

# **Modelagem da Venda de Revistas**



**Mônica Barros**

***Julho de 1999***

# Modelagem Matemática e Previsão de Negócios



- ❑ **Em todas as empresas, grandes e pequenas, é necessário fazer projeções.**
- ❑ **Em muitos casos, as projeções são obtidas de maneira subjetiva, a partir do conhecimento do negócio, e baseadas em anos de experiência do analista.**

# Modelagem Matemática e Previsão de Negócios



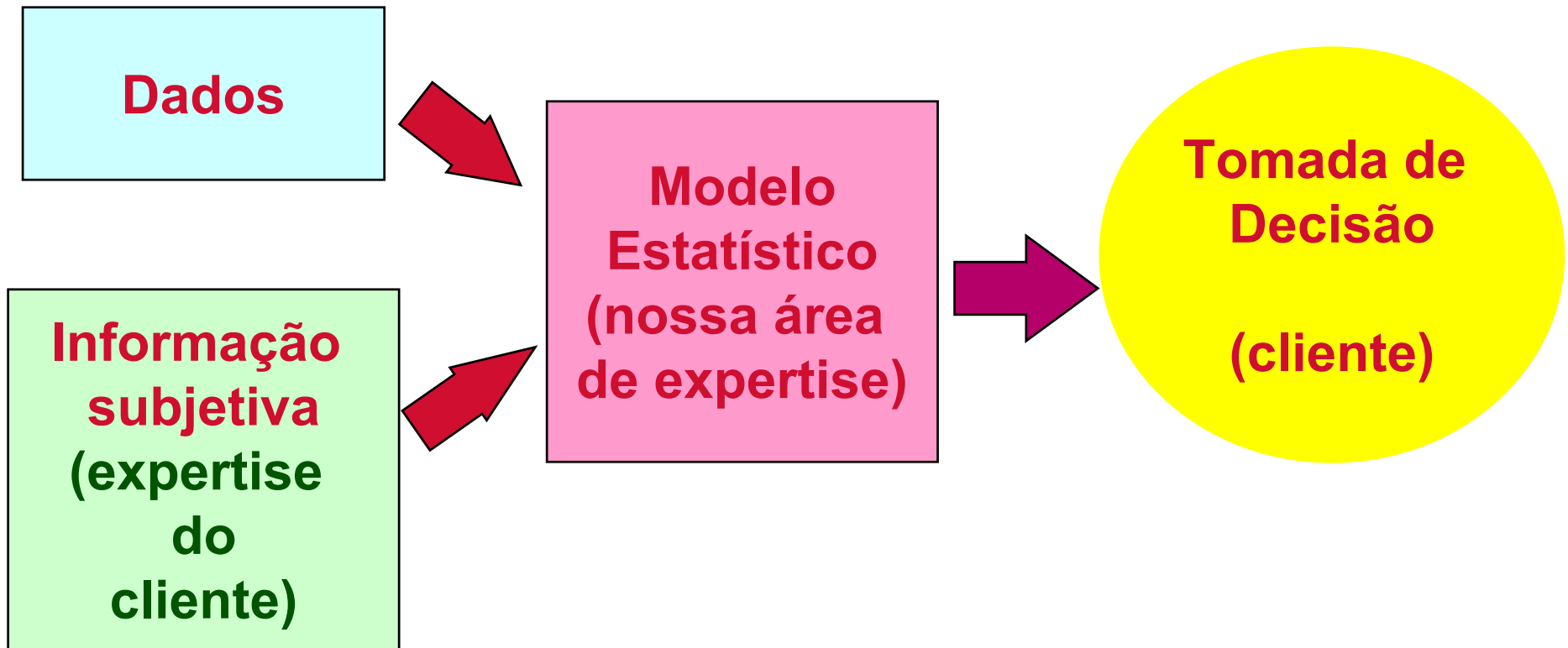
- Estas previsões “subjetivas” são importantes, pois utilizam uma capacidade única do nosso cérebro:
  - reconhecer padrões e fazer conjecturas sobre a realidade baseadas num número imenso de informações.
  
- Entretanto, muitas vezes estas projeções “subjetivas” não são suficientes !!!

# Modelagem Matemática e Previsão de Negócios



- ❑ **Por exemplo, como justificar que a meta de vendas estabelecida pela empresa é irreal? O argumento do “eu acho que ...” cai por terra facilmente em situações como esta !**
- ❑ **Por isso é essencial utilizarmos ferramentas adicionais para nos ajudar a compreender a realidade em que estamos inseridos e prever, com certo grau de confiabilidade, as variáveis relevantes para o nosso negócio.**

# Modelagem Matemática e Previsão de Negócios



# Modelagem - algumas premissas



- **Afinal, o que queremos ao modelar uma série temporal ???**
  - Capturar “toda” a estrutura de dependência existente;
  - Logo, nos **resíduos** não deve “sobrar” estrutura, pois ela já foi captada pelo modelo;
  - Explicar o comportamento da série com o menor número de parâmetros (parcimônia).

# Em resumo ...



# Um pouco de teoria ...

## Regressão Dinâmica



- Qual a diferença entre Regressão Dinâmica e os modelos “usuais” de regressão ?
  - Nos modelos de regressão linear “usuais” os erros possuem as seguintes características:
    - média zero,
    - variância constante  $\sigma^2$ ,
    - distribuição Normal,
    - independência, o que implica na inexistência de correlação serial.

# Um pouco de teoria ...

## Regressão Dinâmica



- ❑ **Na prática, ao modelarmos séries econômicas, os resíduos tendem a apresentar correlações positivas, e erros positivos tendem a ser seguidos por outros também positivos (idem para resíduos negativos).**
- ❑ **Nesta situação, o gráfico dos resíduos versus o índice dos tempos revela que os resíduos tendem a se agrupar em "blocos" de resíduos com o mesmo sinal.**

# Um pouco de teoria ...

## Regressão Dinâmica



- ❑ Ao tentarmos modelar uma série temporal através de um modelo de regressão, a hipótese de independência dos ruídos não é realista, e os resultados e testes usados nos modelos de regressão não são válidos.
  
- ❑ Algumas consequências são ...
  - ❑ os estimadores de  $\sigma^2$  e dos erros padrões dos coeficientes da regressão são subestimados, o que levaria à conclusão de que os estimadores são mais precisos do que na realidade,
  - ❑ os intervalos de confiança para os parâmetros da regressão e os testes de hipóteses relacionados a estes intervalos perdem a validade.

# Um pouco de teoria ...

## Regressão Dinâmica



- ❑ Estes motivos nos levam a procurar procedimentos para "tratar" o problema de autocorrelação dos erros, pois ignorá-lo leva, em geral, a inúmeras conclusões errôneas.
- ❑ Em particular, a hipótese de independência dos erros não é realista no contexto de séries temporais, e os modelos de regressão dinâmica estendem os modelos usuais de regressão ao levantarem esta restrição.

# Um pouco de teoria ... Regressão Dinâmica



- **A existência de autocorrelações significantes nos resíduos pode indicar uma das seguintes situações:**
  - 1) **Devemos incluir mais "lags" (defasagens) da variável dependente ou,**
  - 2) **Devemos incluir "lags" adicionais das variáveis exógenas já presentes no modelo ou incluir novas variáveis causais.**
  
- **Em qualquer destas situações, o fato dos resíduos apresentarem autocorrelações significantes indica que algum tipo de estrutura presente na série  $Y_t$  não foi captada pelo modelo.**

# Estudo de Caso - Vendas de Revistas



- **Características do mercado brasileiro**
  - Grande variedade de produtos
  - Alta proporção de vendas em bancas
  - Previsão da demanda é crucial, para que o editor seja capaz de planejar e ajustar a produção
  - Neste estudo de caso consideramos apenas a demanda por revistas em bancas de jornais - **excluem-se as vendas por assinatura!**

# Características do Problema



- ❑ **Revistas são distribuídas nas bancas e recolhidas após um certo período de tempo, quando a banca recebe o novo exemplar.**
- ❑ **Encalhe = revistas que sobraram na banca.**
- ❑ **A situação ideal é o encalhe de apenas uma revista em cada banca, pois isso garante que a demanda foi satisfeita!**



# Características do Problema

- ❑ Mesmo nesta situação ideal, o encalhe seria de alguns milhares de exemplares, pois existem dezenas de milhares de pontos de venda no Brasil.
- ❑ O objetivo principal deste projeto foi a estimativa da demanda por 6 revistas com periodicidades **aproximadamente** quinzenais e mensais.

# Características do Problema



- ❑ **Duas das revistas eram “quase” quinzenais e as outras 4 tinham periodicidade mensal.**
- ❑ **As séries disponíveis eram relativamente curtas, exceto no caso de uma revista, para a qual existiam 9 anos de dados.**
- ❑ **O cliente nos forneceu séries de “demanda” criadas a partir das séries de vendas.**



# Características do Problema

- ❑ Estas séries de “demanda” foram criadas pelo cliente de maneira empírica, por um método heurístico que não levava em conta fatores como o crescimento da população ou mudanças de hábitos de consumo.
- ❑ Os valores da série de “demanda” eram sempre maiores que os valores das vendas correspondentes. O fator de correção (especificado pelo cliente) variava entre 0 e 20%.

# Características do Problema



- ❑ O cliente insistiu no uso desta série de demanda, apesar dos nossos argumentos contrários, já que ela não era uma série “real”, diretamente observável, era apenas uma construção da empresa.
- ❑ Iremos nos referir à série de demanda como “vendas corrigidas”



# Características do Problema

- ❑ **A série de vendas corrigidas estava sujeita a revisões substanciais, especialmente no caso das revistas quinzenais.**
- ❑ **Estas revisões eram o “pesadelo dos previsores”, pois o impacto nas previsões futuras era gigantesco.**
- ❑ **As séries quinzenais eram particularmente difíceis de tratar, pois não podíamos realmente “acreditar” nos últimos 6 ou 8 valores fornecidos.**



# Características do Problema

- ❑ As séries quinzenais também eram relativamente curtas, começando em maio de 1993. Antes desta data, as duas revistas quinzenais eram mensais e tiveram sua periodicidade alterada por razões estratégicas.
- ❑ O cliente necessitava de **previsões 4 ou 5 passos à frente** para as revistas quinzenais, o que dificultava ainda mais a nossa tarefa, por causa da incerteza nos últimos valores observados.



# Implementação e Análise

- ❑ Após o recebimento dos novos dados, tínhamos **menos de 24 horas** para produzir as previsões das “vendas corrigidas”, que seriam usadas no planejamento da produção.
- ❑ Por causa disso consideramos apenas **modelos de simples implementação**, que poderiam ser facilmente ajustados e testados.
- ❑ Classes de modelos utilizados: **regressão dinâmica e modelos Bayesianos univariados.**

# Revista 1



- ❑ **Publicação quinzenal**
- ❑ **Assuntos: ciência, saúde, tecnologia e natureza**
- ❑ **Público alvo: jovens de classe média cursando o ensino médio ou a universidade.**
- ❑ **A capa da revista** poderia ter um efeito sobre as vendas e a demanda. Por isso criamos 3 variáveis dummy:
  - ❑ **saúde,**
  - ❑ **tecnologia,**
  - ❑ **natureza.**

# Revista 1



- ❑ Dummies para “saúde” e “tecnologia” foram significantes em modelos de regressão dinâmica.
  
- ❑ Em geral:
  - ❑ **saúde** tende a incrementar as vendas corrigidas,
  - ❑ **tecnologia** tende a reduzir a demanda.
  
- ❑ Outro fator importante: **promoções**, como jogos e kits fornecidos em conjunto com a revista.

# Revista 1



- ❑ O padrão sazonal da série não é óbvio.
- ❑ O nível da demanda parece exibir uma tendência de crescimento a partir da edição 38, mas o nível atual da demanda não atingiu os valores extremos observados nas edições 3 e 18.
- ❑ Acreditamos que esta tendência de crescimento nas últimas edições é decorrente do Plano Real (Julho de 1994).

# Revista 1



- ❑ **Criamos uma variável dummy para expressar o efeito do Plano Real, e ela foi significativa em todos os meses, exceto no último mês ajustado.**
- ❑ **A mesma tendência de crescimento foi observada nas outras 5 revistas e, em todos os casos, o efeito do Plano Real foi significativo.**
- ❑ **Além disso, o cliente mudou sua política de promoções, e não implementou qualquer promoção a partir de dezembro de 1993.**

# Erros de Previsão



<b>MAGAZINE GC</b>						
		<b>P r e d i c t e d</b>		<b>P r e d i c t e d</b>		
		<b>D e m a n d</b>	<b>% E r r o r</b>	<b>D e m a n d</b>	<b>% E r r o r</b>	
		<b>D y n a m i c</b>	<b>D y n a m i c</b>	<b>B a y e s i a n</b>	<b>B a y e s i a n</b>	
<b>EDITION</b>	<b>T r u e D e m a n d</b>	<b>R e g r e s s i o n</b>	<b>R e g r e s s i o n</b>	<b>M o d e l</b>	<b>M o d e l</b>	
<b>41</b>	31.30	29.3	6.39	34.5	-10.22	
<b>42</b>	40.60	32.8	19.21	38.8	4.43	
<b>43</b>	43.40	29.8	31.34	35.6	17.97	

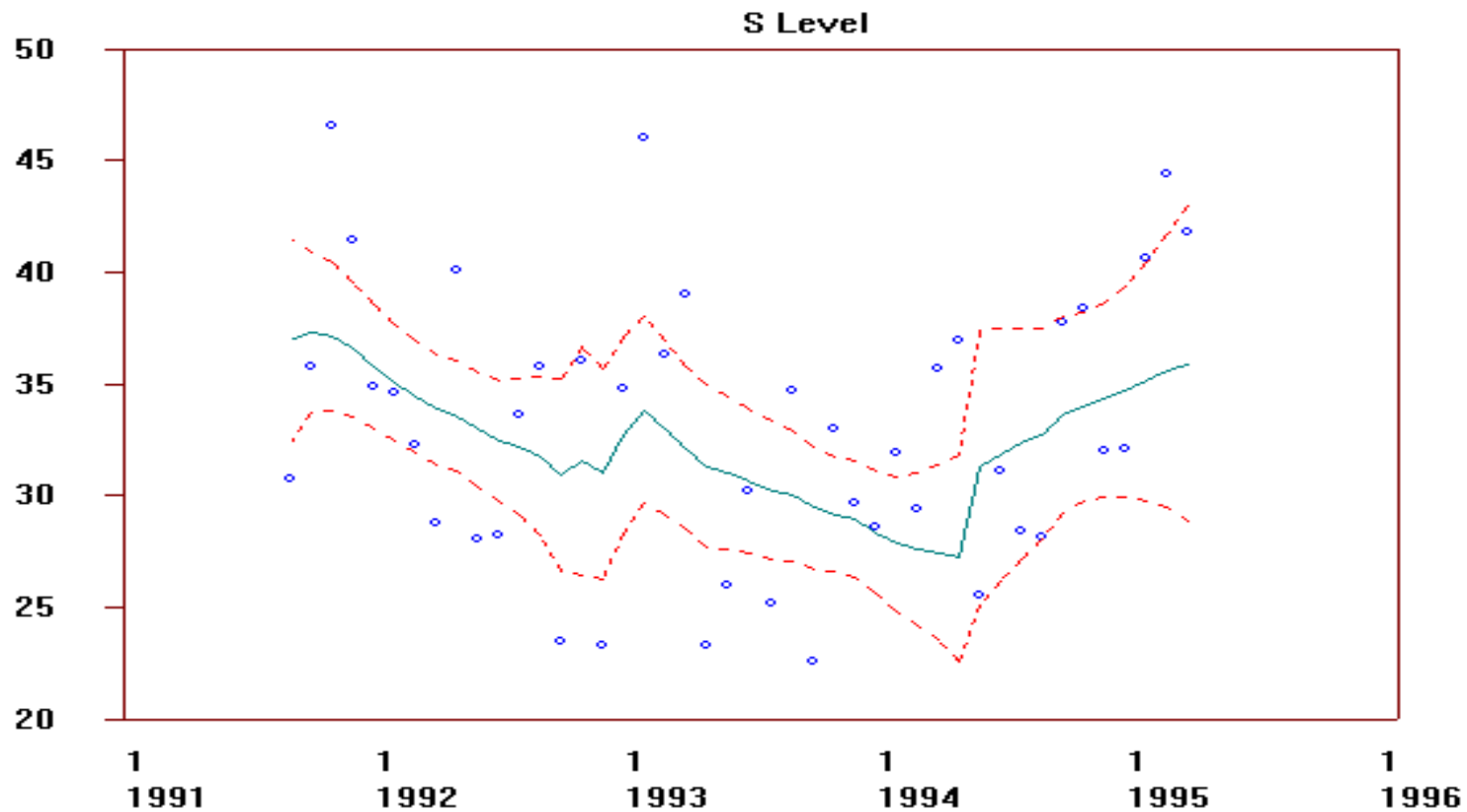


- ❑ Os erros de previsão são altos em alguns casos.
- ❑ Isto se deve, em parte, à alta instabilidade na série (quedas e aumentos da demanda na ordem de 30% não são incomuns!)
- ❑ O Modelo Linear Dinâmico (com intervenção) parece ter uma performance ligeiramente superior à do modelo de Regressão Dinâmica.

# Nível (Smoothed)



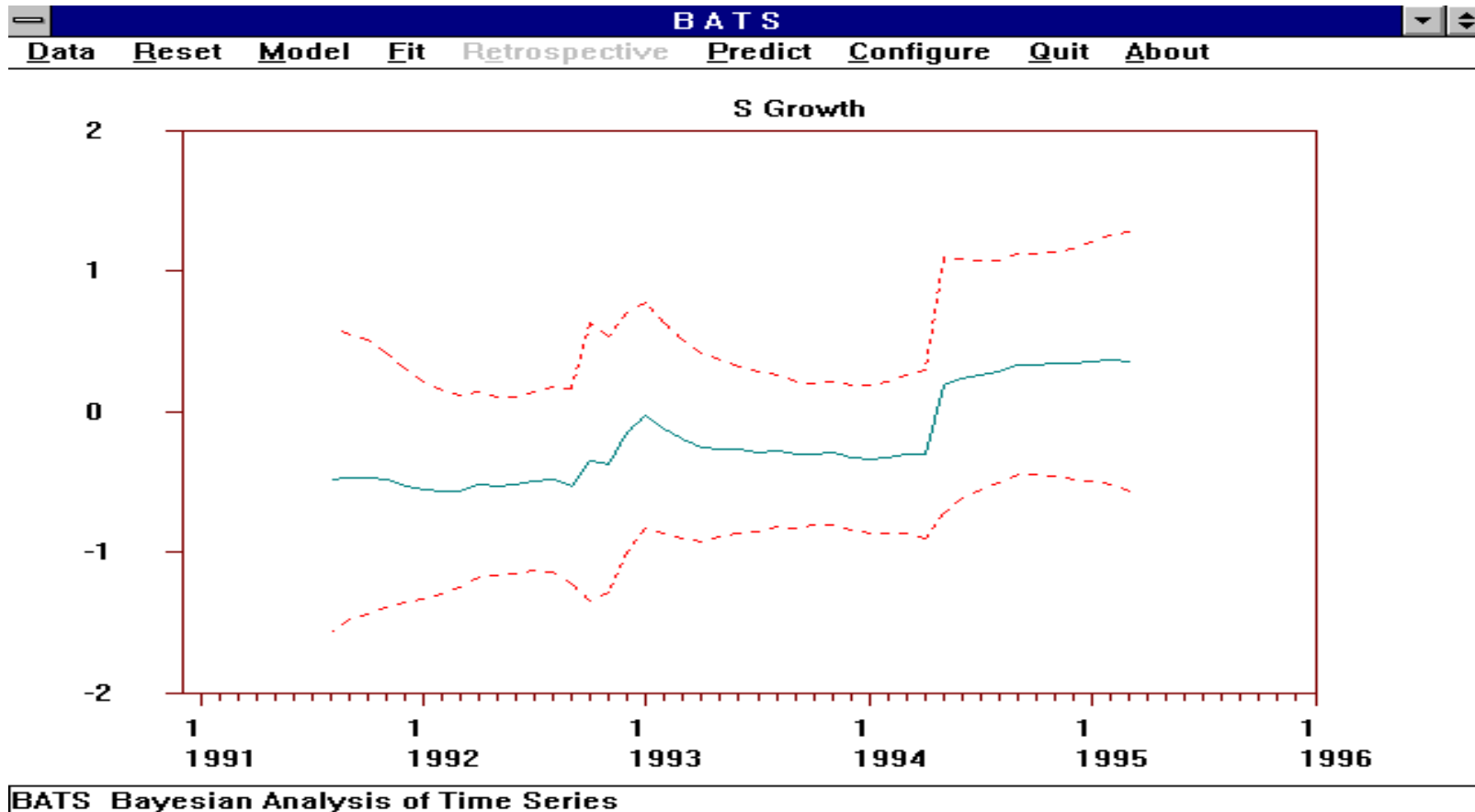
B A T S  
Data Reset Model Fit Retrospective Predict Configure Quit About



BATS Bayesian Analysis of Time Series

[info@mbarros.com](mailto:info@mbarros.com)

# Taxa de Crescimento (Smoothed)

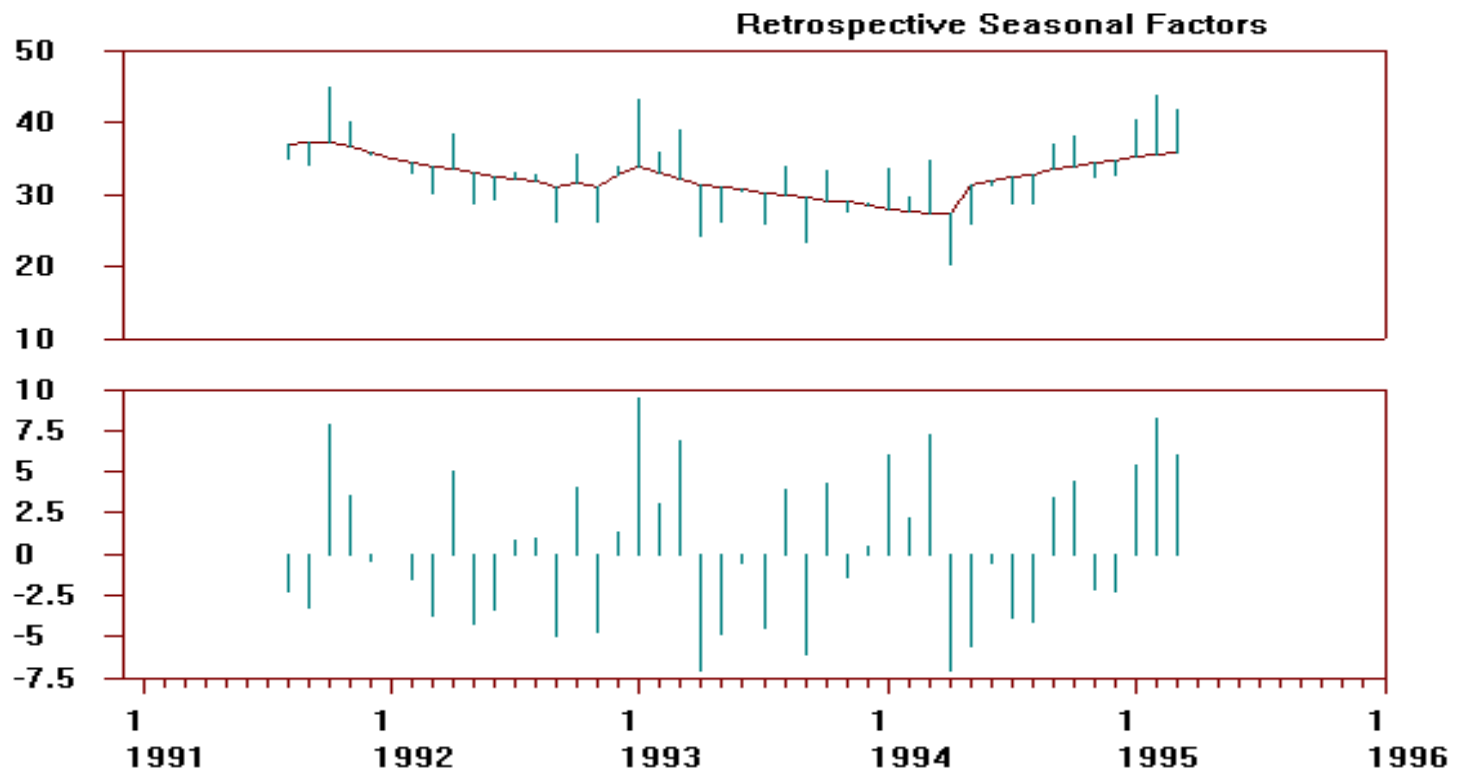


# Fatores Sazonais



**BATS** [dropdown] [arrow]

Data Reset Model Fit Retrospective Predict Configure Quit About



## Em Resumo ...



- ❑ **O nosso enfoque em modelagem é ...**
  - ❑ **Pragmático: DEIXE A REALIDADE SUGERIR O MODELO !!**
  - ❑ **Centrado nos resultados, e não em uma ou outra metodologia!**
  
- ❑ **“YOU MUST FALL IN LOVE WITH YOUR DATA, BUT NOT ALWAYS WITH YOUR MODEL” G. M. Jenkins, (1979)**