

# Um Modelo Econométrico para a Redução dos Estoques em Mercados Sazonais: Uma Aplicação Prática

Antônio Carlos  
Magalhães da Silva

Alfredo Maciel da  
Silveira

Paulo Roberto da  
Costa Vieira

Harvey José Santos  
Ribeiro Cosenza

Universidade Estácio de Sá - UNESA

## RESUMO

*Atualmente as empresas buscam estratégias e formas de prever a utilização de grande parte de suas matérias-primas e mão de obra. O grau de eficiência de cada estratégia adotado está intimamente ligado ao sucesso da organização. Diversas técnicas ao longo dos últimos 40 anos buscam a redução dos estoques no ambiente de produção. O objeto deste trabalho é propor uma modelagem na área de previsão de estoques ao longo do processo caracterizado por fatores cíclicos intrínsecos. A idéia é estabelecer uma metodologia de abordagem para a previsão da demanda de madeira na área da fabricação de cenários de uma grande empresa da área de teledramaturgia. O modelo de séries temporais foi escolhido e aplicado como estratégia que poderá ser aplicada com resultados favoráveis.*

**Palavra-Chave:** Estratégia, Redução de Estoques, Séries Temporais

## 1. Introdução

Este trabalho possui como objetivo propor uma nova estratégia para efetuar a previsão do consumo de compensado em chapas de madeira utilizadas nos processos de produção cenográfica da Central Globo de Produção. É utilizada a metodologia da decomposição clássica, com fatores multiplicativos, de séries temporais, em conjunto com uma abordagem de fatores cíclicos, desta forma é realizada a previsão do consumo de compensado de chapas para a empresa.

## 2. Processo produtivo em Televisão e Administração Cenográfica

Neste tópico mostraremos o processo de construção cenográfica, a sua inserção no ciclo da produção de televisão e a importância dos insumos como a madeira na atividade produtiva.

### 2.1 O Ciclo de Produção da Televisão

Podemos dizer que o ciclo tem todo o seu arco de extensão desde o momento da criação do conteúdo do programa/produto até a alienação dos componentes físicos,

acervamento de materiais reutilizáveis e desmobilização dos recursos humanos envolvidos alocados.

São três as grandes fases do ciclo. A fase de pré-produção é onde se desenvolve a consolidação conceitual do conteúdo do programa, a grande parte da constituição física do programa e o *start up* do processo de gravação. Esta fase cria o corpo do programa a nível hardware e software, os quais serão utilizados exaustivamente na fase posterior de produção, onde acontece efetivamente a atividade fim da televisão, que é a performance artística e sua exibição ao público.

A fase de produção coincide, de uma forma geral, em simultaneidade com a exibição. A fase posterior é a de pós-produção, que não deve ser entendida com o processo de preparação do programa para exibição, mas a fase final do programa, onde se finaliza a vida útil do mesmo.

Este ciclo é aplicável a toda gama de programas, mas diríamos que conforme descrito é mais aderente ao produto teledramaturgia (novelas). Imerso nas três fases, as funções produtivas e de apoio se desenvolvem, como exemplo temos a cenografia, figurinos, engenharia, efeitos especiais, alocação de recursos, administração de elenco, infra-estrutura, etc., sendo suas competências disponibilizadas para a consecução dos objetivos do processo produtivo de Televisão.

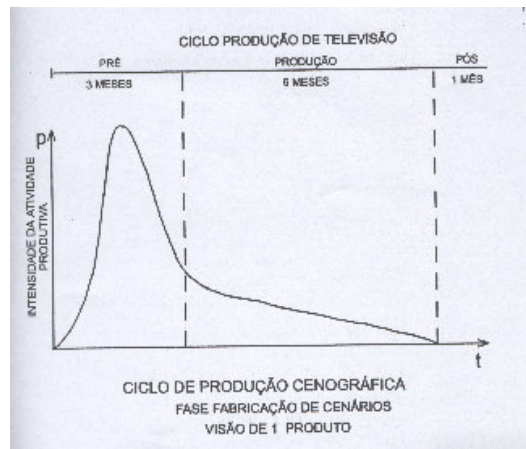


Figura 01: Ciclo de Produção Cenográfica

## **2.2 - O Ciclo Logístico Operacional da Produção Cenográfica**

Das funções produtivas acima citadas, daremos maior ênfase às operações de cenografia, que visam construir/confeccionar as peças, ou seja, os cenários que serão o ambiente no qual se desenvolverão as performances de representação artística.

A cenografia é uma resposta estética a criação e uma resposta econômica a construção. Ela, a produção cenográfica, tem um ciclo clássico característico dos processos de produção industrial desde a fase de criação do ambiente (o cenário) até a sua desativação

ao final da sua utilização. São decorridos 8 (oito) fases, que a seguir descrevemos em síntese, e observamos o seu resultado para a fase seguinte:

#### Fase Zero - A Criação do Contexto

O autor gera o texto narrativo (enredo) e seus personagens/performances, sendo resultado desta fase uma forma de sinopse.

#### Fase 1- A Engenharia do Produto

O cenógrafo, que numa formulação clássica produtiva, seria o engenheiro do produto, concebe/cria os ambientes onde se desenvolverão as performances dos atores em consonância com os perfis dos personagens, descritos na sinopse, sendo o resultado desta fase um conjunto de plantas típicos dos projetos de construção civil.

#### Fase 2- A Engenharia de Projeto

Um grupo de engenheiros com expertise em projetos cenográficos analisa os mesmos objetivando racionalização do mesmo, seja dos métodos construtivos aos consumos de materiais, tendo como resultado o custo, o roteiro de fabricação, a estrutura do produto e o prazo de construção necessário.

#### Fase 3 - A Engenharia de Produção

Na fábrica de cenários, um corpo de engenheiros de produção na atividade de planejamento e controle da produção administra a alocação da demanda dos vários programas a disponibilidade da oferta de mão de obra e materiais, usando um software de MRP II, tendo como resultado a geração das ordens para os centros de trabalho da fábrica.

#### Fase 4 - A Engenharia de Métodos e Processos

No chão de fábrica, conforme as várias habilidades fabris, como exemplo carpintaria, marcenaria, adereço, forração, pintura, lustro, laca, laminação de fibra, etc, é gerado o cenário construído.

#### Fase 5 - A Engenharia de Montagem de Homologação

O cenário é como um “quebra cabeças”, o qual precisa ser montado para se constituir numa peça operacional única, onde deverão ser feitas as potenciais correções de projeto e construção, e sua homologação estética.

#### Fase 6 - A Engenharia de Montagem de Manutenção

O cenário passa a ser operacional para o processo de gravação conforme um “schedule”, que é a roteirização, cumprindo então sua função no processo de produção de televisão ao ser montado e desmontado nos estúdios.

#### Fase 7 - O Acervamento

Quando da sua desativação o cenário que é composto de duas grandes categorias de peças, as peças cenográficas e os contra regras, conforme seu estado e classificação é acervado para posterior uso.

### **2.3 - Administração de Insumos**

Todo o processo de produção cenográfica se utiliza intensivamente de madeira. Esta é a principal matéria prima de uso estrutural e de recobrimento de superfície, na qual a chapa de compensado tem papel preponderante.

É importante ressaltar que a madeira representa 80 % da participação em volume na atividade de construção de cenários.

Os prazos para fabricação dos cenários são exíguos, sendo estratégico para a produção a disponibilidade deste insumo para a continuidade das atividades de produção de televisão. O setor de televisão exige respostas rápidas e contrapartidas de custo cada vez menores. Nesta situação a capacidade de termos respostas de previsão deste insumo se tornam vitais para termos eficácia na construção e competitividade nos orçamentos.

### **3. Metodologia Utilizada**

Foram obtidas 42 observações (dezembro/99 a junho/2003 - mensais) do consumo de compensado de chapas de madeira utilizados nos cenários da Rede Globo de Televisão (localizados no PROJAC – Jacarepaguá/Rio de Janeiro). O consumo de chapas de madeira é função da quantidade de cenários que são produzidos pela empresa. É importante citar que o objetivo do trabalho é analisar o comportamento do consumo das chapas ao longo do tempo, sem realizar uma análise de correlação com a quantidade de cenários que serão realizados pela empresa. A variável dependente em nosso modelo é a Cc (Consumo de Chapas de compensado).

### **4. Análise de Séries Temporais**

Podemos definir de forma resumida uma série temporal como uma seqüência de observações arranjadas de forma cronológica. A seguir destacamos as principais características dos métodos relativos para a série histórica:

- Previsões de curto prazo;
- Requerem somente observações da variável em análise;
- Preocupam-se com as sazonalidades;
- Necessidade de um número razoável de observações.

Antes de tudo, efetuamos o comportamento do consumo de chapas de madeira ao longo do período de dezembro de 1999 a junho/2003 (42 valores), no intuito de analisar o comportamento, em termos “visuais” da curva do consumo de chapas frente ao período acima.

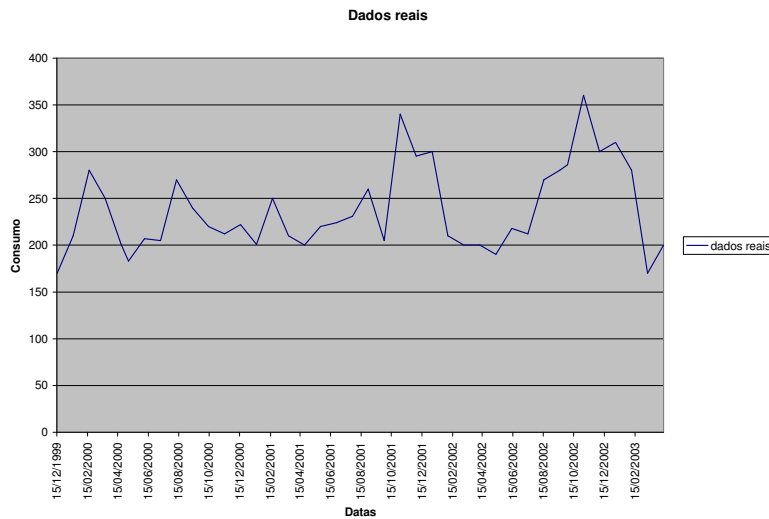


Figura 02 – Dados Reais do Consumo de Chapas

## **5 – O Modelo de Séries Temporais – Modelo da Decomposição Mista**

Nesta primeira modelagem, utilizaremos o método da decomposição clássica de séries temporais, na versão mista. Esta metodologia decompõe a série em 4 fatores, a saber:

$Z_t$  = valor real da variável em questão;

$T_t$  = nível de tendência da série;

$S_t$  = efeito de fatores sazonais (sazonalidade);

$C_t$  = efeito relativo dos fatores cíclicos;

$a_t$  = efeito dos fatores não explicados, assim teremos que :

$$Z_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t + a_t ; t = 1,2,\dots,n$$

A escolha do modelo multiplicativo misto frente ao aditivo se deu pelo fato eles são mais apropriados para séries históricas de variância crescente. A nossa série histórica em questão possui características heterocedásticas. Em contra partida, no caso de modelos de variância estacionária, utilizaríamos um modelo de decomposição aditivo.

A tendência possui o objetivo de refletir os componente de médio/longo prazo da série histórica. No tocante a sazonalidade a meta é medir as variações de curto prazo provocadas pelas épocas do ano. O ciclo é utilizado para medir efeitos de conjuntura econômica frente a nossos dados.

Na primeira etapa iremos calcular a tendência da nossa amostra. Utilizaremos uma média móvel de 6 (seis) meses em nossos cálculos com o objetivo de encontrar a tendência presente na amostra. A previsão da tendência em comparação com os dados reais está descrita no gráfico abaixo:

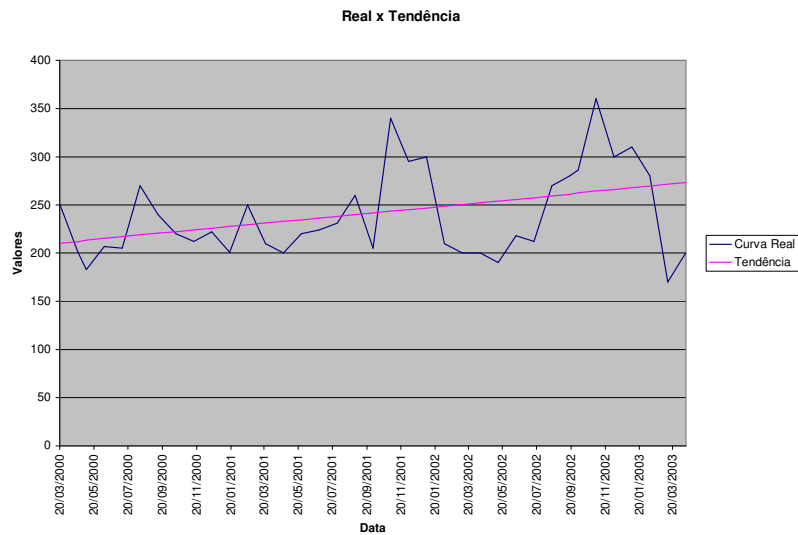


Figura 03 – Dados Reais x Tendência

A tendência foi obtida simplesmente através de uma regressão linear simples com as médias móveis calculadas anteriormente. Convém informar que não efetuamos outros testes com outras distribuições (exponenciais, logarítmicas e outras), fato este que poderia melhorar a previsão que será realizada.

O processo de média móvel realizado anteriormente eliminou o fator sazonal. É importante citar que a escolha da janela (6 meses) foi realizada em função das características da curva e das informações obtidas com a área técnica da Rede Globo. A partir deste instante devemos calcular o índice de sazonalidade médio de cada mês, o qual é representado entre o valor real da série contra a média móvel daquele ponto.

É importante citar que após possuímos os índices sazonais, iremos realizar a média existente para cada mês, e depois ajustada pelo fator para que a soma alcançada seja 12 (doze). . A seguir descrevemos o mapa de sazonalidade obtido para as nossas informações

Índices de Sazonalidade					Médio
Janeiro		0,924	0,857	1,089	0,9568
fevereiro		1,155	0,885	0,714	0,9179
março	1,143	0,966	0,942	0,971	1,0055
abril	0,908	0,909	0,905		0,9072
maio	0,831	0,985	0,983		0,9332
junho	0,947	1,001	0,900		0,9496
julho	0,935	0,983	1,051		0,9897
agosto	1,209	1,028	1,008		1,0817
setembro	1,058	0,772	0,977		0,9355
outubro	0,966	1,259	1,193		1,1391
novembro	0,939	1,120	1,022		1,0270
dezembro	1,002	1,163	1,118		1,0944
					11,938

Figura 04 – Índices de Sazonalidade

O fator de ajuste para os índices médios calculados para cada mês será de 1,005 (a divisão entre 12 e 11,938). Este passo indica a normalização dos índices de sazonalidade. A seguir demonstramos a curva obtida para os valores da tendência com a sazonalidade (calculados na forma multiplicativa):

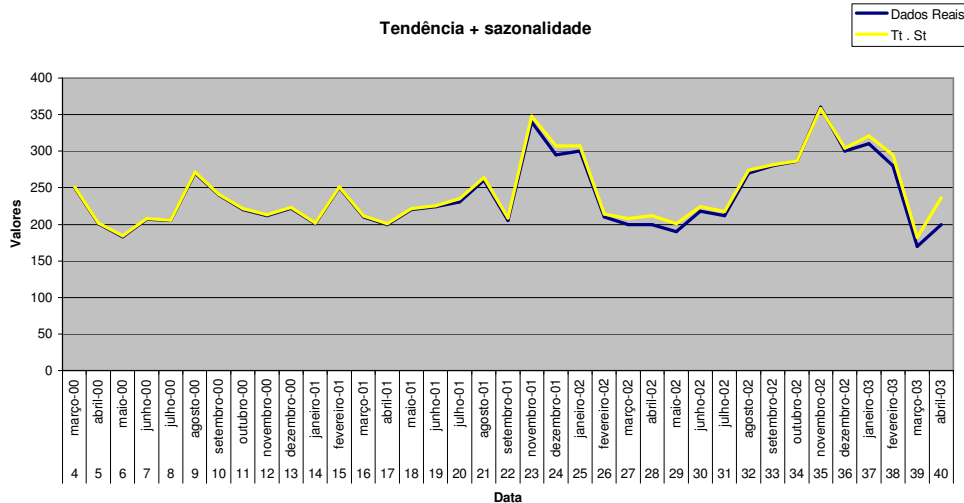


Figura 05 – Dados Reais x (Tendência + Sazonalidade)

No tocante ao ciclo da empresa adotamos que somente a empresa inicia um ciclo a partir de agosto de 2001, em função das características da curva inicial e principalmente, pela razão que a série no início não apresenta características de ciclo. Os valores do ciclo forma calculados como a relação entre a média móvel de cada ponto em comparação com o termo da tendência do respectivo ponto.

Utilizamos a função seno para analisar as respectivas características cíclicas que esta expressão possui, conforme o seguinte cálculo (outra curva cíclica como o co-seno poderia ser utilizado):

$$1,00 + 0,14 \sin ( 2 * \pi * n / T), \text{ onde:}$$

$n = 0,1,2,3..$ (sendo zero a data relativa a agosto de 2001 e a cada mês aumenta-se uma unidade);

$T = \text{Períodos} =$  em função dos valores das séries adotam um ciclo de 12 meses;

O valor de 0,13 foi a amplitude obtida com os dados, conforme descrevemos a seguir com um gráfico que realiza a comparação entre os valores calculados com os dados e com a senóide descrita acima:

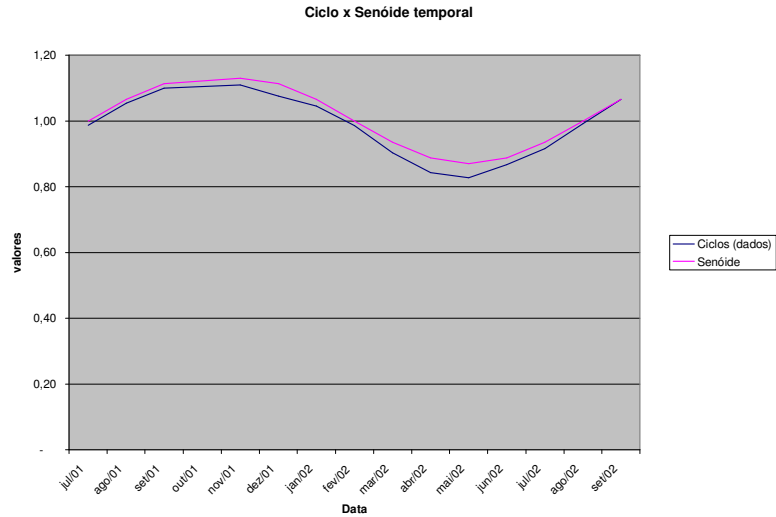


Figura 06 – Ciclos x Senóide Estimada

A seguir realizamos um gráfico que demonstra os valores reais, com os valores calculados pela técnica da decomposição, com todos seus fatores (tendência, sazonalidade e ciclo).

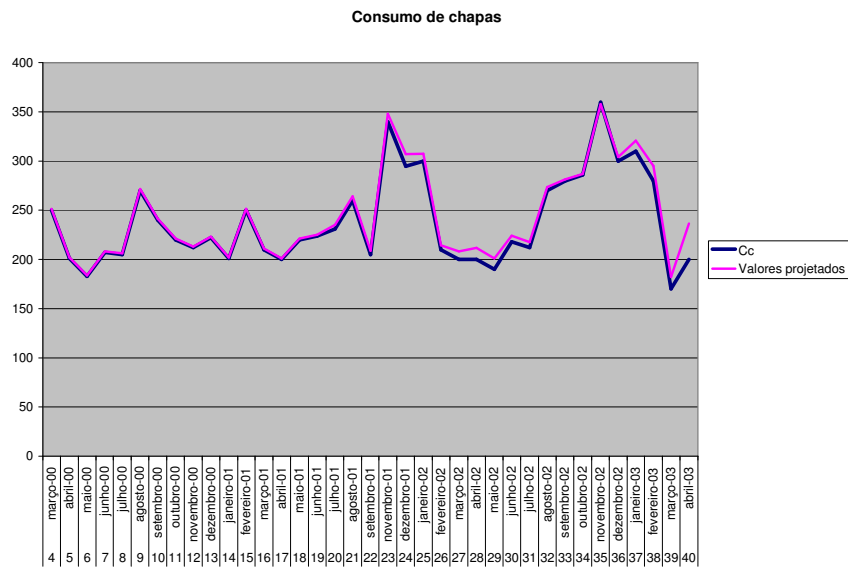


Figura 07 – Dados Reais x Previsão do Modelo

## 6 - Análise dos erros

As séries com o uso da variável cíclica e sem o uso da variável cíclica (mais largamente utilizada na área acadêmica/profissional) apresentaram comportamentos bem semelhantes de acordo com os gráficos apresentados. Todavia, devemos escolher aquela que apresenta um menor erro em relação aos valores reais. A seguir iremos calcular o erro médio encontrado para cada metodologia anterior.



O erro é calculado como a diferença entre os valores encontrados pelos métodos de previsão frente aos reais, e depois é elevado ao quadrado o respectivo erro (penaliza as maiores diferenças e elimina o problema de “erros positivos” e “erros negativos”). A seguir demonstramos uma tabela resumo com os valores encontrados para as séries:

Método de Previsão	Sem Fator Cíclico	Com Fator Cíclico
Erro	17.634,31	2.612,25

Tabela 1. Mapa dos Erros Sem fator cíclico x Com fator cíclico

Assim é fácil visualizar que o método com a utilização do fator cíclico (senóide temporal) possui erros bem inferiores ao sem o fator cíclico (somente com tendência e sazonalidade). Sendo assim o fator cíclico não pode ser desconsiderado na previsão de nossa série

## **7 - Conclusão**

O Método de decomposição multiplicativo com fatores cíclicos foi bem mais eficiente (erro inferior) ao método de decomposição tradicional (somente com as componentes de tendência e sazonalidade). Esta nova metodologia pode influenciar de maneira positiva o planejamento de produção da área de cenários da rede Globo, e conseqüentemente favorecer a área de gestão de estoques, no tocante a área de chapas de madeira.

O pico de alta e de baixa acentuados nos resultados de consumo dos primeiros meses de 2003 são justificados no alto consumo pela conjunção de construção (fase de pré-produção) de três novelas em simultaneidade, agravado por uma delas ter uma dimensão em números de cenários atípica aos padrões usuais, e o baixo consumo na seqüência a redução da atividade produtiva em função da inexistência de demanda advinda de todas as novelas estarem em fase de produção.

Temos muito a realizar no uso de ferramentas de gestão na Industria do Entretenimento, e este artigo nos leva a buscar criar no futuro uma agenda para explorar aplicações ao segmento, que se mostra como um vasto campo de atuação para Engenharia de Produção.

## **8 - Críticas ao Estudo**

O campo de estudo da análise de séries temporais é ilimitado. A cada dia surgem novas técnicas, e com o avanço da área da matemática, principalmente na questão relativas aos novos conceitos de inteligência artificial (redes neurais, lógica nebulosa e algoritmos genéticos), novas metodologias estão surgindo para a realização de previsão. O presente trabalho propõe uma proposta de previsão, que pode ser implementada de forma fácil e barata (com auxílio de planilhas eletrônicas).

Conforme conversas com técnicos da área de fabricação de cenários, o consumo de madeiras a médio prazo deve cair, haja vista que a empresa está estudando a viabilidade da utilização de materiais alternativos e resinas plásticas rígidas como matéria prima dos

cenários. Todavia o raciocínio acima poderá ser implementado da mesma forma na projeção do consumo destas novas matérias primas.

### **Bibliografia**

BLUMENTHAL, Howard J. and GOODENOUGH, Oliver R., This Business of Television, Editora Billboard books, Second edition, 2003.

GUJARATI, Damodar N. Essentials of Econometrics, Mcgraw-Hill, Nova York, 1992.

HILL, R. C. Econometria. São Paulo. Editora Saraiva, 1999.

MORETTIN, P. e TOLOI, C. M. C. Modelos para previsão de Séries Temporais, Vols I e II. Rio de Janeiro, IMPA – CNPq, 1981.

MORETTIN, P. e TOLOI, C. M. C. Previsão de Séries Temporais, Atual Editora. São Paulo, 1985.

NEVES, César das. Análise e Previsão de Demanda em Projetos Industriais e de Transportes, Editora UFRJ, 1990.

SHUWARTZ, P. A arte da previsão - Planejando o futuro em um mundo de incertezas. São Paulo: Página Aberta, 1995.

VOGEL, Harold L. Entertainment Industry Economics-a Guide for Financial Analysis. Fifth edition. Cambridge University Press. Cambridge, 2001.