 * (P_t' - 2 * P_t'' + P_t''')}{(1 - \alpha)^2}$$

$$P_{t+m} = A_t + B_t * m + 0,5 * C_t * m^2$$

No modelo quadrático de Brown é adicionado um termo de suavização tripla na fórmula de previsão, expresso pelo parâmetro ϕ . Como se pode observar, esse modelo pode ser entendido como sendo as equações do modelo de suavização simples de Brown mais duas outras equações (que incorporam um fator quadrático), de forma que o conjunto represente a fórmula de previsão.

2) Modelo de Tendência e Sazonalidade de Winter

O modelo de Winter é mais completo do que os observados anteriormente, no sentido de que além de considerar tendência, ele possibilita o tratamento do fator sazonalidade. Caso este fator impacte no comportamento dos dados observados, a utilização desse modelo possibilita a obtenção de erros bem menores do que os observados com a utilização dos modelos mencionados anteriormente.

$$P_t' = \alpha * \frac{\text{Estabilidade}}{I_{t-L}} R_t + (1 - \alpha) * (P_{t-1}' + B_{t-1})$$

$$B_t = \gamma * (P_t' - P_{t-1}') + (1 - \gamma) * B_{t-1}$$

$$I_t = \beta * \frac{\text{Sazonalidade}}{P_t'} R_t + (1 - \beta) * I_{t-L}$$

$$P_{t+m} = (P_t' + B_t * m) * I_{t-L+m}$$

Os valores de α e β podem ser obtidos por simulação, ou com a utilização de algoritmos de otimização não linear –sendo nesse caso muito mais complexo e custoso de se definir.

- Classificação de Pogel para Modelos de Suavização Exponencial

A classificação de Pogel é orientada no fato de todos os modelos de suavização exponencial proporem o cálculo do valor previsto com variações da seguinte base:

$$P_t = \alpha * X + (1 - \alpha) * Y$$

Pogel classificou os modelos de suavização exponencial considerando a possível presença de tendência e sazonalidade e a forma pela qual esses parâmetros interferem no comportamento dos dados observados, categorizando os modelos em nove combinações das classes 1 (nenhum), 2 (adição), 3 (multiplicação) da componente sazonal e A (nenhum), B (adição) e C (multiplicação) da componente de tendência.

Tabela 8 – Classificação de Pogel: Parâmetros

| | | | Componente sazonal | | |
|-------------------------|-----------------------|-----|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | 1 (nenhum) | 2 (aditivo) | 3 (multiplicativo) |
| Componente de tendência | A (nenhum) | X = | R_t | $R_t - C_{t-L}$ | R_t / D_{t-L} |
| | | Y = | P_{t-1} | P_{t-1} | P_{t-1} |
| | B (aditivo) | X = | R_t | $R_t - C_{t-L}$ | R_t / D_{t-L} |
| | | Y = | $P_{t-1} + A_{t-1}$ | $P_{t-1} + A_{t-1}$ | $P_{t-1} + A_{t-1}$ |
| | C (multiplicativo) | X = | R_t | $R_t - C_{t-L}$ | R_t / D_{t-L} |
| | | Y = | $P_{t-1} * B_{t-1}$ | $P_{t-1} * B_{t-1}$ | $P_{t-1} * B_{t-1}$ |

Adaptado de Makridakis e Wheelwright (1983)

Sendo:

R_t = valor real observado

P_t = valor previsto suavizado

$$A_t = \beta * (P_t - P_{t-1}) + (1 - \beta) * A_{t-1}$$

$$B_t = \gamma * (P_t / P_{t-1}) + (1 - \gamma) * B_{t-1}$$

$$C_t = \phi * (R_t - P_t) + (1 - \phi) * C_{t-L}$$

$$D_t = \mu * (R_t / P_t) + (1 - \mu) * D_{t-L}$$

β, γ, ϕ, μ pertencentes ao intervalo $[0,1]$

Encontrando-se os valores dos parâmetros acima descritos pode-se calcular o valor da previsão final para os modelos de suavização exponencial da Classificação de Pogel e verificar qual se adequou mais à tendência e sazonalidade dos valores reais observados:

Tabela 9 – Classificação de Pogel: Previsão Final

| | | Componente sazonal | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | 1 (nenhum) | 2 (aditivo) | 3 (multiplicativo) |
| Componente de tendência | A (nenhum) | P_t | $P_t + C_{t-L+m}$ | $P_t * D_{t-L+m}$ |
| | B (aditivo) | $P_t + m * A_t$ | $P_t + m * A_t + C_{t-L+m}$ | $(P_t + m * A_t) * D_{t-L+m}$ |
| | C (multiplicativo) | $P_t * B_t^m$ | $P_t * B_t^m + C_{t-L+m}$ | $P_t * D_{t-L+m} * B_t^m$ |

Adaptado de Makridakis e Wheelwright (1983)

3.4.1.3. Inicialização dos modelos

A inicialização dos modelos é um aspecto importante a ser relevado para os sistemas de previsão, pois ao utilizar valores inadequados para inicializar os modelos corre-se o risco de obter valores previstos distorcidos por um período de tempo considerável.

A dificuldade encontrada para a inicialização dos modelos está associada à existência ou não de dados históricos para a determinação de parâmetros presentes nas fórmulas de previsão:

Nos casos em que se dispõe de dados históricos é possível determinar os valores desses parâmetros aplicando-se o método das tentativas e escolhendo os valores que proporcionarem a obtenção dos menores erros de previsão.

Quando não se dispuser de dados históricos pode-se obter os valores dos parâmetros por meio da aplicação das seguintes expressões:

$$P_1 = P_1' = P_1'' = P_1''' = R_1$$

$$A_1 = R_1$$

$$B_1 = \frac{(R_2 - R_1) + (R_3 - R_2) + (R_4 - R_3)}{3}$$

$$C_1 = \frac{(R_3 - R_1)}{2}$$

$$I_L = \frac{R_L}{\bar{R}}$$

$$B_{L+1} = \frac{(R_{L+1} - R_1) + (R_{L+2} - R_2) + (R_{L+3} - R_3)}{3 \cdot L}$$

\bar{R} = média dos valores observados em um ciclo completo da sazonalidade (L)

3.4.2. Modelos de decomposição

Os modelos de decomposição consideram o comportamento dos dados reais observados como função dos fatores sazonalidade, tendência e ciclicidade, ou seja, entendem-no como sendo o resultado da interação desses fatores. Na linguagem matemática isso pode ser expresso da seguinte forma:

$$R_t = f(I_t, T_t, C_t, E_t)$$

Sendo:

R_t = valor real observado no período t

I_t = fator de sazonalidade para o período t

T_t = fator de tendência para o período t

C_t = fator de ciclicidade para o período t

E_t = fator de erro ou randômico para o período t

O entendimento do comportamento dos dados dessa forma possibilita que se analise separadamente o impacto nele causado por cada um desses fatores e se chegue numa combinação tal em que o padrão encontrado para executar a previsão siga o mesmo comportamento dos dados reais em termos de tendência, sazonalidade e ciclicidade – além do erro, que funciona como se a previsão estivesse perseguindo-o numa tentativa de se antecipar a ele e minimizar o erro futuro.

Uma forma de se combinar esses fatores para encontrar o padrão de comportamento dos dados é chamada de Razão de Médias Móveis, que é um modelo multiplicativo:

$$R_t = I_t * T_t * C_t * E_t$$

3.3.3. Modelos de explicação

Os modelos de explicação são conhecidos também como modelos causais, por tentarem explicar o comportamento dos dados baseados na sua relação com o comportamento de outras variáveis independentes. Por exemplo, pode-se tentar explicar o comportamento da demanda com base sua relação com a taxa de crescimento da economia, com o número de empregos, etc.

Esses modelos possuem a desvantagem de serem muito custosos em comparação aos demais, já que envolve considerável complexidade e requer a análise da demanda por especialistas qualificados que conheçam bem o mercado cuja demanda se deseja prever. Por esse motivo a sua utilização é mais comum para casos em que se tem um horizonte de planejamento de longo prazo e/ou quando os ganhos com a precisão da previsão compensam os gastos associados à sua utilização.

Os modelos de explicação são basicamente constituídos pelos seguintes modelos:

- Regressão Simples (uma variável dependente e uma variável independente)

- Regressão Múltipla (uma variável dependente e mais de uma variável independente)
- Modelos Econométricos (mais de uma variável dependente e mais de uma variável independente)

Como os modelos de regressão múltipla e os modelos econométricos são complexos e custosos demais, eles seriam praticamente inviáveis para a formulação do novo modelo de previsão de demanda que será feita nesse trabalho e, por isso, será apresentado aqui apenas o modelo de regressão simples.

O modelo da regressão simples propõe que se encontre a relação linear que existe entre os variáveis dependente e independente. Dessa forma, descreve-se o comportamento da variável independente por meio da equação de uma reta:

$$Y = A + B * X$$

Sendo:

Y = variável dependente

X = variável independente

N = número de dados considerados

$$A = \frac{(\sum Y)}{N} - B * \frac{(\sum X)}{N}$$

$$B = \frac{N * [\sum (X * Y)] - (\sum X) * (\sum Y)}{N * \sum (X^2) - (\sum X)^2}$$

Como o modelo de regressão simples é linear, se os valores das variáveis não seguir um padrão linear fatalmente ele estará fadado a propiciar erros maiores do que se fosse utilizado outro modelo. Há casos em que se consegue linearizar a função que descreve o comportamento dos dados com a aplicação de logaritmos, possibilitando que se utilize então a abordagem da regressão simples:

$$Y = e^{A+B \cdot X}$$

$$\ln(Y) = \ln(e^{A+B \cdot X})$$

$$\ln(Y) = (A+B \cdot X) \cdot \ln(e)$$

$$\ln(Y) = A+B \cdot X$$

Para os modelos de regressão linear é muito comum a utilização do coeficiente de correlação para determinar a intensidade e a natureza da relação entre a variável dependente e a independente.

3.3.4. Modelos qualitativos de projeção

Há casos em que os modelos quantitativos de projeção podem proporcionar erros grandes de previsão por não abrangerem todos os fatores que interferem no comportamento da demanda. Nesses casos, principalmente nos que envolvem horizontes de previsão de longo prazo, é comum a utilização de modelos qualitativos de projeção. Como esses modelos envolvem geralmente o trabalho de especialistas altamente conhecedores dos produtos comercializados, dos mercados e dos clientes, e a previsão envolve a complexidade de se compreender como ocorre a interação entre esses aspectos para cada produto e nicho de mercado, os modelos qualitativos acabam sendo praticamente inviáveis para horizontes de previsão curtos.

Os modelos qualitativos mais utilizados na atualidade são a pesquisa de mercado, a elaboração de cenários, o júri de opinião de executivos, o painel de consenso, o modelo Delphi a composição da força de vendas e a analogia histórica, – que serão explicados a seguir:

Pesquisa de mercado

A pesquisa de mercado consiste na execução de previsões de médio e longo prazos que reflitam as tendências mercadológicas, envolvendo o estudo das necessidades dos clientes para apurar o seu nível de satisfação e avaliar a sua possível reação à introdução de novos produtos/serviços. Esse estudo é realizado com base em dados coletados por amostragem, a partir da aplicação de questionários e entrevistas com os clientes.

Elaboração de cenários

O método de elaboração de cenários consiste em se fazer diferentes previsões para o comportamento da demanda com base em diferentes previsões sobre o comportamento do ambiente no qual a empresa está inserida. Esse modelo pode inclusive considerar as probabilidades de ocorrência de cada previsão de comportamento do ambiente.

Posteriormente à elaboração dos cenários devem ser realizadas reuniões para verificar a conseqüências da ocorrência de cada cenário no modo pelo qual a empresa deve agir.

Júri de opinião de executivos

O júri de opinião de executivos consiste em se obter o valor da previsão de demanda para cada item em reuniões entre executivos de diferentes áreas da empresa como, por exemplo, de vendas, marketing ,planejamento da produção e finanças, que consolidarão o valor da previsão com base em seu conhecimento específico, proporcionando no consenso um valor balanceado, que considera inúmeros aspectos mensuráveis e imensuráveis.

Esses modelos são mais utilizados nos casos em que não se dispõe de uma base histórica de dados sólida, e por esse motivo todos os dados históricos relevantes de que se dispuser deverão estar à mão dos executivos durante as reuniões.

As desvantagens de se utilizar esse modelo são a subjetividade das previsões e o tempo gasto pelos executivos no processo, já que eles constituem uma mão de obra caríssima para as empresas e a otimização de seu tempo de trabalho é diretamente proporcional ao ganho de produtividade da empresa.

Painel de consenso

O painel de consenso consiste basicamente em se definir o valor previsto com base no consenso entre as previsões de cada participante do processo, que além de apontar sua previsão, deverá justificá-la para facilitar a posterior consolidação das opiniões.

O painel de consenso envolve as seguintes etapas:

- Escolha dos participantes do processo
- Aplicação de questionários aos participantes do processo visando a apurar as suas previsões e explicações a respeito da demanda
- Análise dos dados apurados e redistribuição dos questionários com comentários e novas questões pertinentes (essa etapa deve ser repetida até que todas as dúvidas estejam sanadas)
- Reunião entre os participantes do processo para síntese e discussão dos resultados obtidos

Modelo Delphi

O modelo Delphi consiste em se obter o valor previsto para a demanda da seguinte forma:

- vários analistas e especialistas trabalham individualmente para escrever suas considerações acerca do comportamento da demanda;
- coordenador do processo faz uma leitura do que todos escreveram e documenta uma síntese, que será lida e discutida pelos analistas e especialistas participantes, que deverão também documentar a sua análise;

Esse processo pode ser repetido um determinado número de vezes, quando se terá um certo consenso entre as opiniões sem que haja distorções causadas pela dinâmica de grupo, já que todo o processo é baseado na posição individual de cada um.

Composição da força de vendas

A composição da força de vendas constitui em se determinar o valor da previsão de demanda com base na previsão feita por cada vendedor para cada item para o canal de vendas no qual ele atua. Somando-se os valores previstos por cada vendedor para cada item tem-se a previsão de demanda para cada item.

Esse modelo tem a vantagem de se basear na opinião das pessoas que estão mais próximas dos clientes e conseqüentemente do mercado. Por outro lado, ele não considera as tendências econômicas, além de incorporar o erro causado pelas diferenças de personalidade dos vendedores (uns são otimistas, outros pessimistas) e dependerem da política de bonificação da empresa (se a empresa estabelecer a meta de vendas do vendedor como sendo a sua própria previsão, ele provavelmente preverá abaixo do que pretende vender para superar a meta e ganhar a bonificação).

Analogia histórica (produtos novos)

Para realizar a previsão de demanda de um produto novo é muito comum se basear na demanda de outro item semelhante e fazer a chamada analogia histórica, na qual se assume que a demanda do novo produto se comportará de maneira análoga à demanda de um item semelhante do qual já se dispõe do histórico necessário para a realização da previsão.

4. Obtenção de dados históricos de demanda

No SAP, sistema de informação cooperativo utilizado na empresa, é possível ter acesso a telas que mostram o faturamento da companhia. Os produtos são faturados no momento da expedição, e essas telas mostram tabelas que relacionam as informações listadas por nota fiscal, sobre a quantidade de cada item, para que cliente estava destinada, o seu endereço, a agência e o canal de vendas correspondente, a filial da Multibrás onde houve a expedição, a data desejada pelo cliente, a data do faturamento, do agendamento, etc.

Essa tela do SAP, a ZM15, permite que se tenha então informações sobre as vendas históricas da companhia no nível de detalhe que se desejar. Contudo, para extrair os dados reais históricos do sistema foi necessário inicialmente considerar alguns pontos importantes, que serão discutidos individualmente a seguir:

Data desejada x data de expedição

Optou-se por utilizar a data de expedição como base temporal da série histórica pelo fato de ela representar a data de faturamento, que seria a data real desejada pelo cliente, uma vez que o recebimento é acordado antes da expedição. O que ocorre é que muitas vezes os clientes, principalmente os revendedores, também não têm uma noção acertada sobre a data em que efetivamente quererão receber os produtos. Dessa forma, fica claro que faz mais sentido utilizar a data de expedição do que a data desejada.

Nível de detalhe

Os dados devem ser extraídos do sistema no mesmo nível de detalhe que se pretende para a previsão. Nesse caso, como o novo sistema de previsão está focado nas necessidades de informação do Planejamento Logístico, o detalhamento não deverá ser tão

grande. Serão extraídas as informações sobre as vendas dos produtos por família de produto, por agência de vendas e por semana do mês.

Seleção de informações

As telas ZM15 são agrupadas mensalmente por serem muito grandes – seria praticamente inviável manter todas as informações de um ano inteiro juntas.

Para extrair os dados do sistema é necessário, portanto, selecionar as informações a serem coletadas visando obter uma base consistente, mas ao mesmo tempo não muito grande para não comprometer o desempenho do modelo futuro.

Para extrair as informações mais rapidamente será utilizado o recurso de concatenação do Excel, quando numa só célula se terá informações sobre a quantidade vendida de qual família de produto em que semana do mês e para qual agência de vendas. Essas informações são depois desagregadas novamente quando será montada uma só base, mais compacta, contendo essas informações na série histórica completa.

Período de análise

Para possibilitar a simulação dos modelos quantitativos é necessária uma base histórica considerável, principalmente em se tratando de demandas com sazonalidade anual, sendo necessário nesse caso obter pelo menos uma base de dois anos.

No caso em estudo nesse trabalho, a demanda dos eletrodomésticos tem sazonalidade anual, e foi necessário extrair um histórico de dois anos (de agosto de 2002 a agosto de 2004).

A base montada com o nível de detalhe semana-família de produto será também agregada nos níveis semana-segmento de produto, mês-família de produto e mês segmento de produto para verificar qual possibilita melhor adequação para cada agência de vendas.

5. Análise do sistema atual de previsão de demanda

5.1. Descrição do sistema atual de previsão

Atualmente é utilizado um sistema de previsão qualitativo para a demanda dos produtos da Multibrás no mercado interno. A previsão de demanda atual contempla o conhecimento do mercado e dos canais de venda ao ser baseado na consolidação das previsões realizadas pelas áreas de Vendas e de Marketing da empresa, acerca das vendas futuras de cada item para cada canal de vendas.

A previsão da área de Vendas ocorre da seguinte forma: cada supervisor de vendas fornece informação sobre a quantidade futura de itens que possivelmente venderá para o seu cliente; e agregando-se todas essas previsões tem-se a previsão de demanda por item e por Agência de Vendas. A previsão de Vendas, portanto, deveria refletir o comportamento dos clientes no campo de vendas.

A previsão realizada pela área de Marketing é baseada no comportamento do mercado e depende por isso do conhecimento que os analistas têm dos fatores que nele interferem e da sua experiência em lidar com as mudanças na conjuntura socioeconômica do país.

5.2. Medição do desempenho do sistema atual

Para possibilitar a medição de desempenho do sistema de previsão atualmente utilizado na empresa foi preciso extrair do sistema cooperativo SAP os valores das previsões de demanda antigas, os quais serão contrapostos ao histórico de faturamento da companhia para a medição dos erros por eles proporcionados.

Serão coletados dados históricos de faturamento de pelo menos dois anos atrás para simular os modelos, visto que já se sabe da existência de um comportamento sazonal da demanda de mercado interno durante o ano. Dessa forma, visando obter futuramente consistência comparativa entre o sistema atual e o que se proporá nesse trabalho, é natural

que as informações acerca da previsão de demanda passada devem ser extraídos para os mesmos períodos.

Vale aqui uma ressalva a respeito do histórico de faturamento extraído do sistema, que inclusive será abordada de forma mais detalhada posteriormente, quando se falar da extração da base histórica de dados: os dados históricos que serão utilizados como base comparativa serão os mesmos que se utilizará na simulação das possíveis soluções, e serão ordenados temporalmente de acordo com as datas de faturamento, que expressam o momento em que as cargas são expedidas.

Infelizmente não se dispõe de dados históricos da previsão de demanda com mais de um mês de horizonte de previsão – exceto pelos históricos referentes ao chamado “plano de lucro” (que reflete muito mais a expectativa dos acionistas do que o comportamento do mercado consumidor).

Os dados disponíveis acerca da previsão passada estão associados à previsão trimestral realizada em conjunto pelas áreas de Vendas e Marketing, porém já contendo um ajuste mensal realizado pela área de Planejamento de Vendas do Mercado Interno (dentro da área PIVO – Planejamento Integrado de Vendas e Operações). Essa previsão é feita no nível de unidade de produto, chegando-se a totais por família e segmento de produto somando-se os itens correspondentes.

A previsão de demanda passada que será contraposta aos valores reais históricos para se medir o seu desempenho pode ser encarada então como o melhor número de vendas do qual se dispunha com a antecedência de um mês, medido no nível de unidade de produto; sendo utilizado para o planejamento das linhas de produção, além de servir como meta de faturamento da companhia (exercendo grande pressão principalmente sobre as áreas de Vendas, Logística e Produção).

A base comparativa entre o sistema atual de previsão e o sistema que se proporá nesse trabalho deverá ser estabelecida então entre a previsão do sistema atual e a previsão do novo sistema para um mês de horizonte. As previsões deverão ser agregadas no mesmo nível de detalhe para a medição dos erros e posterior comparação.

Para o planejamento das linhas de produção as previsões de demanda de exportação e do mercado interno são distribuídas igualmente entre as semanas do mês (chamada “distribuição flat”) visando à otimização dos recursos fabris. Esse será um ponto chave para a comparação futura dos sistemas, visto que já se sabe da existência de comportamento sazonal da demanda de mercado interno também entre as semanas do mês, concentrando-se via de regra nas últimas semanas, e a logística precisa enxergar essa sazonalidade, pois ela influencia diretamente nos picos de demanda, podendo interferir negativamente no nível de serviço e nos custos.

A comparação entre as previsões de vendas passadas e os dados históricos de vendas será realizada medindo-se os erros consultados na bibliografia, cujas fórmulas matemáticas estão expostas na segunda parte do trabalho, mais especificamente no tópico “Medição de erros de previsão”.

Os erros resultados encontrados com a medição de desempenho do sistema atual de previsão serão discutidos e estão expostos a seguir:

Primeiramente foram colocados num gráfico os valores reais totais de vendas e os valores da previsão que se tinha para esses valores reais, para possibilitar uma visão global comparativa entre as duas curvas.

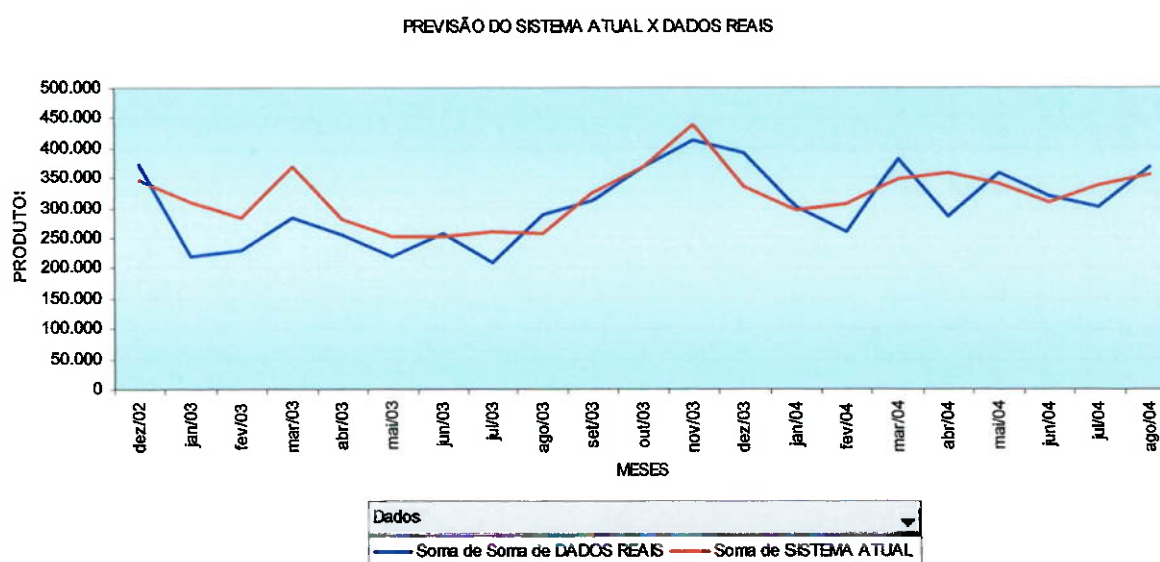


Figura 4 – Comparação entre a previsão do sistema atual e a base histórica de dados reais

Observando-se o gráfico percebe-se que a previsão se mostra bem suavizada, não acompanhando via de regra as mudanças bruscas ocorridas na curva de dados reais, mais visível em jun/03 e mar/04. Apesar disso as duas curvas seguem mais ou menos o mesmo padrão, o que indica que o sistema atual de previsão está conseguindo lidar de uma forma considerável com a sazonalidade presente no ano. Pode-se ainda observar erros de grande amplitude, como os obtidos em janeiro, fevereiro e março de 2003, com erros da ordem de 50.000 produtos.

Serão expostos agora os erros proporcionados pelo sistema antigo de previsão, medidos no mesmo nível de detalhe que se pretende medir o sistema futuro – por segmento de produto e por mês ou semana, já que o modelo de projeção do Planejamento Logístico utiliza a informação de previsão de demanda nesse nível de detalhe para fazer as previsões quanto à necessidade futura dos recursos logísticos.

Tabela 10 – Erros quadráticos médios do sistema atual

| SEGMENTO | PREVISÃO MENSAL | PREVISÃO SEMANAL |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| COÇÇÃO | 217.192.040 | 55.189.342 |
| COND DE AR | 66.438.746 | 18.450.229 |
| LAVANDERIA | 294.541.015 | 90.227.150 |
| MICROONDAS | 34.292.278 | 15.182.350 |
| REFRIGERAÇÃO | 385.577.585 | 209.853.074 |
| Total Global | 199.608.333 | 77.780.429 |

Pode-se dizer que os menores erros quadráticos são os obtidos para os segmentos de condicionador de ar e microondas, sendo os erros para os outros segmentos bem maiores, talvez pelo fato de a demanda pelos produtos dos outros segmentos, cocção, refrigeração e lavanderia ser bem maior, sendo os erros absolutos nesse caso também mais expressivos – o que pode ser constatado com a observação da tabela abaixo, que expressa em termos percentuais o total das vendas de toda a base histórica por segmento de produtos:

Tabela 11 – Percentual de faturamento por segmento

| SEGMENTO | Total |
|---------------------|---------------|
| COÇÇÃO | 17,9% |
| COND DE AR | 8,3% |
| LAVANDERIA | 22,1% |
| MICROONDAS | 5,1% |
| REFRIGERAÇÃO | 46,7% |
| Total Global | 100,0% |

Obviamente os erros proporcionados pelos valores mensais e semanais seguem um comportamento similar, porém os erros semanais têm uma magnitude bem inferior.

Tabela 12 – Desvio padrão do sistema proposto

| SEGMENTO | PREVISÃO MENSAL | PREVISÃO SEMANAL |
|---------------------|-----------------|------------------|
| COCÇÃO | 14.737 | 7.429 |
| COND DE AR | 8.151 | 4.295 |
| LAVANDERIA | 17.162 | 9.499 |
| MICROONDAS | 5.856 | 3.896 |
| REFRIGERAÇÃO | 19.636 | 14.486 |
| Total Global | 14.128 | 8.819 |

O desvio padrão, conforme esperado, segue o mesmo comportamento dos erros quadráticos, porém ele dá uma noção maior de tamanho do erro, pois significa o quanto em média os valores da previsão se distanciaram dos valores reais. É interessante notar que o desvio padrão obtido para a previsão mensal de refrigeração é muito próximo do valor obtido para a previsão semanal.

Para se ter uma noção desse desvio em porcentagem, ele será dividido pela média de faturamento mensal por segmento:

Tabela 13 – Média mensal de faturamento do histórico

| SEGMENTO | MENSAL | SEMANAL |
|---------------------|----------------|---------------|
| COCÇÃO | 55.902 | 13.983 |
| COND DE AR | 25.847 | 6.468 |
| LAVANDERIA | 68.926 | 17.238 |
| MICROONDAS | 15.829 | 3.965 |
| REFRIGERAÇÃO | 145.742 | 36.455 |
| Total Global | 312.245 | 78.109 |

Tabela 14 – Desvio padrão do sistema atual como percentual da média de faturamento

| SEGMENTO | PREVISÃO MENSAL | PREVISÃO SEMANAL |
|---------------------|-----------------|------------------|
| COCÇÃO | 26,4% | 53,1% |
| COND DE AR | 31,5% | 66,4% |
| LAVANDERIA | 24,9% | 55,1% |
| MICROONDAS | 37,0% | 98,3% |
| REFRIGERAÇÃO | 13,5% | 39,7% |
| Total Global | 4,5% | 11,3% |

Ou seja, aqueles 14.128 produtos que em média representavam o quanto a previsão se distanciou dos valores reais correspondem a apenas 4,5% da média do que se teve como demanda mensal. Pode-se dizer que apesar de esse percentual ser pequeno, isso se deve ao fato de os erros entre os segmentos se compensarem, isto é, enquanto se erra pra baixo para um segmento, se erra pra cima para outro e no total o erro se anula. Os erros por segmento são bem expressivos, sendo apenas o correspondente ao segmento de refrigeração inferior a 25% para a previsão mensal.

Os erros da previsão semanal são bem maiores, atingindo patamares muito elevados principalmente para os segmentos de microondas, sendo de quase 100%, sendo apenas o erro correspondente ao segmento de refrigeração inferior a 50% da média semanal de vendas.

Tabela 15 – Erros relativos e absolutos do sistema atual

| SEGMENTO | PREVISÃO MENSAL | | PREVISÃO SEMANAL | |
|---------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------|
| | ERM | EAM | ERM | EAM |
| COCÇÃO | -7.338 | 11.794 | -1.824 | 6.040 |
| COND DE AR | 418 | 5.591 | 113 | 2.922 |
| LAVANDERIA | -2.688 | 14.131 | -663 | 7.600 |
| MICROONDAS | 1.217 | 4.533 | 312 | 2.482 |
| REFRIGERAÇÃO | -6.421 | 15.239 | -1.558 | 11.944 |
| Total Global | -2.962 | 10.257 | -724 | 6.197 |

Os erros são bem expressivos e mostram sistematicidade maior na previsão mensal, principalmente para os segmentos de cocção e refrigeração, tendo-se nesses casos uma previsão acima dos que ocorreram, superestimando a demanda futura. O erro absoluto do valor total na previsão semanal é bem grande em comparação com o erro mensal, porém apresenta menor sistematicidade.

Tabela 16 – Erros percentuais relativos e absolutos

| SEGMENTO | PREVISÃO MENSAL | | PREVISÃO SEMANAL | |
|---------------------|-----------------|--------------|------------------|---------------|
| | EPRM | EPAM | EPRM | EPAM |
| COCÇÃO | -16,6% | 23,2% | -45,9% | 62,8% |
| COND DE AR | -8,5% | 25,8% | -134,0% | 160,2% |
| LAVANDERIA | -10,0% | 23,1% | -38,6% | 61,2% |
| MICROONDAS | -3,0% | 31,8% | -141,8% | 173,0% |
| REFRIGERAÇÃO | -6,3% | 11,5% | -26,4% | 45,1% |
| Total Global | -8,9% | 23,1% | -77,3% | 100,5% |

Agora se pode ter uma boa idéia da magnitude relativa e da sistematicidade dos erros medidos. Estão dispostos agora valores mais precisos do que os mostrados anteriormente, com o desvio padrão em termos da porcentagem da média de vendas por segmento, que tinha apenas o intuito de dar uma visão geral sobre a qualidade do número.

Percebe-se que o sistema de previsão atual mensal está proporcionando em média um erro da ordem de 23% do valor real total de vendas, e que os erros proporcionados pelo sistema semanal sem sazonalidade no mês são muito alto, sendo maiores do que 100% do valor real observado.

Tabela 17 – Estatística U do sistema atual

| SEGMENTO | REVISÃO MENSE | REVISÃO SEMAN |
|---------------------|---------------|---------------|
| COCÇÃO | 0,38 | 0,69 |
| COND DE AR | 0,46 | 7,57 |
| LAVANDERIA | 0,54 | 0,46 |
| MICROONDAS | 0,34 | 0,09 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,13 | 0,17 |
| Total Global | 0,36 | 0,82 |

Analisando-se os resultados obtidos com a aplicação da estatística U para o modelo atual mensal, percebe-se que todos os valores estão entre zero e um, o que significa que o sistema atualmente utilizado foi melhor do que se fosse utilizado um meio mais qualitativo de previsão. O único caso que foge à essa regra é a previsão semanal de condicionador de ar.

6. Análise das possíveis soluções

6.1. Análise dos dados históricos

Dispondo das informações históricas das vendas organizadas conforme exposto anteriormente torna-se possível a sua análise em detalhe, a qual permitirá que se escolha a melhor alternativa de solução para o problema proposto.

Inicialmente, com o intuito de verificar a grandeza relativa entre os canais de vendas, foi elaborada uma curva ABC, relacionada ao percentual de faturamento de cada agência de vendas com relação ao total de valores disponíveis de cada ano (a base histórica coletada possui dados de agosto de 2002 a agosto de 2004, ou seja, o gráfico abaixo mostrará o que ocorreu no ano de 2003, no segundo semestre de 2002 e no primeiro semestre de 2004):

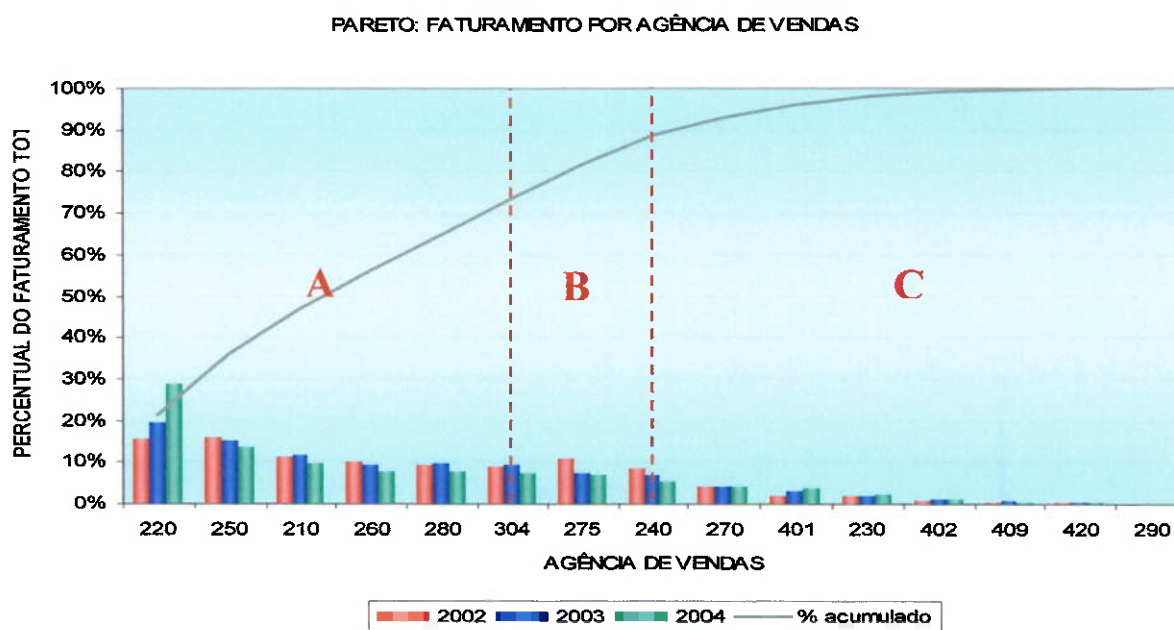


Figura 5 – Curva ABC para as agências de vendas

A curva de percentual acumulado foi estimada verificando-se o percentual de faturamento de cada agência de vendas para o total dos dados históricos disponíveis. Essa curva nos mostra que cerca de 35% do faturamento da companhia no período observado foram para as agências de vendas 220 e 250. Os outros 35% correspondentes à região A do gráfico, que corresponde aos 70% do faturamento, são divididos entre quatro agências, 210, 260, 280, e 304.

A região B do gráfico corresponde aos outros 20% do faturamento, divididos entre as agências 275 e 240. Os restantes 10% do faturamento são divididos entre as restantes 7 agências de venda.

É importante ter conhecimento desse tipo de informação porque ela mostra quais agências de vendas terão o maior impacto de erro de previsão. Isto é, um erro de previsão para a demanda da agência 250 tem um impacto sobre a previsão global bem menor do que um erro de previsão para a demanda das agências 220 ou 250, por exemplo. A ordem de grandeza desse percentual é diretamente proporcional ao impacto que um erro de previsão pode ocasionar.

É interessante notar ainda que o percentual de faturamento da agência 210 cresceu muito no primeiro semestre de 2004, enquanto as agências que correspondem às regiões A e B tiveram sua participação diminuída.

O mesmo tipo de análise é necessário com relação às diferentes famílias e segmentos de produtos:

PERCENTUAL DE FATURAMENTO POR SEGMENTO E FAMÍLIA DE PRODUTO

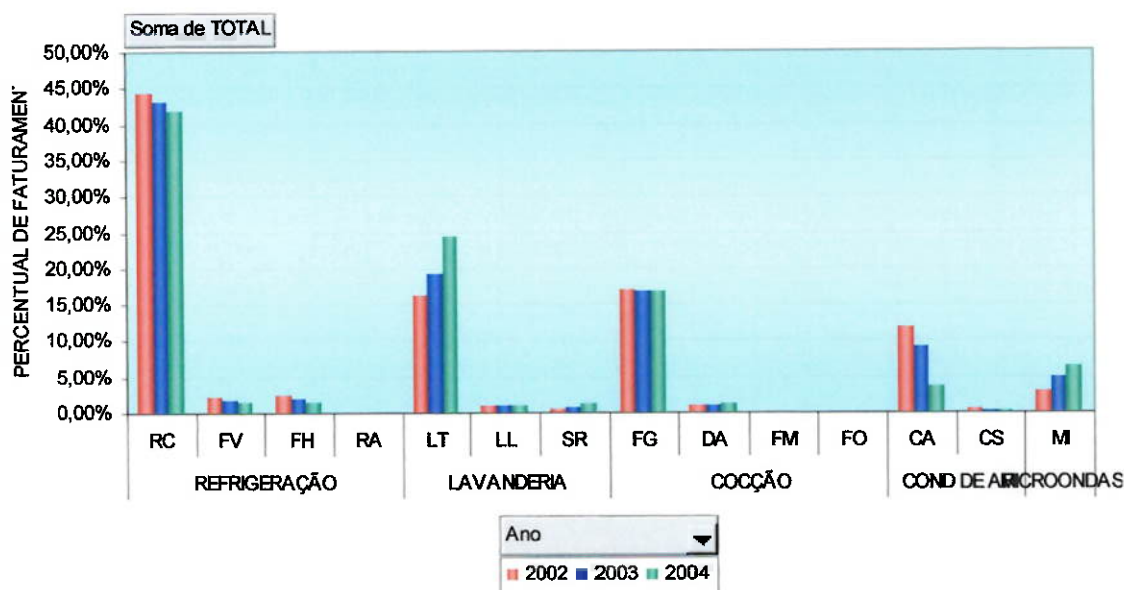


Figura 6 – Percentual de faturamento por segmento e família de produto

Observando-se o gráfico acima é possível dizer que mais de 40% do faturamento ocorre no segmento de refrigeração, mais especificamente na família dos refrigeradores por compressão. Cerca de 20% do faturamento ocorre no segmento de lavanderia, mais

especificamente na família das lavadoras de roupa de tampa em cima. Outros 20% são de fogões, ou seja, essas três famílias de produtos são responsáveis juntas por cerca de 80% do faturamento da companhia. Os outros 20% são divididos entre os condicionadores de ar e fornos de microondas, sendo os de condicionadores de ar cerca de dois terços do faturamento de microondas.

É interessante notar que em 2004, por serem os dados relacionados ao primeiro semestre, os números de lavanderia são maiores que os dos outros anos e os de condicionadores de ar menores, por causa da sazonalidade, que será tratada adiante.

Para analisar a sazonalidade no ano foi verificado o percentual do faturamento total por mês do ano:

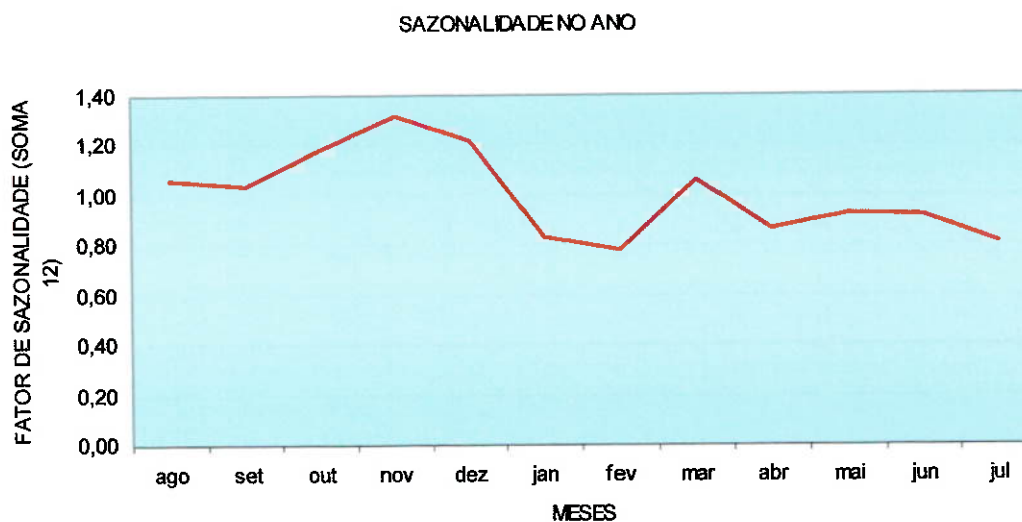


Figura 7 – Fator sazonal mensal global

Os valores dos fatores de sazonalidade foram obtidos fazendo-se uma média entre os valores de faturamento dos três anos, assim, de setembro a dezembro se fez a média entre os valores de 2002 e 2003, de janeiro a julho entre 2004 e 2003, e a média dos três anos para agosto. Verificou-se então o quanto a média representava da soma das médias para cada ano e multiplicou-se esses percentuais por 12, de forma que a soma final dos índices fosse igual ao número de períodos num ciclo de sazonalidade.

Observando-se o gráfico pode-se perceber como há forte sazonalidade entre os meses do ano para o faturamento da companhia no mercado interno. Os maiores volumes de vendas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, onde há o pico de sazonalidade em novembro, enquanto os menores volumes ocorrem no início do ano. Percebe-se nesse caso a sazonalidade associada ao final de ano, em que há o aquecimento da economia e as pessoas consomem mais, por terem disponível o décimo terceiro salário e por ser ainda uma data comemorativa associada fortemente ao consumo, que é o natal. Além disso, percebe-se uma sazonalidade em março, não tão expressiva, correspondente ao dia das mães (que é em maio, porém as lojas precisam reabastecer os seus estoques um pouco antes para satisfazer à demanda).

É preciso analisar ainda essas sazonalidades por segmento de produtos, pois elas podem diferir do comportamento observado acima:

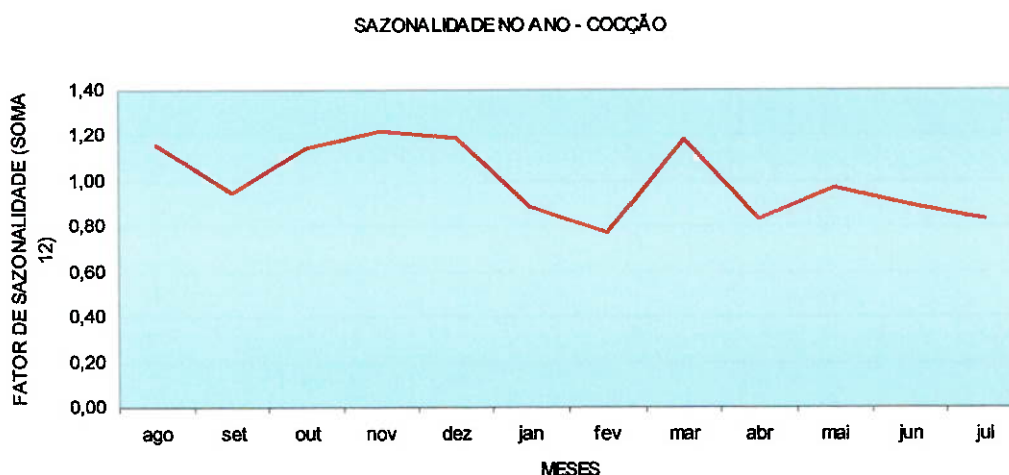


Figura 8 – Fator sazonal mensal para o segmento de cocção

É possível observar comparando a sazonalidade total com a de cocção, que elas apresentam um comportamento muito similar, porém nota-se um pico muito grande na sazonalidade do dia das mães, em março, que nesse caso é tão expressiva quanto a do final de ano.

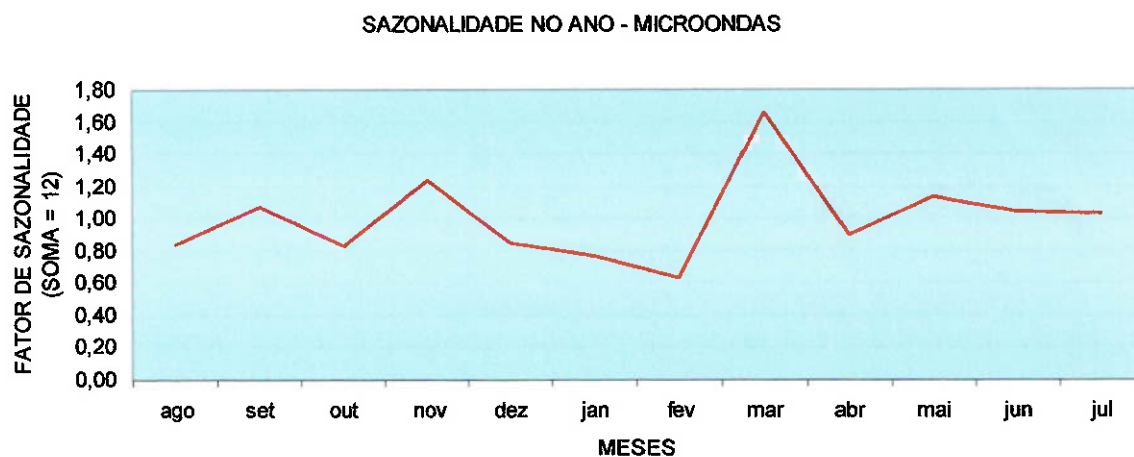


Figura 9 – Fator sazonal mensal para o segmento de microondas

O comportamento sazonal dos fornos de microondas é muito característico, e segue a mesma tendência de pico em março do segmento de cocção, com a diferença que nesse caso a sazonalidade do dia das mães é significativamente superior à do final de ano.

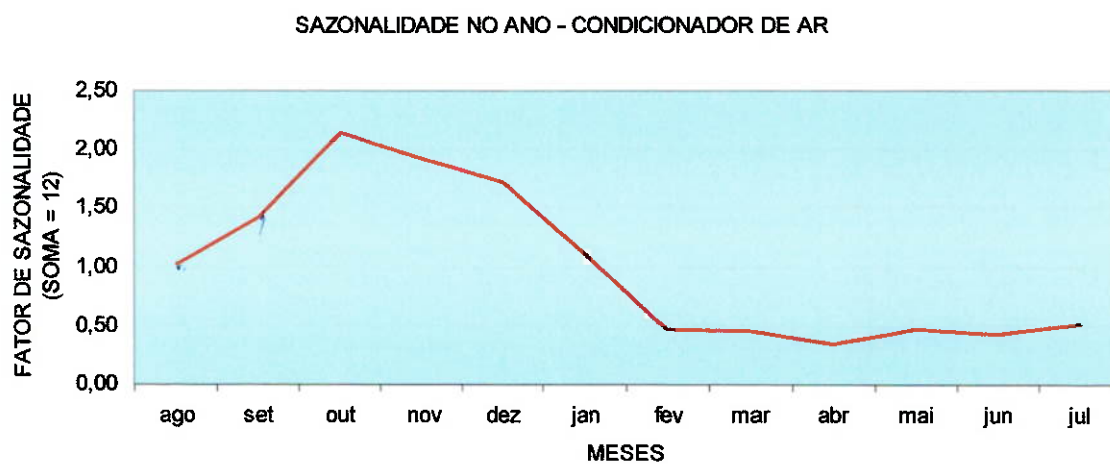


Figura 10 – Fator sazonal mensal para o segmento de condicionador de ar

A sazonalidade de condicionadores de ar mostra-se um caso à parte. Pois está totalmente concentrada nos períodos mais quentes do ano, de setembro a janeiro, comportando-se de maneira estável ao longo dos outros meses do ano. Outra coisa que

chama atenção é a antecipação do pico de sazonalidade, que ocorre nesse caso em outubro, o que pode ser explicado pelo mesmo motivo de a sazonalidade do dia das mães ocorrer em março: as lojas precisam assegurar seus estoques antes de ocorrer o pico de demanda, para que esta possa ser satisfeita.

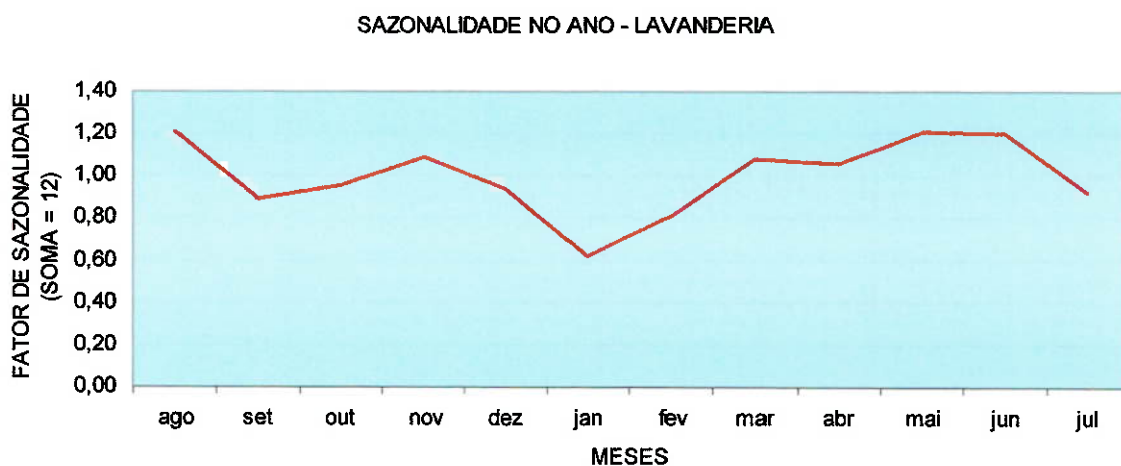


Figura 11 – Fator sazonal mensal para o segmento de lavanderia

O comportamento sazonal dos produtos de lavanderia também apresenta picos nos períodos correspondente ao fim do ano e ao dia das mães, porém nesse caso é no dia das mães que se encontram os maiores picos seguidos, sendo mais expressiva em maio e junho.

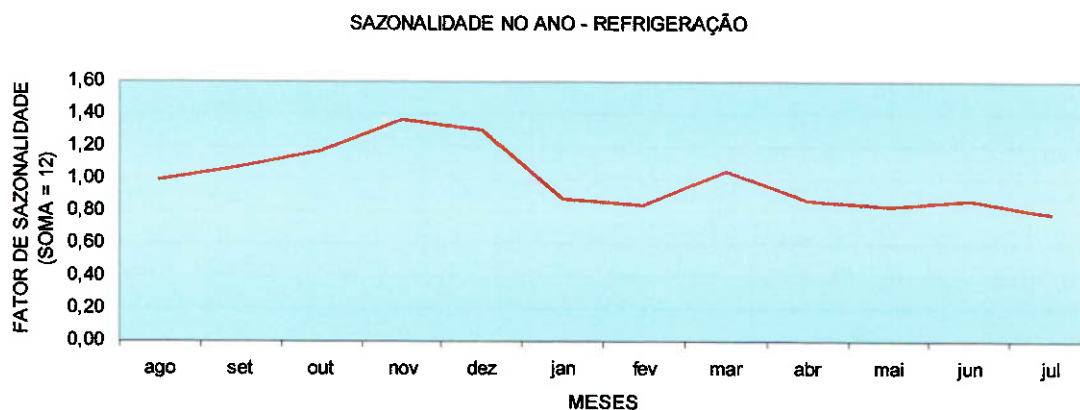


Figura 12 – Fator sazonal mensal para o segmento de refrigeração

O comportamento sazonal dos produtos de refrigeração é muito mais tênue do que para os outros segmentos. Também ocorrem picos no fim do ano e em março, porém o comportamento da curva é bem mais suave e os picos do fim de ano são bem superiores aos demais.

Como se necessita prever a demanda em períodos semanais, é preciso verificar também a sazonalidade entre as semanas do mês:

Tabela 17 – Fator sazonal semanal global

| | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| VALOR GLOBAL | 16,20% | 19,66% | 25,79% | 38,35% |

O valor do percentual global do faturamento entre as semanas do mês permite que se observe a existência de um comportamento crescente no volume das vendas no decorrer das semanas do mês, ocorrendo cerca de 40% do volume total na última semana.

Foi necessário realizar uma análise mais desagregada dessa sazonalidade dentro do mês, para verificar qual nível de detalhe seria mais adequado. Verificando inicialmente o padrão dessa concentração semanal por segmento de produto, foi elaborada a tabela que segue:

Tabela 18 – Fator sazonal semanal por segmento de produto

| Segmento | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| COCÇÃO | 16% | 20% | 25% | 40% |
| COND DE AR | 15% | 19% | 25% | 41% |
| LAVANDERIA | 15% | 20% | 24% | 41% |
| MICROONDAS | 16% | 15% | 21% | 48% |
| REFRIGERAÇÃO | 17% | 20% | 28% | 35% |

Pode-se observar que há algumas diferenças significativas de o padrão sazonal semanal entre os diferentes segmentos. As diferenças mais significativas ocorrem para o segmento de microondas, que apresenta maior concentração na última semana, em detrimento de refrigeração, que possui a menor concentração na última semana.

Para verificar se esse comportamento sazonal é homogêneo dentro dos segmentos de produtos, foi necessário segregar essa análise, verificando-a segundo as diferentes famílias de produtos:

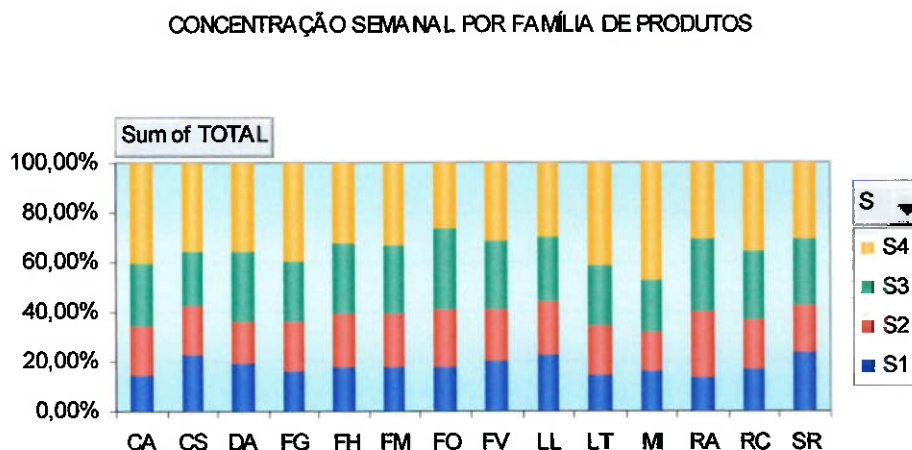


Figura 13 – Fator sazonal semanal para as diferentes famílias de produtos

Observando-se o gráfico acima é possível notar que o valor mínimo alocado à última semana corresponde a 25% do total da demanda, que é referente à família dos fornos. A maior concentração é de 45% e corresponde aos fornos de microondas. Para as outras famílias a concentração variou entre 30% e 40% da demanda total do mês. Ou seja, os números variam muito de família para família.

Pode-se dizer que fator sazonal semanal varia bastante entre as famílias de um mesmo segmento de produto, conforme pode ser observado graficamente dentro dos segmentos de cocção e lavanderia, por exemplo.

É importante verificar ainda o comportamento sazonal semanal conforme o mês do ano, pois podem aparecer diferenças significativas, principalmente considerando-se que há picos de sazonalidade da demanda no ano, quando há um volume grande de pedidos na carteira faturável durante todo o mês, ao contrário do que ocorre nos vales de volume de demanda, quando seu volume tende a se concentrar na última semana, quando a companhia se esforça para alcançar as metas estipuladas, tentando antecipar pedidos na última semana.

CONCENTRAÇÃO SEMANAL POR MÊS DO ANO

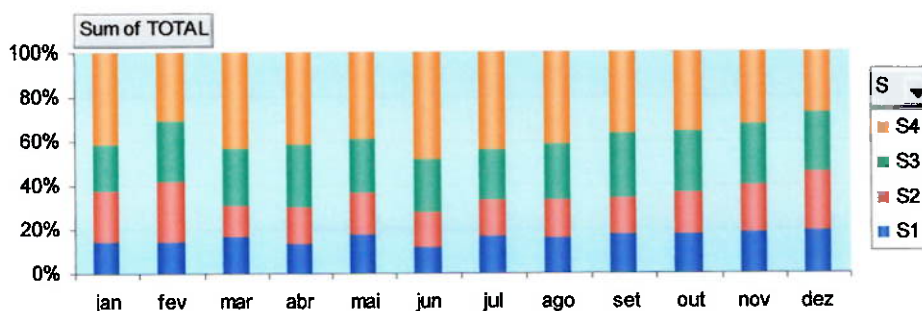


Figura 14 – Fator sazonal semanal para os diferentes meses do ano

Percebe-se que nesse caso os números de sazonalidade na semana variam ainda mais do que com relação ao nível de detalhe correspondente ao tipo de produto. A maior concentração na última semana ocorre em junho, com cerca de 45% do total do mês; e a menor ocorre em dezembro, com cerca de 25% do total do mês.

É possível notar uma tendência de desconcentração da demanda a partir de junho até dezembro. A demanda passa a ser bastante concentrada novamente já em janeiro, oscilando até maio.

É interessante relacionar a concentração semanal exposta acima com a sazonalidade anual global: sendo os meses de pico de demanda os do último bimestre do ano e sendo apresentando eles um comportamento de desconcentração semanal, pode-se dizer que nos picos de demanda anual esta tende a ser menos desconcentrada entre as semanas do mês, isso porque há mais produtos na carteira faturável da companhia já desde o início do mês. Nos meses de vale da demanda, principalmente janeiro e fevereiro, a demanda volta a se concentrar fortemente na última semana.

6.2. Escolha da melhor solução

Foram simulados quase todos os modelos quantitativos citados na bibliografia, desde os modelos de média até os de suavização exponencial tripla. Para que fosse possível escolher incontestavelmente a melhor alternativa para a solução do problema.

As possíveis alternativas de modelos para o novo sistema de previsão proposto foram simuladas tiveram seus resultados comparados com a base histórica de dados reais de vendas para verificar a sua adequação e o erro promovido.

A chave para a escolha do melhor modelo é a análise dos erros de previsão – o modelo que apresentar os menores erros, para cada par agência de vendas-família ou segmento de produto, deverá ser proposto para o novo sistema.

Obviamente há a possibilidade de se encontrar dados com comportamento muito aleatório, para os quais não se ajustam os modelos quantitativos, para os quais deverá haver um tratamento específico.

Conforme se observou no item anterior, a demanda dos produtos da Multibrás no mercado interno tem um comportamento sazonal nítido tanto entre os meses do ano, como entre as semanas de cada mês. Dessa forma torna-se de cara muito difícil adequar os modelos de média e ou os de suavização exponencial simples à solução do problema.

Verdadeiramente, a simulação de todos os modelos ocorreu mais por conta da curiosidade do autor do que propriamente da necessidade de testar todos os modelos, visto que já se sabia do comportamento sazonal e das tendências da demanda.

O único modelo estudado na bibliografia que é capaz de lidar de maneira eficaz com sazonalidade e tendência é o modelo de Winter, que foi naturalmente o que proporcionou os menores erros de simulação e foi o modelo escolhido para a formulação e proposição do novo sistema de previsão.

7. Proposta do novo sistema de previsão de demanda

O sistema de previsão que se proporá nesse trabalho depende totalmente das particularidades encontradas no comportamento dos dados históricos reais de demanda e nas necessidades de informação daqueles que serão os usuários da informação por ele produzida.

Conforme foi verificado em itens anteriores a demanda do mercado interno para os produtos da Multibrás varia muito durante o ano e o mês, apresentando ao mesmo tempo tendência e sazonalidade. O mais completo modelo de previsão e que melhor pode representar o comportamento de dados dessa natureza é o modelo de Tendência e Sazonalidade de Winter.

Para o tratamento da sazonalidade no ano foram utilizados fatores específicos para cada família de produto. Optou-se por realizar a previsão mensal utilizando esses fatores e depois elaborar a quebra semanal dos totais mensais para obter a previsão semanal. Isso se deve ao fato de a base histórica disponível ser relativamente pequena, o que dificultaria a operacionalização do modelo de Winter com muitos fatores de sazonalidade (se fosse realizada a previsão semanal diretamente seriam preciso 48 fatores, os quais deveriam ser atualizados a cada previsão).

Observação: Nesse trabalho admite-se que o ano tem 12 meses, com 4 semanas cada um. A própria base histórica foi extraída com base nessa premissa, quando se padronizou as semanas da seguinte forma: S1 – dias 1 a 8, S2 – dias 9 a 15, S3 – dias 16 a 23 e S4 – dias 24 a 31.

A previsão de demanda no sistema proposto será realizada no nível de detalhe de família de produto por agência de venda por mês e com um horizonte de três meses à frente, sendo que para a realização da quebra semanal foram utilizados fatores sazonais por família de produto e por mês do ano, visto que foram constatadas anteriormente diferenças significativas dos os fatores sazonais entre as famílias e meses do ano.

Foi desenvolvido um simulador em Excel, que colados os dados históricos de vendas para uma dada agência de vendas, dá como saída as previsões por família de produto por mês do ano, além de atualizar o relatório dos erros produzidos. Após a colagem das informações históricas de vendas da agência no simulador foi procurada a combinação de alfa, beta e gama que proporcionasse os menores erros quadráticos de previsão para os três meses de horizonte, mas que também tivesse um bom ajuste, mostrado pela estatística U.

Ao final da simulação de todas as agências de vendas criou-se uma outra pasta de trabalho que puxa as informações sobre o total dos dados históricos e o total das previsões para cada mês de horizonte dos simuladores de todas as agências de vendas. Essa planilha se atualiza automaticamente ao abrir, ou seja, ela captura qualquer alteração que se fizer nos simuladores. Nessa pasta é realizada a quebra semanal por família de produto.

Tendo então todos os resultados das previsões mensais e semanais atualizados, a pasta global gera um relatório de erros para ambas previsões, possibilitando que se controle os eventuais desvios, além de servir como guia para a possível ocorrência de problemas ou inadequações. Esses erros são medidos no nível de detalhe de segmento de produto por mês ou semana, já que esse é o nível de detalhe utilizado pelo Planejamento Logístico para as projeções acerca da necessidade dos recursos logísticos.

Cada planilha individual de cada agência de vendas também possui um relatório de erros nos mesmos moldes, e todas as pastas possuem também gráficos contendo as curvas de dados reais e das previsões, de forma que se possa visualizar melhor a adequação do modelo.

O sistema desenvolvido permite que se chegue facilmente às previsões, incrementando nas pastas de cada agência de vendas o histórico mais recente, “arrastando” as células que realizam as previsões e medem os erros, e atualizando as tabelas dinâmicas que estão relacionadas. A saída do modelo é facilmente colocada no modelo de projeção do Planejamento Logístico, bastando apenas copiar e colar os valores.

Todas as pastas que constituem o modelo somam, juntas, cerca de 13,5 MB de espaço de memória do computador. São 17 pastas individuais de agências de vendas com cerca de 480 KB, mais a pasta de resultados globais e quebra semanal, com cerca de 5,3 MB. Considerando-se que são 15 agências de venda, 14 famílias de produtos e uma base mensal de 2 anos, pode-se dizer que o sistema foi bem operacionalizado, pois reduziu bastante o espaço de armazenagem de dados necessário.

8. Simulação do sistema proposto

O sistema proposto anteriormente foi simulado para o mesmo período que se dispõe de dados históricos de vendas, de agosto de 2002 a agosto de 2004. Nos gráficos que serão mostrados adiante foram ocultos os meses de agosto e setembro de 2002, simplesmente porque para estes meses não se dispunha da previsão de todos os horizontes e a curva se anulava, dando um aspecto visual não muito apropriado aos gráficos.

Serão apresentados a seguir os resultados globais dessa simulação, pelo total de vendas previstas para cada segmento de produto. Nas tabelas já serão incluídos os resultados que foram obtidos com a aplicação do sistema atual de previsão, as quais inclusive já foram apresentadas separadamente anteriormente. Quando se mostrar nas tabelas e nos gráficos os meses numerados de um a três, deve-se entender o número como sendo o índice “m” dos modelos teóricos, que indica o número de períodos que se está prevendo a frente.

Serão apresentados inicialmente os gráficos com as curvas de totais de dados reais e as previsões totais de cada horizonte separadamente, quando oportunamente já se mostrará a curva proporcionada pelo sistema atual em comparação com a obtida através da simulação do modelo proposto com um mês de horizonte:

PREVISTO X REALIZADO - SISTEMA ATUAL X SISTEMA PROPOSTO

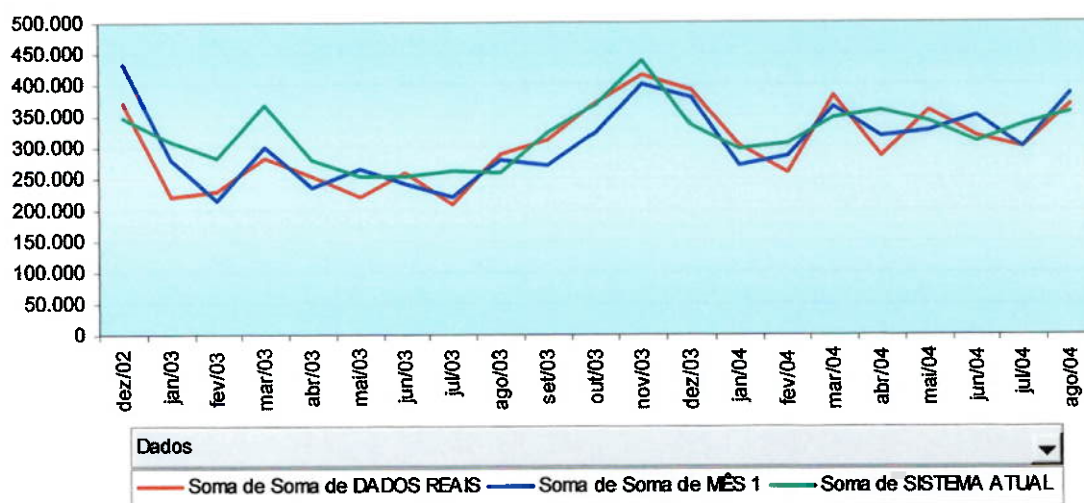


Figura 15 – Comparação entre a previsão mensal do sistema atual e a do sistema proposto

Por meio da análise gráfica é possível dizer que ambos os modelos mostram um comportamento similar ao dos dados históricos, principalmente em termos de sazonalidade no ano. Entretanto chama a atenção o fato de a curva azul não se distanciar tanto da curva vermelha, o que não se pode dizer da curva verde, principalmente no primeiro trimestre de 2003. Outra coisa que chama a atenção no gráfico é o fato de a curva azul acompanhar via de regra as tendências de oscilação da curva vermelha, o que não ocorre com a curva verde.

Ou seja, embora as duas curvas, do sistema proposto com um mês de antecedência (azul) e do sistema atualmente utilizado (verde), apresentem um comportamento muito similar, essas pequenas diferenças já dão indícios de que o sistema proposto pode estar se mostrando mais adequado – porém não se pode ignorar que em muitos meses (especialmente de agosto a novembro de 2003) se vê uma maior distância entre a linha azul e a vermelha do que entre a vermelha e a verde, mostrando que o erro do sistema atual foi menor.

Vejam agora o mesmo gráfico, só que no nível temporal semanal:

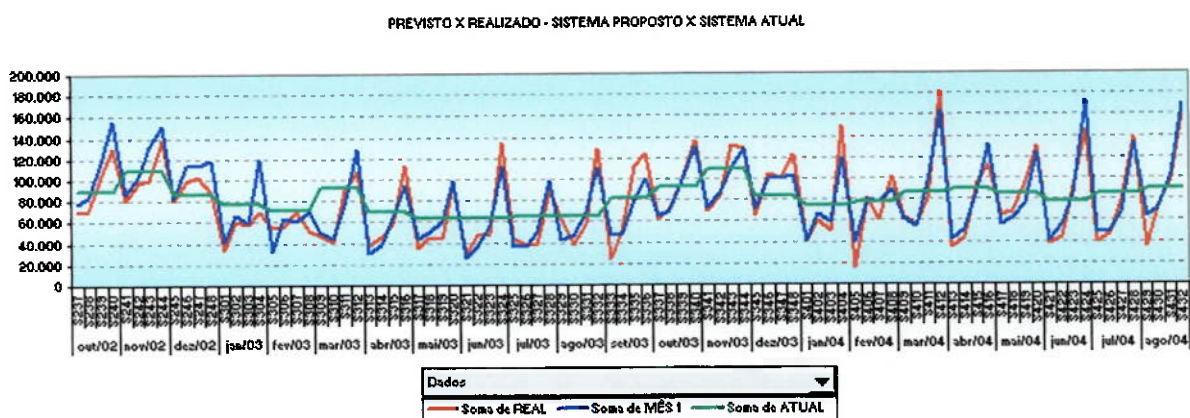


Figura 16 – Comparação entre a previsão semanal do sistema atual e a do sistema proposto

Apesar de estar um pouco pequeno para enxergar os detalhes, é possível verificar que a curva azul, que representa a quebra semanal da previsão mensal com um mês de horizonte, está seguindo exatamente o mesmo comportamento da curva vermelha, que representa a base histórica real. A curva verde, por sua vez, que representa as previsões semanais do sistema atual, não segue o comportamento sazonal dentro do mês, pois admite que a distribuição do volume de vendas é igual entre as semanas do mês, e por isso aparece como uma curva bem suavizada, que apresenta apenas a grandeza da previsão mensal.

Serão analisadas agora as previsões de dois e três meses de antecedência em comparação com os dados históricos reais:

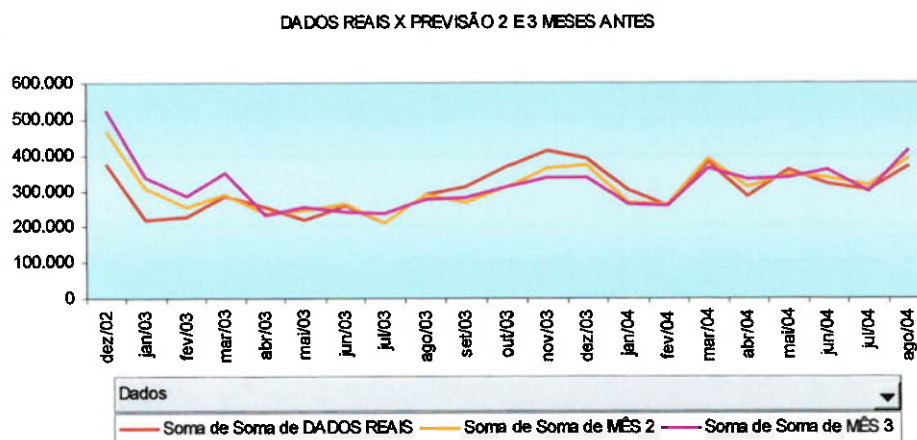


Figura 17 – Visualização da adequação das previsões mensais dois e três meses antes

Observando-se o gráfico acima é possível perceber que embora as curvas apresentem um comportamento muito similar, nota-se diferenças entre as previsões de 2 e 3 meses de horizonte. A curva laranja, que representa a previsão de dois meses de antecedência fica nitidamente mais próxima da linha vermelha, de dados reais, do que a linha cor de rosa, que representa a previsão com três meses de antecedência.

Vejam agora o mesmo gráfico, só que no nível temporal semanal:

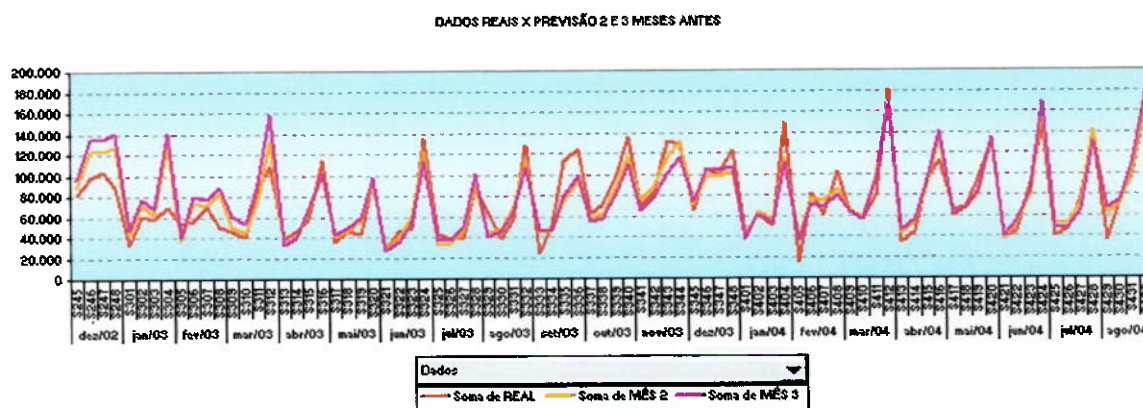


Figura 18 – Visualização da adequação das previsões semanais de dois e três meses antes

Observando-se o gráfico acima se pode perceber que, conforme o esperado, a curva rosa, que representa a previsão com antecedência de três meses, apresenta-se mais deslocada da curva vermelha, de dados reais, do que a curva laranja, que representa a previsão com antecedência de dois meses. Vê-se no gráfico que tirando o impacto do erro da previsão mensal, os fatores de sazonalidade semanal utilizados realmente aproximaram as previsões do comportamento real dos dados históricos.

Percebe-se que as maiores diferenças entre a previsão do sistema proposto e os dados reais ocorrem na previsão semanal nos mesmos meses que há a maior diferença na previsão mensal.

Pode-se dizer que as previsões dos três horizontes de previsão seguem o mesmo comportamento que os dados reais, tanto na previsão mensal quanto na semanal, não apresentando diferenças visualmente muito significativas.

Serão apresentados a seguir os erros proporcionados pela simulação do sistema proposto, sendo adicionados também os erros obtidos com o sistema utilizado atualmente, de forma a possibilitar a comparação do desempenho dos dois sistemas. Primeiramente serão analisados os erros proporcionados pelo sistema de previsão mensal:

Tabela 19 – Erros quadráticos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 | SISTEMA ATUAL |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Média de EQM | Média de EQM2 | Média de EQM3 | Média de EQM-S/ |
| COCÇÃO | 77.609.455 | 56.123.698 | 115.325.196 | 217.192.040 |
| COND DE AR | 77.204.381 | 127.501.236 | 125.514.965 | 66.438.746 |
| LAVANDERIA | 104.393.722 | 153.062.596 | 256.065.711 | 294.541.015 |
| MICROONDAS | 31.646.637 | 29.588.941 | 42.374.755 | 34.292.278 |
| REFRIGERAÇÃO | 414.736.768 | 729.591.014 | 1.220.355.305 | 385.577.585 |
| Total Global | 141.118.193 | 219.173.497 | 351.927.186 | 199.608.333 |

Observando-se os valores expostos na tabela acima é possível verificar primeiramente que no nível global a única previsão do sistema proposto que apresenta um erro quadrático médio menor do que o do sistema atual é a previsão com um mês de antecedência. A previsão de dois meses de antecedência apresentou um erro ligeiramente superior ao do sistema atual e a previsão com três meses apresentou um erro cerca de duas vezes maior do que o do sistema atual.

Analisando-se agora os dados por segmento de produto, verifica-se que para o segmento de produtos de cocção o sistema apresentou erros bem menores do que os do sistema atual, em todos os horizontes de previsão. Nota-se que a previsão de dois meses de antecedência apresentou para o segmento de cocção um erro ligeiramente inferior ao da previsão com um mês de antecedência, o que é de certa forma surpreendente. O mesmo pode ser observado no segmento de fornos de microondas.

Nota-se ainda que o sistema atual possui um erro quadrático inferior ao de todas as previsões do sistema proposto para os segmentos de refrigeração e condicionadores de ar.

Tabela 20 – Desvios padrão das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 | SISTEMA ATUAL |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| COCÇÃO | 8.810 | 7.492 | 10.739 | 14.737 |
| COND DE AR | 8.787 | 11.292 | 11.203 | 8.151 |
| LAVANDERIA | 10.217 | 12.372 | 16.002 | 17.162 |
| MICROONDAS | 5.626 | 5.440 | 6.510 | 5.856 |
| REFRIGERAÇÃO | 20.365 | 27.011 | 34.934 | 19.636 |
| Total Global | 11.879 | 14.805 | 18.760 | 14.128 |

Obviamente a relação de grandeza comparativa do desvio padrão é a mesma do erro quadrático médio, porém o desvio padrão nos dá uma idéia melhor da grandeza real do erro. Nota-se que o desvio padrão obtido na previsão para os valores totais do sistema proposto com um mês de antecedência é cerca de 16% menor do que o desvio padrão proporcionado pelo sistema atual.

Realizando essa mesma análise comparativa, foi elaborada a tabela a seguir, que mostra o quanto o desvio padrão do sistema proposto é menor (porcentagem positiva) ou maior (porcentagem negativa) do que o erro do sistema atual. Os números da tabela abaixo foram obtidos da seguinte forma: supondo que, por exemplo, se tenha previsto para o sistema proposto com um desvio padrão de 150 e para o atual, 100 nesse caso pode-se dizer que o desvio do sistema proposto é 50% superior ao do sistema atual, realizando-se a seguinte conta: $(1 - 150/100) = -0,5$.

Tabela 21 – Desvios padrão das previsões mensais dos sistemas proposto e atual como percentual da média de faturamento

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|------------|-------------|
| COCÇÃO | 40% | 49% | 27% |
| COND DE AR | -8% | -39% | -37% |
| LAVANDERIA | 40% | 28% | 7% |
| MICROONDAS | 4% | 7% | -11% |
| REFRIGERAÇÃO | -4% | -38% | -78% |
| Total Global | 16% | -5% | -33% |

Os dados da tabela acima mostram que para os segmentos de cocção e lavanderia o sistema proposto proporcionou desvios padrões significativamente inferiores aos proporcionados pelo sistema atual.

Nota-se que para os segmentos de condicionador de ar e refrigeração o sistema atual proporcionou desvios padrões sempre menores do que os proporcionados pelo sistema proposto. Essas diferenças são expressivas para as previsões de dois e três meses de antecedência, porém são bem menores para a previsão com um mês de antecedência.

Vale ressaltar aqui que, como o maior volume de vendas está associado aos produtos de refrigeração, mais especificamente os de refrigeradores por compressão, uma diferença negativa de 4% da previsão do sistema proposto com relação ao desvio padrão do sistema atual acabou levando as diferenças positivas bem mais expressivas, de 40% para cocção e lavanderia, a causarem um impacto positivo sobre o desvio padrão total bem menor, ou seja, a diferença positiva que deveria ser da ordem de 40% no valor total caiu para 16% por conta da diferença negativa de apenas 4% do segmento de refrigeração.

Esse é um ponto que realmente precisa ser trabalhado pelo modelo, pois ele pode estar nitidamente favorecendo os segmentos de cocção e lavanderia e desfavorecendo o segmento de refrigeração, que tem um volume significativamente maior de vendas e por isso um erro de previsão associado a esse segmento pode acabar punindo de forma severa os resultados globais.

Tabela 22 – Erros relativos e absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | | SISTEMA ATUAL | |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ERM | EAM | ERM2 | EAM2 | ERM3 | EAM3 | ERM-SA | EAM-SA |
| COCCÃO | 391 | 7.293 | 763 | 6.552 | 1.786 | 9.002 | -7.338 | 11.794 |
| COND DE AR | -3.810 | 6.025 | -5.156 | 7.292 | -5.461 | 7.966 | 418 | 5.591 |
| LAVANDERIA | 2.532 | 7.730 | 4.645 | 9.639 | 6.251 | 12.776 | -2.688 | 14.131 |
| MICROONDAS | 80 | 4.235 | -273 | 4.635 | -883 | 5.489 | 1.217 | 4.533 |
| REFRIGERAÇÃO | -7.245 | 15.367 | -10.145 | 19.337 | -12.696 | 25.053 | -6.421 | 15.239 |
| Total Global | -1.610 | 8.130 | -2.033 | 9.491 | -2.201 | 12.057 | -2.962 | 10.257 |

O que mais chama a atenção nessa tabela é o fato de para valores globais, a previsão de dois meses de antecedência apresentar erros relativos e absolutos médios inferiores aos proporcionados pelo modelo atual. O mesmo se observa com o erro relativo médio global da previsão com três meses de antecedência. Nota-se ainda que os erros não são sistemáticos em nenhum dos sistemas.

Tabela 23 – Erros percentuais relativos e absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | | SISTEMA ATUAL | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | EPRM | EPAM | EPRM2 | EPAM2 | EPRM3 | EPAM3 | EPRM-SA | EPAM-SA |
| COCCÃO | -0,8% | 13,4% | 0,6% | 11,8% | 1,4% | 16,2% | -16,6% | 23,2% |
| COND DE AR | -14,3% | 23,6% | -21,4% | 31,7% | -27,4% | 39,5% | -8,5% | 25,8% |
| LAVANDERIA | 3,6% | 12,0% | 7,3% | 14,1% | 9,5% | 18,1% | -10,0% | 23,1% |
| MICROONDAS | -14,5% | 33,5% | -16,4% | 36,6% | -22,6% | 44,2% | -3,0% | 31,8% |
| REFRIGERAÇÃO | -5,5% | 10,7% | -8,0% | 13,7% | -11,0% | 18,5% | -6,3% | 11,5% |
| Total Global | -6,3% | 18,7% | -7,6% | 21,6% | -10,0% | 27,3% | -8,9% | 23,1% |

Nota-se agora em termos percentuais que, com exceção do segmento de microondas, todos os erros absolutos proporcionados pelo sistema proposto com um mês de antecedência são inferiores aos proporcionados pelo sistema atual, inclusive para os segmentos de condicionador de ar e refrigeração, para os quais todas as medidas de erros observadas anteriormente eram maiores para o sistema proposto.

Em níveis globais, pode-se verificar o quão menores ou maiores os erros percentuais relativos e absolutos do sistema proposto são com relação ao sistema atual (análise semelhante à que foi realizada anteriormente com os desvios padrão).

Tabela 24 –Comparativo dos erros relativos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|------------|-------------|
| COCCÃO | 95% | 104% | 108% |
| COND DE AR | -68% | -151% | -221% |
| LAVANDERIA | 136% | 173% | 195% |
| MICROONDAS | -388% | -453% | -662% |
| REFRIGERAÇÃO | 13% | -27% | -75% |
| Total Global | 29% | 15% | -13% |

É possível notar agora que os erros percentuais relativos obtidos com o sistema atual para os segmentos de condicionador de ar e fornos de microondas são significativamente inferiores aos obtidos com o sistema proposto.

Para os segmentos de lavanderia e cocção, por outro lado, ocorre o inverso: o sistema proposto apresenta erros bem menores do que os do sistema atual. No nível global, vê-se que as previsões de um e dois meses de antecedência apresentam erros percentuais relativos bem menores do que o do sistema atual, sendo a diferença de 29% e de 15%,

respectivamente. Já a previsão de três meses de antecedência é 13% pior do que a do sistema atual, em termos de erro percentual relativo.

Tabela 25 – Comparativo entre os erros percentuais absolutos das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|-----------|-------------|
| COCÇÃO | 42% | 49% | 30% |
| COND DE AR | 9% | -23% | -53% |
| LAVANDERIA | 48% | 39% | 22% |
| MICROONDAS | -5% | -15% | -39% |
| REFRIGERAÇÃO | 7% | -20% | -61% |
| Total Global | 19% | 6% | -18% |

As mesmas relações comparativas que foram observadas para os erros percentuais relativos podem ser verificadas para os erros percentuais absolutos, porém as diferenças agora possuem uma magnitude bem menor. Nota-se que o sistema proposto possui um erro percentual global inferior ao do sistema atual para os horizontes de um e dois meses à frente, sendo essa diferença da ordem de 19% e 6%, respectivamente.

Tabela 26 – Estatística U das previsões mensais dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 | SISTEMA ATUAL |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| COCÇÃO | 0,08 | 0,02 | 0,14 | 0,38 |
| COND DE AR | 0,18 | 0,53 | 1,05 | 0,46 |
| LAVANDERIA | 0,19 | 0,39 | 0,63 | 0,54 |
| MICROONDAS | 0,14 | 0,07 | 0,12 | 0,34 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,10 | 0,42 | 1,53 | 0,13 |
| Total Global | 0,14 | 0,12 | 0,24 | 0,36 |

Observando os resultados obtidos com a aplicação da estatística U pode-se notar que, exceto pelos segmentos de condicionador de ar e refrigeração para a previsão com três meses de antecedência, todos os valores são inferiores a 1, o que indica que os sistemas de previsão empregados são melhores do que se fosse utilizado um meio mais intuitivo.

Nota-se que todos os valores obtidos para a previsão com um mês de antecedência são inferiores ao do sistema atual, mostrando a sua maior adequação. Para a previsão com dois meses de antecedência há valores superiores e inferiores ao do sistema atual, sendo

ainda globalmente inferior. O valor global para a previsão com três meses de antecedência também é inferior ao do modelo atual, porém entre somente apresentou valores inferiores ao do sistema atual para os segmentos de cocção e microondas.

Para a previsão semanal serão apresentados mais sucintamente os erros obtidos, visto que a preocupação maior é verificar a adequação do modelo e não propriamente a comparação com o modelo atual, uma vez que já se sabe de sua inadequação por não tratar a sazonalidade entre as semanas do mês.

Tabela 27 – Desvio padrão da previsão semanal dos sistemas proposto e atual

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 | SISTEMA ATUAL |
|---------------------|-------|-------|--------|---------------|
| COCÇÃO | 4.007 | 3.750 | 4.365 | 7.429 |
| COND DE AR | 3.489 | 3.972 | 3.881 | 4.295 |
| LAVANDERIA | 4.849 | 5.253 | 5.955 | 9.499 |
| MICROONDAS | 3.036 | 3.001 | 3.063 | 3.896 |
| REFRIGERAÇÃO | 8.522 | 9.930 | 11.712 | 14.486 |
| Total Global | 5.169 | 5.745 | 6.575 | 8.819 |

Nota-se observando os desvios padrão semanais que eles têm mais ou menos a mesma magnitude, o que pode ser explicado pelo fato de as diferenças entre as diferentes previsões serem suavizadas com a distribuição dos totais mensais nas semanas.

Tabela 28 – Erros relativos e absolutos da previsão semanal dos sistemas proposto e atual

| Segmento | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | | SISTEMA ATUAL | |
|---------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------------|--------|
| | ERM | EAM | ERM2 | EAM2 | ERM3 | EAM3 | ERM-SA | EAM-SA |
| COCÇÃO | 108 | 3.104 | 198 | 2.899 | 451 | 3.272 | -1.824 | 6.040 |
| COND DE AR | -944 | 2.478 | -1.282 | 2.748 | -1.359 | 2.765 | 113 | 2.922 |
| LAVANDERIA | 642 | 3.795 | 1.166 | 4.049 | 1.567 | 4.588 | -663 | 7.600 |
| MICROONDAS | 28 | 1.994 | -63 | 2.198 | -215 | 2.314 | 312 | 2.482 |
| REFRIGERAÇÃO | -1.764 | 6.679 | -2.494 | 7.457 | -3.130 | 8.347 | -1.558 | 11.944 |
| Total Global | -386 | 3.610 | -495 | 3.870 | -537 | 4.257 | -724 | 6.197 |

Tabela 29 – Erros percentuais relativos e absolutos da previsão semanal dos sistemas proposto e atual

| Segmento | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | | SISTEMA ATUAL | |
|---------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------|
| | de EPRM | de EPAM | de EPRM2 | de EPAM2 | de EPRM3 | de EPAM3 | EPRM-SA | EPAM-SA |
| COCÇÃO | -8% | 25% | -7% | 24% | -6% | 26% | -46% | 63% |
| COND DE AR | -67% | 85% | -81% | 98% | -95% | 112% | -134% | 160% |
| LAVANDERIA | -5% | 27% | -2% | 28% | 0% | 30% | -39% | 61% |
| MICROONDAS | -116% | 140% | -128% | 154% | -147% | 173% | -142% | 173% |
| REFRIGERAÇÃO | -9% | 21% | -12% | 23% | -15% | 27% | -26% | 45% |
| Total Global | -41% | 60% | -46% | 65% | -53% | 74% | -77% | 100% |

Observando-se os erros relativos e absolutos percebe-se que eles são bem expressivos para o segmento de microondas. Nota-se ainda que os erros percentuais são realmente muito grandes, sendo em média maiores do que 50% do faturamento semanal. Os erros do segmento de lavanderia também são muito elevados. Na previsão mensal os erros do segmento de microondas eram também expressivos, porém não na mesma magnitude. As previsões mensais do segmento de lavanderia, por sua vez, não deveriam teoricamente ter apresentado um erro tão grande, visto que na previsão mensal os erros obtidos para esse segmento não eram tão grandes.

Esses erros expressivos da previsão semanal chamam muito a atenção, principalmente para o fator sazonalidade entre as semanas do mês, que interfere diretamente nas previsões semanais e são estimados com base no perfil de faturamento histórico.

Tabela 30 – Estatística U da previsão semanal dos sistemas proposto e atual

| Segmento | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 | SISTEMA ATUAL |
|---------------------|-------|-------|-------|---------------|
| COCCÃO | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,69 |
| COND DE AR | 0,18 | 0,50 | 1,27 | 7,57 |
| LAVANDERIA | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,46 |
| MICROONDAS | 0,14 | 0,45 | 0,42 | 0,09 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,17 |
| Total Global | 0,14 | 0,43 | 0,55 | 0,82 |

Observando-se os resultados obtidos com a aplicação da estatística U para o modelo semanal de previsão nota-se que, exceto pelo segmento de condicionador de ar para a previsão de três meses de horizonte, todos os valores do sistema proposto são inferiores a 1, significando que o sistema proposto é mais adequado do que se fosse utilizado um meio intuitivo de previsão.

9. Análise crítica da solução proposta

Por meio da simulação do sistema proposto foi possível verificar que os erros por ele proporcionados são, em nível global, inferiores aos obtidos com o sistema atualmente utilizado, nas previsões de um e dois meses de antecedência. Porém, para essas mesmas previsões foram verificados erros superiores para alguns segmentos, como refrigeração, condicionador de ar e microondas.

No nível mensal esses erros poderiam ser minimizados verificando-se diferentes combinações de alfa, beta e gama para cada família de produto para as diferentes agências de vendas com a utilização de um modelo de programação linear, que busque as combinações que fariam com que se chegasse ao mínimo erro possível. A operacionalização dessa programação no modelo, no entanto, não é trivial, e seria necessário criar macros que atualizassem as tabelas dinâmicas durante as diferentes tentativas de forma automática.

A previsão de três meses de antecedência apresentou resultados razoáveis, porém pode certamente ter seu desempenho melhorado com as ações de melhoria citada acima. Além disso, para melhorar essa previsão é necessário que o número gerado pelo modelo seja questionado e confrontado com a situação ambiental vivenciada pela empresa. Isso vale também para os outros horizontes de previsão: não basta olhar somente os números mostrados na tela, é preciso verificar a sua validade com o contexto vivido pela empresa.

Quando se encontrar algum valor inadequado e se queira modificar o que foi previsto, os ajustes podem ser realizados manualmente no modelo e provavelmente causarão impacto positivo na qualidade das informações produzidas pelo sistema proposto.

Para o modelo semanal foram também observados erros altos, principalmente para os segmentos de microondas e lavanderia. Conforme foi mencionado anteriormente, esses erros dependem da qualidade da previsão mensal e da adequação dos fatores sazonais utilizados. Como já foram utilizados fatores sazonais com o maior nível de detalhe disponível, família de produto por mês, a forma mais fácil e garantida de se minimizar os erros da previsão semanal é sem dúvida a melhoria da previsão mensal.

Felizmente foram obtidos erros inferiores aos proporcionados pelo sistema atual, o que prova a maior adequação do modelo proposto para a solução do problema do que o sistema atualmente utilizado, porém se sabe que as melhorias podem ser ainda mais significativas, principalmente após o emprego das ações citadas acima e calibração do modelo. Os erros medidos podem após um certo tempo retroalimentar o modelo de forma a tentar minimizar a ocorrência de erros sistemáticos e melhorar continuamente a qualidade das informações produzidas pelo novo sistema.

Intuitivamente pode-se dizer que as melhorias obtidas com o novo sistema não são suficientemente grandes a ponto de se afirmar que o sistema proposto poderia substituir o modelo atual, pois para isso seria necessária uma desagregação da previsão por família em unidade de produto, o que provavelmente implicaria na obtenção de erros maiores do que os obtidos com o sistema atual, cuja previsão já é realizada nesse nível de detalhe. Para verificar a possibilidade de uma substituição deveria ser primeiro melhorado calibrado o sistema proposto e depois simular a previsão a nível de unidade de produto e comparar os resultados novamente com os do sistema atual.

Por ora, como o objetivo é melhorar a previsão num nível mais agregado, de segmento de produto, para dimensionar a necessidade futura dos recursos logísticos, pode-se dizer que o modelo proposto pode e deve ser utilizado para prever a saída de produtos para o mercado interno, pois os erros seriam menores e se teria uma visão três meses à frente do que aconteceria, coisa que hoje em dia só é possível com a utilização do número que a empresa quer fazer, e não o que o mercado vai absorver.

10. Conclusões

Pode-se concluir ao final desse trabalho que a previsão de demanda constitui certamente um dos maiores problemas enfrentados pelas empresas na atualidade, principalmente considerando-se os impactos que os erros de previsão podem causar em

termos de nível de serviço e custos operacionais, e a escassez de recursos e a pressão por satisfazer às expectativas dos clientes num ambiente tão competitivo.

O problema de previsão é complexo por si só: é impossível dizer com exatidão o que irá acontecer no futuro. Sabendo disso, escolher esse tema para o trabalho de conclusão de curso foi como entrar num jogo de futebol já perdendo por dois gols a zero. O primeiro gol é a componente aleatória quem marca, mostrando que por maior certeza que se tenha, algo sempre pode acontecer e mudar o rumo da história. O segundo gol quem marca é o sistema de previsão atual, que já funciona há anos e já sofreu por diversas ações de melhoria.

Talvez grandes desafios me atraiam e por isso persisti na luta por encontrar um meio de reduzir os erros de previsão proporcionados pelo sistema atual. Após todo esse trabalho posso ter o privilégio de dizer que obtive êxito em minha busca, visto que realmente o sistema aqui proposto apresentou um desempenho moderadamente superior ao do sistema atual, medidos em mesmos níveis de detalhe.

A área de Planejamento Logístico certamente sentirá o impacto positivo da melhoria dessa previsão ao realizar as projeções acerca da necessidade futura dos recursos logísticos, o que pode ocasionar redução de custos operacionais e otimização da utilização dos recursos disponíveis.

Infelizmente é impossível dizer que o problema foi plenamente solucionado, pois mesmo reduzindo os erros, estes precisam ser minimizados para que os ganhos sejam mais significativos. É preciso melhorar o modelo exaustivamente de forma a melhorá-lo de continuamente.

Ou seja, outra conclusão a que se chega é que esse trabalho é apenas um degrau da escada, que para chegar a altos patamares de precisão será preciso ainda subir os outros vários degraus, e analisar minuciosamente cada número do modelo. Para alguns segmentos de produtos ou agências de vendas, por exemplo, pode ser mais interessante utilizar valores provenientes de análises qualitativas.

O primeiro passo foi dado e o desafio está lançado!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C.; MCGEE, Victor E. **Forecasting, methods and applications**. 2.ed. New York, Wiley, 1983.
- ____; _____. **Forecasting methods for management**. 2.ed. New York, Wiley, 1977.
- HANKE, John E.; REITISH, Arthur G. **Business forecasting**. 6.ed. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1998..
- SANTORO, Miguel Cezar. **Planejamento, programação e controle da produção: introdução e informações básicas**. São Paulo, EPUSP, 1999. (Apostila do curso de PPCP)
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo, Atlas, 2002.

ANEXO 1 – Fator sazonal semanal por segmento de produto e mês do ano

| Segmento | mês | S1 | S2 | S3 | S4 |
|--------------|------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| COCCÃO | out | 11% | 21% | 29% | 39% |
| | nov | 14% | 19% | 26% | 41% |
| | dez | 19% | 24% | 29% | 29% |
| | jan | 18% | 26% | 17% | 38% |
| | fev | 13% | 21% | 28% | 37% |
| | mar | 16% | 13% | 26% | 45% |
| | abr | 12% | 20% | 25% | 43% |
| | mai | 21% | 24% | 23% | 32% |
| | jun | 11% | 14% | 18% | 57% |
| | jul | 16% | 18% | 22% | 44% |
| | ago | 13% | 23% | 25% | 39% |
| | set | 27% | 15% | 23% | 35% |
| | | MÉDIA | 16% | 20% | 24% |
| | DESVIO PADRÃO | 4% | 3% | 3% | 5% |
| | DESVIO/MÉDIA | 23% | 17% | 12% | 13% |
| COND DE AR | out | 15% | 18% | 24% | 44% |
| | nov | 18% | 21% | 27% | 33% |
| | dez | 14% | 27% | 28% | 31% |
| | jan | 18% | 30% | 23% | 29% |
| | fev | 24% | 28% | 28% | 19% |
| | mar | 26% | 17% | 22% | 36% |
| | abr | 14% | 16% | 19% | 51% |
| | mai | 13% | 15% | 26% | 46% |
| | jun | 16% | 19% | 33% | 33% |
| | jul | 11% | 10% | 14% | 65% |
| | ago | 11% | 13% | 19% | 57% |
| | set | 8% | 13% | 29% | 49% |
| | | MÉDIA | 16% | 19% | 24% |
| | DESVIO PADRÃO | 4% | 5% | 4% | 11% |
| | como % da média | 24% | 27% | 18% | 26% |
| LAVANDERIA | out | 15% | 26% | 24% | 35% |
| | nov | 15% | 24% | 29% | 32% |
| | dez | 20% | 29% | 23% | 29% |
| | jan | 13% | 13% | 19% | 55% |
| | fev | 12% | 28% | 23% | 38% |
| | mar | 12% | 16% | 26% | 45% |
| | abr | 13% | 14% | 27% | 46% |
| | mai | 17% | 23% | 23% | 38% |
| | jun | 14% | 17% | 24% | 45% |
| | jul | 17% | 15% | 19% | 48% |
| | ago | 17% | 19% | 25% | 39% |
| | set | 16% | 18% | 22% | 45% |
| | | MÉDIA | 15% | 20% | 24% |
| | DESVIO PADRÃO | 2% | 5% | 2% | 6% |
| | como % da média | 12% | 23% | 10% | 15% |
| MICROONDAS | out | 21% | 19% | 25% | 34% |
| | nov | 23% | 29% | 17% | 31% |
| | dez | 25% | 27% | 26% | 22% |
| | jan | 8% | 19% | 16% | 57% |
| | fev | 27% | 15% | 17% | 40% |
| | mar | 13% | 7% | 16% | 63% |
| | abr | 20% | 13% | 19% | 47% |
| | mai | 16% | 10% | 11% | 62% |
| | jun | 7% | 5% | 11% | 77% |
| | jul | 11% | 13% | 27% | 48% |
| | ago | 20% | 13% | 22% | 45% |
| | set | 4% | 21% | 46% | 29% |
| | | MÉDIA | 16% | 16% | 21% |
| | DESVIO PADRÃO | 6% | 6% | 7% | 13% |
| | como % da média | 39% | 36% | 31% | 27% |
| REFRIGERAÇÃO | out | 22% | 17% | 29% | 33% |
| | nov | 20% | 21% | 29% | 29% |
| | dez | 20% | 27% | 27% | 26% |
| | jan | 13% | 24% | 22% | 41% |
| | fev | 13% | 32% | 29% | 26% |
| | mar | 19% | 16% | 26% | 39% |
| | abr | 14% | 17% | 31% | 38% |
| | mai | 17% | 17% | 27% | 39% |
| | jun | 10% | 17% | 28% | 45% |
| | jul | 18% | 18% | 25% | 39% |
| | ago | 16% | 15% | 28% | 41% |
| | set | 18% | 18% | 32% | 32% |
| | | MÉDIA | 17% | 20% | 28% |

ANEXO 2 – Parâmetros α , β e γ da simulação de Winter por agência de vendas

| AGV | ALFA | BETA | GAMA |
|------------|-------------|-------------|-------------|
| 210 | 12% | 50% | 83% |
| 220 | 35% | 0% | 25% |
| 230 | 50% | 50% | 3% |
| 240 | 65% | 40% | 25% |
| 250 | 45% | 25% | 20% |
| 260 | 46% | 0% | 15% |
| 270 | 45% | 0% | 15% |
| 275 | 54% | 31% | 30% |
| 280 | 57% | 0% | 17% |
| 290 | 15% | 0% | 25% |
| 304 | 49% | 47% | 11% |
| 401 | 46% | 35% | 5% |
| 402 | 48% | 0% | 13% |
| 409 | 9% | 32% | 34% |
| 420 | 52% | 0% | 12% |

ANEXO 3 – Relatório de erros de simulação por agência de vendas

AGÊNCIA DE VENDAS 210

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| COCÇÃO | 5.624.217 | 5.438.336 | 7.091.858 |
| COND DE AR | 21.124.329 | 20.289.057 | 20.016.364 |
| LAVANDERIA | 7.828.617 | 8.100.486 | 7.966.631 |
| MICROONDAS | 3.153.135 | 4.185.551 | 5.540.081 |
| REFRIGERAÇÃO | 18.129.483 | 16.909.490 | 16.276.159 |
| Total Global | 11.171.956 | 10.984.584 | 11.378.219 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 2.372 | 2.332 | 2.663 |
| COND DE AR | 4.596 | 4.504 | 4.474 |
| LAVANDERIA | 2.798 | 2.846 | 2.823 |
| MICROONDAS | 1.776 | 2.046 | 2.354 |
| REFRIGERAÇÃO | 4.258 | 4.112 | 4.034 |
| Total Global | 3.342 | 3.314 | 3.373 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| COCÇÃO | 162 | 1.858 | 295 | 1.871 | 371 | 2.221 |
| COND DE AR | -57 | 3.013 | 184 | 2.916 | 338 | 2.833 |
| LAVANDERIA | -87 | 2.295 | -27 | 2.376 | 31 | 2.385 |
| MICROONDAS | -24 | 1.414 | -87 | 1.613 | -141 | 1.771 |
| REFRIGERAÇÃO | -113 | 3.589 | -67 | 3.558 | 167 | 3.516 |
| Total Global | -24 | 2.434 | 60 | 2.467 | 153 | 2.545 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| COCÇÃO | -9% | 39% | -4% | 37% | -4% | 46% |
| COND DE AR | -2136% | 2204% | -3027% | 3101% | -4519% | 4592% |
| LAVANDERIA | -4% | 23% | -4% | 23% | -2% | 23% |
| MICROONDAS | -129% | 184% | -154% | 214% | -171% | 234% |
| REFRIGERAÇÃO | -14% | 36% | -13% | 35% | -12% | 35% |
| Total Global | -458% | 497% | -640% | 682% | -942% | 986% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,48 | 0,45 | 0,88 |
| COND DE AR | 0,75 | 0,42 | 0,66 |
| LAVANDERIA | 0,81 | 0,92 | 0,70 |
| MICROONDAS | 20,15 | 61,13 | 106,92 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,40 | 0,32 | 0,33 |
| Total Global | 0,76 | 0,43 | 0,68 |

AGÊNCIA DE VENDAS 220

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| COCÇÃO | 85.379.341 | 96.464.309 | 139.433.964 |
| COND DE AR | 5.693.541 | 9.152.028 | 12.618.202 |
| LAVANDERIA | 123.876.103 | 137.768.984 | 165.957.116 |
| MICROONDAS | 21.916.743 | 16.290.695 | 25.590.144 |
| REFRIGERAÇÃO | 230.329.611 | 223.328.347 | 230.718.884 |
| Total Global | 93.439.068 | 96.600.873 | 114.863.662 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|
| COCÇÃO | 9.240 | 9.822 | 11.808 |
| COND DE AR | 2.386 | 3.025 | 3.552 |
| LAVANDERIA | 11.130 | 11.738 | 12.882 |
| MICROONDAS | 4.682 | 4.036 | 5.059 |
| REFRIGERAÇÃO | 15.177 | 14.944 | 15.189 |
| Total Global | 9.666 | 9.829 | 10.717 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| COCÇÃO | 934 | 7.270 | 1.093 | 7.457 | 2.035 | 9.367 |
| COND DE AR | -532 | 1.613 | -603 | 2.108 | -714 | 2.588 |
| LAVANDERIA | 1.795 | 8.053 | 2.704 | 8.192 | 3.902 | 9.386 |
| MICROONDAS | 388 | 3.226 | 439 | 2.631 | 918 | 3.220 |
| REFRIGERAÇÃO | -2.395 | 13.314 | -4.438 | 12.034 | -5.304 | 12.399 |
| Total Global | 38 | 6.695 | -161 | 6.485 | 168 | 7.392 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| COCÇÃO | -19% | 57% | -18% | 61% | -15% | 73% |
| COND DE AR | -8085% | 8190% | -10385% | 10491% | -8483% | 8609% |
| LAVANDERIA | -40% | 80% | -23% | 72% | -11% | 74% |
| MICROONDAS | -9139% | 9192% | -18866% | 18933% | -34% | 112% |
| REFRIGERAÇÃO | -69% | 95% | -84% | 102% | -91% | 106% |
| Total Global | -3470% | 3523% | -5875% | 5932% | -1727% | 1795% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,61 | 0,86 | 2,33 |
| COND DE AR | 1,85E+10 | 3,84E+11 | 8,19E+11 |
| LAVANDERIA | 0,70 | 0,37 | 0,37 |
| MICROONDAS | 0,51 | 0,15 | 0,00 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,06 | 0,02 | 0,07 |
| Total Global | 0,53 | 0,22 | 0,02 |

AGÊNCIA DE VENDAS 230

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| COCÇÃO | 151.845 | 177.600 | 238.982 |
| COND DE AR | 2.291.734 | 2.480.296 | 2.294.546 |
| LAVANDERIA | 194.808 | 169.777 | 220.098 |
| MICROONDAS | 231.217 | 171.343 | 168.137 |
| REFRIGERAÇÃO | 298.676 | 327.522 | 460.386 |
| Total Global | 633.656 | 665.308 | 676.430 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| COCÇÃO | 390 | 421 | 489 |
| COND DE AR | 1.514 | 1.575 | 1.515 |
| LAVANDERIA | 441 | 412 | 469 |
| MICROONDAS | 481 | 414 | 410 |
| REFRIGERAÇÃO | 547 | 572 | 679 |
| Total Global | 796 | 816 | 822 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| COCÇÃO | -102 | 308 | -125 | 334 | -159 | 366 |
| COND DE AR | 170 | 1.055 | 263 | 970 | 445 | 866 |
| LAVANDERIA | -18 | 363 | -27 | 344 | -12 | 392 |
| MICROONDAS | -48 | 319 | -50 | 293 | -73 | 310 |
| REFRIGERAÇÃO | -68 | 426 | -87 | 465 | -92 | 549 |
| Total Global | -13 | 494 | -5 | 481 | 22 | 497 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -26% | 40% | -30% | 44% | -41% | 54% |
| COND DE AR | -12% | 45% | -10% | 46% | -6% | 43% |
| LAVANDERIA | -17% | 38% | -16% | 37% | -21% | 44% |
| MICROONDAS | -42% | 73% | -45% | 72% | -53% | 82% |
| REFRIGERAÇÃO | -10% | 27% | -12% | 31% | -15% | 37% |
| Total Global | -21% | 45% | -22% | 46% | -27% | 52% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,54 | 5,64 | 17,92 |
| COND DE AR | 0,48 | 0,50 | 0,56 |
| LAVANDERIA | 0,23 | 0,36 | 0,78 |
| MICROONDAS | 0,89 | 1,99 | 2,20 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,31 | 0,36 | 0,83 |
| Total Global | 0,56 | 1,08 | 1,51 |

AGÊNCIA DE VENDAS 240

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|
| COCÇÃO | 1.799.486 | 2.517.671 | 3.570.407 |
| COND DE AR | 1.248.041 | 1.156.462 | 1.288.751 |
| LAVANDERIA | 4.115.485 | 7.526.539 | 10.944.901 |
| MICROONDAS | 4.891.305 | 8.179.255 | 15.144.894 |
| REFRIGERAÇÃO | 18.574.682 | 28.016.888 | 52.751.985 |
| Total Global | 6.125.800 | 9.479.363 | 16.740.188 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 1.341 | 1.587 | 1.890 |
| COND DE AR | 1.117 | 1.075 | 1.135 |
| LAVANDERIA | 2.029 | 2.743 | 3.308 |
| MICROONDAS | 2.212 | 2.860 | 3.892 |
| REFRIGERAÇÃO | 4.310 | 5.293 | 7.263 |
| Total Global | 2.475 | 3.079 | 4.091 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| COCÇÃO | 95 | 1.042 | 133 | 1.321 | 366 | 1.561 |
| COND DE AR | -72 | 756 | -164 | 824 | -132 | 853 |
| LAVANDERIA | -241 | 1.581 | -107 | 2.228 | -121 | 2.648 |
| MICROONDAS | -164 | 1.733 | -361 | 2.313 | -887 | 2.851 |
| REFRIGERAÇÃO | -1.144 | 3.076 | -1.919 | 3.513 | -3.149 | 4.990 |
| Total Global | -305 | 1.638 | -484 | 2.040 | -784 | 2.581 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| COCÇÃO | -6% | 29% | -4% | 33% | -2% | 39% |
| COND DE AR | -881% | 913% | -980% | 1011% | -1085% | 1113% |
| LAVANDERIA | -12% | 38% | -17% | 57% | -26% | 74% |
| MICROONDAS | -96% | 134% | -114% | 158% | -144% | 189% |
| REFRIGERAÇÃO | -32% | 53% | -49% | 68% | -69% | 89% |
| Total Global | -205% | 233% | -233% | 265% | -265% | 301% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|---------------|---------------|
| COCÇÃO | 0,18 | 0,34 | 0,48 |
| COND DE AR | 0,33 | 459,87 | 382,78 |
| LAVANDERIA | 0,45 | 2,12 | 10,53 |
| MICROONDAS | 0,65 | 2,40 | 10,09 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,22 | 1,22 | 7,02 |
| Total Global | 0,35 | 390,89 | 330,58 |

AGÊNCIA DE VENDAS 250

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| COCÇÃO | 11.367.898 | 17.638.751 | 19.882.558 |
| COND DE AR | 10.568.863 | 19.221.973 | 19.878.514 |
| LAVANDERIA | 27.956.108 | 37.885.024 | 46.603.097 |
| MICROONDAS | 2.710.992 | 5.030.048 | 8.152.964 |
| REFRIGERAÇÃO | 42.180.843 | 54.931.806 | 54.559.693 |
| Total Global | 18.956.941 | 26.941.520 | 29.815.365 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 3.372 | 4.200 | 4.459 |
| COND DE AR | 3.251 | 4.384 | 4.459 |
| LAVANDERIA | 5.287 | 6.155 | 6.827 |
| MICROONDAS | 1.647 | 2.243 | 2.855 |
| REFRIGERAÇÃO | 6.495 | 7.412 | 7.386 |
| Total Global | 4.354 | 5.191 | 5.460 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-----------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| COCÇÃO | -133 | 2.583 | -429 | 3.445 | -610 | 3.591 |
| COND DE AR | -622 | 2.234 | -1.047 | 2.921 | -692 | 3.112 |
| LAVANDERIA | 907 | 4.371 | 1.703 | 5.140 | 2.194 | 5.873 |
| MICROONDAS | -145 | 1.194 | -330 | 1.760 | -750 | 2.168 |
| REFRIGERAÇÃO | 473 | 5.337 | 888 | 6.312 | 723 | 6.274 |
| Total Global | 96 | 3.144 | 157 | 3.916 | 173 | 4.204 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -15% | 38% | -22% | 53% | -24% | 56% |
| COND DE AR | -84% | 126% | -92% | 135% | -135% | 193% |
| LAVANDERIA | 5% | 33% | 14% | 40% | 19% | 45% |
| MICROONDAS | -56% | 83% | -80% | 119% | -114% | 153% |
| REFRIGERAÇÃO | -6% | 31% | -5% | 37% | -5% | 39% |
| Total Global | -31% | 62% | -37% | 77% | -52% | 97% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,58 | 1,79 | 4,35 |
| COND DE AR | 0,13 | 0,49 | 0,70 |
| LAVANDERIA | 3,05 | 5,86 | 8,10 |
| MICROONDAS | 0,08 | 1,55 | 8,55 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,51 | 0,89 | 1,02 |
| Total Global | 0,13 | 0,82 | 2,34 |

AGÊNCIA DE VENDAS 260

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| COCÇÃO | 2.265.923 | 2.637.017 | 3.392.445 |
| COND DE AR | 4.313.288 | 3.992.803 | 5.000.941 |
| LAVANDERIA | 2.976.340 | 4.176.629 | 5.520.034 |
| MICROONDAS | 185.461 | 212.464 | 263.589 |
| REFRIGERAÇÃO | 16.611.445 | 21.888.229 | 25.763.016 |
| Total Global | 5.270.491 | 6.581.428 | 7.988.005 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 1.505 | 1.624 | 1.842 |
| COND DE AR | 2.077 | 1.998 | 2.236 |
| LAVANDERIA | 1.725 | 2.044 | 2.349 |
| MICROONDAS | 431 | 461 | 513 |
| REFRIGERAÇÃO | 4.076 | 4.678 | 5.076 |
| Total Global | 2.296 | 2.565 | 2.826 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| COCÇÃO | 210 | 1.201 | 466 | 1.264 | 644 | 1.492 |
| COND DE AR | -393 | 1.520 | -386 | 1.572 | -561 | 1.733 |
| LAVANDERIA | 41 | 1.347 | -162 | 1.518 | -261 | 1.883 |
| MICROONDAS | 39 | 359 | 57 | 351 | 82 | 453 |
| REFRIGERAÇÃO | -1.014 | 3.361 | -1.259 | 3.916 | -1.496 | 4.349 |
| Total Global | -223 | 1.558 | -257 | 1.724 | -318 | 1.982 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -2% | 29% | 2% | 31% | 4% | 36% |
| COND DE AR | -32% | 61% | -32% | 63% | -33% | 64% |
| LAVANDERIA | -6% | 26% | -10% | 31% | -14% | 38% |
| MICROONDAS | -14% | 52% | -12% | 51% | -9% | 60% |
| REFRIGERAÇÃO | -12% | 26% | -14% | 31% | -18% | 37% |
| Total Global | -13% | 39% | -13% | 41% | -14% | 47% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,25 | 0,15 | 0,22 |
| COND DE AR | 0,32 | 1,21 | 1,40 |
| LAVANDERIA | 0,27 | 0,74 | 1,44 |
| MICROONDAS | 0,20 | 0,28 | 0,36 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,42 | 0,40 | 0,46 |
| Total Global | 0,26 | 0,46 | 0,61 |

AGÊNCIA DE VENDAS 270

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| COCÇÃO | 1.372.038 | 1.964.708 | 2.493.584 |
| COND DE AR | 5.480.217 | 9.571.364 | 9.719.573 |
| LAVANDERIA | 1.405.574 | 1.787.929 | 2.611.026 |
| MICROONDAS | 233.069 | 298.808 | 344.949 |
| REFRIGERAÇÃO | 3.185.881 | 3.985.345 | 3.410.501 |
| Total Global | 2.335.356 | 3.521.631 | 3.715.927 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 1.171 | 1.402 | 1.579 |
| COND DE AR | 2.341 | 3.094 | 3.118 |
| LAVANDERIA | 1.186 | 1.337 | 1.616 |
| MICROONDAS | 483 | 547 | 587 |
| REFRIGERAÇÃO | 1.785 | 1.996 | 1.847 |
| Total Global | 1.528 | 1.877 | 1.928 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| COCÇÃO | 515 | 815 | 814 | 1.063 | 1.065 | 1.299 |
| COND DE AR | -750 | 1.635 | -1.055 | 2.026 | -1.095 | 2.219 |
| LAVANDERIA | 497 | 926 | 868 | 980 | 1.173 | 1.294 |
| MICROONDAS | 260 | 334 | 329 | 411 | 372 | 465 |
| REFRIGERAÇÃO | 163 | 1.379 | 427 | 1.571 | 650 | 1.567 |
| Total Global | 137 | 1.018 | 277 | 1.210 | 433 | 1.369 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 9% | 33% | 21% | 39% | 30% | 47% |
| COND DE AR | -169% | 199% | -247% | 282% | -306% | 347% |
| LAVANDERIA | 11% | 29% | 24% | 29% | 35% | 40% |
| MICROONDAS | 37% | 80% | 44% | 102% | 53% | 107% |
| REFRIGERAÇÃO | -2% | 24% | 1% | 28% | 4% | 29% |
| Total Global | -23% | 73% | -31% | 96% | -37% | 114% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,25 | 0,15 | 0,22 |
| COND DE AR | 0,32 | 1,21 | 1,40 |
| LAVANDERIA | 0,27 | 0,74 | 1,44 |
| MICROONDAS | 0,20 | 0,28 | 0,36 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,42 | 0,40 | 0,46 |
| Total Global | 0,26 | 0,46 | 0,61 |

AGÊNCIA DE VENDAS 275

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| COÇÇÃO | 1.690.479 | 1.981.883 | 2.629.864 |
| COND DE AR | 1.122.548 | 1.614.734 | 2.874.725 |
| LAVANDERIA | 3.325.634 | 3.204.513 | 4.663.270 |
| MICROONDAS | 1.288.653 | 1.506.524 | 1.033.076 |
| REFRIGERAÇÃO | 95.395.974 | 142.406.895 | 229.259.881 |
| Total Global | 20.564.658 | 30.142.910 | 48.092.163 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COÇÇÃO | 1.300 | 1.408 | 1.622 |
| COND DE AR | 1.060 | 1.271 | 1.696 |
| LAVANDERIA | 1.824 | 1.790 | 2.159 |
| MICROONDAS | 1.135 | 1.227 | 1.016 |
| REFRIGERAÇÃO | 9.767 | 11.933 | 15.141 |
| Total Global | 4.535 | 5.490 | 6.935 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| COÇÇÃO | -136 | 995 | -20 | 1.131 | 69 | 1.215 |
| COND DE AR | -429 | 830 | -634 | 882 | -684 | 1.274 |
| LAVANDERIA | -116 | 1.533 | -54 | 1.519 | -83 | 1.871 |
| MICROONDAS | -84 | 719 | -57 | 837 | -64 | 744 |
| REFRIGERAÇÃO | -2.834 | 7.017 | -3.867 | 7.992 | -4.676 | 9.778 |
| Total Global | -720 | 2.219 | -926 | 2.472 | -1.088 | 2.976 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| COÇÇÃO | -57% | 99% | -44% | 100% | -51% | 115% |
| COND DE AR | -60% | 99% | -48% | 84% | -86% | 136% |
| LAVANDERIA | -56% | 92% | -57% | 100% | -69% | 124% |
| MICROONDAS | -636% | 688% | -456% | 514% | -494% | 552% |
| REFRIGERAÇÃO | -46% | 67% | -58% | 82% | -82% | 110% |
| Total Global | -171% | 209% | -133% | 176% | -157% | 207% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COÇÇÃO | 1,40 | 2,28 | 3,89 |
| COND DE AR | 0,23 | 0,07 | 0,55 |
| LAVANDERIA | 0,46 | 0,09 | 0,28 |
| MICROONDAS | 0,11 | 0,01 | 0,06 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,14 | 0,01 | 0,08 |
| Total Global | 0,12 | 0,01 | 0,06 |

AGÊNCIA DE VENDAS 280

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| COCÇÃO | 2.538.357 | 2.595.609 | 2.816.974 |
| COND DE AR | 3.215.286 | 6.885.290 | 13.690.185 |
| LAVANDERIA | 1.589.622 | 2.394.305 | 2.870.350 |
| MICROONDAS | 222.167 | 306.330 | 499.716 |
| REFRIGERAÇÃO | 7.694.465 | 7.926.526 | 11.843.000 |
| Total Global | 3.051.979 | 4.021.612 | 6.344.045 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 1.593 | 1.611 | 1.678 |
| COND DE AR | 1.793 | 2.624 | 3.700 |
| LAVANDERIA | 1.261 | 1.547 | 1.694 |
| MICROONDAS | 471 | 553 | 707 |
| REFRIGERAÇÃO | 2.774 | 2.815 | 3.441 |
| Total Global | 1.747 | 2.005 | 2.519 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | COCÇÃO | 22 | 1.187 | 161 | 1.212 | 244 |
| COND DE AR | -624 | 1.327 | -1.033 | 1.960 | -1.546 | 2.519 |
| LAVANDERIA | -49 | 940 | -4 | 1.232 | -230 | 1.349 |
| MICROONDAS | -107 | 376 | -178 | 448 | -274 | 534 |
| REFRIGERAÇÃO | -174 | 2.386 | 204 | 2.462 | 266 | 2.968 |
| Total Global | -186 | 1.243 | -170 | 1.463 | -308 | 1.719 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | COCÇÃO | -4% | 22% | -2% | 23% | -1% |
| COND DE AR | -32% | 55% | -47% | 81% | -58% | 96% |
| LAVANDERIA | -9% | 28% | -12% | 40% | -19% | 44% |
| MICROONDAS | -28% | 53% | -38% | 62% | -54% | 75% |
| REFRIGERAÇÃO | -2% | 17% | 0% | 18% | 0% | 21% |
| Total Global | -15% | 35% | -20% | 45% | -27% | 52% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| COCÇÃO | 0,15 | 0,09 | 0,11 |
| COND DE AR | 1,95 | 19,62 | 67,76 |
| LAVANDERIA | 0,92 | 2,18 | 4,03 |
| MICROONDAS | 1,42 | 5,84 | 10,34 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,55 | 0,51 | 0,62 |
| Total Global | 1,01 | 4,75 | 11,74 |

AGÊNCIA DE VENDAS 290

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 2.810 | 3.005 | 3.107 |
| COND DE AR | 84 | 100 | 104 |
| LAVANDERIA | 1.475 | 1.588 | 1.588 |
| MICROONDAS | 1.926 | 2.425 | 2.659 |
| REFRIGERAÇÃO | 2.248 | 2.600 | 2.859 |
| Total Global | 1.708 | 1.944 | 2.063 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| COCÇÃO | 53 | 55 | 56 |
| COND DE AR | 9 | 10 | 10 |
| LAVANDERIA | 38 | 40 | 40 |
| MICROONDAS | 44 | 49 | 52 |
| REFRIGERAÇÃO | 47 | 51 | 53 |
| Total Global | 41 | 44 | 45 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| COCÇÃO | 8 | 37 | 12 | 38 | 15 | 38 |
| COND DE AR | 0 | 6 | 0 | 6 | 1 | 6 |
| LAVANDERIA | 10 | 17 | 14 | 20 | 15 | 20 |
| MICROONDAS | 15 | 22 | 19 | 26 | 21 | 28 |
| REFRIGERAÇÃO | 18 | 32 | 22 | 33 | 28 | 35 |
| Total Global | 10 | 23 | 13 | 25 | 16 | 26 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| COCÇÃO | 29% | 80% | 22% | 78% | 16% | 71% |
| COND DE AR | 10% | 96% | 7% | 87% | 8% | 73% |
| LAVANDERIA | 36% | 51% | 34% | 51% | 28% | 46% |
| MICROONDAS | 29% | 40% | 22% | 37% | 26% | 42% |
| REFRIGERAÇÃO | 56% | 66% | 51% | 61% | 51% | 62% |
| Total Global | 32% | 67% | 27% | 63% | 26% | 59% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,47 | 0,48 | 0,49 |
| COND DE AR | 17,87 | 31,95 | 27,29 |
| LAVANDERIA | 0,86 | 0,84 | 0,73 |
| MICROONDAS | 0,87 | 0,87 | 0,89 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,37 | 0,39 | 0,38 |
| Total Global | 1,32 | 1,63 | 1,46 |

AGÊNCIA DE VENDAS 304

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| COCÇÃO | 2.394.878 | 3.401.410 | 5.665.682 |
| COND DE AR | 639.968 | 960.776 | 1.058.749 |
| LAVANDERIA | 340.395 | 553.120 | 703.917 |
| MICROONDAS | 66.895 | 92.218 | 162.481 |
| REFRIGERAÇÃO | 14.754.962 | 16.530.504 | 17.601.710 |
| Total Global | 3.639.419 | 4.307.606 | 5.038.508 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 1.548 | 1.844 | 2.380 |
| COND DE AR | 800 | 980 | 1.029 |
| LAVANDERIA | 583 | 744 | 839 |
| MICROONDAS | 259 | 304 | 403 |
| REFRIGERAÇÃO | 3.841 | 4.066 | 4.195 |
| Total Global | 1.908 | 2.075 | 2.245 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| COCÇÃO | -811 | 1.207 | -1.147 | 1.497 | -1.640 | 1.958 |
| COND DE AR | -95 | 560 | -106 | 704 | -34 | 833 |
| LAVANDERIA | 160 | 487 | 271 | 627 | 335 | 736 |
| MICROONDAS | -119 | 203 | -175 | 260 | -256 | 329 |
| REFRIGERAÇÃO | 324 | 3.113 | 651 | 3.390 | 1.036 | 3.662 |
| Total Global | -108 | 1.114 | -101 | 1.296 | -112 | 1.504 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -27% | 36% | -37% | 45% | -52% | 60% |
| COND DE AR | -7% | 42% | -9% | 53% | -4% | 65% |
| LAVANDERIA | 3% | 22% | 6% | 28% | 9% | 32% |
| MICROONDAS | -25% | 33% | -36% | 44% | -49% | 56% |
| REFRIGERAÇÃO | 0% | 18% | 2% | 20% | 4% | 21% |
| Total Global | -11% | 30% | -15% | 38% | -19% | 47% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 1,23 | 10,93 | 32,56 |
| COND DE AR | 2,15 | 4,28 | 4,91 |
| LAVANDERIA | 0,85 | 2,19 | 4,54 |
| MICROONDAS | 0,85 | 1,89 | 8,34 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,70 | 1,32 | 1,12 |
| Total Global | 1,39 | 3,68 | 7,32 |

AGÊNCIA DE VENDAS 401

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|----------------|------------------|------------------|
| COCÇÃO | 328.959 | 399.485 | 476.613 |
| COND DE AR | 359.323 | 720.401 | 1.243.285 |
| LAVANDERIA | 568.866 | 805.521 | 1.042.994 |
| MICROONDAS | 100.888 | 161.945 | 210.424 |
| REFRIGERAÇÃO | 2.807.400 | 3.556.875 | 3.796.087 |
| Total Global | 833.087 | 1.128.846 | 1.353.881 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 574 | 632 | 690 |
| COND DE AR | 599 | 849 | 1.115 |
| LAVANDERIA | 754 | 898 | 1.021 |
| MICROONDAS | 318 | 402 | 459 |
| REFRIGERAÇÃO | 1.676 | 1.886 | 1.948 |
| Total Global | 913 | 1.062 | 1.164 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -198 | 459 | -279 | 499 | -350 | 535 |
| COND DE AR | -142 | 481 | -217 | 656 | -309 | 848 |
| LAVANDERIA | -271 | 583 | -413 | 678 | -557 | 738 |
| MICROONDAS | 127 | 225 | 195 | 273 | 273 | 317 |
| REFRIGERAÇÃO | -194 | 1.271 | -305 | 1.497 | -370 | 1.445 |
| Total Global | -136 | 604 | -204 | 721 | -263 | 776 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| COCÇÃO | -12% | 21% | -16% | 23% | -19% | 25% |
| COND DE AR | -27% | 61% | -33% | 78% | -43% | 100% |
| LAVANDERIA | -11% | 36% | -18% | 40% | -25% | 44% |
| MICROONDAS | 8% | 34% | 15% | 34% | 25% | 38% |
| REFRIGERAÇÃO | -4254% | 4271% | -5105% | 5125% | -5772% | 5790% |
| Total Global | -859% | 885% | -1031% | 1060% | -1167% | 1199% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,95 | 1,33 | 1,54 |
| COND DE AR | 30,07 | 141,51 | 354,06 |
| LAVANDERIA | 2,14 | 4,68 | 6,25 |
| MICROONDAS | 2,26 | 2,18 | 2,78 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,01 | 0,01 | 0,07 |
| Total Global | 0,01 | 0,01 | 0,07 |

AGÊNCIA DE VENDAS 402

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| COÇÇÃO | 40.304 | 54.249 | 73.381 |
| COND DE AR | 131.492 | 327.833 | 621.412 |
| LAVANDERIA | 25.205 | 34.343 | 32.299 |
| MICROONDAS | 64.092 | 56.058 | 85.781 |
| REFRIGERAÇÃO | 500.714 | 601.034 | 692.794 |
| Total Global | 152.361 | 214.703 | 301.133 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| COÇÇÃO | 201 | 233 | 271 |
| COND DE AR | 363 | 573 | 788 |
| LAVANDERIA | 159 | 185 | 180 |
| MICROONDAS | 253 | 237 | 293 |
| REFRIGERAÇÃO | 708 | 775 | 832 |
| Total Global | 390 | 463 | 549 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COÇÇÃO | -80 | 155 | -109 | 187 | -145 | 211 |
| COND DE AR | -118 | 289 | -194 | 437 | -284 | 571 |
| LAVANDERIA | -30 | 99 | -52 | 129 | -65 | 138 |
| MICROONDAS | -50 | 191 | -72 | 171 | -97 | 216 |
| REFRIGERAÇÃO | -159 | 575 | -257 | 667 | -341 | 715 |
| Total Global | -87 | 262 | -137 | 318 | -186 | 370 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COÇÇÃO | -42% | 55% | -50% | 64% | -72% | 84% |
| COND DE AR | -37% | 63% | -58% | 94% | -79% | 122% |
| LAVANDERIA | -34% | 47% | -47% | 60% | -54% | 65% |
| MICROONDAS | -41% | 64% | -38% | 52% | -57% | 76% |
| REFRIGERAÇÃO | -22% | 38% | -29% | 46% | -37% | 54% |
| Total Global | -35% | 53% | -44% | 63% | -60% | 80% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COÇÇÃO | 0,55 | 14,67 | 69,77 |
| COND DE AR | 24,63 | 207,22 | 847,62 |
| LAVANDERIA | 1,04 | 5,19 | 4,33 |
| MICROONDAS | 0,07 | 0,06 | 0,15 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,25 | 0,14 | 0,26 |
| Total Global | 0,39 | 2,08 | 5,78 |

AGÊNCIA DE VENDAS 409

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| COCÇÃO | 42.575 | 51.669 | 61.615 |
| COND DE AR | 41.404 | 50.056 | 62.684 |
| LAVANDERIA | 46.043 | 56.968 | 71.054 |
| MICROONDAS | 5.444 | 6.144 | 7.817 |
| REFRIGERAÇÃO | 843.175 | 869.340 | 862.511 |
| Total Global | 195.728 | 206.835 | 213.136 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| COCÇÃO | 206 | 227 | 248 |
| COND DE AR | 203 | 224 | 250 |
| LAVANDERIA | 215 | 239 | 267 |
| MICROONDAS | 74 | 78 | 88 |
| REFRIGERAÇÃO | 918 | 932 | 929 |
| Total Global | 442 | 455 | 462 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| COCÇÃO | -91 | 162 | -104 | 186 | -125 | 210 |
| COND DE AR | -127 | 156 | -136 | 167 | -150 | 184 |
| LAVANDERIA | -80 | 160 | -99 | 177 | -117 | 203 |
| MICROONDAS | -43 | 54 | -52 | 59 | -60 | 67 |
| REFRIGERAÇÃO | -139 | 489 | -157 | 514 | -168 | 532 |
| Total Global | -96 | 204 | -109 | 221 | -124 | 239 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| COCÇÃO | -41% | 52% | -47% | 60% | -55% | 69% |
| COND DE AR | -80% | 93% | -83% | 98% | -93% | 110% |
| LAVANDERIA | -138% | 157% | -157% | 175% | -178% | 199% |
| MICROONDAS | -43% | 53% | -51% | 58% | -58% | 65% |
| REFRIGERAÇÃO | -162% | 171% | -181% | 190% | -193% | 202% |
| Total Global | -93% | 105% | -104% | 116% | -116% | 129% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 0,55 | 14,67 | 69,77 |
| COND DE AR | 24,63 | 207,22 | 847,62 |
| LAVANDERIA | 1,04 | 5,19 | 4,33 |
| MICROONDAS | 0,07 | 0,06 | 0,15 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,25 | 0,14 | 0,26 |
| Total Global | 0,39 | 2,08 | 5,78 |

AGÊNCIA DE VENDAS 420

ERROS QUADRÁTICOS

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| COCÇÃO | 4.993 | 6.268 | 8.201 |
| COND DE AR | 2.551 | 4.720 | 9.326 |
| LAVANDERIA | 6.481 | 6.681 | 8.376 |
| MICROONDAS | 2.618 | 3.760 | 4.203 |
| REFRIGERAÇÃO | 8.810 | 13.533 | 18.914 |
| Total Global | 5.090 | 6.993 | 9.804 |

DESVIO PADRÃO

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| COCÇÃO | 71 | 79 | 91 |
| COND DE AR | 51 | 69 | 97 |
| LAVANDERIA | 81 | 82 | 92 |
| MICROONDAS | 51 | 61 | 65 |
| REFRIGERAÇÃO | 94 | 116 | 138 |
| Total Global | 71 | 84 | 99 |

ERROS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| COCÇÃO | -4 | 59 | 1 | 65 | 5 | 82 |
| COND DE AR | -20 | 41 | -29 | 54 | -44 | 71 |
| LAVANDERIA | 14 | 61 | 30 | 68 | 46 | 81 |
| MICROONDAS | 36 | 43 | 49 | 50 | 53 | 56 |
| REFRIGERAÇÃO | 11 | 65 | 19 | 86 | 29 | 103 |
| Total Global | 7 | 54 | 14 | 64 | 18 | 79 |

ERROS PERCENTUAIS ABSOLUTOS E RELATIVOS MÉDIOS

| SEG | MÊS 1 | | MÊS 2 | | MÊS 3 | |
|---------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | -5% | 28% | -6% | 33% | -5% | 40% |
| COND DE AR | -38% | 60% | -59% | 85% | -89% | 120% |
| LAVANDERIA | -148% | 187% | -105% | 159% | -77% | 146% |
| MICROONDAS | 57% | 64% | 74% | 75% | 80% | 84% |
| REFRIGERAÇÃO | -77% | 102% | -78% | 110% | -95% | 136% |
| Total Global | -42% | 88% | -35% | 92% | -37% | 105% |

ESTATÍSTICA U

| SEG | MÊS 1 | MÊS 2 | MÊS 3 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| COCÇÃO | 2,28 | 5,47 | 7,70 |
| COND DE AR | 12,03 | 191,63 | 836,50 |
| LAVANDERIA | 0,03 | 0,61 | 0,02 |
| MICROONDAS | 13,10 | 16,55 | 20,30 |
| REFRIGERAÇÃO | 0,02 | 0,72 | 0,53 |
| Total Global | 0,07 | 1,02 | 0,54 |