

RESSALVA

Alertamos para desconfiguração do texto enviado pelo(a) autor(a) no arquivo original.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PEDRO HENRIQUE GARCIA CARMONA

**PREVISÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO POR INTERMÉDIO DE SÉRIES
TEMPORAIS**

BAURU

Julho / 2009

PREVISÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO POR INTERMÉDIO DE SÉRIES TEMPORAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus Bauru como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Martinez

BAURU

Julho / 2009

**Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação
UNESP – Campus de Bauru**

FICHA CATALOGRÁFICA

Carmona, Pedro Henrique Garcia.

Previsão dos custos de produção por intermédio de séries temporais / Pedro Henrique Garcia Carmona, 2009.

108 f.

Orientador: José Carlos Martinez

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2009

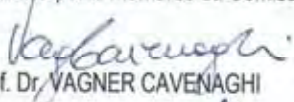
1. Custos de produção. 2. Previsão de custos. 3. Séries temporais. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru. II. Título.

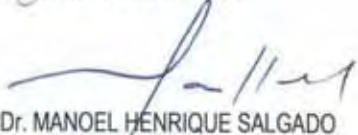


ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PEDRO HENRIQUE GARCIA CARMONA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 17 dias do mês de junho do ano de 2009, às 11:00 horas, no(a) ANFITEATRO DO STI DA FACULDADE DE ENGENHARIA, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. VAGNER CAVENAGHI do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. MANOEL HENRIQUE SALGADO do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. LAURO BRITO DE ALMEIDA do(a) Departamento de Contabilidade / Universidade Federal do Paraná, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de PEDRO HENRIQUE GARCIA CARMONA, intitulado "PREVISÃO DE CUSTOS DO PROCESSO PRODUTIVO POR INTERMÉDIO DE SÉRIES TEMPORAIS". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: _____

Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. VAGNER CAVENAGHI


Prof. Dr. MANOEL HENRIQUE SALGADO


Prof. Dr. LAURO BRITO DE ALMEIDA

*Dedicado à todos que participaram comigo
dessa caminhada, ora apenas observando
meus passos, ora me ajudando a caminhar:
meus pais e meu irmão, minha futura esposa
Maria e meu grande amigo e professor, Fábio
Cichini.*

AGRADECIMENTOS

Como muitos, poderia começar agradecendo a inúmeras pessoas. Porém, o primeiro grande agradecimento que tenho a fazer é à Deus, por me permitir defender uma dissertação de Mestrado por uma instituição renomada como a UNESP, recebendo o apoio mais sincero que existe de tantas pessoas. Esse mérito, em maior escopo, é portanto todo de nosso Pai, que colocou as pessoas certas nos momentos certos em meu caminho, as quais colaboraram não somente com meu aprendizado científico, mas também com meu desenvolvimento humano.

As pessoas certas: Prof. Dr. José Carlos Martinez, pela paciência, experiência, amizade, orientação acadêmica, conselhos e lições pessoais que ficarão para sempre em minha memória; Prof. Dr. Vagner Cavenaghi, que com toda sua experiência e polidez, contribuiu valiosamente com esse trabalho e, mais que isso, adotou minha causa no momento que mais precisei; Prof. Dr. Renato de Campos, coordenador do curso de mestrado, sempre atencioso e prestativo; Prof. Dr. Otávio J. Oliveira; Prof. Dr. Jair W. de Souza Manfrinato e Prof. Manoel Henrique Salgado, os quais tive oportunidade de conhecer em curso das disciplinas do mestrado, bem como todos que colaboraram de alguma forma. Aos colegas de mestrado Luis Carlos Santos (Luisão, companheiro de viagens), Paulo Volpato, Alexandre Brustello, Prof. Paulo Chagas e Prof. Valdinei Garcia, sempre cordiais e participativos em todos os assuntos.

Ao meu irmão Caio Fernando G. Carmona, pessoa de grandes valores pessoais pelo qual me orgulho muito, sempre se ocupando de alguns minutos para leitura e auxílio estrutural deste trabalho.

A minha futura esposa Maria, cujo apoio emocional e companhia foram fundamentais para a realização de todas as etapas.

Aos meus pais, pela compreensão nos momentos de ausência e por darem suporte à tudo na minha vida.

Aos meus colegas de trabalho, sempre presentes e preocupados com o andamento de minhas atividades no mestrado e

Agradeço a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP e ao Departamento de Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia (Câmpus Bauru) DEP/FEB.

*“Aqueles que passam por nós não vão sós.
Deixam um pouco de si, levam um pouco de
nós.”*

(Antoine de Saint-Exupéry.)

RESUMO

No cumprimento do papel da Gestão de Operações que está centrado na transformação dos recursos escassos em bens e serviços, as empresas formulam e implementam estratégias, buscando adquirir vantagem competitiva e atingir objetivos de custo. Nesse contexto, a manutenção do menor nível possível do custo de produção configura-se como um objetivo universalmente atraente e também como um fator de esforço empresarial.

Os valores de custo real formam uma série temporal e a atividade de prever tais valores em períodos futuros requer a adoção de métodos de previsão, destacando-se o método quantitativo, pela sua consistência e objetividade.

O objetivo geral da presente contribuição acadêmica é a previsão de custos de produção por intermédio de séries temporais, constituindo um instrumento gerencial de apoio à decisão. Quanto a sua natureza, a pesquisa é aplicada devido sua aplicação prática; na forma de abordagem do problema é quantitativa, devido modelagem de dados quantificáveis e referente aos procedimentos técnicos é uma pesquisa não-experimental, pois ocorre dentro de uma realidade observada.

A interdisciplinaridade crescente na esfera empresarial moderna justifica estudos da natureza do apresentado, buscando uma contribuição original e aplicável para as empresas. O esforço acadêmico resultou em um instrumento gerencial de apoio à decisão, que permite também o aprimoramento do controle de custos, procura contribuir com a redução dos mesmos e com ganho de competitividade.

Palavras-chaves: Custos de Produção, Previsão de Custos, Séries Temporais.

ABSTRACT

The main role for Operations Management which is centralized to transform the depleted resources into goods and services, the enterprises, design and deploy several strategies, always searching for acquire competitive advantages and keep the expenses values below the cost outlook. Considering this point of view, the lower possible total cost level maintenance, presents itself as a universally attractive objective and also an enterprise effort factor.

The actual value costs constitute a time series and the capability for predict such values in future periods require a prevision method. Due its consistency and objectiveness, this work highlights the quantitative method.

This academic contribution general objective, is the production cost outlook using the time series, composing a decision support management instrument. Due its particular nature, the research is essentially a practical experience, the problem is focused under a quantitative perspective, due a quantificative data modeling and regarding the technical procedures, this is a non-experimental research, because it happens within an observed reality.

The continuous growing up interrelated trend inside the modern organizations, accounts for the studies that make part of this work, which intends to offer an original and applicable contribution to the enterprise organizations. The academic efforts resulted in a decision support management instrument, which offers also a better cost controlling accuracy capability, directly contributing for competitive earnings.

Key Words: Production Costs, Cost Outlook, Time Series.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
---------------------------	-----------

1.1. QUESTÃO DE PESQUISA.....	16
1.2. OBJETIVOS.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1. A GESTÃO DE OPERAÇÕES.....	17
2.1.1. Aspecto Estratégico da Gestão de Operações.....	19
2.1.2. Criação de Vantagem Competitiva.....	21
2.1.3. Objetivo de Custo.....	24
2.2. CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	27
2.2.1. Conceituação, Nomenclaturas e Classificações.....	27
2.2.2. Custo Total.....	32
2.2.3. Sistemas de Custeio.....	33
2.2.3.1. Método de Custeio por Absorção.....	35
2.2.3.2. Método de Custeio Variável.....	36
2.2.3.3. Metodologia do Custo-Padrão.....	37
2.2.3.4. Método de Custeio Baseado em Atividades.....	39
2.2.3.5. Método de Unidade de Esforço de Produção.....	41
2.2.4. Aspectos Gerais dos Custos de Produção.....	42
2.2.4.1. Custos para Tomadas de Decisões.....	42
2.2.4.2. Relação entre Lucro, Preço e Custo.....	45
2.2.4.3. Redução de Custos.....	47
2.2.5. Previsões dos Custos de Produção.....	49
2.2.6. Gestão Estratégica de Custos.....	52
2.3. SÉRIES TEMPORAIS.....	54
2.3.1. Análise de Séries Temporais.....	56
2.3.2. Processos Estocásticos Estacionários.....	59
2.3.3. Decomposição de Séries Temporais.....	63
2.3.3.1. Tendência.....	63
2.3.3.2. Sazonalidade.....	64
2.3.3.3. Ciclos.....	64
2.3.3.4. Ruído Branco.....	65
2.3.3.5. Modelos de Decomposição.....	65

2.3.4. Procedimentos de Previsão em Séries Temporais.....	67
2.3.4.1. Média Móvel Simples (MMS).....	68
2.3.4.2. Suavização Exponencial.....	69
2.3.4.3. Modelos ARIMA de Box e Jenkins.....	74
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	76
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	76
3.2. DADOS AMOSTRAIS DA EMPRESA PESQUISADA.....	77
3.3. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS.....	78
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	81
4.1. DECOMPOSIÇÃO DA SÉRIE TEMPORAL.....	82
4.2. AJUSTES DOS MODELOS E PREVISÃO.....	86
4.2.1. Comparativo dos ajustes.....	93
4.2.2. Comparativo dos custos previstos e realizados.....	94
5. CONCLUSÕES.....	96
5.1. APLICABILIDADE E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
REFERÊNCIAS.....	98
Anexo A – Dados de custos fornecidos pela empresa colaboradora.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O processo de transformação.....	18
Figura 2 – Estratégia de operações e o projeto da função operações.....	20
Figura 3 – Abordagem genérica para “gestão estratégica de operações”.....	23
Figura 4 – A contribuição da função produção para a estratégia empresarial atingir cinco “objetivos de desempenho”.....	24
Figura 5 – Típica função custo de produção.....	25
Figura 6 – Atividades de transformação sob a ótica do custeio do processo produtivo.....	28
Figura 7 – Determinação gráfica do Custo Total (CT).....	32
Figura 8 – Processo decisório sobre custos sugerido em cinco etapas.....	43
Figura 9 – O ciclo da espiral da morte.....	47
Figura 10 – Vendas das fábricas da GM (milhões de unidades, 1970-1992).....	55
Figura 11 – Função de densidade de probabilidade de DeMoivre-Laplace-Gauss..	60
Figura 12 – Um processo estocástico interpretado como uma família de variáveis aleatórias.....	60
Figura 13 – Um processo estocástico interpretado como uma família de trajetórias.....	61
Figura 14 – Tendência de uma série.....	63
Figura 15 – Decomposição de uma série temporal.....	66
Figura 16 – Série Histórica de Custos, obtida com o auxílio do software Excel ®....	81
Figura 17 – Série Histórica de Custos com média e tendência, obtida com auxílio do software Excel ®.....	83
Figura 18 – Decomposição da tendência adicionada de sazonalidade pelo modelo aditivo, obtida com auxílio do software Minitab ®.....	84
Figura 19 – Decomposição da tendência adicionada de sazonalidade pelo modelo multiplicativo, obtida com auxílio do software Minitab ®.....	84
Figura 20 – Decomposição pela tendência, obtida com auxílio do software Minitab ®.....	85
Figura 21 – Ajuste pelo método das médias móveis, obtida com o auxílio do software Minitab ®.....	87
Figura 22 – Ajuste pelo método das médias móveis com previsão para os três	

últimos pontos, obtida com o auxílio do software Minitab ®.....	88
Figura 23 – Ajuste pelo método de suavização exponencial simples, obtida com o auxílio do software Minitab ®.....	89
Figura 24 – Ajuste pelo método de suavização exponencial simples com previsão para os três últimos pontos, obtida com o auxílio do software Minitab ®.....	89
Figura 25 – Ajuste pelo método de suavização exponencial dupla de Holt, obtido com o auxílio do software Minitab ®.....	90
Figura 26 – Ajuste pelo método de suavização exponencial dupla de Holt com previsão para os três últimos pontos, obtido com auxílio do software Minitab ®.....	91
Figura 27 – Ajuste pelo método de suavização exponencial sazonal Holt-Winters, obtido com o auxílio do software Minitab ®.....	92
Figura 28 – Ajuste pelo método de suavização exponencial sazonal Holt-Winters com previsão para os três últimos pontos, obtido com o auxílio do software Minitab ®.....	93

Quadro 1 – Exemplo de levantamento das atividades departamentais relevantes...	40
Quadro 2 – Tipos de Métodos de Previsão.....	50
Tabela 1 – Custeio Variável para uma indústria de roupas.....	37
Tabela 2 – Análise entre custos, volumes e lucros para uma sorveteria (exemplo hipotético).....	44
Tabela 3 – Valores do Custo Real ou Custos de Produção.....	82
Tabela 4 – Comparativo entre o ajuste da série e o ajuste da série sem os três últimos pontos.....	94
Tabela 5 – Comparativo dos custos previstos e realizados no método (SES).....	95

MD – Material Direto

MOD – Mão-de-obra Direta

CIF – Custos Indiretos de Fabricação

RT – Receita Total

CT – Custo Total

ABC – Activity-Based Costing

ABM – Activity-based Management

UP – Unidade de Produção

UEP – Unidade de Esforço de Produção

PO – Posto Operativo

RKW – Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit

TOC – Teoria das Restrições

GM – General Motors Corporation

FDP – Função Densidade de Probabilidade

VA – Variável Aleatória

DF – Dickey-Fuller

ADF – Augmented Dickey-Fuller

MMS – Média Móvel Simples

SES – Suavização Exponencial Simples

SEH – Suavização Exponencial Dupla de Holt

HW – Suavização Exponencial Sazonal de Holt-Winters

AR – Auto-egressivo

MA – Média (s) Móvel (is)

ARIMA – Auto-Regressivo Integrado Médias Móveis

1. INTRODUÇÃO

O cenário econômico configurado para as organizações da atualidade aponta para a incessante busca por maior competitividade, visto que as empresas sofrem influências em vários aspectos pelo mercado global e competem na plataforma mundial. Com isso, elas devem ser capazes de formularem e implementarem estratégias internas e externas à organização, com foco concorrencial, visando conservar uma posição sustentável no mercado.

A gestão de operações está atualmente consolidada numa visão ampla e dinâmica, no que se refere ao inter-relacionamento das empresas por meio de cadeias de suprimentos e de redes de operações. É de responsabilidade da gestão de operações gerir os recursos escassos que convergidos pelos sistemas produtivos, resultam em produtos e serviços que agregam as expectativas dos clientes quanto à qualidade, tempo de atendimento e custo.

Para que uma organização tenha vantagem em custo, é necessário que a execução de todas suas atividades tenha um valor monetário menor que de seus concorrentes. A otimização dos lucros e principalmente a sobrevivência frente ao mercado global são fatores que dependem essencialmente de um arrojado custeamento da produção dos bens e serviços.

Uma apuração de custos de produção estruturada e baseada em dados fidedignos, íntegros e/ou reais é imprescindível no intuito de projetar custos de produção para períodos futuros, bem como é essencial para as gestões financeira e estratégica de uma organização. À partir de tal apuração, surge a possibilidade de analisar os preços de venda na rede de operações, pois é incompreensível julgar ou determinar preços se não forem considerados todos os componentes (ou contas) formadores do custo de produção ou operação.

A gestão dos custos do processo produtivo nas organizações possibilita que elas consigam expandir sua capacidade produtiva, gerenciar suas competências essenciais e seus recursos patrimoniais. Juras e Peacock (2006, p. 2) afirmam que “o valor de um sistema de gestão de custos vêm da conduta gerencial de usá-lo para suporte de tomada de decisões, incluindo decisões sobre estratégias a longo-prazo”.

As organizações realizam projeções de custos baseando-se nos chamados sistemas de custos, que ordenam os processos de custeamento e caracterizam-se como um meio para alocação dos custos dos fatores de produção, devendo estas

serem realizadas da forma mais adequada possível, pois afeta direta ou indiretamente a existência do bem ou serviço, ou até mesmo da própria organização.

Nos sistemas de custeio adotados pelas organizações, as apurações (que procuram mensurar o custo chamado real) e as previsões de custos possuem análises diferentes, porém o objetivo é que elas sejam iguais ao final de cada período contábil, ou seja, tudo o que foi projetado, deve também ser realizado. A discrepância que surge no comparativo PREVISTO X REAL pode ser traduzida em algumas milhares de unidades monetárias, fato que pode impactar negativamente na lucratividade global da organização.

Na gestão de operações, as previsões participam do rol das atividades empresariais mais importantes, visto que as decisões são baseadas em previsões de cenários futuros. Essas previsões não são exatas, de maneira geral, causando até certa surpresa quando o previsor acerta com elevada precisão. A incerteza, portanto, é um aspecto sempre presente nas predições.

A análise de séries temporais ou sucessões cronológicas atende aos objetivos de descrição, explicação, previsão ou controle de conjuntos de observações ordenadas no tempo. Os aspectos de previsão e conseqüentemente o de controle são os que irão caracterizar o modelo de previsão de custos do processo produtivo.

Os valores observados nos períodos de apurações de custos formam uma série temporal e, conseqüentemente possibilitam a identificação de um processo estocástico, ou seja, processos controlados por leis probabilísticas. Quantitativamente, as previsões baseadas em modelos estocásticos dirimem as previsões baseadas em heurística, tratando matematicamente as características reais da natureza das séries reveladas pelo histórico de dados, inclusive com estabelecimento de limites de confiança.

O tema previsões de custeio encontra-se em uma forma de abordagem pouco expressiva na literatura disponível em Engenharia de Produção. Além disso, a preocupação em fornecer uma modelagem de previsão de custeio do processo produtivo para as organizações, sendo adequada aos recursos computacionais geralmente disponíveis nas mesmas, motivaram a discussão de tal tema.

A grande área de Engenharia de Produção carece de trabalhos que abordem temas relacionados ao custeio do processo produtivo, no que diz respeito ao

aspecto quantitativo, talvez contidos pelo caráter sigiloso que as organizações geralmente atribuem a seus processos de custeamento de bens e serviços.

É nesse contexto que a modelagem de previsão de custos por meio de séries temporais traz a possibilidade de analisar o projetado sobre o real, culminando como um instrumento gerencial para aprimoramento do controle de custos, contribuição em redução de custos e ganho de competitividade.

1.1. QUESTÃO DE PESQUISA

Expostos os propósitos, instiga-se uma resposta para a seguinte questão de pesquisa: “As previsões dos custos de produção por intermédio de séries temporais, geram previsões satisfatórias para tomada de decisões?”

1.2. OBJETIVOS

Com vistas ao preciso estabelecimento dos propósitos envolvidos nesta contribuição acadêmica, divide-se a questão “Objetivos” em Objetivo Geral e Objetivos Específicos.

A previsão de custos de produção por intermédio de séries temporais, constituindo um instrumento gerencial de apoio à decisão é o Objetivo Geral.

Ampliar as discussões no meio acadêmico e na Engenharia de Produção acerca do assunto (nas modalidades custos, previsão); contribuir com a melhora das previsões dos sistemas de custeio nas empresas e incentivar organizações a participarem de pesquisas na área de custeio, constituem os Objetivos Específicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A GESTÃO DE OPERAÇÕES

Os sistemas produtivos são os maiores responsáveis pelo atendimento dos anseios e necessidades da humanidade. Ao passo que o crescimento demográfico da população mundial se acentua, constituem-se demandas globais cada vez maiores quanto à alimentação, vestuário, meios de transporte, energia, entre outras. Com isso, as organizações passam a administrar uma amplitude cada vez maior em termos de exigências de mercado, caracterizadas por maior competitividade e melhor desempenho, no geral.

Panoramicamente, as organizações concentram-se na produção de bens e serviços, remetendo-se assim ao papel da Gestão de Operações que é transformar (ou convergir) as entradas da empresa, também podendo ser entendidas como recursos escassos em bens ou serviços.

Martinich (1997, p. 10) define Gestão de Operações como “ [...] o processo de planejamento, projeto e operação de sistemas de produção e subsistemas que realiza os objetivos da organização”. O autor ainda destaca quatro aspectos valiosos notados nessa definição:

1. Gestão de operações parte do processo. Supervisores de qualidade assegurada, gerentes de materiais, entre outros profissionais que gerenciam pessoas, equipamentos ou materiais são gerentes de operações no contexto de suas atividades, porém eles não podem ser originalmente gerentes de operações.

2. O termo *gerenciamento* pode ser interpretado amplamente por incluir planejar o sistema e realizar todas as atividades necessárias para operar o sistema, incluindo direção de pessoal e aquisição de materiais e equipamentos.

3. A palavra *subsistema* é incluída para esclarecer o fato que o gestor não precisa gerenciar a produção dos produtos finais da organização para ser um gerente de operações. As organizações possuem vários subsistemas que atendem outras partes do sistema produtivo.

4. A definição não expressa que o objetivo de gestão de operações é minimizar custos. A maioria das organizações possuem mais que um objetivo, e embora eficiência, produtividade e redução de custos sejam considerações importantes, a minimização dos custos não é usualmente um objetivo principal. O autor cita nesse aspecto o exemplo de organizações sem fins lucrativos, como instituições de ensino e hospitais. Ter uma posição sustentável, crescimento contínuo dos lucros e, enquanto existir, manter duradoura a demanda por seus produtos são os objetivos principais da maioria das organizações.

Slack *et al.* (1999, p. 35) identificam dois tipos de recursos de transformação que formam as “pedras fundamentais” de todas as operações:

- instalações – prédios, equipamentos, terrenos e tecnologia do processo de produção;
- funcionários – aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção.

Segundo Reid e Sanders (2005, p. 3), “em uma fábrica, a transformação é a modificação física de matérias-primas em produtos, como converter couro e borracha em calçados esportivos, sarja em calça jeans, ou plásticos em brinquedos.” A Figura 1 apresenta o processo de transformação.

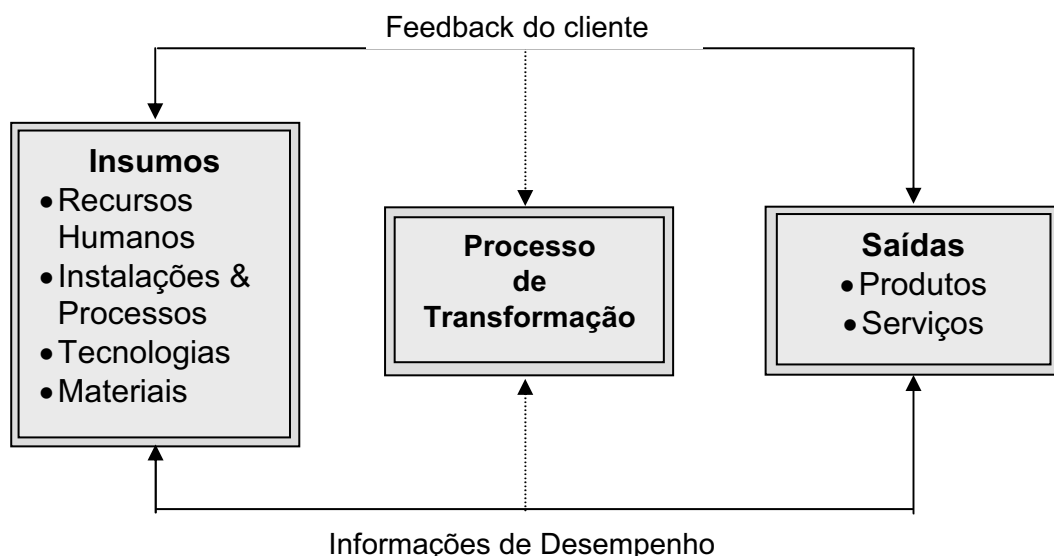


Figura 1 – O processo de transformação
Fonte: Reid e Sanders (2005, p. 3)

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006), a gestão de operações abrange o gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, visando atender a necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes. Os mesmos autores ainda colocam que toda organização tem dentro de si uma função de operações, pois gera algum “pacote de valor” para seus clientes, que inclui algum composto de produtos e serviços, mesmo que, dentro da organização, não se tenha a função de operações com esse nome.

2.1.1. Aspecto Estratégico da Gestão de Operações

Chase, Jacobs e Aquilano (2006) propõem na gestão de operações que as decisões gerenciais podem ser divididas em três amplas áreas: decisões estratégicas (longo prazo), decisões táticas (médio prazo) e decisões de planejamento operacional e controle (curto prazo).

Para Corrêa e Corrêa (2006), um ponto a ser esclarecido é que nem sempre as fronteiras entre gestão de operações e a estratégia de operações são claras e livres de ambigüidades, o que traz dificuldades na atribuição de responsabilidades e no processo de gestão. A gestão de operações basicamente transforma insumos (clientes, materiais, informações, energia e outros) em bens físicos e serviços, enquanto a estratégia de operações “preocupa-se com o desenvolvimento de longo prazo dos processos e recursos e com a criação de competências para que a organização possa ter níveis sustentáveis de vantagens competitivas.” O autor também destaca o porquê das decisões tomadas como parte da estratégia de operações são consideradas estratégicas:

- tem o efeito abrangente e significativo em outros aspectos do negócio, influenciando e limitando substancialmente as formas com que a operação será capaz de competir no futuro;
- definem proativamente e mantêm a posição da organização adaptada em relação ao seu ambiente e
- trabalham para mover a organização para mais próxima de suas metas de longo prazo.

O desenvolvimento de uma estratégia de operações deve ser formulado após o desenvolvimento da estratégia empresarial, pois a estratégia de operações relaciona a estratégia empresarial à função operações, focalizando as capacidades específicas da operação da organização, chamadas de **prioridades competitivas**. (REID E SANDERS, 2005).

A Figura 2 mostra a relação entre essas prioridades competitivas e o projeto da função operações.

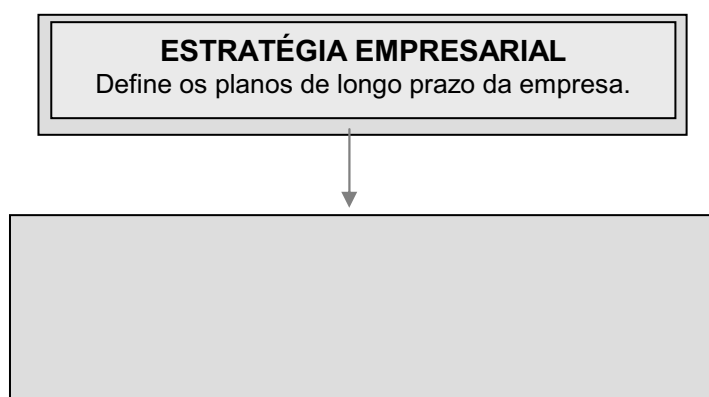




Figura 2 – Estratégia de operações e o projeto da função operações
Fonte: Reid e Sanders (2005, p. 20)

Corrêa e Corrêa (2006) e Frederico (2008) explicam sobre os conceitos consolidados da gestão de operações, que suas abordagens foram evoluindo ao longo dos anos, chegando-se a uma visão ampla e de rede no gerenciamento de negócios relacionados à manufatura e serviços, no contexto geral de operações.

Vasiljevic (2008) propõe o conceito moderno em gestão de operações. Segundo o mesmo, o que difere esse novo conceito do abordado primeiramente é que a saída do processo de transformação agora se constitui no pacote “produto-serviço”. Os consumidores esperam uma combinação ou pacote de produtos acabados e serviço agregado, pois os mesmos, usualmente, não compram valores agregados em serviço e produtos acabados de diferentes vendedores.

2.1.2. Criação de Vantagem Competitiva

Vantagem Competitiva é sinônimo de “fazer melhor”¹ que os concorrentes. Para isso, é necessário que as organizações que desejem “fazer melhor” tenham diferenciais. Quem reconhece esses diferenciais, em sua ordem de importância, são

os consumidores. Segundo Slack (1993, p. 15), uma forma particularmente útil de fazer isso é distinguir entre objetivos “Ganhadores de pedidos” e objetivos “Qualificadores”.

Objetivos ganhadores de pedidos são aqueles que direta e significativamente contribuem para o ganho de negócios. Eles são vistos pelos consumidores como os fatores-chave da competitividade, aqueles que mais influenciam suas decisões de quantos negócios fazer com a empresa. Aumentar o desempenho em objetivos “ganhadores de pedidos” resultará ou em mais negócios ou em melhora das chances de ganhar mais negócios.

Objetivos qualificadores podem não ser os principais determinantes do sucesso competitivo, mas são importantes de outro modo. São aqueles aspectos da competitividade nos quais o desempenho da operação tem de estar acima de determinado nível para que esta seja inicialmente considerada pelos consumidores como uma possível fornecedora. Abaixo desse nível crítico de desempenho, a empresa provavelmente não vai sequer entrar na concorrência. Acima do nível de “qualificação”, ela será considerada mas principalmente em termos do seu desempenho nos fatores “ganhadores de pedidos”. Qualquer melhoramento adicional nos fatores qualificadores acima do nível qualificador provavelmente representará poucos benefícios competitivos.

Slack *et al.* (1999, p. 79) destacam que além dos critérios ganhadores de pedidos e qualificadores, “podem ser acrescentados os *critérios menos importantes*”, que não são nem qualificadores nem ganhadores de pedidos, portanto não influenciando os clientes de forma significativa, apenas cabendo citá-los devido

¹ Para maior entendimento sobre o assunto, recomenda-se leitura de Slack, Nigel. Vantagem Competitiva em Manufatura – atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo : Atlas, 1993

aos mesmos poderem ser importantes em outras partes das atividades da produção.

Goldratt e Fox (1992) caracterizam a vantagem competitiva como uma corrida que se intensifica cada vez mais, na qual os participantes são as empresas. Segundo os mesmos, “devemos encontrar uma maneira de melhorar continuamente – nas épocas boas e nas ruins. Devemos optar por estar na corrida pela vantagem competitiva.” Ainda segundo os autores, um bom caminho para engajar-se nessa corrida seria entender o propósito básico e a natureza das nossas organizações de manufatura e a partir disso talvez seja possível encontrar um caminho que permita à

organização participar e ganhar a corrida por uma vantagem competitiva. A meta nessa corrida é continuar gerando lucros, no presente e no futuro.

De acordo com Porter (1998), uma vantagem competitiva sustentável no longo prazo é o esteio fundamental para o desempenho acima da média das organizações e que tal vantagem competitiva pode advir de três estratégias que são: liderança em custo, diferenciação e enfoque. Uma não-definição correta desses três acarretará na falta de vantagem competitiva, bem como a dificuldade no posicionamento mercadológico.

No ambiente organizacional moderno caracterizado por grande turbulência, é necessário que as organizações não abordem a questão da vantagem competitiva somente como item trivial no planejamento empresarial, sendo necessário imbutir o fator estratégico nessa abordagem. É expresso por Porter (1998) que “a estratégia competitiva é a procura por uma posição competitiva favorável de um negócio dentro de um ambiente de competição”, buscando assim sustentar um patamar de lucratividade e sustentabilidade, procurando constantemente combater as forças contrárias à essa posição nesse ambiente competitivo.

Corrêa e Corrêa (2006) explicam que para efeitos práticos, a intenção junto a gestão estratégica de operações é criar um padrão de decisões coerente com a direção estratégica da organização. O tomador de decisão deveria sempre, em suas decisões de alocação dos recursos escassos, considerar elementos estratégicos, como por exemplo, os clientes e os concorrentes. A Figura 3 ilustra uma consideração conjunta desses elementos, para tomada de decisão.

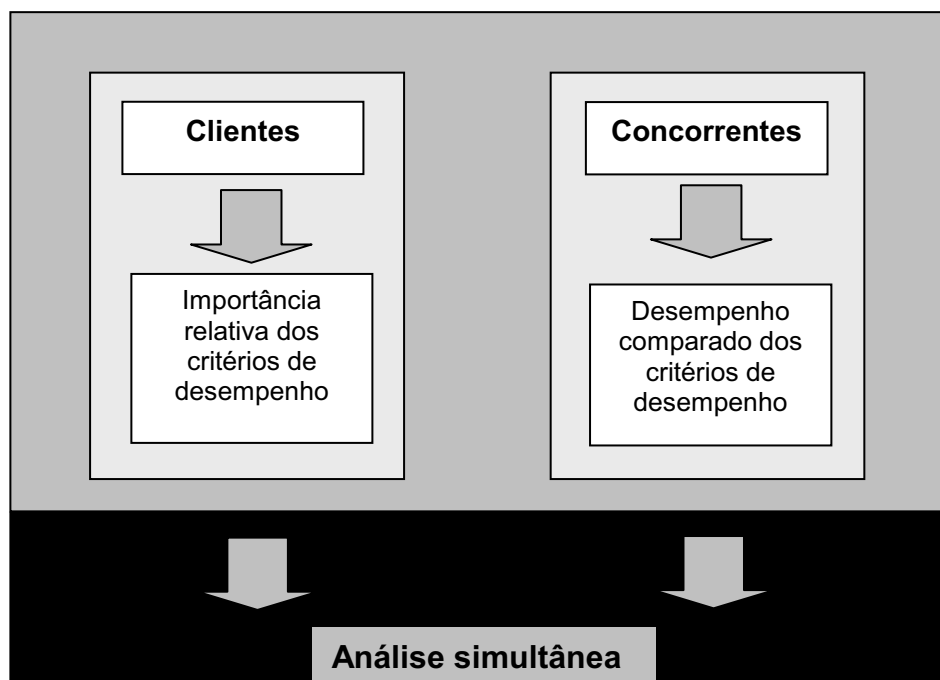


Figura 3 – Abordagem genérica para “gestão estratégica de operações”
Fonte: Corrêa e Corrêa (2006, p. 69)

Para Reid e Sanders (2005), existem quatro grandes categorias das prioridades competitivas que são custo, qualidade, tempo e flexibilidade. Sobre a categoria custo, vale destacar que as empresas estudam cuidadosamente seu sistema de operações para eliminar todos os desperdícios, sendo esse projetado para ser o mais eficiente possível.

Em busca da melhor performance de categoria custo, surge uma questão que merece atenção e está intimamente ligada ao cliente, bem como à sua manutenção : a criação do valor. Parolini (1999) expõe a criação de valor como uma forma complexa de atribuição ao atendimento das expectativas do consumidor, proporcionado por um produto. O consumidor destaca-se como principal participante do sistema de criação do valor, composto também por outros participantes econômicos como família, sociedade, entre outros, sendo que um participante qualquer poderá participar, ao mesmo tempo, de mais de um sistema de criação de valor.

Numa visão mais apropriada para os custos de produção, uma organização cria uma vantagem competitiva por meio do uso de recursos para atender a demanda dos consumidores e concentra esforços na gestão dos custos desses recursos. O valor da administração de sistemas de custos vêm do direcionamento gerencial para usá-los para suporte de tomada à decisão, incluindo decisões e estratégias a longo prazo. (JURAS E PEACOCK , 2006).

2.1.3. Objetivo de Custo

As formulações de estratégias tanto globais da organização quanto da área de operações com vistas concorrenciais ocupam um escopo maior no

gerenciamento do negócio. Porém, a função produção contribui de maneira vital no planejamento das referidas estratégias e cinco objetivos de desempenho definidos por Slack *et al.* (1999) são os que sustentam essa função produção: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo conforme é mostrado na Figura 4.



Figura 4 – A contribuição da função produção para a estratégia empresarial atingir cinco “objetivos de desempenho”
Fonte: Slack *et al.* (1999, p. 60)

O objetivo custo é, segundo o mesmo autor, o principal objetivo de produção para as empresas que concorrem diretamente em preço, pois “quanto menor o custo de produzir seus bens e serviços, menor pode ser o preço a seus consumidores.”

Mesmo empresas que concorrem em outros aspectos que não preço, certamente estão interessadas em manter seus custos baixos, pois cada unidade monetária retirada do custo de uma operação pode possibilitar os benefícios de acréscimo aos lucros ou repasse para os clientes, sendo o custo baixo um objetivo universalmente atraente.

Martinich (1997, p. 58) explica que a estrutura de custo para uma organização é uma função de nível da saída chamada de “função custo de produção”. Ela é dada por $C(x)$, onde “ x ” é a razão de saída (referindo-se à visão da estrutura de custo em função das saídas do sistema produtivo, sendo os produtos e os serviços). Na Figura 5 é mostrado uma típica função custo de produção.

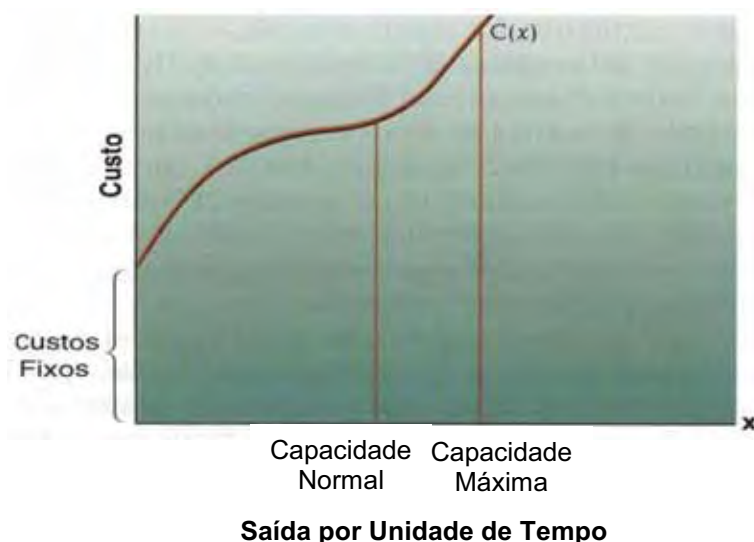


Figura 5 – Típica função custo de produção
 Fonte: Adaptado de Martinich (1997, p. 59)

Uma preocupação sempre eminente em relação ao objetivo de custo é a questão da necessidade das organizações em assegurar a margem de lucro. Ritzman e Krajewski (2004, p. 14) destacam que “diminuir preços pode aumentar a demanda por produtos ou serviços, mas também reduz as margens de lucro se o produto ou serviço não puder ser suprido a um custo menor”.

Os benefícios colhidos pelas organizações que estão sintonizadas com os objetivos de custo e que procuram integrá-los aos propósitos de outras áreas, podem ser muito positivos na consolidação de resultados. Um exemplo é dado por Sakamoto (2003), que em seu trabalho no qual procurou alinhar gestão de operações e gestão de custos em uma empresa no seguimento de aves e carnes processadas², conseguiu uma economia de centavos de reais no custo de cada produto que, multiplicada pelo volume produtivo considerado normal da empresa, gerou grande economia.

A assimilação do objetivo de custo pelos gestores de operações é destacada por Peinado e Graeml (2007, p. 259), afirmando que “é essencial que os gestores de produção estejam aptos a avaliar o comportamento dos custos das operações de sua responsabilidade”, Dessa maneira, os autores demonstram o envolvimento que tais profissionais devem manter em relação ao objetivosde custo das organizações, pois avaliando o comportamento dos custos estarão conscientes do atingimento e do monitoramento de tal objetivo.

O envolvimento frente aos objetivos de custos deve ser disseminado por toda organização, pois Gaither e Frazier (2002, p. 97) registraram que as estratégias vitoriosas de operações para o século vinte e um são aquelas que incluem “sistemas flexíveis de produção capazes de produzir rapidamente produtos de ótima qualidade e baixo custo que possam ser modificados para se acomodar às necessidades do cliente.”

No ambiente organizacional, o item preço para o cliente é motivo de constante análise, pois no emaranhado das redes comerciais sempre existe a possibilidade de se encontrar um competidor à altura em diversos aspectos e ainda com preço menor. Nessa linha de raciocínio, Stevenson (2001, p. 29) destaca que “as organizações que competem no preço podem estabelecer margens de lucro menores, mas a maioria focaliza a redução dos custos dos bens e serviços”.

Em suma, discorreu-se até o presente momento sobre os aspectos do processo de transformação nas organizações inserido no contexto da gestão de operações. Procurou-se também atingir os tocantes do aspecto estratégico em termos de criação de vantagem competitiva e também dos objetivos de custo, que sempre estão atrelados à qualquer sistema produtivo e podem ser entendidos como o custo esperado de uma operação.

² Com o objetivo de diminuir custos, foi implantada uma nova metodologia de custos envolvendo, além do aspecto contábil, também o produtivo e assim a harmonização dos conhecimentos entre as áreas foi um dos pontos fundamentais para o sucesso da prática gestorial aplicada.

No tópico seguinte, serão apresentados os custos de produção, procurando destacar suas características de suporte à atividade de transformação de bens e serviços, integrando as duas áreas de gestão de operações e gestão de custos, pela interdisciplinaridade tendencial e crescente na atmosfera empresarial moderna.

2.2. CUSTOS DE PRODUÇÃO

A sociedade monetária da qual somos membros está cercada por termos monetários interpretados de diferentes formas. Por isso, é prudente que sejam apresentados os conceitos que envolvem os custos de produção, para a correta compreensão e a devida aplicação.

2.2.1. Conceituação, Nomenclaturas e Classificações

O termo custo é utilizado popularmente com ambigüidade. Para alguns indivíduos, custo significa o quanto se paga por um produto ou serviço, pois os mesmos entendem que o termo custo significa a importância em moeda desembolsada para aquisição de um determinado produto ou serviço. Para outros e principalmente no ambiente organizacional, significa quantidades de recursos consumidos por uma organização para entrega de produtos e/ou serviços à seus clientes.

Bruni e Famá (2004, p. 21) afirmam que “de modo geral, custos podem ser definidos como medidas monetárias dos sacrifícios com os quais uma organização tem que arcar a fim de atingir seus objetivos”. E preços “correspondem à importância recebida pelas entidades em decorrência da oferta de seus produtos ou serviços”. Portanto os indivíduos que se referem de maneira particular à seus dispêndios como custos, deveriam tomar por referência “preços pagos” pelos produtos / serviços.

A necessidade das organizações se estruturarem quanto as informações sobre seus custos, em aspectos de operação e gestão, ganhou destaque à medida em que a competitividade foi crescendo à níveis mundiais, na linha do tempo. Em meio à essa questão evoluiu a Contabilidade de Custos, que “é uma técnica utilizada para identificar, mensurar e informar os custos dos produtos e/ou serviços”, gerando “informações precisas e rápidas para a administração, para tomada de decisões” (CREPALDI, 2002).

Os autores Bruni e Famá (2004) e Crepaldi (2002) concordam que os três principais elementos ou componentes do custo caracterizado como de qualquer empresa são:

- **material direto (MD):** matéria-prima, material secundário e embalagem;
- **mão-de-obra direta (MOD):** empregada na fabricação do produto, incluindo salários e encargos e
- **custos indiretos de fabricação (CIF):** demais gastos fabris como aluguéis, seguro, impostos, depreciação, etc.

Bruni e Famá (2004, p. 37) entendem que além dos três elementos acima, “outros gastos significativos, porém não classificados como custo, são agrupados como **despesas diversas** [despesas com vendas, salário do pessoal administrativo,

entre outros]”. As atividades de transformação das organizações incluem os conceitos de custeio na sua realização, conforme pode ser observado na Figura 6.

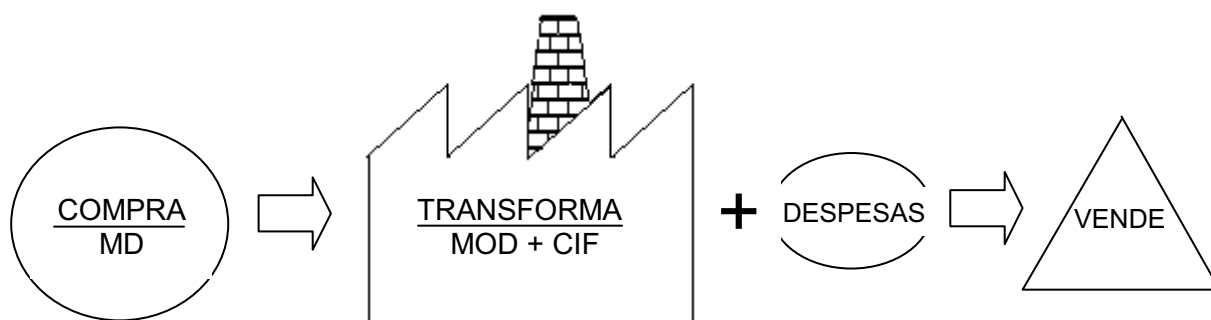


Figura 6 – Atividades de transformação sob a ótica do custeio do processo produtivo
Fonte: Adaptado de Crepaldi (2002, p. 15)

Outros conceitos básicos também devem ser levados em consideração para a melhor compreensão do custeio do processo produtivo, porém sob visão mais voltada à contabilidade de custos. Bruni e Famá (2004) explicam que:

- **Gastos (ou dispêndios):** consistem no sacrifício financeiro que a entidade arca para a obtenção de um produto ou serviço qualquer. Em última instância, serão classificados como custos, despesas ou investimentos, de acordo com sua participação na elaboração do produto ou serviço;

a) Custos: representam os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens e serviços. Como exemplo, pode-se citar os gastos com matérias-primas, embalagens, mão-de-obra fabril, aluguéis e seguros, entre outros;

b) Despesas: correspondem a bem ou serviço consumidos de maneira direta ou indireta para a obtenção de receitas, não estando associadas à produção de um produto ou serviço, diferentemente dos custos. São exemplos gastos com salários de vendedores, gastos com funcionários administrativos, etc.

No conceito de gastos, Bruni (2008) destaca ainda outros termos técnicos empregados:

c) Investimentos: representam gastos ativados em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a períodos futuros. Ficam temporariamente constando no ativo da entidade e posteriormente, de forma gradual, são incorporados aos custos e despesas;

d) Perdas: representam bens ou serviços consumidos de forma anormal, consistindo em gasto não intencional decorrente de fatores extraordinários e/ou

atividade produtiva normal da empresa (essa devendo ser classificada como custo de produção do período).

e) Desperdício: gasto que a empresa pode incorrer devido ao não aproveitamento normal de todos seus recursos.

E ainda são encontrados mais termos nos conceitos de custos de produção, como:

- **Recebimentos:** correspondem aos ingressos de recursos no Caixa da empresa;

- **Desembolsos:** consistem no pagamento do bem ou serviço, independente de quando o produto ou serviço foi ou será consumido. A contabilidade registra os fatos de acordo com o princípio da competência, por isso os fatos devem ser registrados de acordo com a real ocorrência, independente da sua quitação. Uma preocupação é que não exista confusão entre despesa, recebimento e desembolso.

Quanto à **apropriação aos produtos**³, os custos incorridos no processo produtivo podem ser apropriados direta ou indiretamente. Com isso, algumas

³ De acordo com Horngren, Datar e Foster (2004, p. 26), “a **apropriação de custos** é um termo geral que engloba (1) o rastreamento de custos acumulados que têm um relacionamento direto com um objeto de custo e (2) a apropriação de custos acumulados que têm um relacionamento indireto com um objeto de custo.

(2001) as apresenta da seguinte maneira:

- **Custos Diretos:** são os diretamente apropriados aos produtos, bastando haver uma medida de consumo identificável (peso, quantidades de materiais consumidos, embalagens utilizadas, horas de mão-de-obra utilizadas e até quantidade de energia elétrica consumida).

- **Custos Indiretos:** são os custos que não oferecem condição de uma medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada e muitas vezes arbitrária (como o aluguel, a supervisão, as chefias etc.).

Além da classificação de custos em Diretos e Indiretos, os custos também podem ser classificados quanto à seu padrão ou comportamento. Tanto Horngren, Datar e Foster (2004), como Martins (2004) e Bruni e Famá (2004) concordam que:

- **Custos Variáveis:** são os custos que variam de acordo com a quantidade produzida, dentro de um espaço de tempo [considerando aqui o trivial, que é mensal]. Como exemplo, temos os materiais diretos empregados na processo de transformação (produção).

▪ **Custos Fixos:** são custos que, independente de aumentos ou diminuições do volume de produção no período [mensal], mantém-se o mesmo [dentro do período], sendo um exemplo o aluguel das instalações de fábrica.

Os custos podem ser classificados em Fixos e Variáveis ou Diretos e Indiretos ao mesmo tempo. Por exemplo, a matéria-prima é um Custo Direto e Variável, os seguros da fábricas são Custos Indiretos e Fixos, etc. (MARTINS, 2004, P. 55).

Dentre as nomenclaturas e classificações de custos, surgem também os custos que, segundo Martins (2004) e Bruni e Famá (2004), são denominados de semifixos ou semivariáveis. Resumidamente, custos semifixos correspondem àqueles que são fixos em determinado patamar (por exemplo, demanda contratada de energia elétrica), passando a ser variáveis quando esse patamar for excedido e custos semivariáveis são aqueles que não acompanham linearmente a variação de produção, mas aos saltos, mantendo-se fixos dentro de certos limites e assumindo novos patamares conforme necessidade (como exemplo, aluguel de máquinas copadoras, que pode variar em função de exceder o patamar, assumindo assim novos patamares, devido a variação dos volumes de cópias).

O conhecimento e a gestão dos custos incorridos no processo produtivo das organizações possibilita a determinação dos preços de venda aos consumidores, tornam viáveis os investimentos em implantação de projetos, possibilitam que as organizações possam expandir sua capacidade produtiva e romper barreiras comerciais (CARMONA *et al.*, 2007).

De um ponto de vista econômico, Cavenaghi (1996, p. 45) destaca “[...] é importante entender que uma atividade não gera apenas custos, mas sim resultados econômicos”. O mesmo autor defende que uma empresa, para garantir sua continuidade e sobrevivência no futuro, necessita alcançar a eficácia empresarial atendendo pelo menos a dois requisitos, sendo eles:

1. O atendimento da missão [sinteticamente, é a razão de sua existência e também o que caracteriza e direciona o seu modo de atuação, em termos gerenciais, conhecimento de mercado];

2. Ter o resultado econômico como melhor medida de eficácia empresarial.

Nesse segundo requisito, em síntese, o autor desenvolve em seu estudo os aspectos de eficácia (produtividade, eficiência, satisfação dos agentes envolvidos na cadeia de relacionamento, adaptabilidade do processo decisório dos gestores e

desenvolvimento) e resultado (contábil ou econômico, na aplicação à gestão econômica), ambos convergidos em resultado econômico ou lucro.

Ainda se tratando de questões econômicas aliadas ao custeio do processo produtivo, Rossetti (2003, p. 469) também trata da questão do resultado econômico e explica que “[...] o objetivo crucial da empresa é a maximização do lucro” e que “[...] esse objetivo implica a definição do ponto de lucro máximo, dado [...] pela máxima distância entre a receita total e o custo total, ou seja:

- $\text{Lucro total} = \text{Receita total} - \text{Custo Total}$

Uma empresa rentável é aquela cujos profissionais designados conseguem maximizar seu lucro total e isso somente é possível com constante busca pela elevação de receita total (RT) e diminuição do custo total (CT). Portanto, o custo total compreendido aqui como o custo total da empresa (incluindo os custos de produção), constitui elemento de grande esforço gestorial, em termos controle e redução.

2.2.2. Custo Total

A cúpula de alta direção das empresas (diretores e presidente) tem como parte de seus anseios que o custo total (CT) do processo produtivo seja o menor possível. Dubois, Kulpa e Souza (2008, p. 30) escreveram que “o custo total é o resultado do somatório dos custos fixos e variáveis da empresa ou dos custos diretos mais os custos indiretos de fabricação”. A representação do custo total é demonstrada na Figura 7.

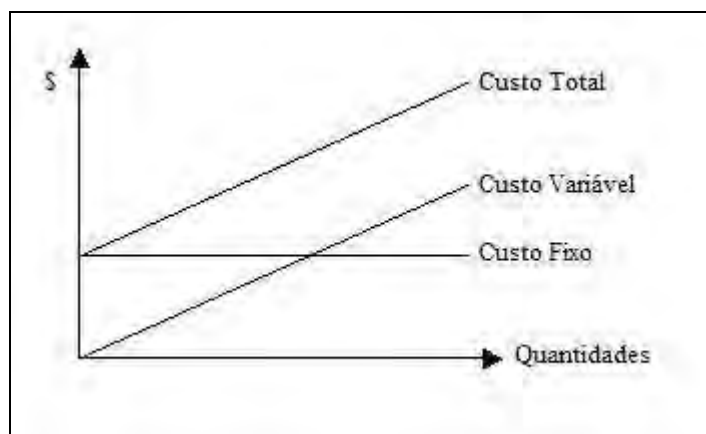


Figura 7 – Determinação gráfica do Custo Total (CT)
Fonte: Adaptado de Dubois, Kulpa e Souza (2008, p. 30)

Na ótica de Guerreiro (2006, p. 12), “uma empresa pode ser visualizada como um grande processo físico-operacional que consome recursos gerando produtos e serviços”. O autor também revela que “esse modelo operacional é transformado em um modelo econômico através da mensuração econômica dos recursos e dos produtos”.

A equação do lucro possibilita que a empresa obtenha o conhecimento do resultado de toda sua operação como um todo, com a percepção do esforço de seus colaboradores no sentido de geração de receita total e da administração do custo total. Assim, atingindo os objetivos da manutenção de um custo total baixo e controlado aliado a uma receita total maximizada, tem-se uma possibilidade de melhora de rentabilidade.

Acompanhando o raciocínio de modelo econômico, Bacic (2008, p. 139) revela que, frente aos desafios da competitividade, a gestão de custos deve ser pensada nos aspectos concorrenciais e estratégicos, pois “isso significa abandonar a perspectiva de custos como fenômeno de natureza contábil, adotando-se a perspectiva de custos como um fenômeno econômico”. Devido a questão da otimização do custo total estar sob os cuidados da gestão de custos e estar relacionada às atividades de todos os colaboradores na sua dimensão total, projeta-se tal questão à um alto nível de importância empresarial.

Em definição de custo de produção dada por Souza e Clemente (2007, p. 46), eles acabam por aliar o conceito de custo de produção com o de custo total do processo produtivo. Os mesmos relatam que “o custo de produção representa, em certo período, o valor de todos os bens e serviços consumidos no processo de transformação de matéria-prima em produto acabado”, ou seja, uma definição bem adequada para o custo total.

Conforme Bacic (2008, p. 153), “atualmente é aceito o princípio da recuperação do custo total”, onde as empresas adotam algum método para determinação do custo total e agrega determinada margem de lucro. É cabível que esse princípio seja aceito dentro de uma realidade de nível de operação e volume de vendas considerados condizentes com a estrutura da empresa, sem explorar relações entre custos unitários, volumes produtivos e preços de venda por produto, sendo essas pertinentes à outro tipo de análise.

A gestão do custo total nos aspectos de controle e redução, portanto, constitui-se escopo do estudo, pela sua elevada importância e influência em relação

aos lucros das empresas. São conhecidas inúmeras formas de se obter o custo total e elas se dão através dos métodos de custeio. Contudo, primeiramente faz-se necessária a apresentação do conceito de sistemas de custeio, pois os mesmos fornecem a base operacional de todo método de custeio.

2.2.3. Sistemas de Custeio

A existência dos sistemas de custeio nas organizações é datada de vários anos atrás. Em meados da década de 60, eles estavam basicamente voltados para apuração, controle e análise dos componentes formadores de custo no processo produtivo, desse modo concentrando esforços na classificação, registro, análise e interpretação das informações sobre os custos, para definição de preços de venda e outros objetivos de mesma amplitude. (CARMONA *et al.*, 2007).

Para atender à esses propósitos, bem como aqueles de avaliação de estoques e decisão, Martins (2001) lembra que é comum empresas adotarem sistemas de custo repentinamente. Contudo, o autor destaca que nenhum sistema é capaz de resolver todos os problemas e que o capital humano é essencial para o sucesso de um sistema. O fator humano acaba geralmente sendo problemático, devido sua influência direta no resultado operacional em termos de sucesso ou insucesso nos sistemas de custos.

Lima (1974, p. 13), explanando sua visão sobre sistemas de custos, afirma que:

A elaboração e aplicação de um sistema de apropriação e cálculo de custos tem as seguintes intenções:

1. Determinação dos preços de venda, no que possam relacionar-se com os preços de custos;
2. Comparação dos custos referentes a períodos e condições econômicas diversas;
3. Conhecimento do grau de eficiência técnico-administrativa da empresa;
4. Conhecimento de nível de rendimento econômico e do “ponto ótimo de produtividade” com vistas ao integral aproveitamento dos meios de produção.

A análise de um sistema de custos pode ser efetuada sob dois pontos de vista, de acordo com Bornia (2002). Primeiramente, se o tipo de informação gerada é adequado às necessidades da empresa e quais seriam as informações importantes que deveriam ser fornecidas, pois a relevância das informações depende de sua finalidade. E em segundo lugar, a consideração pela parte operacional do sistema, sendo a maneira como são processados os dados para obtenção das informações. A expressão *método de custeio* refere-se ao sistema visto sob este prisma (operacional, portanto).

Do que se tem conhecimento, não existe atualmente uma fórmula ou metodologia que indique o melhor sistema de custo a ser utilizado em uma organização. Cada empresa possui necessidades específicas e parametrizadas de produção, as quais devem ser analisadas criticamente com o objetivo de definir o melhor sistema de custeio (CARMONA *et al.*, 2007).

É destacado por Martins (2001, p. 41) que “Custeio significa Método de Apropriação de Custos”. Desse modo, existem vários métodos de apropriação de custos e alguns deles serão apresentados ulteriormente.

2.2.3.1. Método de Custeio por Absorção

Originário dos princípios de contabilidade geralmente aceitos, esse método consiste na apropriação de todos os custos de produção aos produtos. Tanto os custos diretos como os custos indiretos são apropriados aos produtos, sendo eles fixos ou variáveis.

Em seu trabalho, Martins (2001, p. 42) considera, sobre o Custeio por Absorção, que:

Não é um princípio contábil propriamente dito, mas uma metodologia decorrente deles, nascida com a própria Contabilidade de Custos. Outros critérios diferentes têm surgido através do tempo, mas este é ainda o adotado pela Contabilidade Financeira; portanto, válido tanto para fins de Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultados como também, na maioria dos países, para Balanço e Lucro Fiscais.

Crepaldi (2002, p. 220), além de concordar que nesse método os custos diretos e também os custos indiretos são apropriados aos produtos, sendo eles

fixos ou variáveis, afirma que “os gastos que não pertencem ao processo produtivo, como as despesas são excluídos”.

Uma divisão do conceito de custeio por absorção é defendida por Bornia (2002, p. 55) entre custeio por absorção integral e custeio por absorção ideal. Sobre o custeio por absorção integral, o autor afirma que “[...] a totalidade dos custos (fixos e variáveis) são alocados aos produtos” e que “[...] podemos, simplificarmente, identificar esse princípio com o atendimento das exigências da contabilidade financeira para avaliação de estoques”. Já em relação ao custeio por absorção ideal, o autor explica que “os custos relacionados com insumos usados de forma não-eficiente (desperdícios) não são alocados aos produtos. O custeio por absorção ideal adapta-se ao auxílio do controle de custos e ao apoio ao processo de melhoria contínua da empresa.”

O método de custeio por absorção tem a vantagem de apresentar o custo real para efeitos contábeis e fiscais, porém o critério de rateio usado para diluir os gastos entre os departamentos pode distorcer os resultados, acumulando mais custos em alguns produtos do que em outros. (COLMANETTI, 2001).

2.2.3.2. Método de Custeio Variável

A criação do referido método de custeio variável é atribuída a Jonathan N. Harris, que em 1936 publicou um artigo intitulado “*What did we earn last month?*”, ou seja, “*O que nós lucramos no último mês?*”, apresentando essa metodologia. A sistemática desse método consiste em que somente os custos variáveis, quer diretos ou indiretos, são apropriados aos produtos. O método de custeio variável é conhecido também como método do custeio direto, o que pode dar falsa impressão de que somente os custos diretos são apropriados à produção, o que não é verdade. (PONTE, RICCIO E LUSTOSA, 2000).

Na aplicação do custeio variável, os custos fixos são considerados como custos do período. Bornia (2002, p. 56) explica que:

Entendendo-se os princípios de custeio como filosofias intimamente ligadas aos objetivos do sistema de custos, pode-se dizer que o custeio variável está relacionado com a utilização de custos para o apoio a decisões de curto prazo, onde os custos variáveis tornam-se relevantes e os custos fixos não.

Independente das quantidades produzidas, os custos fixos de produção não variam no custeio variável, pois entende-se nessa metodologia que os mesmos são necessários para manter a estrutura manufatureira funcionando.

Martins (2001, p. 216) indica onde são, portanto, considerados os custos fixos no custeio variável, “[...] ficando os fixos separados e considerados como despesas do período, indo diretamente para o Resultado; para os estoques só vão, como consequência, custos variáveis”.

De acordo com Ponte, Riccio e Lustosa (2000), o custeio variável não é aceito no Brasil pela lei nº 6.404/76 (Lei das Sociedades Anônimas) e nem pela legislação do Imposto de Renda, entre outros. Porém, isso não invalida a sua utilização gerencial, pois o custeio variável permite identificar a *margem de contribuição*⁴ de cada produto ou seguimento da empresa.

Os autores Bruni e Famá (2004), demonstram o funcionamento do custeio variável por meio de um exemplo hipotético para uma indústria de roupas, conforme os dados constantes na Tabela 1.

Tabela 1 – Custeio Variável para uma indústria de roupas

Contas principais	Produtos			Total
	Calças	Camisas	Bermudas	
Vendas	900	1.800	3.000	5.700
(-) Custo Produtos Vendidos	-270	-510	-1.140	-1.920
(-) Despesas var. de vendas	-120	-270	-810	-1.200
(=) Custeio direto	-390	-780	-1.950	-3.120
(=) Margem de contribuição	510	1.020	1.050	2.580
Custos fixos de produção				-1.050
Despesas fixas de vendas				-150
Despesas financeiras				-1.050
(=) Custos não absorvidos pela produção				-2.250
(=) Resultado				330

Fonte: Adaptada de Bruni e Fama (2004, p. 219)

Pode-se observar na Tabela 1 o cálculo da margem de contribuição individual dos produtos e a consideração dos gastos fixos destacados pelo total na apuração do resultado.

2.2.3.3. Metodologia do Custo-Padrão

O principal objetivo de aplicação dessa metodologia consiste no controle de custos e usualmente não é um método de custeio, mas um importante instrumento para auxílio dos métodos de custeio. O custo-padrão é concentrado em fixar previamente o custo que deveria acontecer (padrão) e compará-lo ao que realmente

⁴ O conceito de margem de contribuição é bastante difundido na literatura de custos, e significa “o montante de vendas diminuído dos custos variáveis e despesas. (Bornia, 2002, p. 72).

permitindo a visualização das variações e desvios ocorridos na relação entre padrão e real.

De acordo com Bornia (2002, p. 89), a metodologia do custo-padrão consiste em:

- a) fixar um custo-padrão, que servirá de referência para a análise dos custos;
- b) determinar o custo realmente incorrido;
- c) levantar a variação (desvio) ocorrida entre o padrão e o real;
- d) analisar a variação, a fim de auxiliar na procura das causas (motivos) que levaram os desvios.

A fixação de padrões nessa metodologia pode ser feita com maiores ou menores pretensões. Um padrão mais rigoroso, com metas audaciosas que incluem intenções de conseguir o nível máximo dos elementos de produção (homem, máquina e matéria, entre outros que possam ser identificados) diz respeito à idéia de Custo-padrão ideal, que “seria um objetivo da empresa a longo prazo, e não a meta fixada para o próximo ano ou para um determinado mês.” (MARTINS, 2001, P. 332).

Ainda segundo o mesmo autor, existe um outro conceito de Custo-padrão, mais realista, denominado Custo-padrão Corrente, que consiste num valor-meta fixado para o período para um determinado produto ou serviço, levando em consideração as deficiências já conhecidas (materiais, mão-de-obra, equipamentos,

energia, etc). É uma meta difícil, porém não impossível, parametrizada de acordo com “pesquisas e testes práticos”.

No que diz respeito às variações entre o custo-padrão e o custo histórico (ou real), Crepaldi (2002, p. 269) destaca que as mesmas podem ocorrer nos seguintes aspectos:

- Variação do Material Direto = Variação no Preço do Material Direto + Variação na Quantidade de Material Direto;
- Variação da MOD = Variação na Taxa de MOD + Variação no Tempo de MOD;
- Variação do CIF = Variação no Custo do CIF + Variação no Volume do CIF

É observado por Bornia (2002, p. 90) e é de grande valia para o desenvolvimento dessa pesquisa, que:

Em empresas menores, [...] pode-se adotar um procedimento análogo ao custo-padrão, mas lançando-se mão de um custo “normal”, que seria um custo historicamente alcançado pela empresa. O gerente precisa ter em mente que esse custo histórico não é realmente um padrão, mas tão-somente uma base de comparação.

O autor, portanto, faz uma alusão à questão da previsão de custos, que, em outras palavras, conforme Bruni e Famá (2004, p. 171), “empregando custos-padrão, é possível apurar os desvios do realizado em relação ao previsto [...]”.

2.2.3.4. Método de Custeio Baseado em Atividades

Talvez um dos mais discutidos métodos de custeio, o Custeio Baseado em Atividades (do inglês, *Activity-Based Costing*) está em pauta na maioria dos trabalhos acadêmicos na área de custos. O método ABC é um sistema de custeio que parte do princípio de que os diversos produtos e serviços consomem / utilizam diversas atividades dentro da organização e essas atividades geram custos. (VILLAS BOAS E PIMENTA, 1999).

A sigla ABC é utilizada tanto para nomear o custeio das atividades quanto o próprio gerenciamento das mesmas, pois o método por si possibilita tal

gerenciamento. Bruni e Famá (2004) expõem que o custeio baseado em atividades difere do sistema de custeio tradicional por empregar as atividades desenvolvidas dentro da organização para alocar custos, ao invés de utilizarem bases de rateio, com intuito de alocar mais coerentemente os custos.

Para o cálculo dos custos de produtos pelo ABC, Bornia (2002, p. 124) relata que podemos fixar quatro fases:

- a) mapeamento das atividades;
- b) alocação dos custos às atividades;
- c) redistribuição dos custos das atividades indiretas até as diretas;
- d) cálculo dos custos dos produtos.

O mesmo autor também comenta sobre o *activity-based management* (ou ABM), que trata-se do gerenciamento e controle das atividades que empregam o ABC, possibilitando, além da visão das próprias atividades, também das micro-atividades que agregam e das que não agregam valor à cada atividade

Para aplicação do ABC, Martins (2001, p. 100) idealiza que deve-se identificar as atividades relevantes dentro de cada departamento, as quais são compostas pela “combinação de recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros para produzirem bens ou serviços”. Como exemplo, cita a seleção de das seguintes atividades relevantes, no Quadro 1.

Quadro 1 – Exemplo de levantamento das atividades departamentais relevantes

Levantamento das atividades relevantes dos departamentos	
<i>Departamentos</i>	<i>Atividades</i>
Compras	Comprar Materiais Desenvolver Fornecedores
Amoxarifado	Receber Materiais Movimentar Materiais
Adm. Produção	Programar Produção Controlar Produção
Corte e Costura	Cortar Costurar
Acabamento	Acabar Despachar Produtos

Fonte: Martins (2001, p. 101)

O autor destaca como importante que para cada atividade devemos atribuir o respectivo custo e um direcionador. Temos como custos, por exemplo, custos de remuneração (salários, encargos, benefícios), custos de uso das instalações (aluguel, imposto predial, água, energia), custos de comunicações e de viagens (telefone, correio, passagens, hotel, refeições), entre outros. E como direcionadores (pode ser entendido como a verdadeira causa dos custos), temos como exemplo materiais de escritório e pedidos, cotações, que indicam o relacionamento direcionador com a atividade “comprar materiais”, através de seu consumo.

O método ABC, portanto, possibilita o rastreamento e identificação dos custos para analisar corretamente e constatar quais atividades agregam maior rentabilidade aos itens produzidos.

Em pesquisa realizada numa empresa de prestação de serviços, Riccio e Robles Jr. (1997), afirmam que “Embora seja ainda muito forte o conceito de que o sistema ABC tem sua aplicação mais fortemente ligada às empresas industriais e com grande diversidade de produtos, nota-se o seu crescimento também entre as organizações não manufatureiras”. Os autores identificaram nesse trabalho que dentre os principais objetivos da empresa estudada está o de avaliação de desempenho de suas unidades de negócios (filiais), objetivo concomitante com o aspecto de gerenciamento destacado anteriormente, (BORNIA, 2002).

2.2.3.5. Método de Unidade de Esforço de Produção

O princípio de que todas as matérias-primas transformam-se em produtos acabados é o suporte para esse método. Porém, “os custos de matéria-prima não são analisados pelo método, devendo ser tratados separadamente.” (Bornia, 2002, p. 139). Os custos considerados por esse método são os custos de transformação, pois o método baseia-se na unificação da produção para simplificar o processo de gestão. Esse autor também exemplifica a simplicidade do método através do cálculo:

$$\text{Custo unitário} = \frac{\text{Custos totais do período}}{\text{Produção do período}} \quad (2.1)$$

A unidade UP (unidade de produção) ou UEP (unidade de esforço de produção) concebida por esse método representa uma única de medida de produção industrial. Cada equipamento, área, setor, “que posteriormente serão denominados postos operativos (PO’s), contribui com um determinado esforço para a transformação dessa matéria-prima”. E de acordo com o tempo que a referida matéria-prima permanece em cada PO, ela receberá uma quantidade maior de menor de esforço de produção, ou seja, receberá uma quantidade maior ou menor de UP’s. (PERES, 2006, p. 25).

Embora a simplicidade do método seja evidente, sua aplicação é plausível mesmo em uma empresa com um mix variado de produtos. Sakamoto (2003) relata em seu trabalho, que consistiu na implantação do método UP em uma indústria que possui gestão de produção agropecuária (aves e carnes processadas), os benefícios que hoje a empresa desfruta tais como “direcionadores de custos comuns, análise de processo e produtividade, custo por processo, mudança do enfoque de trabalho dos coordenadores de custo das filiais, divisão de responsabilidade de estruturação do custo de produção”.

Sobre as limitações do método UP, Bornia (2002) destaca que existem “*dificuldades no tratamento dos desperdícios* [pois as atividades auxiliares não são detalhadas e são consideradas como perdas, sendo seus custos “jogados” para os referidos PO’s], *não-identificação das melhorias* [devido a constantes melhorias nos postos operativos, o método por si não capta as mudanças] e *deficiência na análise das despesas de estrutura* [despesas essas que acabam sendo reateadas aos produtos, dificultando uma análise detalhada, cada vez mais importante na empresa moderna, no intuito de eliminar perdas e trabalhos adicionais].

2.2.4. Aspectos Gerais dos Custos de Produção

Alguns aspectos relacionados ao custeio do processo produtivo, bem como aos sistemas e aos métodos atrelados à ele, possuem características interessantes e inerentes ao entendimento acerca do assunto. Primeiramente, é necessário existir o alinhamento entre o custeio e o processo de produção adotado pela empresa, podendo ser do tipo fazer-contrapedido (*make-to-order*) ou fazer-para-estoque (*make-to-stock*), entre outros (SLACK, 1999; GODINHO FILHO, 2004).

Outros aspectos serão apresentados na seqüência, para o delineamento da idéia de custeio do processo produtivo.

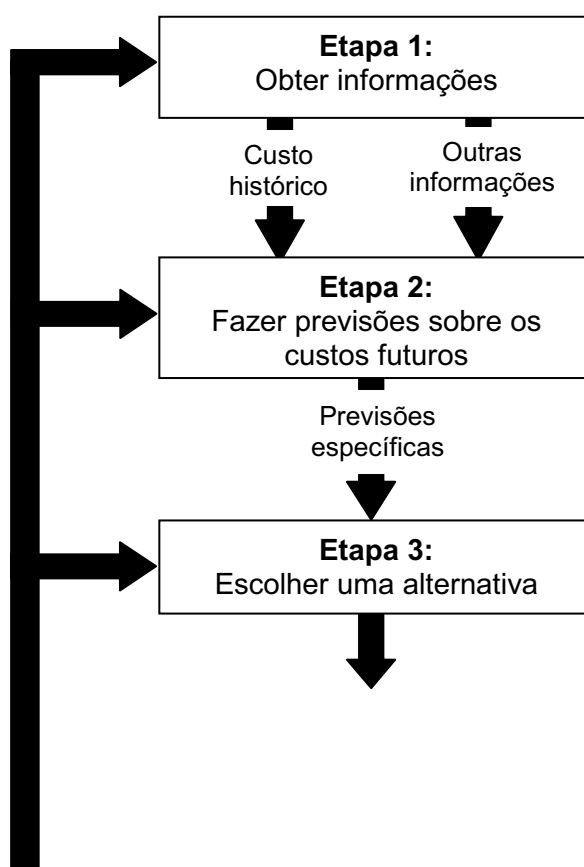
2.2.4.1. Custos para Tomadas de Decisões

Conforme visto, uma das funções da contabilidade de custos é justamente fornecer informações para os tomadores de decisões nas organizações. A cúpula administrativa das organizações, constituída por gestores e diretores, entre outros, precisa tomar decisões diariamente, sendo esta uma tarefa de alta responsabilidade. Logicamente, existem alguns critérios básicos que à partir deles começa-se a definir um curso de ação, para culminar com a tomada de decisão.

Na utilização de informações sobre custos para tomada de decisão, Anthony e Hekimian (1974) já identificavam que as decisões eram tomadas de forma intuitiva ou quantitativa, sendo nesse aspecto “possível reduzir-se a termos quantitativos pelo menos algumas das conseqüências previstas e ponderar destarte, estas conseqüências de uma forma razoavelmente sistemática”.

Em toda decisão, existe o envolvimento de alternativas e esta questão está diretamente ligada ao conceito de relevância, pois “entender quais custos são relevantes e quais são irrelevantes ajuda os administradores a obter apenas dados pertinentes e economizar tempo”. (HORNGREN, DATAR E FOSTER, 2004, p. 349).

Na Figura 8 apresenta-se um processo decisório sugerido.



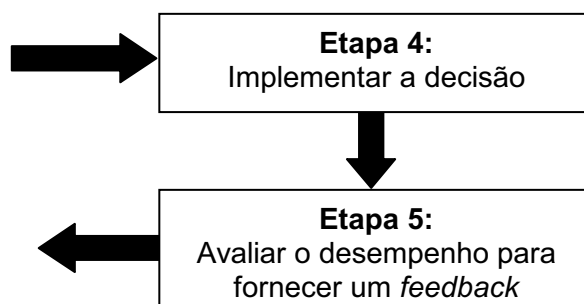


Figura 8 – Processo decisório sobre custos sugerido em cinco etapas

Fonte: Adaptado de Horngren, Datar e Foster (2002, p. 15)

Diante do apresentado na Figura 8, entende-se que é possível realizar a decisão sobre custos de forma estruturada e constante. Já em termos de análise, esta pode ser realizada em dois aspectos relacionados aos custos das organizações é de importância vital nas tomadas de decisões.

O primeiro deles corresponde à existência, de pelo menos, três Pontos de Equilíbrio: *contábil*, quando Receitas menos Custos e Despesas Totais dão resultado nulo; *econômico*, quando dão como resultado o custo de oportunidade⁵ do capital próprio empregado; e *financeiro*, quanto produzem em caixa [fluxo de caixa positivo], inalterado saldo, independentemente do resultado contábil ou econômico (MARTINS, 2001).

O segundo aspecto é a relação custo / volume / lucro e nele uma organização comprometida com seus custos fixos, é influenciada somente pela parcela variável de seus custos. Bruni e Famá (2004, p. 240) explicam que “a relação entre custos fixos e variáveis consiste em importante etapa na formação de preços e projeção de lucros obtidos a diversos níveis possíveis de produção e vendas”. Num exemplo hipotético de uma sorveteria, os autores explicam como à partir da análise de gastos fixos e variáveis pode ser feita a análise entre custos, volumes e lucros, conforme observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise entre custos, volumes e lucros para uma sorveteria (exemplo hipotético)

Situação	Vendas = 1.000 unid.		Vendas = 2.000 unid.	
	Total	Unitário	Total	Unitário
Receita	16.000,00	16,00	32.000,00	16,00
Gastos variáveis	10.000,00	10,00	20.000,00	10,00
Gastos fixos	5.000,00	5,00	5.000,00	2,50

Gastos totais	15.000,00	15,00	25.000,00	12,50
Lucro	1.000,00	1,00	7.000,00	3,50

Fonte: Bruni e Fama (2004, p. 242)

Observa-se, no exemplo acima, que os gastos variáveis unitários e fixos totais não se alteram, porém o gasto unitário é reduzido e o lucro aumenta em

⁵ Representa o *Custo de Oportunidade* o quanto a empresa sacrificou em termos de remuneração por ter aplicado seus recursos numa alternativa ao invés de outra. (Martins, 2001, p. 250).

2.2.4.2. Relação entre Lucro, Preço e Custo

O preço de venda está posicionado atualmente num contexto de dependência do mercado concorrencial no qual o produto é oferecido. Bornia (2002, p. 60) demonstra a equação relacionada à determinação do preço de venda na ótica da empresa moderna:

$$\text{Lucro} = \text{Preço} - \text{Custo} \quad (2.2)$$

E ainda cita que pode-se criar uma outra equação, em função dos objetivos de custo-meta e gerenciais:

$$\text{Custo} = \text{Preço} - \text{Lucro} \quad (2.3)$$

No contexto de custeio do processo produtivo está figurado o preço de venda, pois de acordo com Martins (2001, p. 236), “é generalizada a idéia de que uma das finalidades da Contabilidade de Custos é o fornecimento do preço de venda”.

Conforme visto, as organizações definem os preços de venda à serem praticados com auxílio de sistemas de custeio. Contudo, as variantes de mercado acabam obrigando as empresas a praticarem o preço convencionado pelo próprio mercado, numa forma de fixação de preço de venda. Por exemplo, se analisarmos o preço de carros populares nos modelos básicos de cada fabricante, veremos que os preços são equiparados, bem semelhantes.

Em relação ao preço dos produtos, Silva e Coutinho (2008, p. 90) defendem que “as empresas fixam o preço dos produtos de modo a superar os respectivos custos de fabricação”. Do mesmo modo, também o custo total deve ser superado pela receita total, gerando o lucro total, sendo este a medida global de mensuração

econômica da empresa. Hansen e Mowen (2003, p. 664) completam o raciocínio, destacando que “existem várias razões para se medir o lucro, incluindo a determinação da viabilidade da empresa, a medida do desempenho gerencial, (..)” entre outras.

Uma técnica que auxilia na elaboração do preço dos produtos aos clientes é a RKW, abreviação de *Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit*. De acordo com Martins (2001), essa técnica foi disseminada originalmente na Alemanha e consiste no rateio dos custos de produção e das despesas, inclusive financeiras, a todos os produtos. Esse rateio é concebido de forma semelhante às formas utilizadas em alguns métodos de custeio, outrora apresentados.

Além da convenção no mercado de preços comentada acima, existem também os próprios mecanismos econômicos de oferta e demanda, os quais possuem uma ação direta nas organizações, dificultando, por vezes, a realização do resultado mínimo necessário para a sustentabilidade econômica das mesmas. Com isso, as empresas acabam não podendo alterar sua política de preço por modificação na estrutura de custos, o que resulta numa administração sobre o máximo dos custos aceitável (e o mínimo possível também), já que o preço considera-se fixo.

O Custo Meta (do inglês, *Target Cost*) é a consideração do máximo de custo que se pode ter para produção de um bem ou serviço, dado o preço de venda que o mercado oferece, com objetivo de se conseguir o mínimo de rentabilidade desejado. Martins (2001, p. 241), relata que “o custo meta, apesar de ser um conceito simples, é também uma mentalidade de gerenciamento”, pois “para se definir uma estratégia empresarial” deve “existir uma integração entre todas as partes da empresa. Segundo o mesmo autor, o custo meta ainda “induz a empresa [...] ter um foco no cliente” e também a olhar para os fornecedores, pois “estes podem ser fatores determinantes nos custos a serem incorridos.”

Se as empresas conseguirem captar os comportamentos de seus fornecedores e clientes e explorarem as melhores relações, certamente encontrarão êxito na tarefa de diminuir o custo total e aumentar a receita total, assim aumentando a lucratividade. A equação do lucro, para Guerreiro (2008, p. 35), sintetiza o modelo de decisão para gestão da rentabilidade: “otimização do lucro global da empresa, através da otimização da margem de contribuição total dos produtos e do estabelecimento da estrutura ótima de custos fixos da empresa.”

A composição da receita total é dada pela multiplicação dos preços de venda com as quantidades vendidas. Para determinação de preço de venda, Bornia (2004) cita o exemplo da determinação do preço de venda por *mark-up*, que é um multiplicador sobre os custos, ou uma parcela dos custos.

É motivo de cautela a relação de causa-efeito entre aumento dos custos, aumento do preço e queda nas vendas. O ciclo da espiral da morte conforme visualizado na Figura 9, deve ser reconhecido pelas organizações, pois o mesmo prega que, além de evitar aumento do preço de venda, a correção de determinados problemas podem estar na redução de desperdícios e não no aumento de preços, que podem levar a empresa a entrar no ciclo.



Figura 9 – O ciclo da espiral da morte
Fonte: Bornia (2002, p. 62)

2.2.4.3. Redução de Custos

A redução de custos como um objetivo preconizado é identificada a muito tempo na gestão de custos. Távora (1973) propôs análise através de fatores de redução de custos, permitindo cientificamente a redução nos custos. Alguns desses fatores são: *Engenharia do Produto* (redesenho, opções de materiais, entre outros aspectos), *Engenharia de Produção* (máquinas, mão-de-obra, lay-out) e *Custos Fixos* (todos os possíveis, porém respeitando os gastos nos pontos corretos do sistema produtivo).

Radke (1976) em seu trabalho intitulado “230 maneiras práticas de reduzir os custos” analisa a redução de custos da maneira mais estruturada possível para a época, propondo programas de redução de custos para todas as áreas que considera “funções vitais” da empresa, sendo elas “compras, gestão de estoques, fabricação, administração, venda, publicidade e desenvolvimento”.

Nota-se, portanto, uma preocupação antiga com a estruturação das organizações para atingir os objetivos de redução de custo. Algumas técnicas surgiram com propósitos inovadores à partir dos anos setenta, como a Teoria das Restrições (TOC), concebida por Eliyahu Goldratt (1992). Segundo os estudos de Ponte, Riccio e Lustosa (2000), a TOC foi concebida inicialmente na área de produção, porém sua utilização têm levado ao registro de mudanças também nas áreas de Marketing e Contabilidade.

A técnica TOC aborda as restrições que existem em qualquer sistema (pois segundo ela, qualquer sistema possui ao menos uma restrição), difundindo assim a visão das organizações de forma sistêmica. Goldratt (1992) defende, à partir da TOC, a concepção da chamada Contabilidade de Ganhos, sustentada pelo tripé Ganho, Investimento e Lucro Líquido, sendo essas as medidas principais de desempenho da organização. A contabilidade de ganhos entende que as restrições do sistema (como gargalhos produtivos, materiais mercado, normas, procedimentos) é que devem ser controladas, pois elas determinam a variação dos custos. Portanto, implicitamente é identificada a redução de custos na técnica TOC, à partir da idéia de que todas as restrições configuram-se em desperdícios de recursos produtivos.

Monden (1999) propõe uma visão dos sistemas de custo-alvo e kaizen como sistemas de redução de custos. Essa abordagem surge à partir de idéias como administração de lucros, manutenção dos níveis correntes de custo e seqüencialmente trabalho para reduzir os custos aos níveis desejados, redução de custos em todas as etapas de manufatura, a fim de eliminar qualquer diferença entre os lucros-alvo e os custos estimados, entre outras idéias.

A ótica que recai sobre a redução de custos vem passando por transformações, com o desenvolvimento de algumas economias que emergem mundialmente. As organizações cada vez mais precisam reduzir seus custos, otimizar suas operações e lutar pela sustentabilidade de seus negócios. Todas as técnicas que pregam a redução de custos são vistas com bons olhos, e o que se pretende nessa pesquisa, dentre outros anseios, é uma redução de custos à partir do próprio método de previsão de custeio, melhor explicado no tópico à seguir.

2.2.5. Previsões dos Custos de Produção

Na operação dos sistemas de custos, notam-se alguns conceitos básicos que estão relacionados diretamente com os próprios objetivos desses sistemas à caráter de registro, controle e análise, entre outros aspectos. Esses conceitos são o Custo Real e o Custo Estimado, sendo que à partir deles surge a possibilidade de Comparação entre Custo Real e Custo Estimado.

É de conhecimento que o Custo Real corresponde ao custo que realmente incorre dentro de um determinado período contábil ou produtivo. Em relação ao Custo Estimado, Colmanetti (2001) disserta que “é o custo que se acredita ser o esperado para os diversos itens a serem produzidos pela empresa. A estimativa é realizada com base em dados históricos, os quais são então inferidos para as peças que serão produzidas”. Analisando essa definição, nota-se que o autor caracteriza o processo de previsão de custo à partir do uso do termo “custo [...] esperado” e da palavra “estimativa”, que poderiam ser substituídos pela palavra “previsão”.

O autor também propõe a Comparação entre Custo Real e Custo Estimado no modelo de custo proposto em seu trabalho. Esse conceito também será utilizado na presente pesquisa devido ao caráter prático e gerencial que possui. Prático no sentido de ser totalmente pertinente aos sistemas de custos, agregando maior eficiência sistêmica e gerencial por possibilitar a identificação e a correção dos pontos variantes de custos.

A Gestão de Operações, disciplina e prática gerencial cada vez mais abrangente, aborda em sua literatura o assunto previsão com maior tendência às previsões de demanda e/ou vendas (REID E SANDERS, 2005; CHASE, JACOBS E AQUILANO, 2006; CORRÊA E CORRÊA, 2006). Em menor escopo, aborda também o referido assunto de forma generalizada, definindo-se “previsões em operações” e deixando aberto um precedente de aplicação para várias áreas organizacionais. Os autores Chase, Jacobs e Aquilano, 2006, p. 512) são mais específicos no que interessa à essa pesquisa: “nas áreas funcionais de finanças e contabilidade, previsões suprem as bases para planejamento orçamentário e controle de custos”.

Contudo, a literatura para Gestão de Operações fornece uma base sólida à respeito do processo de previsão. Reid e Sanders (2005) demonstram os tipos de métodos de previsão existentes, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de Métodos de Previsão

Métodos Qualitativos	Métodos Quantitativos
Características: Baseados no critério e nas opiniões humanas; subjetivas e não-matemáticas.	Características: Baseados na matemática; quantitativos por natureza.
Pontos fortes: Podem incorporar as últimas mudanças do ambiente e das “informações internas”.	Pontos fortes: Consistentes e objetivos; capazes de considerar muitas informações e muitos dados de uma só vez
Pontos fracos: Podem influenciar a previsão e reduzir sua exatidão.	Pontos fracos: Muitas vezes dados quantificáveis não estão disponíveis.

Fonte: Adaptado de Reid e Sanders (2005, p. 142)

Ainda de acordo com os mesmos autores, os métodos qualitativos também são chamados de métodos de julgamento e “são aqueles em que a previsão é feita subjetivamente pelo responsável”, sendo “conjecturas levantadas pelos previsores ou especialistas com base na intuição, no conhecimento e na experiência”. Previsões por métodos qualitativos podem ser tendenciosas, podendo muitas vezes estarem relacionadas com motivação pessoal, com a disposição ou convicção do previsor.

Os métodos quantitativos são os que chamam atenção para a concepção de previsões dos custos do processo produtivo. Os pontos fortes verificados acima, por eles mesmos, já demonstram a robustez dos referidos métodos quantitativos, enquanto os pontos fracos não os desabonam, pois existe sim no objeto de estudo dessa pesquisa a disponibilidade dos dados quantificáveis (Custo Real) e a previsão (Custo Estimado) também teoricamente seria tão boa quanto os dados do Custo Real.

Uma outra característica de vital importância nas previsões, de acordo com Corrêa e Corrêa (200, p. 253) é que “a probabilidade de erro nas previsões cresce com o horizonte”. Esses autores também citam 4 erros freqüentes que as organizações costumam cometer, assim descritos:

Erro 1 das previsões: confundir *previsões* com *metas* e, um erro subsequente, considerar as metas como se fossem previsões.

Erro 2 das previsões: gastar tempo e esforço discutindo se “acerta” ou “erra” nas previsões, quando o mais relevante é discutir “o quanto” se está errando e as maneiras de alterar processos envolvidos, de forma a reduzir estes “erros”.

Erro 3 das previsões: levar em conta, nas previsões que servirão para apoiar decisões em operações, um número só. Previsões, para operações, devem sempre ser consideradas com dois “números”: a previsão em si e uma estimativa do erro desta previsão.

Erro 4 das previsões: desistir ou não se esforçar o suficiente para melhorar os processos de previsão por não se conseguir “acertar” as previsões, quando, em operações, não se necessita ter previsões *perfeitas*, mas previsões consistentemente *melhores* que as da concorrência.

Alguns trabalhos sobre previsão de custos têm sido publicados nos últimos anos, utilizando-se diferentes técnicas de previsão. Gupta, Stahl e Whinston (1997), expõem as idéias da estimação de custos ABC (Custeio Baseado em Atividades) e da otimização da alocação de recursos em sistemas flexíveis de manufatura, colhendo, à partir da estimação (previsão) baseada em construção do equilíbrio estocástico⁶, benefícios como o “maior nível de alocação de recursos possível, minimização de custos, ajuste em relação à demanda, visão de linhas mortas [produtos e processos mortos, com baixa agregação de valor] e maximização dos benefícios totais.

O desenvolvimento de modelo de previsão do custo pelo sistema de curvas de aprendizado é apresentado no trabalho de Pereira e Suslick (2003), aplicando-o na previsão do custo de mineração. Outra técnica que pode ser citada também para previsão dos custos de produção é a utilização da modelagem de sistemas dinâmicos, aplicada por Sobreiro, Araújo e Nagano (2007), numa análise de investimento para implantação de uma empresa envasadora de água mineral.

⁶ A abrangência dessa modelagem é bem ampla, por isso recomenda-se a leitura do trabalho na íntegra, inclusive para melhor entendimento sobre conceitos de equilíbrio estocástico, sistemas flexíveis de manufatura, etc.

2.2.6. Gestão Estratégica de Custos

A modalidade de gestão de custos mais contemporânea é a gestão estratégica de custos, composta por um mix de três temas: análise de cadeia de valor, análise de posicionamento estratégico e análise de direcionadores de custos.

A compreensão da cadeia de valor torna-se necessária à medida que o relacionamento entre as organizações fica mais estreito e consistente, pois é interessante que a cada ponto de agregação de valor na cadeia produtiva seja motivo exponencial para gestão de custos. Segundo a definição de Shank e Govindarajan (1997, p. 14), a cadeia de valor de qualquer empresa em qualquer setor é “o conjunto de atividades criadoras de valor desde as fontes de matérias-primas básicas, passando por fornecedores de componentes e até o produto final entregue nas mãos do consumidor”.

Analisando o relacionamento dos conceitos de cadeia de valor e de contabilidade gerencial, os mesmos autores apresentam uma visão externa aos agentes da cadeia de valor, pontuando que as alterações substanciais nos custos são percebidas sob a perspectiva da cadeia de valor e normalmente não percebida pela contabilidade gerencial.

O discurso sobre estratégia é também pertinente à gestão dos custos. As empresas podem competir tendo menores custos (liderança em custos), oferecendo produtos superiores (diferenciação) ou pelo seu enfoque, definindo seu posicionamento estratégico, conforme verificado anteriormente no tópico “Criação de Vantagem Competitiva”. As implicações da análise do posicionamento estratégico para a contabilidade gerencial não são bem exploradas, pois tanto em diferenciação quanto em liderança em custos, envolvem-se diferentes perspectivas de análise de custo, conforme explicam Shank e Govindarajan (1997, p. 19):

Para uma empresa que adota uma estratégia de liderança de custos em um negócio maduro e vantajoso, atenção especial aos custos-alvo planejados provavelmente será uma importante ferramenta gerencial. Mas para uma empresa que adote uma estratégia de diferenciação de produto em um negócio direcionado para o mercado, de rápido crescimento e com mudanças rápidas, os custos de fabricação cuidadosamente planejados podem ser muito menos importantes.

As modalidades de competição em discurso, ou seja, liderança em custo ou diferenciação, também podem conflitar em seus propósitos. Os *trade-offs* (caracterizados pela incompatibilidade entre dois ou mais critérios competitivos, onde a melhoria de um pode implicar negativamente no outro) entre essas modalidades foram abordados num trabalho por Mauss, Magalhães e Souza (2007). Porém, os autores relatam que tais *trade-offs* são amenizados ou até mesmo eliminados com a evolução da curva de aprendizado, pelo aumento do faturamento motivado pelo crescimento das vendas, entre outros fatores.

Analisando sob o prisma da gestão estratégica de custos, direcionadores de custos são os fatores causadores de custos, que se inter-relacionam de forma complexa, delineando o comportamento dos custos numa organização. Tais direcionadores de custos podem ser apresentados nas formas estruturais (escala de investimentos, escopo de integração vertical, experiências operacionais, tecnologia na cadeia de valor e complexidade dos produtos) e de execução (envolvimento da força de trabalho, gestão da qualidade total, utilização da capacidade, eficiência do *layout* das instalações, configuração do produto e exploração de ligações na cadeia de valor). Essa ótica, mais uma vez, difere dos conceitos de contabilidade gerencial que apontam para o enfoque custos fixos *versus* custos variáveis, podendo esse “ser perigoso, estrategicamente” (SHANK E GOVINDARAJAN, 1997, p. 21).

De acordo com Souza e Rodrigues (1999), “várias formas inovadoras de pensar a gestão estratégica de custos estão surgindo, sem no entanto umas configurarem hipótese excludente das demais”. Também defendem que “o ideal é que os estudiosos de custos observem o que de melhor cada sistema ou método tem a oferecer e extraíam informações valiosas para aprimoramento dos conceitos subjacentes às teorias.”

Descrevendo a gestão de custos na cadeia de valor, Silva (1999) relata que o custo ótimo seria definido através da interação dos agentes que formam essa cadeia, devendo-se considerar alguns pontos como o custo meta para todos os agentes, o ambiente no qual está inserido, a rentabilidade do produto na cadeia, entre outros. Para elaborar esse custo ótimo, o autor revela que:

O primeiro fato é saber distinguir entre o que já é realizado e o que é projetado, por isso deve-se separar duas formas de custeio que serão denominados de custo projetado e custo real. A necessidade

de tal separação advém da capacidade de conhecer o que se espera do custo e o que realmente está sendo processado. Obviamente, o objetivo é que tais custos sejam iguais, ou seja, tudo o que foi projetado foi também realizado.

Nitidamente, esse procedimento possui uma semelhança incostestável com o método de custo padrão, podendo-se ser entendido o custo projetado como uma previsão ou um padrão propriamente dito. A preocupação de Silva (1999) é evidente em relação à metodologia tradicional de custeio, que “não procura determinar quanto o produto custará depois de desenvolvido e carregado nas linhas de produção, obtendo-se, no máximo, aproximações grosseiras sobre o resultado líquido esperado de retorno sobre o investimento feito no produto”.

Com isso, estimula-se o raciocínio sobre a funcionalidade do mecanismo de realização de previsões de custeio e posterior comparativo com o custo real, tanto na organização quanto na cadeia de valor que a mesma está inserida.

2.3. SÉRIES TEMPORAIS

As séries temporais são oriundas num primeiro momento científico de observações meteorológicas em relação às temperaturas, precipitações, marés e outros fenômenos de ordem natural, analisadas quantitativamente em intervalos regulares de tempo.

O uso de dados de séries temporais em análises econômicas⁷ é crescente e conhecido já a algum tempo (Gujarati, 2000). Segundo Murteira, Müller e Turkman (1993), o estudo das sucessões cronológicas têm papel de relevo em economia, medicina e agricultura, além de meteorologia e geofísica. Ao discorrer sobre séries temporais nesse trabalho, procurou-se um enfoque híbrido, capaz de aproximar os elementos mais importantes dos procedimentos estatísticos com os econométricos e

⁷ Nesse contexto de análise econômica está inserida a disciplina Econometria que, segundo Gujarati (2000, p. 26), significa literalmente “medida econômica”.

De acordo com a definição de Murteira e Turkman (1993, p. 1), “uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo”. Os autores Murteira, Müller e Turkman (1993) referem-se à séries temporais como sucessões cronológicas, pois “uma sucessão cronológica define-se como conjunto de

observações feitas em pontos ou períodos sucessivos de tempo durante determinado intervalo”.

Por meio da Figura 10, pode-se verificar um exemplo de série temporal, sendo nesse caso apresentado as vendas anuais das fábricas no mundo (em milhões de unidades) da General Motors Corporation (GM) até o ano de 1992.

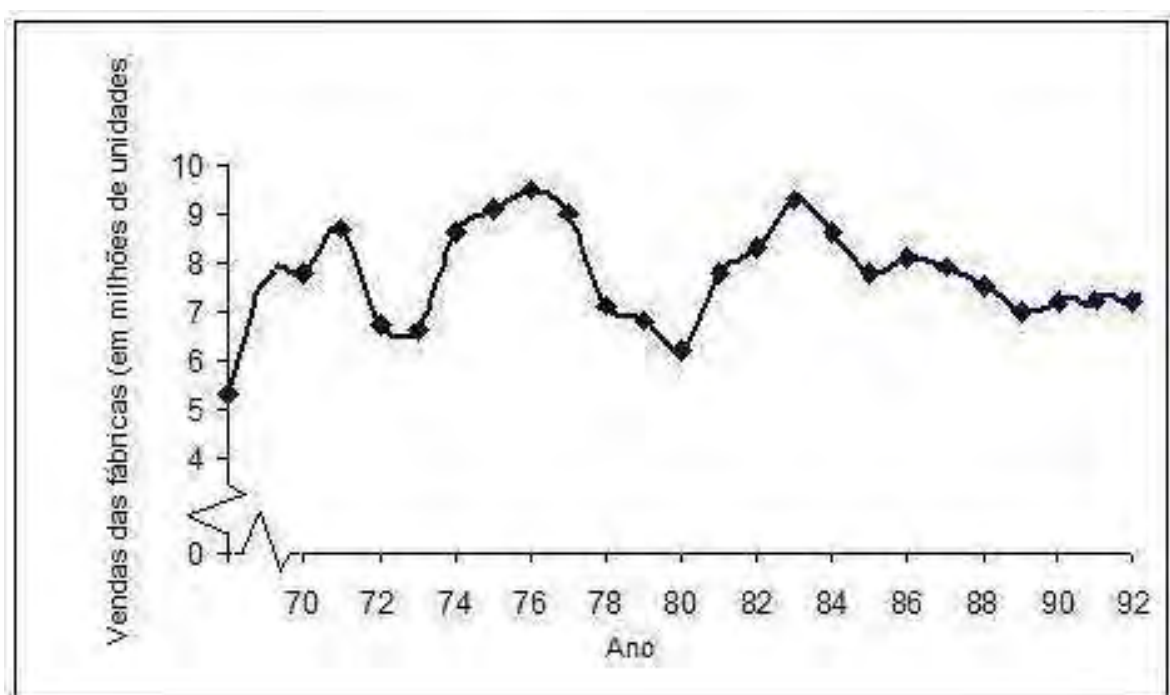


Figura 10 – Vendas das fábricas da GM (milhões de unidades, 1970-1992)
Fonte: Adaptado de Levine, Berenson e Stephan (2000, p. 634)

As motivações e objetivos nos estudos de séries temporais (ou sucessões cronológicas) que são apresentados por Murteira, Müller e Turkman (1993), estão concentrados em:

a. Descrição: em termos de comportamento da série, cálculo de medidas descritivas como média aritmética, variância de todos os termos ou dos termos correspondentes sucessivos, entre outros.

b. Explicação: dando-se basicamente através da observação da evolução no tempo de diversas variáveis presumindo-se variações pela identificação de padrão em outras sucessões.

c. Previsão: de variáveis com base nas observações feitas no passado, motivado pela própria existência do fator tempo, levando as pessoas a tentarem antecipar a evolução no futuro.

d. Controle: através de limites previamente especificados, caso contrário é necessário intervenções corretivas objetivando a manutenção do controle.

Na análise empírica de dados, Gujarati (2000, p. 713) destaca a importância da utilização de dados de séries temporais, comentando que “dados de séries temporais tornaram-se tão freqüentes e intensivamente utilizados na pesquisa empírica que os econometristas começaram recentemente a dar grande atenção a tais dados”.

2.3.1. Análise de Séries Temporais

Algumas considerações gerais são necessárias como introdução ao entendimento da análise de séries temporais. As séries temporais podem ser *discretas* (as quais contém conjuntos finitos de pontos, como por exemplo, a quantidade de vendas de carros populares no Brasil de 1994 a 2008) ou *contínuas* (sendo essas obtidas através de métricas, como por exemplo, medições à cada um minuto de distância percorrida por um atleta).

Existem basicamente dois enfoques utilizados na análise de séries temporais. Em um dos enfoques, “a análise é feita no *domínio temporal* e os modelos propostos são *modelos paramétricos* (com um número finito de parâmetros)”. No outro enfoque, “a análise é conduzida no *domínio de freqüências* e os modelos propostos são *modelos não-paramétricos*”. A análise realizada no domínio de freqüências é a *análise espectral*, “onde a existência do espectro [que é uma transformada de Fourier da função de autocorrelação] é a característica fundamental”. (MORETTIN E TOLOI, 1985, p. 2).

Contudo, não será apresentado com maiores detalhes a referida análise no domínio de freqüências⁸, por não ser pertinente à metodologia dessa pesquisa.

Examinando o exemplo de série temporal ilustrado anteriormente na Figura 10, nota-se o estabelecimento de uma curva. Partilhando afirmação com os autores Morettin e Toloí (1985, p. 3), essa curva é chamada de *trajetória* do processo que está sendo observado e este (processo estocástico, que será melhor detalhado no próximo tópico) nada mais é do que o conjunto de todas as possíveis trajetórias que poderíamos observar”.

Para que se proceda a análise estatística de séries temporais, deve-se considerar a estacionariedade das mesmas. O texto à seguir (Morettin e Toloi, 1985, p. 6), esclarece esse aspecto da análise:

Uma das suposições mais freqüentes que se faz a respeito de uma série temporal é a de que ela é estacionária, ou seja, ela se desenvolve no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável. Todavia, a maior parte das séries que encontramos na prática apresentam alguma forma de não estacionariedade. Assim, as séries econômicas apresentam em geral *tendências*, sendo o caso mais simples aquele em que a série flutua ao redor de uma reta, com inclinação positiva ou negativa (tendência linear).

A identificação e correção da não estacionariedade têm sido motivo de pesquisa investigativa para Silva *et al.* (2007). Na referida pesquisa realizada pelos citados, em relação às regressões realizadas entre duas ou mais variáveis, concluiu-se que “a teoria empregada na literatura contábil concernente à utilização de técnicas estatísticas em comportamento dos custos não considera a análise das estacionariedade das séries”, assim ferindo os modernos conceitos da Econometria utilizado em finanças e ampliando a discussão em uma área incipiente das Ciências Contábeis, a Contabilometria.

O procedimento de correção ou transformação mais comum dos dados originais de séries, se estes não formarem uma série estacionária⁹, é tomar *diferenças* sucessivas da série original, até se obter uma série estacionária.

⁸ Para maior esclarecimento sobre esse tipo de análise, recomenda-se consultar Pereira, Pais e Sales (1986)

⁹ A definição apresentada é para as chamadas séries **fracamente estacionárias**, onde a média e variância se mantêm constantes ao longo do tempo e a função de autocovariância depende apenas da defasagem entre os instantes de tempo. (GUJARATI, 2000, p. 719)

$$\Delta Z(t) = Z(t) - Z(t-1) \quad (2.4)$$

E a segunda diferença é:

$$\Delta^2 Z(t) = \Delta[\Delta Z(t)] = \Delta[Z(t) - Z(t-1)] \quad (2.5)$$

ou seja,

$$\Delta^2 Z(t) = Z(t) - 2Z(t-1) + Z(t-2) \quad (2.6)$$

Finalizando o raciocínio nessa seção, tem-se então que as séries temporais são processos estocásticos estacionários de segunda ordem. Ainda segundo Morettin e Toloi (1985, p. 17), contribuindo para o entendimento acerca do assunto, afirmam que “os modelos utilizados para descrever séries temporais são processos estocásticos, isto é, processos controlados por leis probabilísticas”. À caráter prático, Barros (2004, p. 207) explica:

Um processo estocástico estacionário de 2ª ordem pode ser descrito (no domínio do tempo) por sua média, variância e função de autocovariância (ou de autocorrelação). Na prática não conhecemos totalmente o processo estocástico que gerou a série que está sendo observada, e estas quantidades (média, variância, autocorrelação) devem ser estimadas a partir da série temporal (...).

Portanto, se uma série apresentar média, variância e autocovariância instáveis, ela é não-estacionária. De acordo com Costa Neto (1977), a média é uma medida de tendência central, que indica o centro de uma distribuição de frequências, enquanto a variância é uma medida de dispersão, representada pela média dos quadrados das diferenças dos valores em relação à sua média. Já a autocorrelação “significa a correlação [relacionamento entre variáveis] de uma variável com valores defasados (com diferenças no tempo) dela mesma”. (SARTORI, 2003, p. 297).

À seguir, será apresentada uma explanação sobre os processos geradores das séries temporais, os processos estocásticos estacionários.

2.3.2. Processos Estocásticos Estacionários

São muitos os fenômenos quantificáveis ao nosso redor, os quais revelam diversas situações em que as medidas tendem a se concentrar em torno de um valor. A realização de medições, por exemplo, revelam medidas sobre as quais “é

razoável supormos que há uma chance muito maior de encontrarmos uma medida próxima desse valor do que afastada dele” (LOPES, 1999, p. 89).

Esse autor relata que o valor que se deseja determinar é o valor verdadeiro, e por exemplo, se ele for 30, há uma chance maior de encontrar uma medida entre 29 e 31 do que entre 45 e 47, embora as diferenças entre esses pares sejam a mesma (igual a 2). Portanto, as chances de se encontrar valores acima do considerado verdade é de 50%, como é também 50% a chance de se encontrar abaixo e assim, como nada se sabe a princípio, aplica-se o conceito de eqüiprobabilidade.

Têm-se então a distribuição probabilística mais utilizada em problemas estatísticos, a chamada distribuição de DeMoivre – Laplace – Gauss¹⁰, conhecida como distribuição *normal* e representada em sua função densidade de probabilidade (FDP) de uma variável aleatória, de acordo com Lopes (1999), por:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \text{ para } -\infty < x < \infty \quad (2.7)$$

¹⁰ O matemático francês Abraham DeMoivre (1667-1754), o também matemático francês Pierre Simon Laplace (1749-1827) e o matemático alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855) foram os difusores da distribuição normal

Laplace-Gauss é ilustrada na Figura 11.

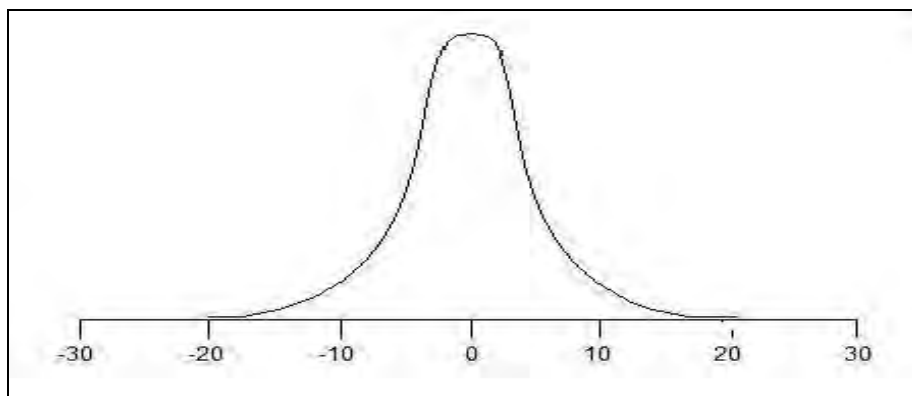


Figura 11 – Função de densidade de probabilidade de DeMoivre-Laplace-Gauss

Fonte: Lopes (1999, p. 90)

Um processo estocástico, de acordo com Morettin e Toloi (1985 p. 16) “é uma família de variáveis aleatórias (v.a.)”, supondo-se definidas num mesmo espaço de probabilidade (Ω, A, P) . Normalmente, o conjunto T é o dos inteiros $\mathbf{Z} = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ ou dos reais $\mathbf{R}$ e para cada $t \in T$, $Z(t)$ será uma v.a. real. Tem-se então uma função de dois argumentos $Z(t)$, pois para $t \in T$, $Z(t)$ é uma v.a. definida sobre Ω , sendo essa função $Z(t, \omega)$, $t \in T$, $\omega \in \Omega$. A Figura 12 ilustra esta interpretação de um processo estocástico.

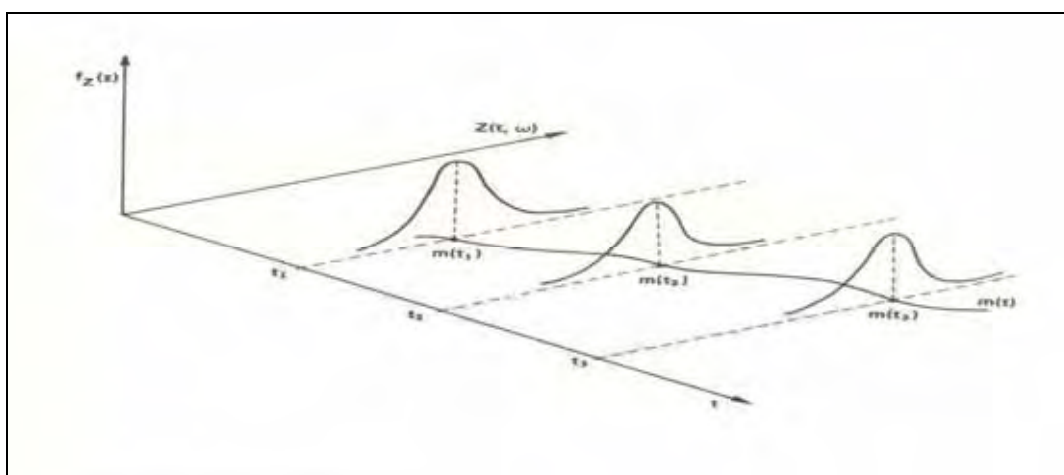


Figura 12 – Um processo estocástico interpretado como uma família de variáveis aleatórias

Fonte: Morettin (2008, p. 26)

Conforme a Figura 12, para cada $t \in T$ temos uma v.a. $Z(t, \omega)$ com uma distribuição de probabilidades, cuja função densidade de probabilidade (FDP) no instante t_1 pode ser diferente no t_2 , mas o usual é que a FDP de $Z(t, \omega)$ seja considerada a mesma, para todo $t \in T$. Os autores Murteira, Müller e Turkman (1993, p. 14) reforçam o exposto e afirmam que “matematicamente, processo estocástico é coleção ordenada de variáveis aleatórias”.

Numa outra interpretação de processo estocástico, “para cada $\omega \in \Omega$ fixado, obteremos uma função de t , ou seja, uma *realização* ou *trajetória* do processo, ou ainda, uma série temporal” (MORETTIN E TOLOI, 1985, p. 18).

A Figura 13, apresentada a seguir, ilustra a interpretação de um processo estocástico como uma família de trajetórias.

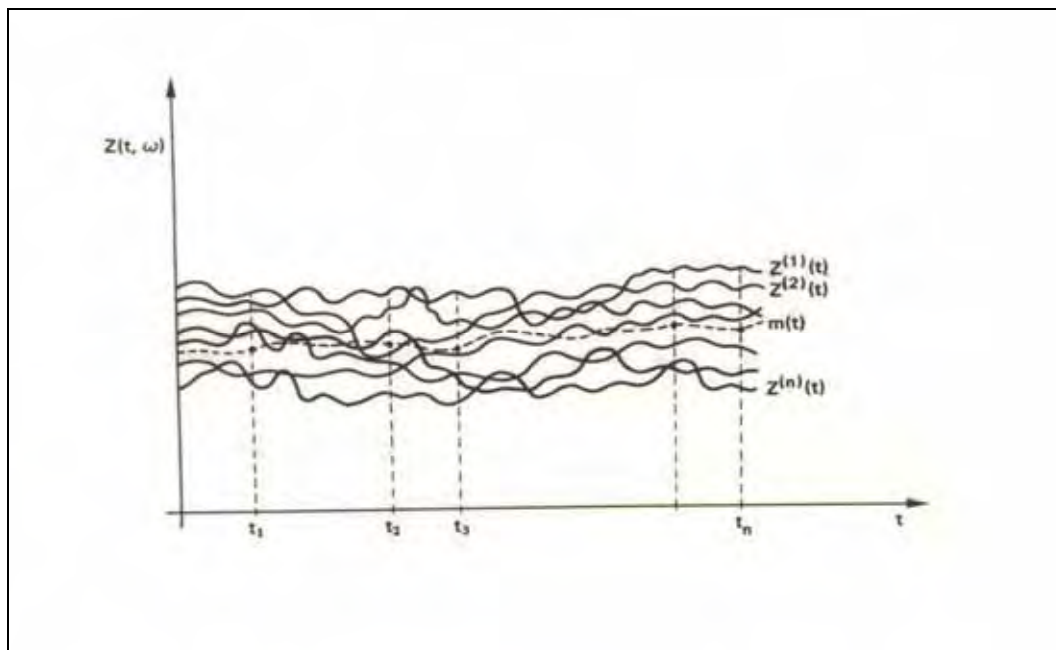


Figura 13 – Um processo estocástico interpretado como uma família de trajetórias

Fonte: Morettin (2008, p. 27)

Analisando a Figura 13, observa-se que cada realização $Z^{(j)}(t)$ é uma função do tempo t não aleatória sendo cada t fixo, $Z^{(j)}(t)$ é um número real. Identifica-se $Z(t, \omega)$ como a distribuição de probabilidade, enquanto o conjunto dos valores $\{Z(t), t \in T\}$ é chamado *espaço dos estados*, E , do processo estocástico e os valores de $Z(t)$ são chamados *estados*. Na interpretação de um processo estocástico como uma família de trajetórias, pode-se ter *parâmetro discreto* se T for um intervalo finito ou enumerável, como $T = \{1, 2, \dots, N\}$ ou $T = \mathbf{Z}$ e se T for um intervalo de $\mathbf{R}$ obtemos um processo com *parâmetro contínuo*. Tendo-se parâmetro discreto, $Z(t)$ pode representar o número de pedidos que o setor produtivo de uma empresa recebe durante duas horas e tendo-se parâmetro contínuo, $Z(t)$ pode representar temperatura, pressões, ou seja, diversos tipos de métricas. Pode-se designar, portanto, $Z^{(j)}(t)$ (uma realização de um processo estocástico) como simplesmente $Z(t)$ e as observações temporais em instantes discretos equiespaçados no tempo como $Z_1, Z_2, \dots, Z_N$ ou $Z_t, t = 1, 2, \dots, N$.

Apresentado o processo estocástico (ou aleatório), pode-se considerar o mesmo como gerador de dados de qualquer série temporal. Tais dados, apresentados em forma de um conjunto, “podem ser considerados como uma

realização (isto é, uma amostra) do processo estocástico subjacente”. (GUJARATI, 2000, p. 717).

Pela suposição de que a maioria dos procedimentos de análise estatística de séries temporais sejam estacionários, conforme destacado no tópico 2.3.1., nessa pesquisa os dados originais não serão transformados por meio das diferenças, conforme equação 2.1 (1ª diferença) e 2.2 (2ª diferença ou mais, se necessário). De acordo com Gujarati (2000, p. 719), uma série temporal qualquer (Y_t) é estacionária se a mesma obedecer as seguintes propriedades:

$$\text{Média: } E(Y_t) = \mu \quad (2.8)$$

$$\text{Variância: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2.9)$$

$$\text{Covariância: } \gamma_k = \text{cov}(\gamma_k) = (E[(Y_t - \mu) \cdot (Y_{t+k} - \mu)]) \quad (2.10)$$

Na realização dos procedimentos técnicos da pesquisa tem-se apenas uma variável, a qual é chamada de *Custo do Processo Produtivo*. Conforme escrito, não serão tomadas diferenças, já que se pretende captar com originalidade o comportamento da série. Maiores preocupações em torno de procedimentos estatísticos surgiriam se houvessem mais de uma variável a ser estudada à caráter de dependência ou relacionamento. Assim, aspectos como regressão espúria, presença de raízes unitárias através de testes como DF (Dickey-Fuller) e o ADF (Augmented Dickey-Fuller), entre outros, seriam abordados (maiores esclarecimentos, recomenda-se consultar GUJARATI, 2000, cap. 5).

2.3.3. Decomposição de Séries Temporais

Ao decompor uma série temporal, geralmente tem-se a intenção de examinar o comportamento ou as características da série em pauta. A construção do gráfico da série temporal de interesse constitui um ponto importante a ser destacado, pois “este procedimento simples costuma ser bastante esclarecedor, e nos permite identificar como evolui a tendência da série, se existe ou não sazonalidade, se ocorrem observações aberrantes, etc...” (Barros, 2004, p. 204).

Em termos práticos, ao plotar os dados de uma série temporal e examinar graficamente, alguns padrões (que também podem ser chamados de componentes

da série temporal de estudo), ou mesmo uma combinação entre eles podem ser identificados. Tais padrões serão explanados nos itens subseqüentes.

2.3.3.1. Tendência

O padrão de tendência que uma série temporal pode indicar é entendido como um comportamento de orientação, podendo ser constante, ascendente ou descendente (linearmente ou quadraticamente) dos dados históricos da série. A Figura 14 ilustra tais comportamentos.

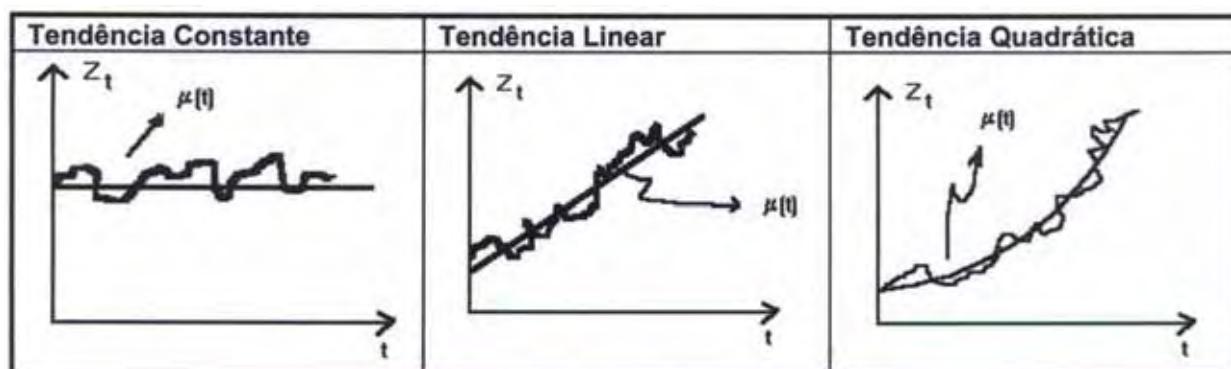


Figura 14 – Tendência de uma série
Fonte: Adaptada de Barros (2004, p. 206)

A presença de alguns padrões em séries temporais estão relacionados com maiores ou menores espaço de tempo dentro do “range” de análise. Como exemplo do componente observável tendência, Moretin e Toloï (1985, p. 35), afirmam que “de modo geral, a tendência em séries econômicas ou demográficas é causada por fatores que são medidos durante períodos longos de tempo.”

Os autores Morettin e Toloï (1985), Murteira, Müller e Turkman (1993), Braule (2001) identificam o padrão de tendência como “Tt”, enquanto Fonseca, Martins e Toledo (1976), identificam como “St”.

2.3.3.2. Sazonalidade

A sazonalidade é um padrão de séries temporais que indica uma repetição em um determinado período de tempo, geralmente anual, comparado com o ano anterior e subseqüente. É dito que uma série apresenta sazonalidade “(...) quando

se observa a repetição, ano após ano, do mesmo tipo de comportamento, o que significa dizer que em determinados meses os valores se situam *sistematicamente* acima (abaixo) da tendência.” (BRAULE, 2001, p. 166).

Reconhece-se o componente sazonal pela notação “St” (Moretin e Tolo, 1986; Braule, 2001) e como exemplo de sazonalidade temos que “vendas de sorvete são altas no verão e baixas no inverno”. (Barros, 2004, p. 206).

2.3.3.3. Ciclos

Existem determinados movimentos oscilatórios que podem apresentar-se em séries temporais de maneira expansiva (positiva) ou depressiva (negativa), no geral em forma de curvas. Denominam-se ciclo o padrão de séries temporais que obedecem a ciclos de determinada amplitude que se repetem com o passar dos anos.

De acordo com Reid e Sanders (2005, p. 145), os ciclos podem ser “recessão, inflação ou mesmo ciclo de vida de um produto” e que “a principal distinção entre um padrão sazonal e um padrão cíclico é que um padrão cíclico varia em extensão e em magnitude e é, por conseguinte, muito mais difícil de prever do que outros padrões.” Os ciclos em séries temporais são representados pela notação “Ct” (Murteira, Müller e Turkman (1993, p. 7).

2.3.3.4. Ruído branco

O termo ruído branco, também conhecido como termo de ruído aleatório, corresponde à parte aleatória presente nas séries temporais. Tal componente aleatório é composto de uma porção não-controlável do modelo de decomposição temporal, sendo perturbações ou choques aleatórios que podem ocorrer nas séries temporais.

A nomenclatura para esse componente é bem diversificada. Outra denominação dada por Gujarati (2000, p. 724) refere-se ao ruído branco como “termo de erro estocástico” e também explica que “ele tem média zero, variância σ^2 e é não autocorrelacionado”. Do inglês *white noise*, o componente aleatório incorpora mais denominações conhecidas: erro, com representação “E_t” (Sartoris,

2003; Murteira, Müller e Turkman, 1993) e resíduo (Barbiero, 2003). Usualmente, as representações de ruído branco são “ a_t ” (Moretin e Tolo, 1985) e “ u_t ” (Gujarati, 2000).

Desse modo, Sartoris (2003, p. 346) define ruído branco como “(...) um processo estacionário com média zero, com o detalhe de não apresentar autocorrelação.”

2.3.3.5. Modelos de Decomposição

Conhecidos os padrões encontrados nas séries temporais de acordo com o versado até o presente momento, pode-se afirmar que uma série temporal é decomposta pela sua parte sistêmica que corresponde à tendência, sazonalidade ou ciclicidade e pela sua parte aleatória, denominada de não-sistemática ou porção não-controlável do modelo. Na Figura 15 pode-se verificar a equação que ilustra essa condição.

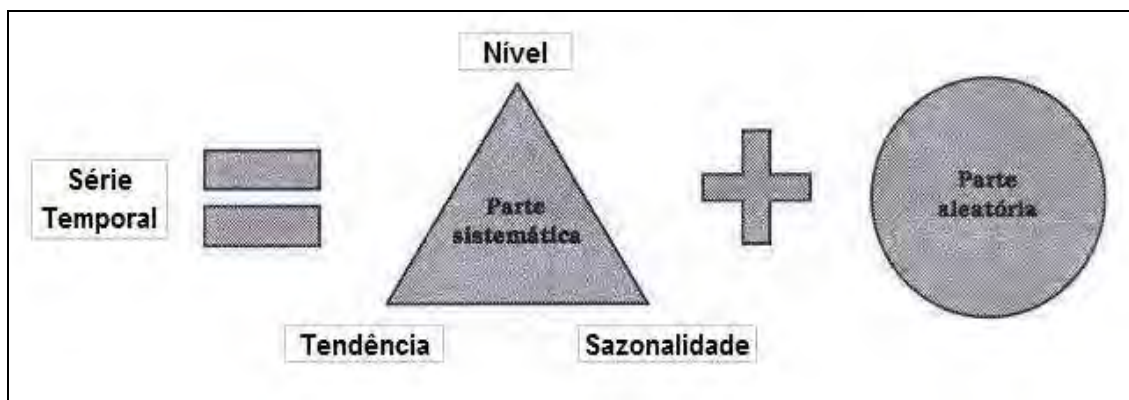


Figura 15 – Decomposição de uma série temporal
Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007, p. 338).

Os modelos de decomposição que representam às séries temporais podem ser aditivos, multiplicativos, mistos ou mais complicados e sua adequação varia de acordo com a particularidade de cada série. O modelo aditivo, por exemplo, é mais adequado quando a sazonalidade não depende de outros componentes, como a tendência. Quanto ao modelo multiplicativo, sua adequação é coerente quando as amplitudes sazonais variam com a tendência.

Quanto ao padrão de ciclos, Moretin e Toloï (1985, p. 35) revelam que “era comum, historicamente, incluir no modelo uma componente cíclica” e que:

[...] aquilo que parece ser uma tendência na série pode ser parte de um ciclo com período muito grande, que não é detectável devido ao fato de estarmos observando a série em um intervalo de tempo pequeno, comparado com o ciclo.

Com isso, não serão consideradas as séries cíclicas no que se segue adiante. Ainda pelos mesmos autores, são dadas as equações referentes aos métodos, sendo para o multiplicativo:

$$Z_t = T_t \cdot S_t \cdot a_t \quad (2.11)$$

E para o aditivo:

$$Z_t = T_t + S_t + a_t \quad (2.12)$$

sendo possível considerar modelos mistos:

$$Z_t = T_t S_t + a_t \quad (2.13)$$

onde: Z_t = série temporal; T_t = componente tendência; S_t = componente sazonal e a_t = porção aleatória.

Complementando, se necessário fazê-lo, é permitido transformar um modelo multiplicativo calculando-se logarítimos para Z_t , T_t , S_t e a_t . A questão central da decomposição de séries temporais é a de modelar convenientemente os componentes tendência, sazonalidade e ruído, a fim de capturar a estrutura passada e abrir espaço para realização de previsões de valores futuros da série.

2.3.4. Procedimentos de Previsão em Séries Temporais

Retomando o assunto previsão discorrido no item 2.2.4. e considerando o dissertado à caráter introdutório para o que será apresentado, com foco nas técnicas de previsão de séries temporais, consideremos a existência de dois tipos de modelos de previsão, sendo automáticos e não-automáticos. Tais modelos são pertinentes à categorização da previsão em si, sendo exposto por Morettin e Toloï (1985, p. 12) que os modelos automáticos “são aplicados diretamente com a

utilização de um computador” e que os não-automáticos “exigem a intervenção de pessoal especializado, para serem aplicados.

No tocante aos procedimentos de previsão em séries temporais, no entanto, é possível fazer uma distinção entre duas classes de modelos existentes (Barros, 2004, p. 205):

- Modelos Univariados: a série temporal é explicada (prevista) apenas pelos seus valores passados;
- Modelos Multivariados ou Causais: a série temporal é explicada (prevista) pelos seus valores passados e também pelos valores passados de outras variáveis.

Um fato muito importante na previsão para séries temporais é que para ser considerada de boa qualidade, uma previsão deverá ter o mínimo de erro possível. A princípio, é contundente a idéia de que “as previsões quase sempre contém erros”, conforme Ritzman e Krajewski (2004, p. 277). Por outro lado, é também de certa forma natural a aceitação dessa idéia, já que Reid e Sander (2005, p. 141) escreveram que “os responsáveis pelas previsões sabem que têm que conviver com um certo nível de erro, que é a diferença entre o que foi previsto e o que realmente acontece”.

Sobre erro de previsão, na Estatística Aplicada, disciplina constante em muitos cursos de administração, economia, engenharia e outros, admite-se estimativas de parâmetros populacionais e também erros de estimativas, visto que os níveis de confiança normalmente usados são 90%, 95% e 99%, sendo 10%, 5% e 1% respectivamente (indicados por α), os níveis fora da área de confiança. Montgomery e Runger (2003, p. 154) explicam que se $\bar{x}$ for a média de uma amostra aleatória, de tamanho n , de uma população com variância conhecida σ^2 , um intervalo com $(100-\alpha)\%$ de confiança para μ é dado por:

$$\bar{x} - z_{\alpha/2} \sigma / \sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha/2} \sigma / \sqrt{n} \quad (2.14)$$

Portanto, tem-se que “a distância entre a estimativa pontual e o valor do parâmetro real é chamado de **erro da estimativa**”, constituindo um exemplo de erro

conhecido, que quanto menor for, mais precisa será a estimativa. (LARSON E FABER, 2004, p. 211).

Assim, um modelo de previsão considerado de boa qualidade gera previsões com erro pequeno, portanto “é interessante acompanhar quantidades como a soma dos quadrados dos erros de previsão, ou a soma dos valores absolutos dos erros de previsão.” (Barros, 2004, p. 203).

Conhecida a inevitável participação dos erros nas previsões, cabe expor alguns dos modelos bastante difundidos para previsão de séries temporais, sendo todos eles univariados.

2.3.4.1. Média Móvel Simples (MMS)

Um dos modelos mais simples de serem calculados, o modelo da média móvel simples ou MMS “deve ser aplicado apenas para demandas que não apresentarem tendência ou sazonalidade”. (Peinado e Graeml, 2007, p. 339). Uma série temporal, composta de seu nível e de um ruído aleatório, segundo Morettin e Tolo (1985, p. 90), pode ser expressa por:

$$Z_t = \mu + a_t \quad (2.15)$$

tal que $E(a_t) = 0$, $\text{Var}(a_t) = \sigma_a^2$ e μ_t é um parâmetro desconhecido, que pode variar lentamente com o tempo.

Na descrição do modelo de média móvel, a observação mais antiga é substituída pela mais recente a cada período, calculando-se uma média nova. Partindo do cálculo da média aritmética das r observações mais recentes, através da fórmula:

$$M_t = \frac{Z_t + Z_{t+1} + \dots + Z_{t-r+1}}{r} \quad (2.16)$$

pode-se prever os valores futuros, sendo que a previsão é a última média calculada, dada por:

$$\hat{Z}_t(h) = M_t, \quad \forall h > 0 \quad (2.17)$$

O modelo de médias móveis tem como uma característica importante que **“todas as observações** usadas para o cálculo **têm o mesmo peso** (que é $1/N$). Contudo, a idéia de que as observações mais recentes possuem maior relevância para a previsão, deveriam receber um peso maior que as mais antigas, conforme Barros (2004, p. 205). A referida idéia acaba por instigar a discussão sobre os modelos de suavização exponencial.

2.3.4.2. Suavização Exponencial

Os modelos de suavização exponencial também podem ser chamados de métodos de amortecimento exponencial ou ainda métodos de alisamento exponencial. São traduções livres do termo em inglês *“Exponential Smoothing”* e a idéia geral que circunda esses modelos é parecida com a do método de médias móveis, porém atribuídos pesos nas observações através de constantes de suavização, que diminuem quanto maior for a distância da observação em relação às observações passadas. Existem inúmeras variações desses modelos, das quais algumas podem ser destacadas e melhor explanadas, por serem bem difundidas ao ponto que “os métodos de amortecimento são os métodos de previsão mais usados no dia a dia das empresas” (BARROS, 2004, p. 206).

i) Suavização Exponencial Simples (SES)

O problema da falta de definição dos pesos no modelo da média móvel simples não é pertinente ao modelo de suavização exponencial simples, pois o mesmo considera uma constante de amortecimento, “o que significa [...] uma média ponderada que dá pesos maiores às observações mais recentes, eliminando uma das desvantagens do método MMS” segundo Morettin e Toloí (1985, p. 96). A equação que descreve o modelo de suavização exponencial simples (SES) é dada por:

$$\bar{Z}_t = \alpha Z_t + \alpha(1 - \alpha)Z_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 Z_{t-2} + \dots \quad (2.18)$$

onde $\bar{Z}_t$ é o valor exponencialmente suavizado e α é a constante de suavização que varia de zero a um, ou seja, $0 \leq \alpha \leq 1$. A equação de previsão é expressa da seguinte maneira:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t, \quad \forall h > 0 \quad (2.19)$$

Embora o descrito modelo de suavização simples atribua ponderação de pesos exponencialmente decrescentes, que na sua aplicação certamente atribui maior sensibilidade em relação ao método da média móvel simples, ainda é um modelo que “também deve ser aplicado apenas para demandas que não apresentarem tendência nem sazonalidade”, conforme Peinado e Graeml (2004, p. 348).

Referente a constante de suavização, a qual alguns autores chamam de constante de amortecimento (Barros, 2004) e outros de constante de alisamento (Morettin e Toloí, 1985), tem-se que:

Quanto menor for o valor de α mais estáveis serão as previsões finais, uma vez que a utilização de baixo valor de α implica que pesos maiores serão dados às observações passadas e, conseqüentemente, qualquer flutuação aleatória, no presente, exercerá um peso menor no cálculo das previsões. Em geral, quanto mais aleatória for a série estudada, menores serão os valores da constante de alisamento. (Morettin e Toloí, 1985, p. 99).

O modelo de suavização exponencial simples é de fácil entendimento e aplicação, porém cabe citar uma particularidade do mesmo que é a dificuldade de determinar o valor mais apropriado da constante de suavização.

ii) Suavização Exponencial Dupla de Holt (SEH)

Os modelos apresentados anteriormente não são adequados para séries temporais que apresentam tendências. De acordo com Baco, Lima e Paiva (2006), “quando a série apresentar tendência, mas não sazonalidade, os métodos MMS e SES não trabalham bem” e por isso é adequado a especificação do modelo de

suavização exponencial dupla de Holt. É concebido por Morettin e Toloi (1985, p. 102), que uma série que apresenta tendência é expressada de modo:

$$Z_t = \mu_t + T_t + a_t \quad (2.20)$$

Equiparando o modelo de suavização exponencial dupla de Holt aos demais modelos anteriores, nota-se a presença do componente tendência (indicado por T_t), fazendo-se necessária a suavização, além do componente μ_t , também do referido componente T_t . Para isso, a inserção de duas constantes de suavização (A e C) são pertinentes ao modelo, cujos valores de nível e tendência são estimados, em concordância com Morettin e Toloi (1985, p. 102) por:

$$\bar{Z}_t = AZ_t + (1 - A)(\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad (2.21)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C)\hat{T}_{t-1} \quad (2.22)$$

As constantes de suavização são concebidas, nesse modelo, de forma análoga ao modelo de suavização exponencial simples, variando entre zero e um. Os autores Morettin e Toloi (1985, p. 102) também fornecem a equação de previsão para $\hat{Z}_{t+h}$, sendo h o número de passos à frente desejado para a previsão:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t, \quad \forall h > 0 \quad (2.23)$$

Algumas características são pontos de destaque para essa modelagem, como o fato das constantes de suavização usadas para o cálculo do nível e tendência “serem diferentes (suavizadas separadamente)”, uma para nível e outra para tendência e pela existência de um parâmetro adicional, a dificuldade de otimização dos melhores valores das constantes. (BARROS, 2004, p. 217).

iii) Suavização Exponencial Sazonal de Holt-Winters (HW)

Séries temporais que apresentam um padrão de comportamento mais complexo requerem modelos de suavização capazes de incorporar flutuações

agressivas, como no caso dos padrões sazonais. O modelo de suavização exponencial sazonal de Holt-Winters é “um dos modelos mais utilizados na prática (especialmente em empresas)”, conforme Barros (2004, p. 222) e é capaz de modelar séries sazonais, gerando previsões de boa qualidade a um custo computacional bastante baixo. A idéia principal do modelo é a suavização das informações passadas três vezes.

Existem dois tipos de modelos diferentes para a sazonalidade, sendo o multiplicativo e o aditivo. A equação representativa do modelo multiplicativo é dada por Morettin e Toloi (1985, p. 107):

$$Z_t = \mu_t \cdot F_t + T_t + a_t \quad (2.24)$$

No modelo multiplicativo, além do “nível médio $[\mu_t]$ aumentar com o passar do tempo (devido a tendência) e ter uma flutuação periódica ao longo do nível médio (sazonalidade), a amplitude de variação também aumenta, caracterizando uma série multiplicativa”, de acordo com Baco, Lima e Paiva (2006). As constantes de suavização empregadas variam entre zero e um e são diferentes (A, C e D) para cada um dos passos de suavização, que consiste no emprego de três equações, expostas por Morettin e Toloi (1985, p. 107):

$$\hat{F}_t = D \left\{ \frac{Z_t}{\bar{Z}_t} \right\} + (1-D) \hat{F}_{t-s} \quad (2.25)$$

$$\bar{Z}_t = A \left\{ \frac{Z_t}{\hat{F}_{t-s}} \right\} + (1-A)(\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad (2.26)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)\hat{T}_{t-1} \quad (2.27)$$

Os mesmos autores também registraram em seu trabalho as equações de previsão para o modelo multiplicativo, sendo:

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t) \hat{F}_{t+h-s}, \quad h = 1, 2, \dots, s \quad (2.28)$$

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t) \hat{F}_{t+h-2s}, \quad h = s+1, \dots, 2s \quad (2.29)$$

O modelo aditivo, bem como as equações de suavização para esse modelo e as equações de previsão, são descritas por Morettin e Toloi (1985, p. 108) e serão dadas na sequência. A equação para o modelo aditivo é a seguinte:

$$Z_t = \mu_t + T_t + F_t + a_t \quad (2.30)$$

No modelo aditivo, nota-se a adição de todos os termos e também que apesar do nível médio aumentar com o passar do tempo devido a tendência e de existir flutuação do nível médio μ_t , a amplitude da flutuação permanece constante. As equações de suavização são dadas por:

$$\hat{F}_t = D(Z_t - \bar{Z}_t) + (1 - D)\hat{F}_{t-s} \quad (2.31)$$

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1 - A)[\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}] \quad (2.32)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C)\hat{T}_{t-1} \quad (2.33)$$

As equações de previsão para o modelo aditivo, por sua vez, são dadas por:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-s}, \quad h = 1, 2, \dots, s \quad (2.34)$$

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t + \hat{F}_{t+h-2s}, \quad h = s + 1, \dots, 2s \quad (2.35)$$

2.3.4.3. Modelos ARIMA de Box e Jenkins

Como opção aos modelos apresentados, a modelagem ARIMA ou modelo Auto-Regressivo Integrado Médias Móveis consiste em “explicar uma variável por meio de valores passados dela mesma e de valores passados de choques”. (SARTORIS, 2004, p. 346).

A explicação de uma variável através do comportamento ou padrão da série é possível através de uma regressão dessa variável por ela mesma, constituindo um processo **auto-regressivo** de ordem “ p ” ou $AR(p)$, sendo p o número de defasagens. Adicionalmente, analisando-se os choques do presente com os choques do passado, surge o processo conhecido como de **médias móveis**, expresso pela notação $MA(q)$, sendo “ q ” o número de choques passados imbutidos na análise.

O fato de uma série apresentar tanto características de AR como de MA é passível de ocorrência e nesse caso tem-se um processo ARMA. Tal processo pode ser escrito como:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (2.36)$$

onde θ representa um termo constante da parte auto-regressiva, α_1 é uma proporção de t no tempo $(t-1)$, β é uma constante da parte de média móvel e u é o ruído branco, sendo este processo apresentado do tipo ARMA (1,1). Em geral, em um processo ARMA (p,q) existirá p termos auto-regressivos e q termos média móvel. (GUJARATI, 2000).

Quando a série analisada não for estacionária e possuir características de AR e MA, toma-se diferenças, num procedimento semelhante ao encontrado no item 2.3.1., equações 2.1 e 2.2., resultando em uma integração de ordem d , ou seja, a d -ésima diferença tomada, sendo I a indicação de integração, explicitando o modelo ARIMA (p,d,q). (SARTORIS, 2004).

Os modelos da classe ARIMA são ditos iterativos nos quais “a escolha da estrutura do modelo é baseada nos próprios dados”, conforme Morettin e Tolo (1985, p. 154) explicam e são baseados em quatro passos:

- 1) *Especificação*: uma classe de modelos é considerada para análise, ou seja, AR, MA, ARMA ou ARIMA e sua ordem;
- 2) *Identificação*: do modelo, com base na análise de autocorrelação e autocorrelação parcial de um modelo específico;
- 3) *Estimação*: na qual os parâmetros do modelo identificado são estimados, através do método da máxima verossimilhança¹¹ e
- 4) *Verificação ou diagnóstico*: do modelo ajustado, através de uma análise de resíduos, no intuito de verificar se o mesmo é adequado para os fins de previsão.

Para efeito de aplicação prática de tal metodologia, cabe ressaltar que “uma dificuldade para a aplicação do método é que ele requer a utilização de programas adequados” de acordo com Morettin e Tolo (1985, p. 155) e por isso não procurou-se aqui registrar com grande riqueza de demonstrações matemáticas do método, já que a utilização de pacotes computacionais é indispensável.

¹¹ Maiores detalhes sobre a referida metodologia consultar Morettin e Toloí, 1985, cap. 9

Os procedimentos em relação ao presente trabalho foram realizados no local “X”, com coordenadas geográficas médias 22°17’44”S e 48°33’28”W e seu propósito é de efetuar previsões de custo de processo produtivo por meio de séries temporais, visando contribuir com os processos de custeio das empresas.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto a sua natureza, ela é **aplicada**, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática” e “envolve verdades e interesses locais” (SILVA E MENEZES, 2005, p. 20).

Na forma de abordagem do problema, é **quantitativa**, visto que, ainda segundo os mesmos autores, é explicado que a pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”.

Referente aos procedimentos técnicos, trata-se de uma **pesquisa não-experimental**, pois conforme afirmado por Sampieri, Collado e Lucio (2006, p. 223) “o que fazemos na pesquisa não-experimental é observar fenômenos tal como se produzem em seu contexto natural, para depois analisá-los”, ou seja, o evento a ser pesquisa ocorre dentro de uma realidade observada.

Com a intenção de construir uma premissa, pode-se utilizar o método científico dedutivo, aplicável “quando o conhecido é a proposição geral e o que se ignora é a consequência ou o caso particular”, de acordo com Parra Filho e Santos, (2003, p. 40), como no exemplo dado pelos mesmos autores: “Todos os homens são racionais. Todos os brasileiros são homens. Portanto, todos os brasileiros são racionais.” No caso dessa pesquisa:

- Todas os sistemas de custo devem predizer custos futuros.
- Todos as empresas devem possuir sistemas de custos.

- Portanto, todas as empresas devem predizer custos futuros.

3.2. DADOS AMOSTRAIS DA EMPRESA PESQUISADA

Os dados obtidos foram gentilmente cedidos por uma empresa de embalagens flexíveis localizada no interior paulista, mais especificamente uma empresa do ramo de reciclagem e fabricação de filmes plásticos, sacolas, sacos plásticos e filmes contráteis. Tais dados correspondem aos fechamentos mensais de custos pertencentes a um histórico de processo produtivo da referida empresa e a fidelidade dos mesmos é de total responsabilidade da cedente.

A empresa colaboradora é de pequeno porte, de acordo com o enquadramento do Sebrae (2009) quanto a número de funcionários e receita bruta anual. Destaca-se que a referida empresa atende ao único critério obrigatório para essa pesquisa: ter registro dos custos realizados nos últimos anos, via sistema de custos. Esses dados estão disponíveis no sistema informatizado de Contabilidade de Custos da empresa e correspondem ao Custo Real incorrido em cada mês, na sua totalidade.

Na empresa, os custos diretos e indiretos, sendo eles fixos ou variáveis, são todos apropriados diretamente aos produtos e com isso, nota-se o conceito do método de Custeio por Absorção, além do conceito de base de rateio. O Custo Real ou Incorrido é devidamente registrado e considerado um padrão à ser seguido, caracterizando portanto o Custo Padrão como um instrumento auxiliar para gerência, visando controle.

A amostra utilizada corresponde ao período de 38 meses (ou 38 observações), sendo que o período de início da coleta dos dados é Fevereiro de 2006 e a data final da coleta é Março de 2009. Essa amostra corresponde a um período equivalente a aproximadamente 40% do tempo total de existência da empresa fornecedora dos dados e para qual será verificado se o resultado da previsão realizada irá condizer com o custo real incorrido no período previsto, procurando a validação da metodologia de séries temporais para previsão de custos do processo produtivo.

Tem-se, portanto, uma única variável para estudo, chamada de Custo do Processo Produtivo e devido à esse fato, foram trabalhados apenas modelos univariados. A previsão de custos do processo produtivo na empresa fornecedora

dos dados é realizada atualmente por meio de métodos qualitativos (baseados no critério e nas opiniões humanas: subjetivas e não-matemáticas), não é registrada e também não dispõe de uma sistemática comparativa para validar tal previsão como adequada em relação ao incorrido.

Os resultados serão conhecidos pela empresa e adequados ao entendimento da mesma, na forma da máxima colaboração possível do pesquisador. Não é recomendada a generalização de aplicação dos procedimentos de previsão de séries temporais num primeiro momento para as demais empresas de outros ramos de atividade, visto que os procedimentos da pesquisa direcionam-se à uma empresa do ramo de reciclagem e fabricação de filmes plásticos, sacolas, sacos plásticos, filmes contráteis.

3.3. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

A proposição é a utilização de recursos computacionais geralmente disponíveis nas organizações para gerar previsões através de séries temporais, por isso foram adotados métodos automáticos de previsão, ou seja, aqueles que requerem uso de computador. Portanto, com função de suporte para os procedimentos técnicos, foram utilizados os softwares Excel 2007 ® e Minitab 13 ®, sendo o Excel ® pela sua conhecida difusão nas empresas e o Minitab pela grande facilidade de manipulação e por conter ferramentas específicas para séries temporais, as quais permitem a análise, decomposição e previsão dos modelos apresentados.

Sobre a utilização dos softwares, vale frisar que serão utilizados em conjunto e o critério para escolha entre eles no decorrer da pesquisa, dependerá da facilidade de manipulação em cada situação que se faça necessário a recorrência aos mesmos para cálculo ou plotagem gráfica. Tais softwares estão disponíveis para auxílio em pesquisas no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus Bauru, Estado de São Paulo e são de propriedade dessa instituição.

Os resultados de análise serão colhidos e interpretados através das saídas dos softwares, as quais fornecem os parâmetros necessários para a modelagem da série temporal em questão, sendo que será eleito pela comparação de tais

resultados o melhor ajuste e a melhor previsão, pelos erros e desvios calculados pelo software Minitab.

Apresentada uma metodologia com apoio de software que permite realização de previsões através de métodos automáticos, procura-se uma modelagem com facilidade de manipulação e aplicabilidade em organizações do segmento mencionado no item 3.2. que não possuam especialistas em modelos matemáticos no quadro de colaboradores, eliminando a necessidade de testes estatísticos e metodologias mais complicadas para tais não-especialistas, por meio de padrões visuais e identificações de estruturas à partir das saídas do software.

As saídas do software podem ser entendidas como as métricas que o mesmo exibe no intuito de informar a estatística de erro e de desvios para cada modelo de série temporal, sendo especificadas à seguir:

a) MAPE – Mean Absolute Percentage Error ou EPAM – Erro Percentual Absoluto Médio;

b) MAD – Mean Absolute Deviation ou DMA – Desvio Médio Absoluto e

c) MSD – Mean Squared Deviation ou DMQ – Desvio Médio Quadrático.

As fórmulas que o software utiliza para o cálculo de tais estatísticas são dadas à seguir:

$$EPAM = \left(\frac{\left| \frac{P_1 - R_1}{R_1} \right| + \left| \frac{P_2 - R_2}{R_2} \right| + \dots + \left| \frac{P_n - R_n}{R_n} \right|}{n} \right) \quad (3.1)$$

$$DMA = \left(\frac{|P_1 - R_1| + |P_2 - R_2| + \dots + |P_n - R_n|}{n} \right) \quad (3.2)$$

$$DMQ = \left(\frac{(P_1 - R_1)^2 + (P_2 - R_2)^2 + \dots + (P_n - R_n)^2}{n} \right) \quad (3.3)$$

Onde: P = Previsto (*Predict*); R = Realizado (*Actual*); n = Número de períodos.

O horizonte de previsão a ser estudado é o de curto prazo, sendo num primeiro momento a previsão para os três próximos períodos da série, podendo ser realizada ao final de cada período mensal.

No contexto geral, os procedimentos seguiram os seguintes passos:

1. Construção do gráfico da série de dados original (aquela fornecida pela empresa) através da plotagem dos dados;
2. Decomposição da série temporal para identificação de padrões de tendência ou sazonalidade (se identificado esse padrão, verificar a melhor adequação para modelo aditivo ou multiplicativo);
3. Ajuste pelos modelos MMS (Média Móvel Simples), SES (Suavização Exponencial Simples); SEH (Suavização Exponencial de Holt) e HW (Suavização Exponencial de Holt-Winters e
4. Eleição da metodologia de séries temporais mais adequada para previsão de custos do processo produtivo.

Considerando os modelos de previsão de séries temporais existentes, foi adotado o modelo de melhor adequação à característica de dependência serial que os dados históricos de custo de processo apresentaram quando trabalhados, revelando a evolução da série ao longo do tempo. Com isso, delimita-se a modelagem da pesquisa, sendo empregado um modelo de previsão pela análise de séries temporais, como opção ou complemento às práticas de predição adotadas pelas organizações, independente do sistema de custo.

Existem várias concepções de sistemas de custos que variam em função da necessidade e da visão de cada empresa. Como todo método ou sistemática, qualquer processo de custeio pode incorrer de melhorias devido às características individuais dos métodos existentes para utilização, que abrem instintivamente margem para questionamentos dos usuários ou grupo de usuários que os manipulam.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A série de dados em estudo é expressa em seu eixo “x” pelos Períodos Contábeis referentes aos Valores do Custo Real registrados em reais (R\$), os quais compõem o eixo “y”. Tal série foi plotada através do Excel®, que oferece uma visualização adequada, conforme pode ser verificado na Figura 16.



Figura 16 - Série Histórica de Custos, obtida com o auxílio do software Excel®

Nota-se, a princípio, que a série não possui comportamento explosivo, embora tenha alguns pontos atípicos, estes podendo ser momentos econômicos turbulentos, alterações estruturais ou custos inesperados para a empresa.

Os pontos referentes a Janeiro de 2008 e Setembro de 2008 foram identificados como atípicos. Em Janeiro de 2008, comprou-se uma quantidade de matéria-prima além do necessário para o período mensal. Já em Setembro de 2008, o custo aumentou devido a um grande consumo de recursos sendo consequência de um grande volume de faturamento, de acordo com o proprietário da empresa.

O fechamento de custos de Dezembro de 2008 mostrou-se atípico também, fato este ocorrido pela queda da demanda, pois segundo o proprietário da empresa, a crise mundial refletiu em sua produção fortemente nesse mês e o obrigou a conceder quinze dias de férias coletivas para seus funcionários.

Os Períodos Contábeis correspondem aos Valores de Custo Real registrados, conforme explicitado e também podem ser chamados de Custo de Produção, sob a ótica da Gestão de Operações. No caso da empresa que apresentou os dados, os itens que compõem o referido Custo de Produção são Compras, Processos de Reciclagem, de Extrusão, Corte Solda e Suporte. A somatória desses itens formam o Custo Real, sendo este compreendido aqui como o Custo de Produção, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores do Custo Real ou Custos de Produção

Período Contábil	Valor do Custo Real	Período Contábil	Valor do Custo Real
fev-06	R\$ 128.915	set-07	R\$ 104.609
mar-06	R\$ 180.858	out-07	R\$ 129.952
abr-06	R\$ 85.534	nov-07	R\$ 106.654
mai-06	R\$ 98.658	dez-07	R\$ 146.394
jun-06	R\$ 92.281	jan-08	R\$ 266.654
jul-06	R\$ 114.574	fev-08	R\$ 187.384
ago-06	R\$ 131.900	mar-08	R\$ 121.542
set-06	R\$ 112.299	abr-08	R\$ 139.998
out-06	R\$ 154.181	mai-08	R\$ 133.482
nov-06	R\$ 118.616	jun-08	R\$ 163.556
dez-06	R\$ 97.482	jul-08	R\$ 187.575
jan-07	R\$ 129.396	ago-08	R\$ 217.272
fev-07	R\$ 137.656	set-08	R\$ 245.291
mar-07	R\$ 152.172	out-08	R\$ 228.786
abr-07	R\$ 131.949	nov-08	R\$ 193.190
mai-07	R\$ 178.952	dez-08	R\$ 102.363
jun-07	R\$ 198.310	jan-09	R\$ 152.099
jul-07	R\$ 147.694	fev-09	R\$ 167.440
ago-07	R\$ 155.734	mar-09	R\$ 137.996

Fonte: Dados do Total de Custo de Produção (oriundos do Anexo A)

4.1. DECOMPOSIÇÃO DA SÉRIE TEMPORAL

Na decomposição da série temporal procurou-se identificar os padrões que a mesma apresenta, de modo visual em um primeiro momento. Para isso, elaborou-se um gráfico à partir dos dados da Tabela 4, constando a média da série denominada “Média de Custo” na cor verde e uma linha de tendência na cor vermelha, conforme podem ser visualizados na Figura 17.



Figura 17 - Série Histórica de Custos com média e tendência, obtida com auxílio do software Excel ®

Observando-se a Figura 17, é nota-se que os Valores do Custo Real oscilam menos em torno da Média de Custo resultante (R\$ 149.458,00) que em torno da linha de tendência. Visualmente, a série não segue um padrão nivelado e sim um padrão de tendência, possivelmente sazonalidade (já que, aparentemente, as oscilações positivas e/ou negativas seguem tendências dentro de cada semestre, podendo indicar sazonalidade). No intuito de auxiliar a identificação correta do padrão, recorreu-se à decomposição pelo software Minitab ®.

O procedimento para decomposição da série temporal foi realizado buscando portanto a identificação de tendência ou de sazonalidade. Primeiramente foi testada a presença de tendência adicionada de sazonalidade, uma tentativa para o método aditivo conforme Figura 18 e outra para o método multiplicativo, de acordo com a Figura 19.

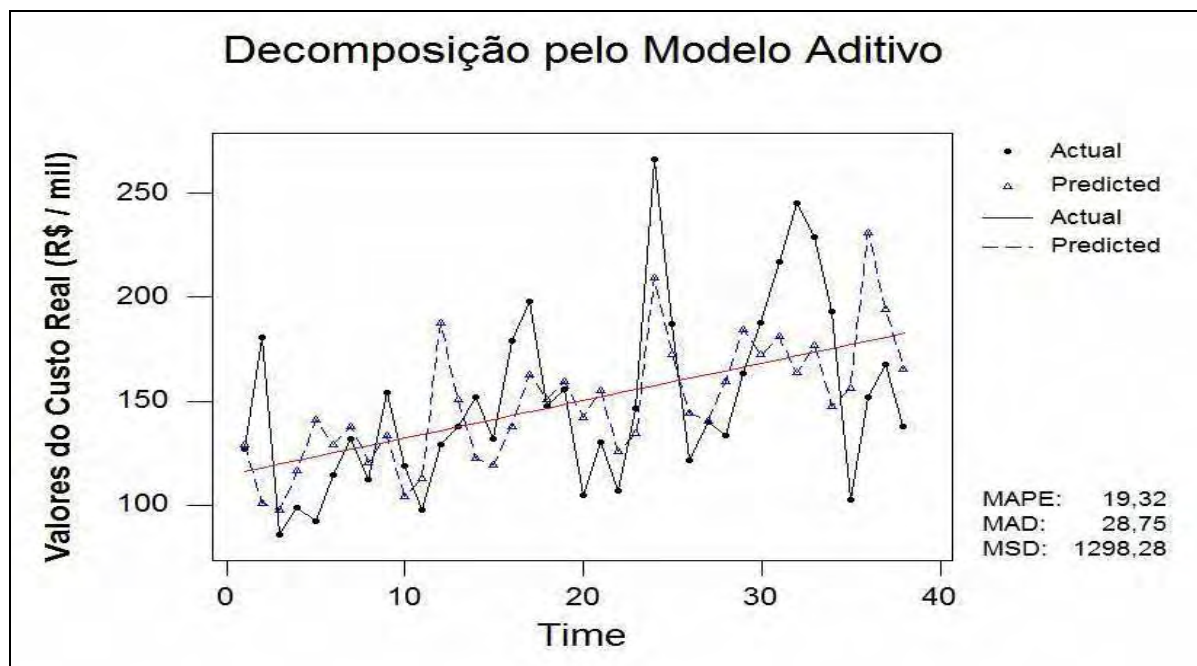


Figura 18 - Decomposição da tendência adicionada de sazonalidade pelo modelo aditivo, obtida com auxílio do software Minitab ®

Na Figura 18 tem-se que o MAPE é igual a 19,32 ou seja, o erro percentual absoluto médio é de 19,32 %. Já na Figura 19 pode-se notar um MAPE muito próximo do encontrado na Figura 18, demonstrando que tanto a decomposição pelo método aditivo quanto pelo multiplicativo apresentam métricas semelhantes.

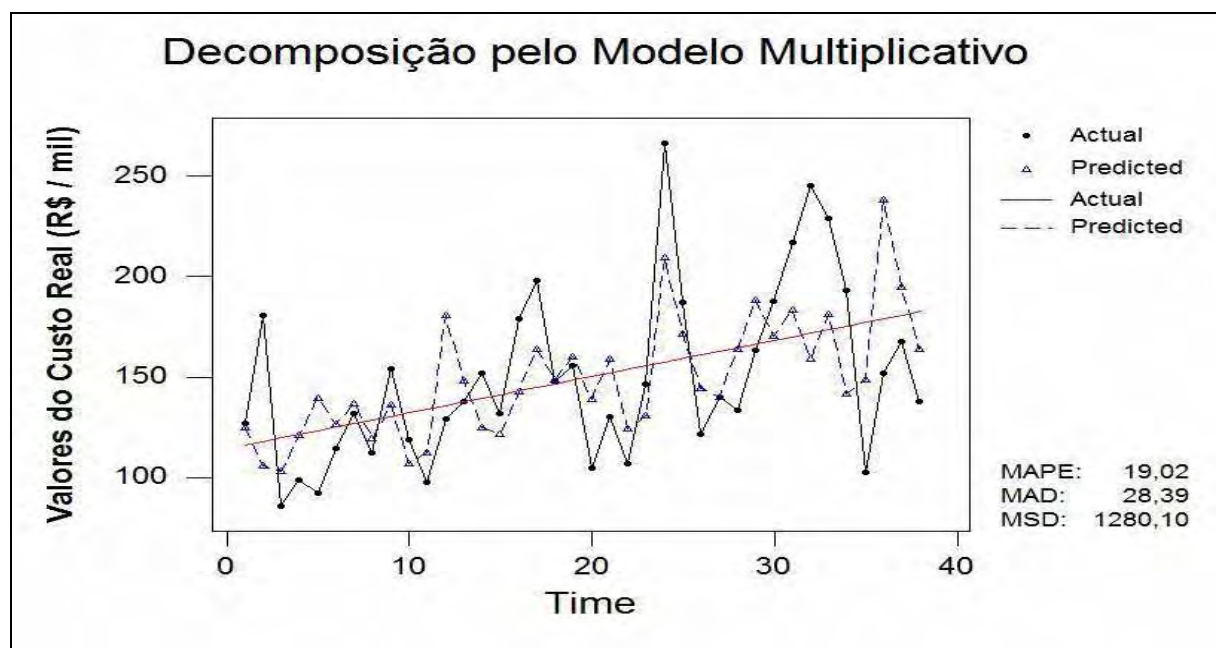


Figura 19 - Decomposição da tendência adicionada de sazonalidade pelo modelo multiplicativo, obtida com auxílio do software Minitab ®

Posteriormente, procurou-se a decomposição somente pela sazonalidade, porém não foi obtido um resultado satisfatório para o erro, sendo que ela, considerando-se o modelo aditivo, demonstrou as métricas:

MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio) = 22,29 %;

MAD (Desvio Médio Absoluto) = 32,24;

MSD (Desvio Médio Quadrático) = 1650,26.

O modelo multiplicativo também não apresentou bons resultados frente às decomposições encontradas nas Figuras 18 e 19, sendo tais resultados:

MAPE = 22,12 %;

MAD = 32,05;

MSD = 1641,98.

Após esses passos, num terceiro momento, realizou-se a decomposição somente do componente tendência, o qual observou-se um resultado de erro mais próximo das decomposições exibidas nas Figuras 18 e 19, sendo este mostrado na Figura 20.

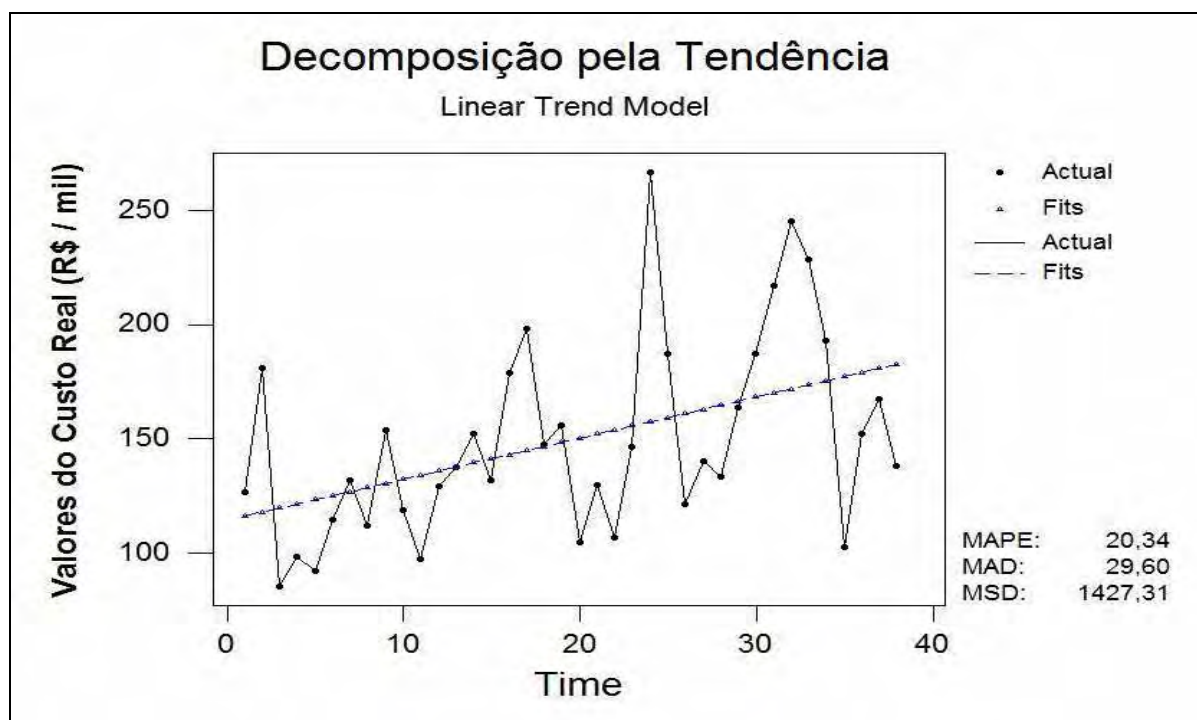


Figura 20 - Decomposição pela tendência, obtida com auxílio do software Minitab ®

Em resumo, a série temporal possui um comportamento que demonstra tendência linear positiva, porém é perceptível também a presença de uma “leve”

sazonalidade, já que a decomposição pela tendência revelou um erro somente um pouco maior que a decomposição da tendência adicionada de sazonalidade.

Revelado o comportamento da série inclusive pela quantificação da decomposição, tem-se que à partir disso que é possível realizar a descrição e explicação do fenômeno observado, além da possibilidade de estabelecer controles e buscar resultados cada vez melhores, os quais possam futuramente ser identificados através de nova modelagem em relação à mesma série em evolução.

Também é de utilidade verificar se a decomposição realmente corresponde ao que a literatura prega em relação às melhores funcionalidades de cada modelo de previsão em relação ao comportamento identificado na série.

Para efeito de operacionalização de sistemas de custos, no geral, um ponto predito já é o suficiente para finalizar o processo de previsão. Mesmo assim, considerou-se no tópico à seguir, o ajuste para previsão de três períodos em cada modelo, no intuito de colaborar também com o planejamento estratégico da empresa.

4.2. AJUSTE DOS MODELOS E PREVISÃO

Os modelos foram ajustados pelos métodos de séries temporais que o software Minitab oferece. Após o ajuste por cada método, o software informa em sua saída, conforme visto, as métricas em MAPE (Mean Absolute Percentage Error) ou EPAM (Erro Percentual Absoluto Médio); MAD (Mean Absolute Deviation) ou DMA (Desvio Médio Absoluto); MSD (Mean Squared Deviation) ou DMQ (Desvio Médio Quadrático), sendo estas medidas dos resultados dos modelos.

Ainda no intuito de facilitar o entendimento sobre as saídas do software, considera-se, da língua inglesa para a portuguesa:

- *Actual*, ou Atual, sendo a série de dados originais ou o realizado no período;
- *Predicted*, ou Predito ou ainda Previsto, ponto a ponto, formando uma sequência ajustada em relação à série original de dados em cada modelo;
- *Forecast*, ou Previsão, correspondendo a uma previsão futura, para os três pontos representativos dos custos previstos, portanto não conhecidos.

Serão apresentados nesse tópico, para cada método ou modelo (utilizando-se aqui de tais termos como sinônimos, à caráter prático, pormenorizando a discussão

técnica e científica que possa existir acerca da diferenciação dos mesmos), duas categorias de ajuste, sendo:

1) um ajuste com o melhor coeficiente, contando também com uma previsão para os próximos três períodos, ainda não conhecidos;

2) uma previsão para os três últimos períodos, já conhecidos, visando eleger o menor dentre todos os erros e validar a condição de previsão satisfatória para os três períodos não conhecidos.

I) Método das Médias Móveis (MMS)

No método das médias móveis, definiu-se para o ajuste o comprimento 3, ou seja, uma média móvel com 3 passos de deslocamento [visualizada na Figura 21, sendo que a sequência *Predicted* (Previsto) inicia-se após o terceiro ponto da série *Actual* (Atual)], pois é a partir desse valor que o modelo começa a incorporar melhor o comportamento da série, pelos valores passados e redução do MAPE. As simulações com 1 e 2 passos de deslocamento possuem além do MAPE, as demais métricas maiores. Na Figura 21, visualiza-se o ajuste e a previsão para os próximos três períodos (ou pontos), sendo Abril, Maio e Junho de 2009.

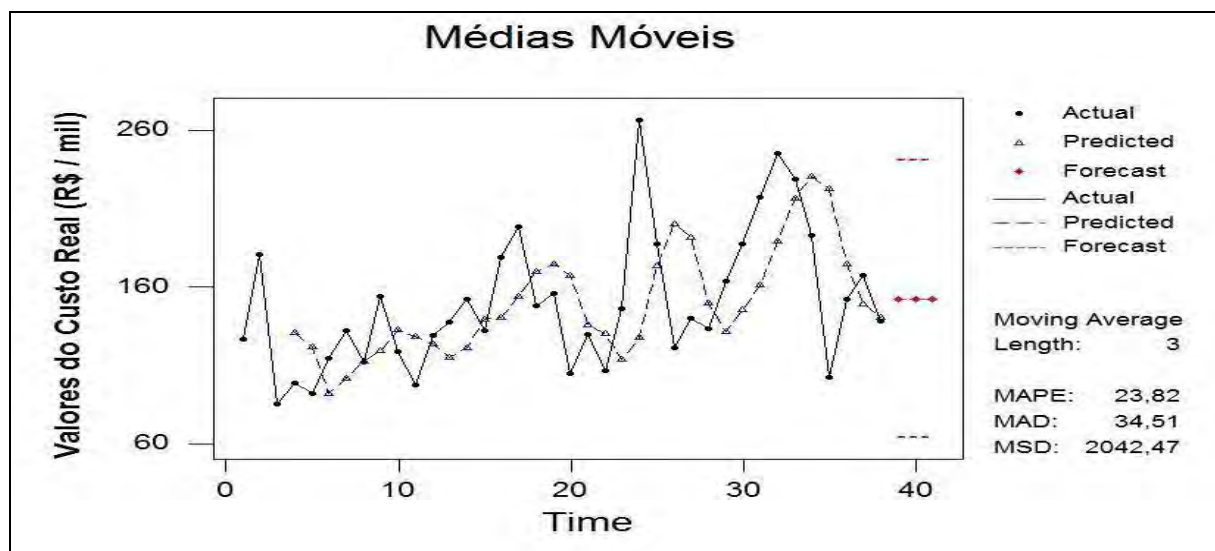


Figura 21 - Ajuste pelo método das médias móveis, obtida com o auxílio do software Minitab ®

A previsão para os próximos três períodos demonstrou um resultado da previsão igual a 152.512 para os três, sendo relativamente próximo ao valor do último ponto que é 137.996.

Na Figura 22, foram retirados os três últimos pontos da série e alocada a previsão para três meses em suas posições. O valor previsto é igual a 174.780 e os valores reais dos períodos são iguais a 152.099, 167.440 e 137.996, sendo somente o valor 167.440 próximo ao previsto. Com isso, verifica-se que o MAPE entre 23,82% e 25,19% constitui um resultado insatisfatório.

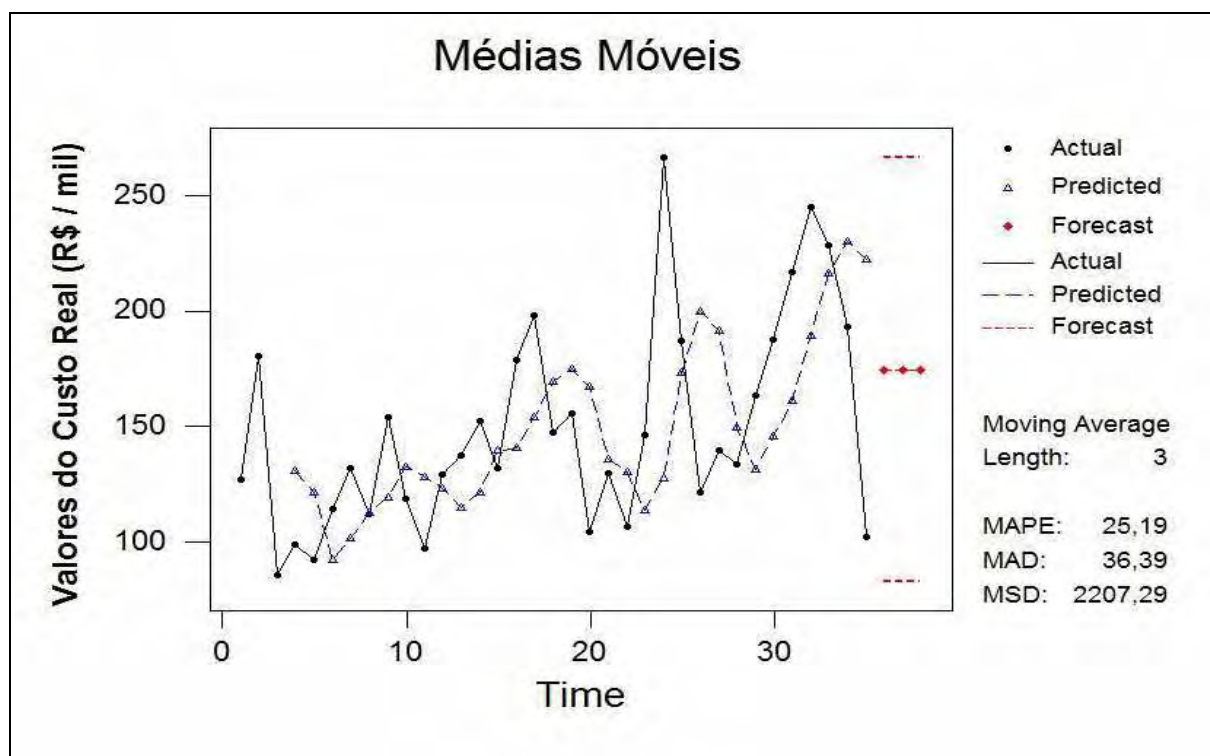


Figura 22 - Ajuste pelo método das médias móveis com previsão para os três últimos pontos, obtida com o auxílio do software Minitab ®

II) Método de Suavização Exponencial Simples (SES)

No ajuste por suavização exponencial simples, o melhor ajuste foi considerando a constante de amortização α (alpha) = 0,05. Nas três outras tentativas, uma com o melhor alpha definido pelo software ($\alpha = 0,175$), outra com $\alpha = 0,1$ e a terceira com $\alpha = 0,2$, apresentaram resultados desinteressantes, ou com erros maiores. Visualiza-se, na Figura 23, o ajuste pelo $\alpha = 0,05$.

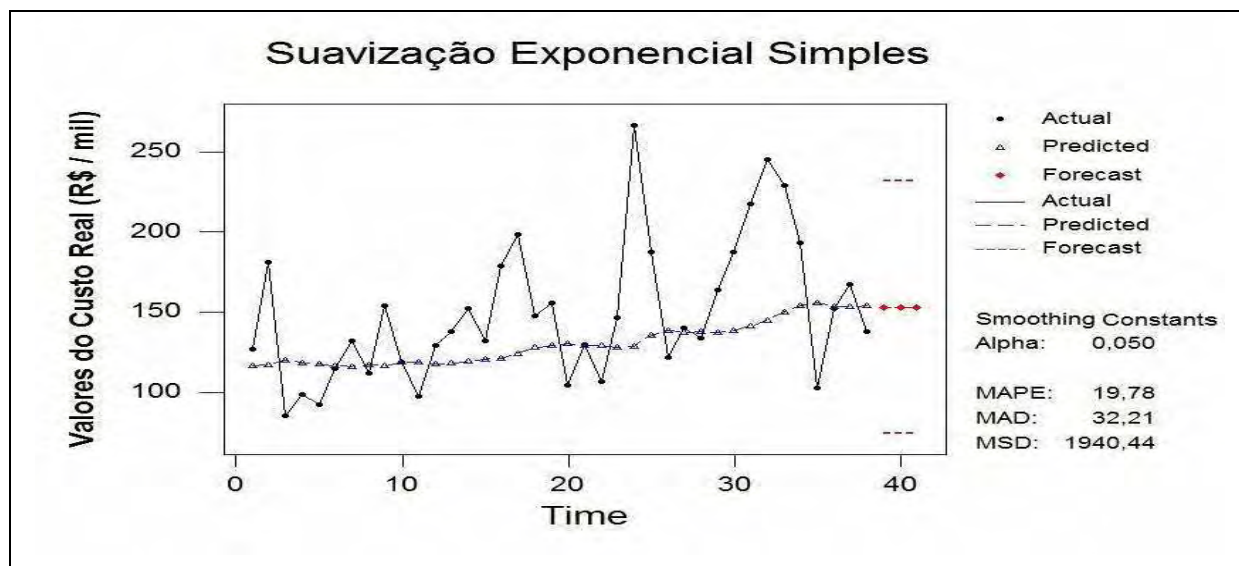


Figura 23 - Ajuste pelo método de suavização exponencial simples, obtida com o auxílio do software Minitab ®

Por enquanto, através do MAPE (ou EPAM) verificado na Figura 23, nota-se uma sensibilidade maior desse ajuste em relação ao ajuste pela metodologia de médias móveis.

A constante de amortização $\alpha = 0,1$ foi a melhor métrica identificada para a previsão dos três últimos pontos da série, conforme mostrado na Figura 24, enquanto nas outras três tentativas (descartadas) trabalhou-se com $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,18$ e $\alpha = 0,2$.



Figura 24 - Ajuste pelo método de suavização exponencial simples com previsão para os três últimos pontos, obtida com o auxílio do software Minitab ®

A previsão gerada pelo modelo de suavização exponencial simples para os três últimos pontos resultou no valor de 167.963, sendo esta mais próxima em relação aos valores realizados dos períodos que são iguais a 152.099, 167.440 e 137.996 que o método anterior, principalmente do período que corresponde ao valor de 167.440, ficando a diferença restrita a apenas algumas centenas de reais.

A região de confiança em 95% está entre 247.515 e 88.411, de acordo com os dados exibidos pelo software Minitab. Nota-se que o modelo trabalha satisfatoriamente com os pontos atípicos (Janeiro, Setembro e Dezembro de 2008, conforme destacados no início do capítulo 4), suavizando, de fato, a influência dos mesmos (esta refletida na distância dos limites de confiança).

III) Método de Suavização Exponencial Dupla de Holt (SEH)

Esse método considera duas constantes de amortização. Por isso, foram realizadas 4 tentativas para o ajuste, cada qual com um par de constantes, sendo uma Alpha (de nível) e a outra Gamma (de tendência) e mais 4 tentativas, no mesmo formato, na previsão para os últimos três pontos. Para o ajuste, as constantes rejeitadas foram os pares Alpha e Gamma 0,866 e 0,054; 0,2 e 0,2; 0,1 e 0,1 e para o ajuste com previsão para os três últimos pontos, foram rejeitados os pares de constantes Alpha e Gamma 0,869 e 0,028; 0,2 e 0,2; 0,1 e 0,1.

Na Figura 25, tem-se o ajustamento pelas melhores constantes (0,05 e 0,05).

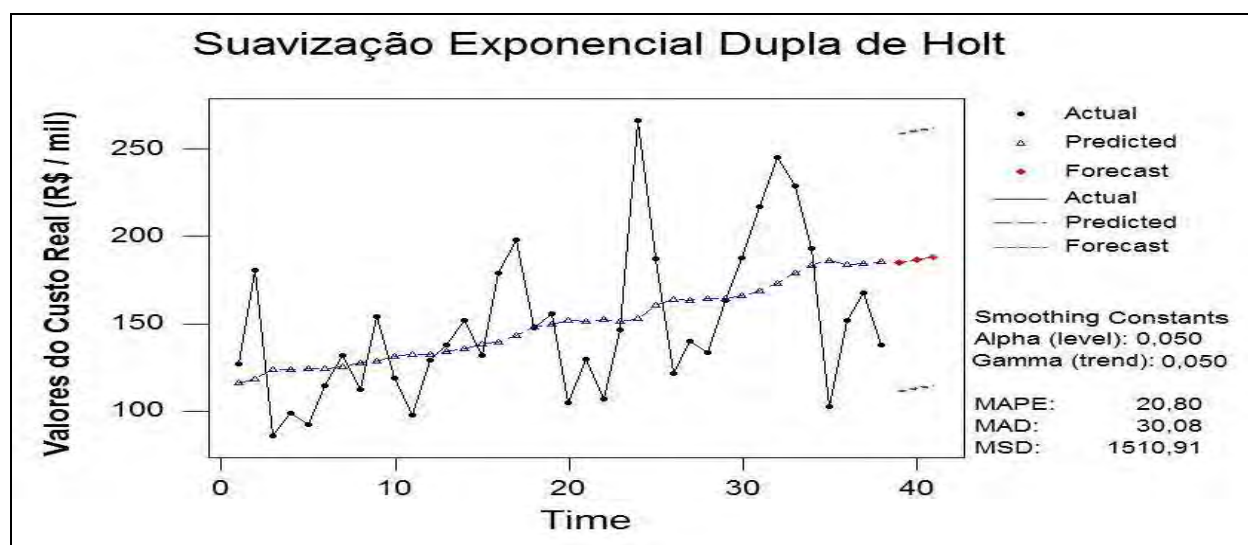


Figura 25 - Ajuste pelo método de suavização exponencial dupla de Holt, obtido com o auxílio do software Minitab®

Na Figura 26, visualiza-se a previsão para os últimos três pontos retirados.

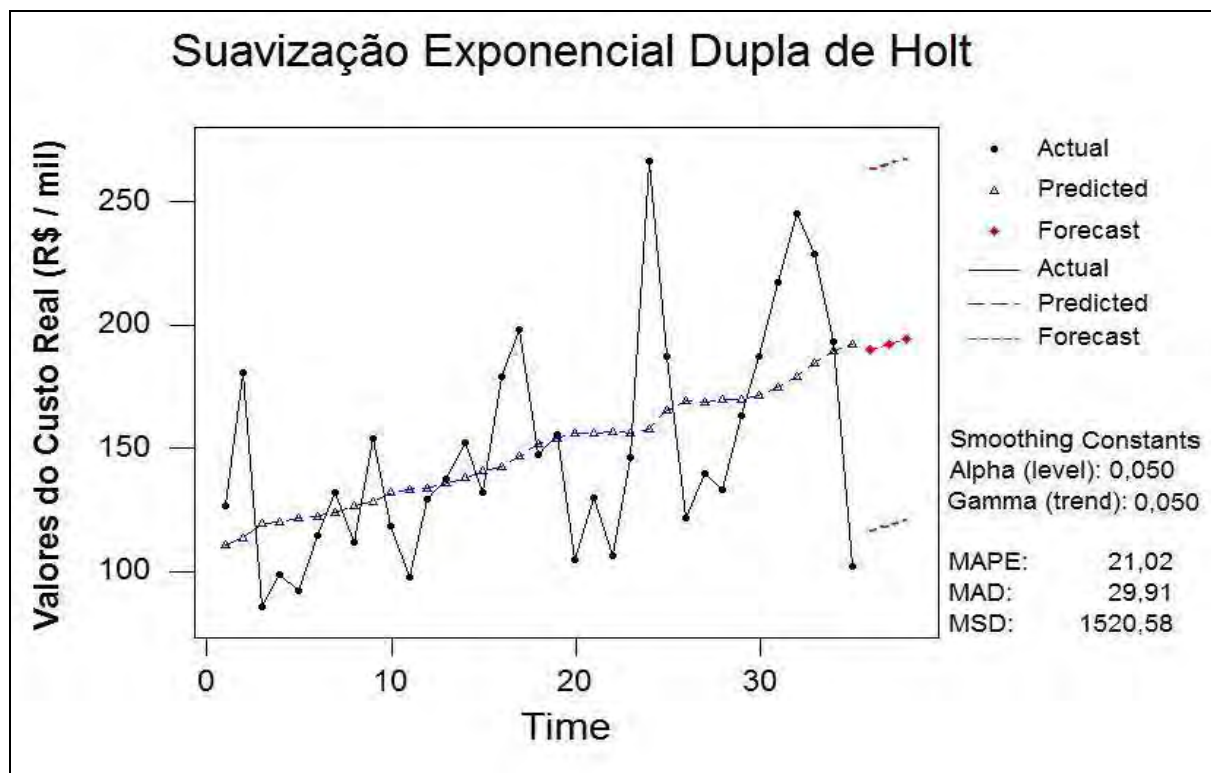


Figura 26 - Ajuste pelo método de suavização exponencial dupla de Holt com previsão para os três últimos pontos, obtido com auxílio do software Minitab ®

Os valores previstos para os períodos 36º, 37º e 38º foram de 189.796, 192.065 e 194.335 respectivamente, sendo esses valores bem mais distantes dos realizados (152.099, 167.440 e 137.996) que no método anterior.

Observa-se até o presente momento que o meses atípicos estão exercendo influência nos resultados e que em todos os métodos quando se compara o ajuste com o ajuste com previsão para os três últimos pontos, em cada método, nota-se um MAPE bem próximo. Isso se explica devido ao fato de que a série está incorporando os pontos atípicos, mesmo retirando-se os três últimos pontos realizados.

IV) Método de Suavização Exponencial Sazonal de Holt-Winters (HW)

O último dos métodos de suavização exponencial aqui apresentados é o método de suavização exponencial sazonal de Holt-Winters. Ele permite a seleção do tipo de modelo entre aditivo ou multiplicativo, bem como atribuir pesos para suas

três constantes de amortecimento, sendo a Alpha para nível, a Gamma para tendência e a Delta para sazonalidade.

O ajuste foi realizado em 12 tentativas, sendo 6 tentativas para Alpha, Gamma e Delta iguais a 0,2 e mais 6 tentativas com as mesmas constantes iguais a 0,3. Nas 6 tentativas com as constantes iguais a 0,2 considerou-se 3 ajustes para o modelo aditivo e 3 ajustes para o multiplicativo. Nas 3 tentativas para o modelo aditivo, considerou-se a primeira com o comprimento sazonal de 2, ou seja, a 2 passos, a segunda com comprimento sazonal 3 e a terceira com comprimento de 4. Também nas 3 tentativas para o modelo multiplicativo, considerou-se os mesmos comprimentos sazonais.

O ajuste procedeu da mesma maneira que o explicitado para as constantes iguais a 0,3. E o ajuste com previsão para os três últimos pontos foi realizado à partir do melhor ajuste, que deu-se com as constantes iguais a 0,3 e sendo o modelo aditivo com 4 passos sazonais.

Nas Figuras 27 e 28, visualiza-se o ajuste e o ajuste com previsão para os três últimos pontos, respectivamente.

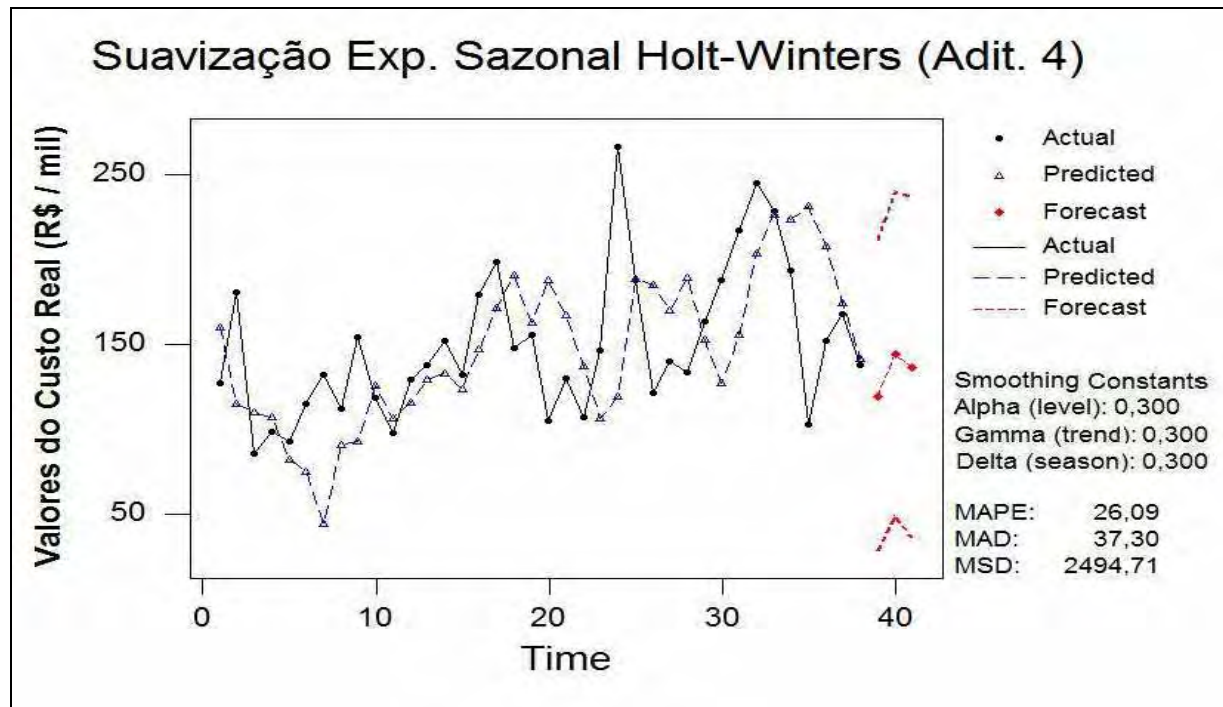


Figura 27 - Ajuste pelo método de suavização exponencial sazonal Holt-Winters, obtido com o auxílio do software Minitab ®

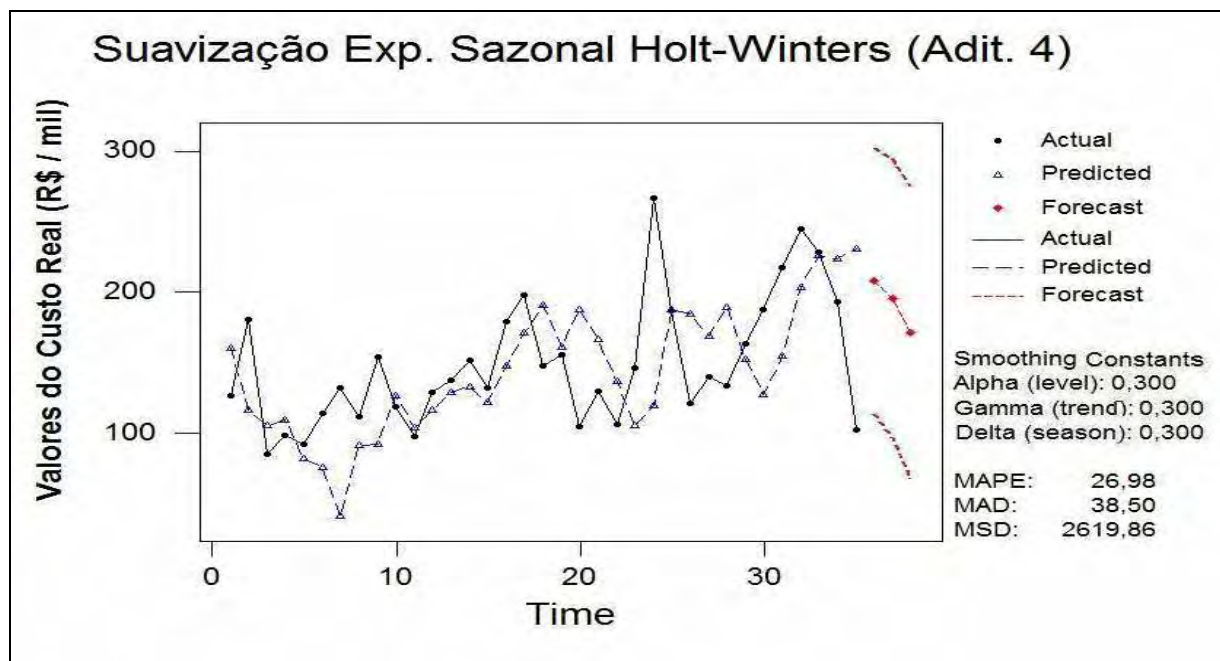


Figura 28 - Ajuste pelo método de suavização exponencial sazonal Holt-Winters com previsão para três últimos pontos, obtido com o auxílio do software Minitab ®

A previsão gerada, no caso da Figura 28, para os três últimos pontos resultou nos valores de 208.143, 195.666 e 171.173. Quando comparados em relação aos valores realizados 152.099, 167.440 e 137.996 percebe-se que somente o valor previsto 171.173 está próxima ao 167.440, sendo que os demais estão bem distantes. Considerando-se que 26,98% foi o maior EPAM dentre todos os métodos, tem-se que esse método não é passível de eleição dentre os melhores, já que a variação entre os valores preditos nos três últimos pontos é a maior entre todos os modelos apresentados.

4.2.1. Comparativo dos ajustes

As métricas que o Minitab® apresentou demonstraram que os ajustes no geral são satisfatórios, apresentando MAPEs entre 19,78% e 26,98%. As métricas, ao final, foram bem parecidas entre os métodos SES e SEH e parecidas entre o MMS e HW, permitindo-se estabelecer à que nível de erro e desvios as técnicas de séries temporais produzem previsões para o custeio do processo produtivo.

A Tabela 4 agrupa todos os resultados de ajustamento obtidos, tanto para o ajuste da série quanto para o ajuste sem os três últimos pontos.

Tabela 4 – Comparativo entre o ajuste da série e o ajuste da série sem os três últimos pontos

	AJUSTE DA SÉRIE			AJUSTE DA SÉRIE SEM OS TRÊS ÚLTIMOS PONTOS (35º, 36º e 37º)		
Modelo	MAPE (%)	MAD	MSD	MAPE (%)	MAD	MSD
MMS	23,82	34,51	2042,47	25,19	36,39	2207,29
SES	19,78	32,21	1940,44	20,84	32,47	1837,93
SEH	20,80	30,08	1510,91	21,02	29,91	1520,58
HW	26,09	37,30	2494,71	26,98	38,50	2619,86

O modelo SES (Suavização Exponencial Simples) foi o que melhor se adequou à característica de dependência serial, considerando que ele é o que representa menor MAPE ou EPAM (Erro Percentual Absoluto Médio). Mesmo o modelo SEH apresentando ligeiramente menores MAD ou DMA (Desvio Médio Absoluto) e menores MSD ou DMQ (Desvio Médio Quadrático) que o SES, ele não deve ser o preferido nas previsões quantitativas, pois o SES apresenta maior proximidade de valores previstos em relação ao realizado do que o SEH.

Excluindo-se os três últimos pontos e realizando-se novamente os ajustes, os comportamentos de todos os modelos não se alteraram, continuando a mesma ordem de classificação, sendo preferido o SES, em segundo lugar o SEH, em terceiro o modelo MMS e na quarta colocação o HW.

4.2.2. Comparativo dos custos previstos e realizados

A discrepância que surge no comparativo de custos PREVISTOS X REALIZADOS pode ser traduzida em alguns milhares de reais. Por esse motivo, certamente, o desejo do previsor é que tais custos sejam iguais entre si, mesmo compreendendo que previsões são dotadas de um certo nível de incerteza.

O método que mais se identificou com o comportamento da série estudada foi o SES, porém isso não significa que o mesmo será sempre o preferido. A série incorpora novos valores e pode incorporar também novas realidades de custo da empresa com o passar do tempo, em novas previsões.

A contribuição prática para empresa resultou na Tabela 5, onde estão inseridos o custo realizado e o custo previsto para cada período contábil conhecido, cujo comparativo permite justificar o método eleito, pela proximidade dos valores.

As previsões para três períodos contábeis não conhecidos também são visualizadas, sendo estes os próximos períodos ainda não apurados no custo realizado, que constituem uma esperança de ocorrência de tais valores na prática. Adicionalmente, constam também os limites de confiança estabelecidos.

Tabela 5 – Comparativo dos custos previstos e realizados no método (SES)

MODELO SUAUIZACÃO EXPONENCIAL SIMPLES (SES)					
PERÍODOS CONTÁBEIS		Custo Realizado	Custo Previsto	Limite Superior	Limite Inferior
CONHECIDOS	36º	152.099	167.963	247.515	88.411
	37º	167.440	167.963	247.515	88.411
	38º	137.996	167.963	247.515	88.411
NÃO CONHECIDOS	39º	-	153.041	231.957	74.125
	40º	-	153.041	231.957	74.125
	41º	-	153.041	231.957	74.125

A empresa, agora possibilitada de visualizar a diferença entre os custos previstos e realizados, pode estabelecer planos de ação por toda a organização, sempre que necessário, a fim de estabelecer um melhor controle e o atingimento dos objetivos de custos.

Cabe observar que a leitura do intervalo dos valores expressos nos limites superior e inferior pode levar a desconfortos gerenciais, pois eles servem como base de valores para pontos atípicos não-esperados, sendo mais pertinente ao aspecto de previsão o foco na análise entre Custo Realizado e Custo Previsto.

Assim, a Tabela 5 pode ser substituída com novas informações sempre que forem realizadas novas previsões, bem como pode ser modificada pela empresa se ela desejar realizar previsões para períodos maiores ou menores que três períodos contábeis.

5. CONCLUSÕES

A interdisciplinaridade entre Gestão de Operações, Gestão de Custos e Séries Temporais constituiu uma base de conhecimento que possibilitou a previsão de custos do processo produtivo por intermédio de séries temporais.

Os valores de custos ou custos totais de fabricação observados em períodos passados (conhecidos) formam uma série temporal. As previsões quantitativas, consistentes e objetivas, foram aplicadas em quatro métodos de séries temporais, sendo eleito o que apresentou menor MAPE (Mean Absolute Percentage Error) ou EPAM (Erro Percentual Absoluto Médio).

Cada empresa possui a intenção de manter seu custo total de fabricação o menor possível, buscando competitividade e posicionamento num patamar de custos igual ou menor que o de seus concorrentes. Para isso, é necessário constante aprimoramento em suas previsões de custeio e posterior comparação com o custo realizado.

A variação que surge no comparativo entre o custo previsto e o custo realizado em cada período permite à empresa tomar decisões e implementar planos de ações, procurando identificar os agentes geradores de tal variação e fazer as correções necessárias, visando a melhoria contínua nos resultados de custo. Com isso, a mesma pode colher os benefícios de melhorar o controle e a redução de seus custos totais, conhecendo melhor o comportamento de seus custos.

O comportamento da série temporal “Variação de Custo” pode se alterar na linha do tempo, pois séries temporais incorporam os fenômenos ocorridos, sendo esperados ou atípicos. Os resultados de MAPE ou EPAM são relativamente próximos entre os modelos, variando entre 16,75% e 22,08%, sendo que o método mais apropriado e que melhor incorporou o comportamento da série foi o SES, considerado satisfatório.

Diante do exposto, conclui-se que o propósito de oferecer um instrumento gerencial de apoio à decisão foi atingido. Em organizações do mesmo ramo de atividade considera-se viável a aplicação da modelagem de séries temporais, visto a similaridade dos processos.

5.1. APLICABILIDADE E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

A empresa que colaborou com o fornecimento dos dados de pesquisa aprovou a aplicação de tal metodologia, principalmente pelo fato de não necessitar de um especialista em modelos matemáticos, sendo somente necessário um funcionário que tenha conhecimentos básicos em estatística que seja treinado para manipulação do software.

Os custos totais de produção, outrora previstos por métodos qualitativos, atualmente podem ser previstos por métodos quantitativos, por meio dos modelos de séries temporais.

A alta direção da empresa está convicta dos benefícios que a modelagem de previsão pode agregar dos dias atuais em diante, inclusive auxiliando em seu planejamento.

No decorrer da elaboração dessa contribuição acadêmica, algumas possibilidades de desenvolvimentos futuros foram identificadas, conforme segue:

- A abordagem de previsões de outros componentes como custos fixos, custos variáveis, custos diretos, custos indiretos, lucros, preços ao consumidor, entre outros;
- Abordagem de sistemas de gestão e mensuração de desempenho para o assunto custeio do processo produtivo;
- Aplicação das técnicas de previsão de séries temporais em custeio do processo produtivo para empresas de outros ramos de atividade que não o de fabricação de filmes plásticos;
- Utilização de técnicas estatísticas para identificar influências que as contas contábeis que compõem o custo total podem exercer umas sobre as outras;
- E aplicação em outras possíveis dimensões não abordadas.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, R.; HEKIMIAN, J. **Controle de custos e operações**. São Paulo : Editora Brasiliense, 1974.

BACIC, Miguel Ruan. **Gestão de Custos: uma abordagem sob o enfoque do processo competitivo e da estratégia empresarial**. Curitiba: Juruá, 2008.

BACO, S.B.; LIMA, R.S.; PAIVA, A.P. “Comparação de modelos de séries temporais para previsão de demanda de matéria prima na fabricação de anéis de pistão” – **XXVI ENEGEP**, Out 2006.

BARBIERO, Cláudia Corrêa de Moraes. “**Séries temporais: um estudo de previsão para a receita operacional da ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos**”. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.

BARROS, M. **Processos Estocásticos**. 1ª edição, Rio de Janeiro : Papel Virtual, 2004. v.1. 423 p.

BOER, Wagner. “**A gestão da produtividade na manufatura como fator indutivo na formação do valor agregado de produtos e serviços: um exemplo de aplicação na indústria aeronáutica**”. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Bauru / SP / Brasil, 2008.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos** – Aplicação em empresas modernas. Reimpressão 2006, Porto Alegre : Bookman, 2002.

BRAULE, Ricardo. **Estatística Aplicada com Excel**: para cursos de administração e economia. Rio de Janeiro : Campus, 2001.

BRUNI, Adriano Leal. **A administração de Custos, Preços e Lucros**. 3ª Edição, São Paulo : Atlas, 2008

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de Custos e Formação de Preços** com aplicações na Calculadora HP 12C e Excel. 3ª Edição, São Paulo : Atlas, 2004.

CARMONA, Pedro H. G.; MARTINEZ, José Carlos; SANTOS, Luis Carlos: GORDONO, Fernanda S. “Evolução do processo de custeamento nas empresas: da controladoria às tomadas de decisão” - **XXVII ENEGEP**, Out 2007.

CAVENAGHI, Vagner, “**O Modelo de Gestão Econômica Aplicado à Área de Produção : Uma contribuição da Controladoria ao Novo Paradigma da Produção**” - Dissertação de Mestrado - São Paulo: FEA/USP, 1996.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Operations Management for Competitive Advantage**. 11th edition, United States of America: McGraw-Hill Irwin, 2006.

COLMANETTI, Marcelo Silveira. “**Modelagem de sistemas de manufatura orientada pelo custeio das atividades e processos**”. Dissertação de Mestrado – São Carlos : USP, 2001.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações** - Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 2ª Edição, São Paulo: Atlas, 2006.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. 12ª reimpressão, São Paulo : Edgard Blücher, 1977.

CREPALDI, Sílvio Aparecido. **Curso Básico de Contabilidade de Custos**. 2ª Edição, São Paulo : Atlas, 2002.

DIAS, S. L. V.; CAULLIRAUX, H. M.; ANTUNES, J. A. V.; LACERDA, D. P. “Alinhamento entre sistemas de produção, custo e indicadores de desempenho: um estudo de caso”. **Revista Produção On Line**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Vol.7, Num.2, agosto/2007. ISSN 1676-1901.

DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; SOUZA, Luiz Eurico de. **Gestão de Custos e Formação de Preços**: conceitos, modelos e instrumentos: abordagem do capital de giro e da margem de competitividade. 2ª Ed. – São Paulo : Atlas, 2008.

FRANCESCHINI, F.; GALETTO, M.; MAISANO, D. e MASTROGIACOMO, L. “Properties of performance indicators in operations management – A reference framework”. **International Journal of Productivity and Performance Management**. V.57, n.02: p. 137-155, 2008 – Emerald G.P. Ltd- ISSN1741-0401.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade; TOLEDO, Geraldo Luciano. **Estatística Aplicada**. São Paulo : Editora Atlas, 1976.

FREDERICO, Guilherme F. **Proposta de aplicação de balanced scorecard para o operador de transporte ferroviário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Bauru / SP / Brasil, 2008.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8ª Ed. – São Paulo : Pioneira Thomson Learning, 2002.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura**: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). São Carlos : UFSCAR, 2004.

GOLDRATT, Eliyahu M.; FOX, Robert F. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: Educator Editora e Desenvolvimento Empresarial / IMAM, 1992.

GUERREIRO, Reinaldo. **Gestão do Lucro**. 1ª Ed. – São Paulo : Atlas, 2006.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 3ª Ed. São Paulo : Makron Books do Brasil, 2000.

GUPTA, Alok; STAHL, Dale O.; WHINSTON, Andrew B. “A Decentralized Approach to Estimate Activity-Based Costs and Near-Optimal Resource Allocation in Flexible Manufacturing Systems”. **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**. V. 9, p. 167-193, Kluwer Academic Publishers: Boston, 1997.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. “**Gestão de Custos, contabilidade e controle**”. 1ª Ed. – São Paulo : Pioneira Thomson Learning, 2003.

HORNGREN, C.T.; DATAR, S. M.; Foster, G. **Contabilidade de Custos**. 11ª Ed. São Paulo : Prentice Hall, 2004.

JURAS, Paul e PEACOCK, Elleen – “APPLYING STRATEGIC COST ANALYSIS CONCEPTS TO CAPACITY DECISIONS: STRATEGIC COST ANALYSIS HELPS COMPANIES IDENTIFY, ANALYZE, AND USE STRATEGICALLY IMPORTANT RESOURCES FOR CONTINUING SUCCESS AND GROWTH OF THE BUSINESS” - *Management Accounting Quarterly* - Fall, 2006.

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada**. 2ª ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L.; STEPHAN, David. **Estatística: Teoria e Aplicações** – Usando Microsoft® Excel em Português. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2000.

LIMA, José Geraldo. **Custos** (Cálculos, Sistemas e Análises) – 2ª Ed. São Paulo : Atlas, 1974.

LOPES, Paulo Afonso. **Probabilidade e Estatística**. 1ª Ed. Rio de Janeiro : Reichmann & Affonso Editores, 1999.

MARTINICH, Joseph S. **Production and Operations Management** – An applied Modern Approach. United States of America: John Wiley & Sons, Inc., 1997.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos** – inclui o ABC. 8ª Ed. São Paulo : Atlas, 2001.

MAUSS, C.V.; MAGALHÃES, J.M.; SOUZA, M.A. “A gestão estratégica de custos como instrumento para redução do *trade-off* entre custo e diferenciação baseada na flexibilidade”. **Revista ABCustos** – Associação Brasileira de Custos. Vol. 2, nº 2, Mai/Ago 2007 – ISSN 1980-4814.

MILAN, G. S.; PAIVA, E. L.; PRETTO, M. R. A relevância do serviço ao cliente como alternativa à diferenciação e ampliação da competitividade das empresas *in* MILAN, G.S.; PRETTO, M.R. **Gestão Estratégica da Produção**. Caxias do Sul, RS : Educs, 2006.

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia Maria de Castro. **Previsão de Séries Temporais**. 1ª Ed. São Paulo : Atual, 1985.

MORETTIN, Pedro Alberto. **Econometria Financeira**. 1ª Ed. São Paulo : Blucher, 2008.

MURTEIRA, B.J.F.; MÜLLER, D.A.; TURKMAN, K. F. **Análise de Sucessões Cronológicas**. Portugal : McGraw Hill, 1993.

PAROLINI, Cinzia. **The net value** – A tool for competitive strategy. Chichester : John Willey and Sons, 1999.

PARRA FILHO, Domingos; SANTOS, João Almeida. **Metodologia Científica**. 6ª Ed. São Paulo : Editora Futura, 2003.

PONTE, Vera M. R.; RICCIO, Edson L.; LUSTOSA, Paulo R. B. “Uma análise comparativa entre a ‘Contabilidade de Ganhos – Throughput Accounting’ e o ‘Método do Custeio Variável’” – **VII Congresso Brasileiro de Custos** – FEA/USP - Ago 2000.

PORTER, Michael E. **Competitive Advantage** – Creating and Sustaining Superior Performance. New York, Free Press, 1998.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. 1ª Ed. – Curitiba : UnicenP, 2007.

PEREIRA, B. B.; PAIS, M. B. Z.; SALES, P. R. H. **Análise espectral de séries temporais**. 1ª Ed. – Rio de Janeiro : Arte Final Leasing Editorial Ltda., 1986.

PEREIRA, Walmir C.; SUSLICK, Saul B. “Modelo de previsão do custo de mineração pelo sistema de curvas de aprendizado. **Revista Escola de Minas**. Vol. 56, n.2, Ouro Preto, Abr/Jun 2003. ISSN 0370-4467. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v56n2/v56n2a13.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2008.

PERES, Cassiano Ricardo Gomes. “**Análise do método de custeio baseado em atividades aplicado à logística de distribuição**”. Dissertação de Mestrado – São Carlos : USP, 2006.

RADKE, Magnus. **230 maneiras práticas de reduzir os custos**. Lisboa : Editorial Pórtico, 1976.

REID, R. Dan; SANDERS, Nada R. **Gestão de Operações**. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

RICCIO, Edson Luiz; ROBLES Jr., Antonio. “O sistema de custos baseado em atividades nas empresas de serviços” – **V Congresso Internacional de Custos** – Acapulco, Gro. México – Jul 1997.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo, Prentice Hall, 2004.

ROSSETI, José Paschoal. **Introdução à Economia**. São Paulo, Atlas, 2003.

SAKAMOTO, Frederico T. Carvalho. “A gestão da produção e a gestão de custo através da UP - Unidade de Produção – fase pós-implantação na Seara Alimentos S.A.” – **XXIII ENEGEP**, Out 2003.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 3ª Ed., São Paulo : McGraw-Hill, 2006.

SARTORIS, Alexandre. **Estatística e Introdução à Ecomometria**. 1ª ed. São Paulo : Saraiva, 2003.

SEBRAE. Critérios e conceitos para classificação de empresas. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae)**. Disponível em : <http://www.sebrae.com.br/customizado/estudos-e-pesquisas/integra_bia?ident_unico=97>. Acesso em 04 Fev. 2009.

SHANK, John K.; GOVINDARAJAN, Vijay. **A revolução dos custos**: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos. 4ª Ed. - Rio de Janeiro : Campus, 1997).

SILVA, Christian Luiz da – “Gestão Estratégica de Custos em Cadeias de Valor” - *VI Congresso Brasileiro de Custos – Jun/Jul. 1999*.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. 4ª Ed. Florianópolis : UFSC, 2005.

SILVA, F. D. C. da; SILVA, A. C. B. da; VASCONCELOS, M. T. de C.; CAMPELO, S. M. “Comportamento dos custos: uma investigação empírica acerca dos conceitos econométricos sobre a teoria tradicional da contabilidade de custos”. **Revista Contabilidade e Finanças**, n. 43, p. 61-72, USP : São Paulo, Jan./Abr. 2007.

SILVA, V. V. da; COUTINHO, W.R. *in* ROBLES JR., Antonio (Coord). **Contabilidade de Custos: Temas atuais** – Curitiba : Juruá, 2008.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. 1ª Ed. 4ª tiragem – São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. Edição Compacta - São Paulo: Atlas, 1999.

SOBREIRO, V.A.; ARAÚJO, P.H.S.L.; NAGANO, M.S. “Utilização da modelagem de sistemas dinâmicos na previsão dos custos de produção”. **XIV Congresso Brasileiro de Custos** – João Pessoa, PB, 05 a 07 de Dez 2007.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Gestão de Custos : Aplicações Operacionais e Estratégicas**. 1ª Ed – São Paulo : Atlas, 2007.

SOUZA, Liede Amaral de; RODRIGUES, Raimundo Nonato – “GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DOS PREÇOS” – **VI Congresso Brasileiro de Custos** – 29 Jun a 02 Jul/99.

STEVENSON, William J. **Administração das Operações de Produção**. 6ª Ed – Rio de Janeiro : LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001.

TACHIZAWA, T.; CRUZ JR., J.B. E ROCHA, J.A.O. **Gestão de Negócios** – Visão e Dimensões Empresariais da Organização. São Paulo: Atlas, 2001.

TAVORA, Fernando J. P. **Gerência de Custos**. Rio de Janeiro : Ao livro técnico S.A., 1973.

VASILJEVIC, Dragan. “the Product-Service bundle design in digital environment”. **Logistics Journal : Nicht referierte Veröffentlichungen** – ISSN 1860-5923 – 2008. Disponível em : http://www.elogistics-journal.de/fedora_tmp/elogistics1207562213.86/download, acessado em 25/09/2008 às 14:30 hs.

VILLAS BOAS, Fernando José; PIMENTA, Lígia C.C. “Descrição, utilidade e limitações do chamado custeio por atividades” - **VI Congresso Brasileiro de Custos** – FEA/USP – Jun / Jul 1999.

Anexo A – Dados de custos fornecidos pela empresa colaboradora (parte 2/2)

	set-07	out-07	nov-07	dez-07	jan-08	fev-08	mar-08	abr-08	mai-08	jun-08	jul-08	ago-08	set-08	out-08	nov-08	dez-08	jan-09	fev-09	mar-09
COMPRAS Alumínio, granulado, pigmentos, tintas e outros	46.027,02	102.633,96	71.678,14	93.267,37	211.461,22	125.672,86	63.626,60	76.784,05	71.129,46	108.990,25	118.444,55	162.294,37	176.701,25	162.227,36	115.767,74	71.659,82	111.492,46	117.202,73	77.745,35
RECICLAGEM (Separação, Lavagem e Recuperação) Salário de funcionários, horas extras, energia elétrica, manutenção e outros	27.641,87	17.960,90	16.036,32	23.434,33	24.207,37	28.748,49	28.662,34	29.767,77	30.226,14	26.366,43	31.854,29	26.700,48	35.947,06	42.669,33	40.798,46	13.319,85	17.176,89	21.740,07	22.524,63
EXTRUSÃO Salário de funcionários, horas extras, energia elétrica, manutenção e outros	16.768,31	1.961,23	13.333,48	14.346,00	14.762,20	20.172,29	17.843,76	17.773,73	21.180,56	19.692,38	22.526,90	17.698,03	20.488,46	21.625,50	23.363,27	16.606,83	11.515,00	14.664,54	24.396,20
CORTE SOLDA Salário de funcionários, horas extras, energia elétrica, manutenção e outros	4.960,00	1.301,90	800,00	4.000,00	3.605,00	2.954,05	3.107,29	4.316,71	4.270,00	3.396,91	6.467,28	4.414,11	4.261,06	4.553,94	5.942,52	489,67	4.612,03	4.100,12	5.376,85
SUPORTE Salário de funcionários, gerente, manutenção equipamentos e outros	10.221,31	6.114,36	6.806,86	11.366,36	12.628,46	11.836,97	8.512,59	11.366,47	6.676,07	6.216,44	8.492,96	7.166,27	7.923,08	7.809,66	7.318,26	1.287,00	7.302,94	9.832,33	7.962,90
ADMINISTRATIVO Aluguel, telefone, manutenção predial, salários de funcionários, horas extras e outros	23.693,04	18.615,12	23.229,96	21.941,27	21.222,23	22.407,33	27.925,42	28.086,87	30.471,26	30.062,68	31.603,93	34.294,83	30.176,69	28.247,68	31.230,36	21.408,00	31.658,76	28.383,65	27.207,85
TRANSPORTE VENDA Viagens administrativas, combustível, pedágio, reboque, salário de funcionários, horas extras, manutenção	6.349,68	7.213,82	7.937,63	7.066,69	8.551,29	6.047,56	6.096,64	7.871,95	4.614,95	13.204,81	8.668,52	9.987,87	16.424,74	9.146,87	11.844,50	6.282,58	6.996,34	9.491,72	8.319,33
COMISSÃO Vendedores	8.622,13	10.766,53	-	12.316,92	6.775,53	9.034,00	6.822,86	6.920,83	5.774,98	6.183,71	8.651,67	8.420,01	9.653,71	8.988,36	6.549,73	-	6.142,86	6.161,85	7.790,92
IMPOSTOS ICMS, IR, PIS, COFINS, IPTU e outros	18.000,00	10.541,51	19.725,50	14.464,89	14.526,26	21.085,00	23.000,00	26.248,80	24.269,41	24.000,00	9.238,76	20.264,69	40.970,33	18.066,23	13.987,80	452,82	15.000,00	20.966,48	22.000,00
TOTAL CUSTOS DO PERÍODO	161.273	183.079	157.547	202.194	317.730	245.958	185.386	208.126	198.613	236.998	245.638	290.189	341.516	293.235	256.803	130.507	210.797	232.443	203.323
TOTAL CUSTOS DE PRODUÇÃO	104.869	129.952	106.654	146.394	266.854	187.384	121.542	139.998	133.482	163.556	187.575	217.272	245.291	228.786	193.190	102.363	152.099	167.440	137.996
<i>Média de Custo de Produção</i>	149,458	149,458	149,458	149,458	160,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458	149,458