

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE DO RIO DE JANEIRO

MONOGRAFIA FINAL DE CURSO

PREVISÃO DE RETORNOS EM ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO PARA AÇÕES  
E TÍTULOS NORTE AMERICANOS: A ABORDAGEM DOS MODELOS  
RECURSIVOS QUE SIMULAM UM PROCESSO DE APRENDIZADO AO LONGO DO  
TEMPO

PEDRO CARVALHO SAUER

MATRÍCULA : 9824633

ORIENTADOR : MARCO ANTÔNIO CAVALCANTI

DATA DE CONCLUSÃO : DEZEMBRO DE 2004

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE DO RIO DE JANEIRO

MONOGRAFIA FINAL DE CURSO

PREVISÃO DE RETORNOS EM ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO PARA AÇÕES  
E TÍTULOS NORTE AMERICANOS: A ABORDAGEM DOS MODELOS  
RECURSIVOS QUE SIMULAM UM PROCESSO DE APRENDIZADO AO LONGO DO  
TEMPO

PEDRO CARVALHO SAUER

MATRÍCULA : 9824633

ORIENTADOR : MARCO ANTÔNIO CAVALCANTI

DATA DE CONCLUSÃO : DEZEMBRO DE 2004

"Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor".

"As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor"

## Índice de Capítulos

Capítulo 1 - Introdução	página 5
Capítulo 2 - Descrição do Modelo	página 7
Capítulo 3 - Análise de Variáveis	página 12
Capítulo 4 - Apresentação de resultados e Comentários	página 20
Capítulo 5 - Conclusão	página 32

## Capítulo 1 - Introdução

O objetivo desse estudo orientado é buscar relações entre o índice acionário norte americano S&P 500 e alguns dos principais leading indicators que são amplamente utilizados em pesquisas de atividade econômica . A partir dos resultados obtidos para o retorno em ações em cada período mensal aplicaremos estratégias de compra e venda de ativos de renda variável ou bônus do tesouro americano os quais nos indicarão um nível de retorno médio anual que esperamos ser satisfatório .

Os retornos certamente devem variar bastante ao longo do tempo e , de acordo com a teoria de mercados eficientes , as estimativas de retorno para ações devem apresentar níveis de significância diferentes ao longo do tempo . Este fato tem origem nas frequentes mudanças dos níveis de volatilidade nos mercados de renda variável que são causadas pelas oscilações no ciclo dos negócios ou pela estocasticidade intrínseca das regras de mercados eficientes. Desta forma assumimos que um investidor atento aos seus resultados de previsão enfrenta grande incerteza na escolha de modelos que melhor se adaptem aos mais diversos cenários econômicos. A utilização dos modelos regressivos vem da busca por respostas flexíveis que admitam mudanças no processo gerador de nossas previsões. Assim tentaremos aumentar o grau de previsibilidade e eficiência do modelo gerador de estratégias com diferentes escolhas de equações para a regressão.

A escolha de variáveis macroeconômicas participantes do ciclo dos negócios para avaliação de níveis de precificação de ações é muito utilizada na literatura financeira . É bastante lógico pensar que as empresas são amplamente afetadas pelo cenário macroeconômico em que desenvolvem suas atividades. A evidência empírica nos mostra que os agentes estão constantemente formando suas expectativas através de um número cada vez maior de informações disponíveis ao público.

Será também relevante em nosso trabalho avaliar a importância de cada variável ao longo do tempo e perceber como as expectativas se alteram de modo a aumentar ou diminuir o poder de previsão de cada componente da regressão. Para isso o modelo se

desenvolve de modo a permitir que algumas variáveis da regressão entrem e saiam da regressão em cada período da amostra.

Os resultados obtidos certamente não devem ser tomados como garantia de retornos futuros onde as características observadas em nosso modelo continuem se repetindo de forma semelhante . Todavia podemos chegar a interessantes conclusões a respeito de uma melhor eficácia de modelos recursivos em relação ao modelo econométrico de regressão única. Outra análise interessante é compararmos os resultados com uma estratégia passiva de buy and hold no mercado acionário.

## Capítulo 2 – Descrição do Modelo

Recentemente os modelos recursivos estão sendo amplamente utilizados em estudos econométricos cujo tratamento através de regressões convencionais apresenta baixo grau de previsibilidade. Em alguns desses casos a principal dificuldade encontra-se na descoberta de um modelo que aparentemente utilize a melhor escolha de variáveis em cada período do tempo. A teoria econômica muitas vezes nos ajuda a distinguir quais as variáveis relevantes no estudo de um processo gerador de dados. Entretanto um pesquisador esforçado tem consciência que ao longo de décadas as relações entre elas possui algum tipo de dinâmica de transformação. A velocidade das mudanças econômicas não nos permite afirmar que um fator endógeno que foi de extrema utilidade para o entendimento de um processo há décadas atrás, continuará o sendo nos dias de hoje. De forma semelhante o surgimento de novos fatores também merece igual atenção de nossa parte.

A busca do modelo que nos trará as melhores respostas muito possivelmente é um processo de aprendizado onde o aperfeiçoamento dos resultados pode ser atingido com o reconhecimento de que nosso modelo deve estar sempre aberto a mudanças. Em geral essas transformações podem fazer parte de uma melhora de nossa capacidade de análise ou somente de uma novo número de informações disponíveis ao público. Neste caso não estamos preocupados com a causa das mudanças mas sim apenas focar nos efeitos sobre a melhor modelagem que buscamos.

O que faremos então é fixar um modelo inicial com  $x$  variáveis que julgamos as mais apropriadas para estarem presentes ao longo de todo o período estudado formando a regressão base. Em seguida testaremos dois novos fatores em cada período  $t$  e olhando para os efeitos obtidos com as combinações de regressões entre a base pré escolhida e as novas possibilidades de equações disponíveis, decidiremos se essas mudanças nos trarão melhores respostas. Assim aplicamos o conceito dos modelos regressivos que é combinar todas as hipóteses de variáveis escolhidas (no nosso modelo a base fixa é equivalente a uma variável) para a busca da melhor solução de regressores.

As variáveis que utilizaremos como base para as regressões são algumas das componentes do Ciclo dos Negócios . Muitos estudos publicados e o conhecimento econômico padrão nos permite afirmar que o retorno em ações está fundamentalmente ligado a dinâmica de evolução desses ciclos . No livro *Investment for Appreciation . Forecasting Movements in Security Prices. Techniques of Trading in Shares for Profit* publicado em 1936 , Lawrence Angas afirma que “ O fator determinante para a determinação de preços no mercado acionário é o ciclo dos negócios “.

Como componentes de nossa base de regressão fixa escolhemos as seguintes variáveis : As taxas do tesouro americano de 1 ano e de 10 anos , a taxa de desemprego, a taxa de variação mensal da produção industrial e a taxa de variação mensal do agregado monetário M2 . As variáveis macroeconômicas desemprego , produção industrial e M2 serão utilizadas com médias móveis de 3 meses a fim de suavizarmos o impacto de revisões históricas na publicação dos dados . Outro fato importante que deve ser considerado é o atraso na publicação desses indicadores macroeconômicos. Logo então o melhor a fazer é aplicarmos os dados no intervalo de tempo t-1 12 meses . Quanto as taxas de juros estamos tão preocupados em avaliar as mudanças na direção das taxas quanto em considerarmos o patamar em que se encontram . Para isso devemos colocar dois períodos diferentes para ambas as taxas , ou seja , t-1 e t-2 . A variável  $Y_t$  é igual a variação no índice S& P .

Podemos então escrever a regressão fixa da seguinte forma:

$$Y_t = \{ T1_{t-1}, T1_{t-2}, T12_{t-1}, T12_{t-2}, PI_{t-1}, M2_{t-1}, Ds_{t-1} \}$$

onde :

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i, \quad i = 1, \dots, n$$

Através do Método de Mínimos Quadrados acharemos as melhores estimativas possíveis para as equações desejadas.

Como mencionado anteriormente a abordagem será feita toda voltada para a técnica de modelos recursivos que implica um estudo de outras possibilidades de combinação de

regressores além da regressão fixa descrita acima. Escolhemos o índice de confiança do consumidor e a inflação como possíveis alternativas para o aprimoramento de nosso modelo. O índice de confiança deverá ser apontado como relevante em alguns períodos uma vez que o consumo possui forte participação no PIB americano e é um importante indicador antecedente de força da economia assim como a produção industrial. A taxa de inflação também é importante para um ambiente macroeconômico saudável. Esta variável deve se tornar de maior importância em períodos onde as variações indiquem riscos associados a inflação excessiva ou deflação

O período estudado se iniciará em 1979 (2) e se estenderá até os dados atuais de 2004. O ano de 1979 foi escolhido como início do estudo por possibilitar um número bom de amostras sem que isso implique dificuldade de obtenção de dados e/ou imprecisão dos valores. Caso recuássemos muito no tempo algumas variáveis estariam suscetíveis as alterações passadas em sua forma de cálculo e outras talvez nem mesmo estivessem disponíveis para divulgação ao público, como é o caso do índice de confiança.

As combinações de regressões em cada período totalizaram quatro. Inclusão apenas do índice de confiança na regressão fixa, inclusão apenas da taxa de inflação na regressão fixa, inclusão do índice de confiança e da inflação na regressão fixa e a regressão fixa sem inclusão de nenhuma variável extra. A especificação do nosso modelo recursivo começará em 1984 (2) onde os critérios de seleção serão computados para as três opções possíveis. A base de dados será de 1979 (2) até 1984 (1). O modelo que melhor for avaliado por nossos critérios estabelecidos será utilizado para prever retornos esperados em 1984 (2). Esse modelo será considerado o mais adequado até o período seguinte quando em 1984 (3) novamente faremos as quatro regressões que nos indicarão qual o melhor modelo para o período. A janela de dados que antes era de 1979(2) até 1984 (1), agora será expandida até 1984 (2). Para acharmos o modelo ideal em 1982 (4) repetimos o processo. Dessa forma o número de regressões que iremos calcular será igual ao número de períodos dentro da amostra multiplicado pelas nossas possibilidades de combinação de regressores as quais são quatro. Somaremos um total perto de 2.964 regressões ao longo do nosso estudo. Certamente é um método que demanda grande atenção computacional entretanto desta forma podemos simular um processo no qual o investidor buscou ao longo do tempo o modelo que melhor se adaptava a cada época e assim constantemente pode aperfeiçoar

suas expectativas . Também possibilita a inclusão de novas variáveis que possamos julgar necessário á medida que nossas opções de obtenção de informação mudaram .

Um dos textos que serviu como apoio para a realização de nosso estudo , Pesaran MH and A.Timmermann (1995) `Predictability of Stock Returns , permitiu que a base de regressão fixa variasse ao longo do tempo e testou a melhor combinação a cada período . Isso tornou a simulação ainda mais complexa . O autor se confrontou com uma modelagem que indicava 512 possibilidades de combinação em cada período estudado . Esse esforço acadêmico lhe deu um total de aproximadamente 200.000 regressões a serem computadas . Este fato me chamou a atenção para a importância de desenvolver bons métodos de programação econométrica de forma que o processo seja conduzido da forma mais automatizada possível . Nosso modelo de 2.964 regressões pode parecer simplório se comparado ao exemplo acima , entretanto não nos livra de uma busca por um método de programação que faça a janela de dados gerar as regressões em uma seqüência programada .

Os critérios para seleção do modelo apropriado em cada período do tempo podem ser escolhidos dentre alguns métodos estatísticos conhecidos tais como R<sup>2</sup> , Akaike's ( AIC ) , Schwarz's ( BIC ) , sign criterion e etc.. . Por motivos relativos a imparcialidade e eficácia de resultados resolvemos escolher o critério de SCHWARZ como o teste de seleção de variáveis. Este teste pode ser obtido através da equação :  $BIC = LL_t - \frac{1}{2} (k + 1) \log(t)$

Após essas etapas nosso objetivo será criar uma estratégia baseada na previsão de retornos em ações que nos oriente entre compra de títulos ou aquisição de ações . Segundo a eficiência dos mercados , a utilização das informações disponíveis ao público não nos permite criar modelos a partir destas que constantemente nos assegure lucros acima das relações de risco e retorno do mercado . Certamente não pretendemos desenvolver um modelo que nos garanta tais retornos , porem podemos sim gerar informações úteis que melhorem o desempenho de uma estratégia deste tipo. Os custos de transação serão ignorados para efeito de simplificação . Então as opções para o investidor podem ser definidas assim :

- 1 - Manter-se em ações
- 2 - Manter-se em títulos
- 3 - Trocar ações por títulos

#### 4 - Trocar títulos por ações

A orientação obtida com as previsões de retorno em ações serão usadas na equação abaixo :

$$M_t = M_{t-1} * [ (1+RA) * F_a + (1+RT) * F_t ]$$

Onde :

$M_t$  = Montante acumulado ao fim do período

$M_{t-1}$  = Montante no início do período

RA = Retorno do S&P no período

RT = Retornos em Títulos no período

FA = Fator que indica se o posicionamento em ações deve ser realizado . É igual a 1 quando o retorno da previsão supera a remuneração em títulos e 0 quando isso não ocorre.

FT = Fator que indica se o posicionamento em títulos deve ser feito . Se FA = 1 , FT = 0 porém quando , FA = 0 , FT =1 .

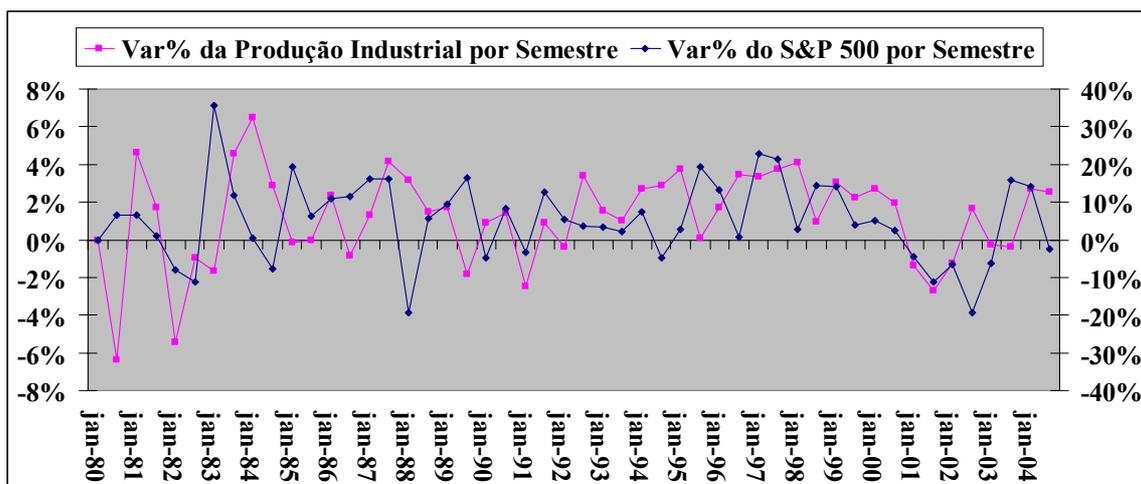
Os resultados serão aplicados nos n períodos estudados a fim de obtermos um número indicador de retorno médio anual para a estratégia orientada pelos modelos. . Outra constatação interessante será feita pela comparação dos números da estratégia baseada em modelos recursivos com a estratégia buy and hold que simula um investidor passivo

### Capítulo 3 – Análise de Variáveis

Neste capítulo falaremos sobre a importância de alguns indicadores escolhidos e analisaremos um pouco da relação isolada destes com o índice S&P 500 . Após essas observações passaremos a parte das regressões onde chegaremos aos resultados obtidos com os modelos recursivos . A análise isolada será feita para percebermos que elas são de alguma forma importantes no complexo processo de formação de preços do mercado acionário.

O índice de produção industrial é bastante observado pelos agentes e fornece uma boa medição do nível de aquecimento da economia como um todo , uma vez que o setor industrial serve como motor de outros . Ele responde por aproximadamente 30 % do PIB americano sendo que 20 % vem do setor de manufaturados e 10 % da indústria . O gráfico abaixo foi construído em dois eixos devido a maior volatilidade do mercado acionário . Ambas as variações foram consideradas semestralmente para suavizar as flutuações , uma vez que buscamos saber apenas se elas nos mostram uma tendência definida para cada período . Em geral o mercado acionário responde bem a variações positivas no nível de produção industrial . Abaixo segue o gráfico detalhado :

Gráfico 1 .

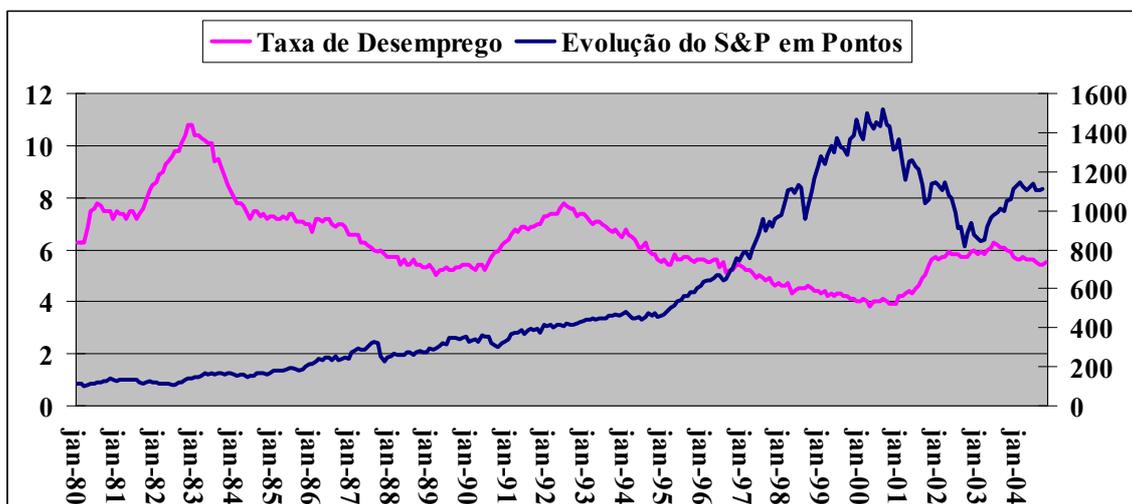


Podemos realmente observar que guardadas as devidas proporções a relação positiva entre ambos se mostrou efetiva durante a maior parte dos períodos em questão . Alguns casos particulares podem ser destacados . O Intervalo que se inicia em janeiro de 1994 e termina em janeiro de 2001 foi de retornos semestrais expressivos e exclusivamente positivos para o S&P . Não por acaso observamos um comportamento semelhante com as variações na produção industrial que apresentou desempenho bem acima de sua média no período , 1,25 . De jan-91 a jan-96 o índice também teve desempenho acima da média com apenas uma amostra negativa . Novamente o índice de produção industrial mostrou maioria de variações positivas tendo apenas um registro negativo. No outro oposto o período de jul-2000 a jul-2003 foi extremamente negativo para as bolsas americanas após o estouro da bolha de preços em ações de tecnologia , escândalos corporativos , irregularidades em fundos multimercados e os atentados terroristas . O índice acionário apresentou 5 medições seguidas no campo negativo sendo uma delas perto de - 20 % . O Índice industrial manteve-se positivo em apenas uma amostra durante o período, mostrando que certamente o ambiente econômico não era favorável em meio a essa prolongada queda do S&P.

Entretanto a relação nem sempre nos traz afirmações exatas e podemos observar períodos em que nada foi tão óbvio quanto uma relação estritamente positiva. Entre jan-80 e jan-89 a análise desses dois indicadores não nos trouxe soluções simples . Foi um período de volatilidade elevada onde provavelmente os agentes enfrentavam um ambiente econômico bastante incerto. Em jan-85 o índice acionário registrou desempenho negativo mesmo com a produção industrial crescendo mais de 6 % no semestre . Neste caso é útil recorrer a teoria econômica para verificar que um aumento brusco de juros se fez necessário para conter tais patamares de crescimento industrial . Aumento de juros e instabilidade não são os ingredientes mais apreciados pelo mercado de renda variável .

Abaixo segue o gráfico que relaciona o nível de emprego ao índice S&P .

Gráfico 2



Neste gráfico podemos observar que de uma maneira geral a relação descrita segue um padrão inverso . Um aspecto deve ser mencionado quando o índice está descrito em pontos ao invés de variações percentuais .No livro *A Random Walk at Wall Street*, Burton G. Malkiel aponta para o comportamento não estacionário do índice acionário americano que pode ser descrito através de um passeio aleatório . Essa característica pode gerar afirmações incorretas que desconsideram o problema das regressões espúrias. Logo só usaremos variáveis não estacionárias em números não percentuais quando isso for conveniente para observações gráficas como o gráfico XXX.

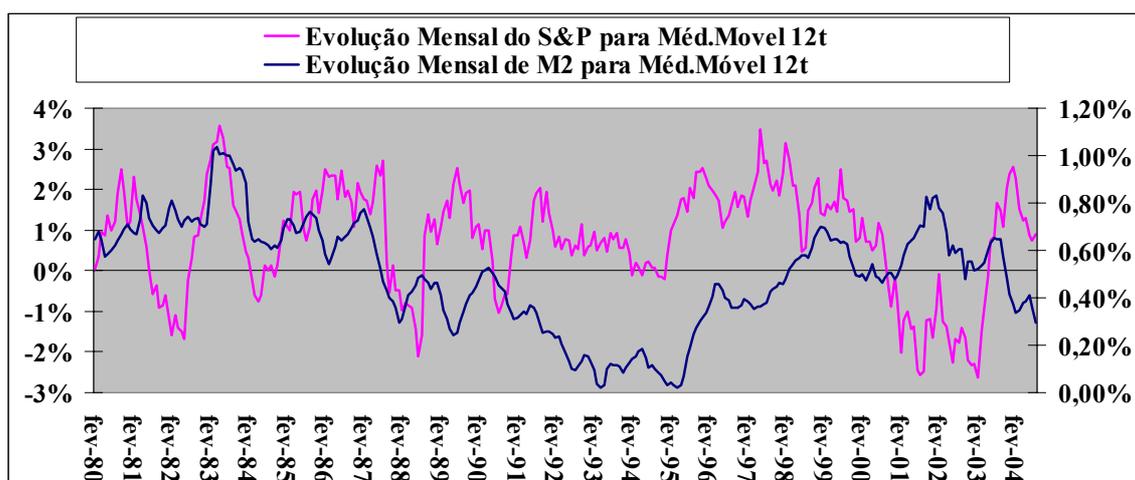
A década de 80 pode ser dividida em dois períodos em termos do comportamento da taxa de desemprego . Até 1983 O desemprego subiu de 6 % para atingir o pico de 11 % em meados de 1983 . O comportamento do índice acionário não pareceu refletir totalmente tal mudança e subiu pouco mais de 15 % . Entretanto com taxas de juros no patamar médio de 10 % ao ano , certamente não foi satisfatório obter rendimentos de 15 % em um período de quase 4 anos . Durante o período restante , até o fim da década , a taxa despencou de 11 % em 1983 para 5,5 % em janeiro de 90 . Foi uma época boa para os detentores de ações americanas que tiveram o seu capital multiplicado por três .

Os anos 90 foram marcados pela era Clinton cuja atuação teve expressivo êxito na área econômica. Durante os oito anos do mandato do democrata a taxa de desemprego baixou do patamar de 8 % para os níveis de 4 % ao fim de seu mandato . A relação desemprego baixo e bolsa em alta mostrou-se eficaz com retornos de aproximadamente 250 % no período em questão.

A partir de 2000 o que vimos foi um grande aumento da volatilidade e três anos de quedas seguidas que representaram uma perda de quase 50 % para o índice S&P 500 . Este só voltou a ter desempenho positivo em 2003 e até agora também em 2004 . O nível de desemprego acompanhou o movimento inverso primeiro subindo de 4 % para 6% e depois recuando 1 ponto percentual do início de 2003 até agora.

Abaixo segue o gráfico que relaciona o índice acionário a oferta de Moeda:

Gráfico 3



A relação acima exige um olhar mais atento que as já descritas porém certamente não deixa de nos trazer resultados interessantes. O agregado monetário M2 está contabilizado com 2 períodos de defasagem. Primeiro vamos focar nos casos em que as variáveis se encontravam em valores extremos e comentar sobre o que ocorreu em tais períodos. O índice acionário apresentou retornos mensais médios acima de 2 % por mais de 3 períodos em algumas oportunidades. Em 1983 os amplos retornos do S&P foram acompanhados por taxas recordes de crescimento médio do agregado monetário . Durante os anos de 1986 e 1987 a valorização acionária ocorreu em meio a taxas também expressivas de M2 . Em

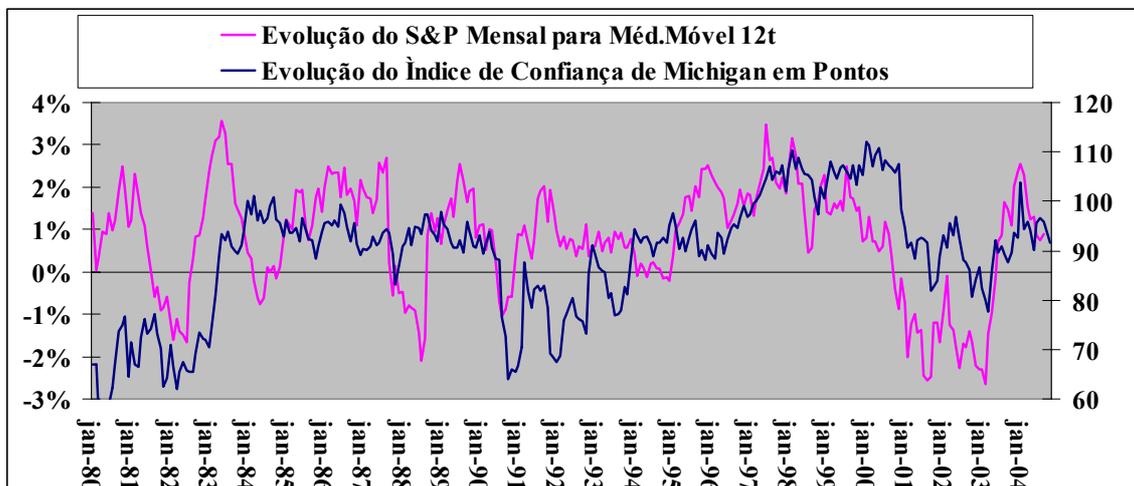
1996 o que ocorreu com o agregado foi uma brusca aceleração em que as taxas passaram de próximas de zero para 0,40 % mensais . E finalmente em 1997 , 1998 e 2000, quando o índice passou por um período de prolongada valorização, o que se constatou foram taxas monetárias bem acima da média histórica.

Outro tipo de análise pertinente é observar o que aconteceu quando as mudanças bruscas de direção ocorreram em ambas as variáveis . O ajuste entre as duas taxas de variação mostra uma impressionante simetria até o ano de 1989 , onde os movimentos foram muito similares com exceção para o ano de 1982. O movimentado acentuado de ambos entre 1983 e 1984 foi uma boa amostra da relação predominantemente positiva existente entre essas duas variáveis . Outra oscilação que chama atenção é o fim de um período de acentuada contração monetária onde a média de M2 chegou perto de zero. O que se viu após isso foram prolongados anos de aumento do crescimento do agregado monetário com um significativo acompanhamento positivo do índice acionário.

Obviamente como não tratamos de uma relação perfeita convém citar períodos em que nem tudo ocorreu de forma previsível . Durante as quedas do S&P de 1982 a taxa de expansão dos depósitos à vista e à prazo mantiveram-se em patamares elevados . O mesmo fato ocorre durante a longa crise de 2000 até final de 2002 quando o agregado monetário registrou significativa elevação. Entretanto talvez não seja difícil entender a relação falha associada a épocas de recessão . Bancos Centrais se utilizam constantemente de estímulos monetários ao longo de períodos de crise econômica. Os ativos mostram recuperação quando as medidas se mostram efetivas para os índices de produção ( caso de 1982 ) . Por outro lado o remédio monetário pode não refletir melhoria no ambiente econômico como na mais recente recessão americana onde taxas médias mensais de 0,8 % não foram suficientes para animar investidores . O que se sabe também é que dificilmente um Banco central prudente mantém esses níveis de crescimento de M2 por períodos consecutivos .

Abaixo o gráfico que mostra a relação do Índice de Confiança com o S&P 500 :

Gráfico 4



No gráfico acima é possível perceber a importância do Índice de Confiança dos consumidores na formação dos preços do S&P. Não deveria ser diferente uma vez que o consumo nos EUA responde por mais de dois terços do PIB. A relação se mostra bastante eficaz na maior parte do tempo e o consumo pode ser considerado um bom indicador antecedente para analisar tendências econômicas. Foi utilizado um lag de tempo de um período para corrigir a defasagem nas divulgações.

Aqui realmente não são necessárias maiores explicações para comprovar a importância do indicador pois guardadas as devidas proporções muito raramente a variável em questão deixou de refletir movimentos no S&P. Vale porém destacar quatro períodos distintos apenas para formarmos alguma idéia de proporção entre as variações.

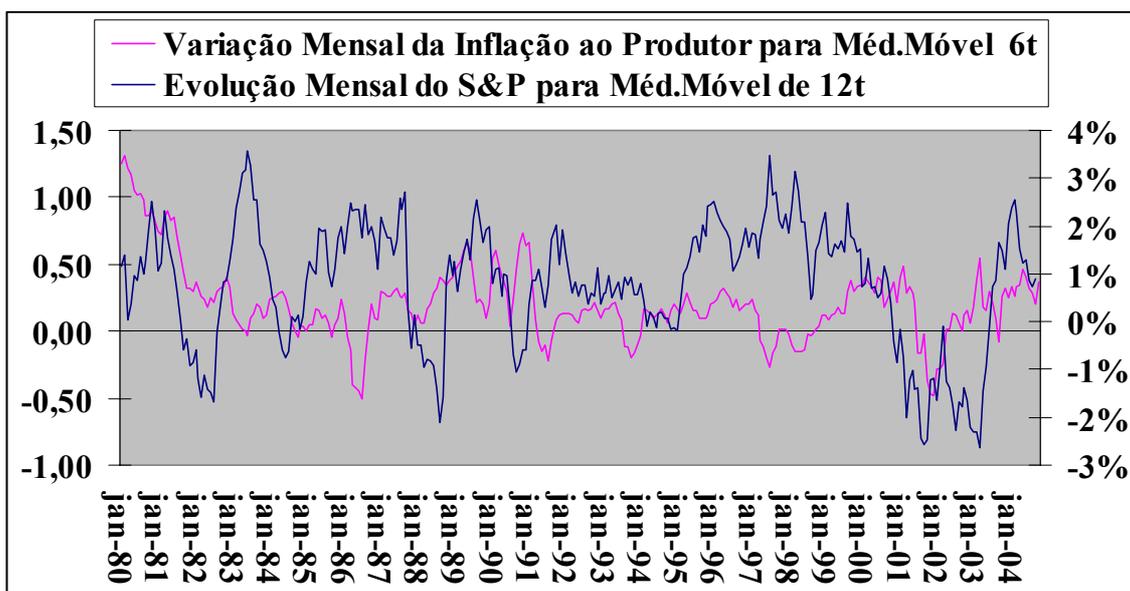
Entre janeiro de 1981 e janeiro de 1985 o índice de confiança avançou aproximadamente 30%. No mesmo período o S&P registrou alta de quase 40%. No período 1991 – 1999 o S&P apresentou retornos superiores a 300%, enquanto que o indicador de Michigan avançou 100%. Na outra ponta dos cenários entre 2001 e 2003 o índice S&P apresentou queda de 30% com o índice de confiança recuando 10%.

Interessante constatar o que é possível enxergar no gráfico através de uma análise mais cuidadosa. O S&P tornou-se mais sensível às variações do índice de Michigan com o passar do tempo. As variações iniciais que nos mostravam um coeficiente positivo próximo

de 1,5 chegaram ao fim do período indicando coeficiente de 3. Aqui podemos estar diante de um processo típico de aprendizado onde uma variável ganha importância ao longo do tempo e este aspecto foi um dos motivos pelo qual a variável de Michigan foi incluída entre as duas escolhidas para serem testadas ao longo do tempo .

Abaixo o gráfico da inflação ao Produtor relacionada ao S&P500:

Gráfico 5



Aqui temos uma relação de difícil interpretação onde as direções das variáveis não parecem ter um padrão definido na maior parte do tempo . É interessante observar como algumas significativas variações da inflação não conseguem gerar um movimento esperado no índice S&P. Entretanto certamente é possível encontrar períodos onde os agentes estiveram preocupados com os rumos da inflação .

As variações do índice de preços ao produtor contidas no intervalo de 0,4% a -0,4 % não parecem ser de relevância significativa para causar reações no mercado acionário. A questão que envolve esta variável aparentemente ganha importância em períodos onde existe a perspectiva de risco inflacionário ou de deflação que possam ter conseqüências duradouras para a saúde do ambiente macroeconômico . Nesse caso , infelizmente o gráfico de médias móveis pode nos tirar informações preciosas para avaliarmos situações desse tipo.

Uma elevação inflacionária pode gerar impactos negativos em apenas dois ou três períodos de retornos para o S&P de modo que a média móvel desse índice não capture o impacto quando a ameaça não se concretiza.

Apesar de ser uma relação baseada em casos extremos é útil observarmos períodos onde foi grande a incerteza com relação a choques inflacionários ou ameaças de recessão. Apesar da década de 70 não estar no gráfico, podemos imaginar como a evolução da inflação foi uma variável chave após o primeiro grande choque dos preços de petróleo.

Em caso mais recente que está contido no gráfico foi o período de 2003 -2004. Durante 2003 os níveis de inflação próximos de zero apontavam para um risco de deflação que fazia os agentes do mercado acionário diminuírem em suas apostas na economia americana. A recuperação dos preços que se sucedeu veio seguida de recuperação de preço dos ativos de bolsa. Entretanto em 2004 o risco de deflação rapidamente se transformou em risco inflacionário e agora o que todos queriam era o arrefecimento dos preços. A relação em menos de um ano passou de positiva para negativa sem perder importância na avaliação de mercado. Novamente os preços não se desenvolveram como todos temiam e o índice pode voltar para o território dos retornos positivos

O comportamento ambíguo da relação entre as duas variáveis e a sua esporádica capacidade de representar um bom instrumento de previsão foram os motivos da escolha da inflação como uma fator sujeito a janela de testes. Devemos esperar que seja incluída apenas em períodos onde representou um perigo a prosperidade econômica americana. Provavelmente essa combinação não ocorreu na maior parte da amostra.

## Capítulo 4 – Apresentação de Resultados e Comentários

A programação do `evIEWS` desempenha um papel chave na elaboração do modelo . A inclusão da especificação abaixo pode ser de grande utilidade para a compreensão do modelo . Abaixo seguem os comandos para execução das regressões.

```
' (1) set sample
```

```
smpl 1979.02 2004.07
```

```
' (2) definir variaveis
```

```
' as especificações alternativas podem incluem x4 e x5
```

```
series y = SP500
```

```
series x1 = Desemprego
```

```
series x2 = Prod.Industrial
```

```
series x3 = Agregado Monetário
```

```
series x4 = Confiança
```

```
series x5 = Producer Price Index
```

```
series x6 = taxa 10 Anos
```

```
series x7 = Taxa 1 ano
```

```
' (3) set fixed sample size for regression (60 MESES)
```

```
lssize = 60 ( tamanho da janela de subamostras )
```

```
' (4) run regression for each subsample
```

```
' compara SCHWARZ Information Criterion
```

```
' realiza previsao 1 periodo a frente
```

```
' previsao é a serie de previsoes, modelo uma variavel que diz qual modelo foi usado em cada periodo (1, 2, 3 ou 4)
```

```
' set rolling subsample
```

```
smpl 1979:02+!i-1 1979:02+!i+lssize-2
```

```

' estimate regression 1
' regressao basicaequation eq1.ls y x1(-1) x2(-1) x3(-1) x6 x6(-1) x7 x7(-1)

' estimate regression 2
' regressao com x4
equation eq2.ls y x1(-1) x2(-1) x3(-1) x6 x6(-1) x4 x4(-1) x7 x7(-1)

' estimate regression 3
' regressao com x5
equation eq3.ls y x1(-1) x2(-1) x3(-1) x6 x6(-1) x5(-1) x7 x7(-1)

estimate regression 4
' regressao com x4 e x5
equation eq4.ls y x1(-1) x2(-1) x3(-1) x6 x4 x4(-1) x5(-1) x7 x7(-1)

' compara Schwarz dos modelos acima
sic.fill eq1.@schwarz,eq2.@schwarz,eq3.@schwarz,eq4.@schwarz
!melhor = @min(sic)

' salva r2 de cada equação
smpl 1979:02+!i+!ssize-2 1979:02+!i+!ssize-2
r2_eq1=eq1.@rbar2
r2_eq2=eq2.@rbar2
r2_eq3=eq3.@rbar2
r2_eq4=eq4.@rbar2

' especifica periodo para previsao
smpl 1979:02+!i+!ssize-1 1979:02+!i+!ssize-1

' realiza previsao usando melhor modelo
if eq1.@schwarz=!melhor then
    modelo = 1
    eq1.fit prev
else
    if eq2.@schwarz=!melhor then
        modelo = 2
        eq2.fit prev
    else

```

```

if eq3.@schwarz=!melhor then
  modelo = 3
  eq3.fit prev
else
  modelo = 4
  eq4.fit prev

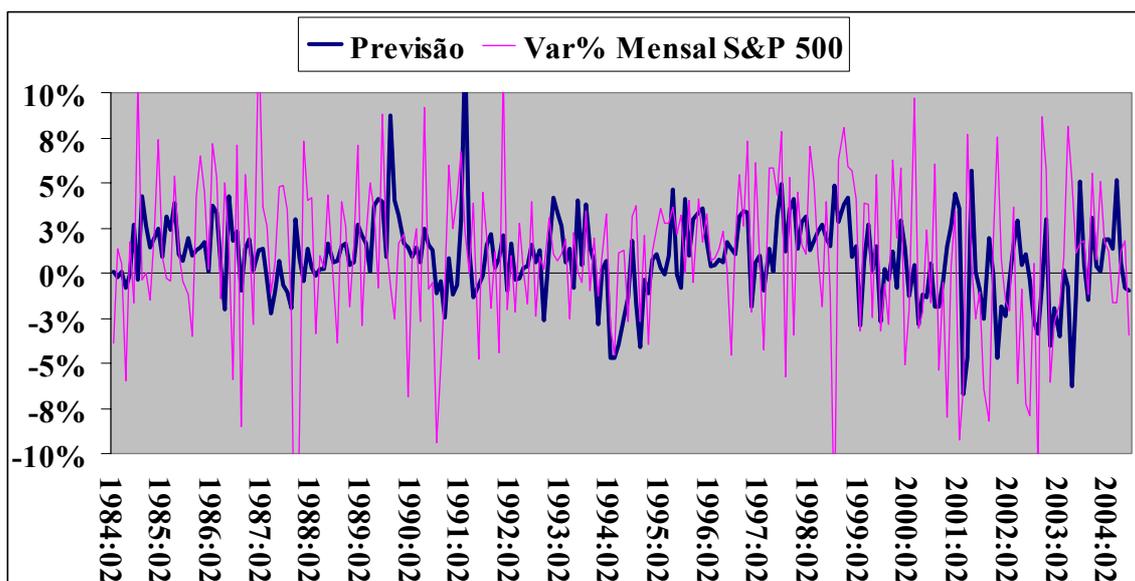
previsao = prev

next

```

Então após rodarmos o programa a série de previsões encontradas pode ser confrontada com os resultados efetivos do S&P 500 :

Gráfico 6



O modelo nos ofereceu uma ferramenta com relevante grau de previsibilidade . Podemos notar que a variância dos retornos do S&P é muito maior que a variância das previsões realizadas pelo modelo . Isso decorre dos efeitos das médias móveis das variáveis utilizadas e da própria natureza instável dos mercados em relação ao ambiente econômico . A correlação calculada entre as duas séries marcou 16,7% , número considerado razoável se pensarmos que a variável dependente interage com muitos outros fatores além dos usados.

Depois veremos em detalhes como o R2 ajustado de cada equação se comportou ao longo do tempo e veremos que nosso modelo apresentou uma considerável oscilação em seu grau de previsibilidade com períodos de R2 chegando a 40 % , enquanto outros o valor se aproximava de 6 % .

Um dado interessante que o texto de Timmerman até utiliza como fator de teste estatístico , pode ser extraído através da observação do percentual de acerto dos sinais dos números das previsões e dos números do S&P 500. É bastante compreensível que em modelos financeiros de previsão haja uma preocupação em relação ao acerto da direção que o movimento seguirá em  $t + 1$  , mesmo que as dimensões estimadas não forem tão bem calculadas . Em um fato extremamente favorável ao modelo constatamos que as previsões acertaram a direção do S&P em 159 vezes dentro de um universo de 247 observações . Isso representa um índice de acerto de 64,4 % contra 33,6 % de erro . Esse índice foi bastante semelhante ao encontrado no modelo descrito por Timmerman que apresentou resultados um pouco piores apenas.

Em relação ao excesso de variância dos números do S&P podemos fazer esses cálculos acima quando a série mensal do S&P é descrita através de uma média móvel de 3 meses . Com essa suavização das variações do índice acionário a correlação entre as previsões e o S&P sobe para 23 % . Entretanto a análise dos sinais nos dá quase o mesmo resultado com 164 acertos dentro de 247 , ou seja , 66 % de acerto .

Agora iniciaremos uma descrição detalhada de quando e durante quanto tempo cada uma de nossas quatro equações foi usada para as previsões . O gráfico abaixo que foi construído com base no critério de Schwarz indica qual equação foi usada com o número correspondente a cada uma , ou seja , quando o número é 1 a equação 1 foi usada. Como a programação descrita no início do capítulo pode não ter sido necessária para o entendimento de cada uma das equações , abaixo segue o detalhamento dos regressores usados em cada uma delas :

Equação 1 = Tx 1ano  $t$  ; Tx 1ano  $t+1$  ; Tx 10anos  $t$  ; Tx 10anos  $t$  ; Desemp  $t-1$  ; Prod.Ind  $t-1$  ; M2  $t-1$  ; SPXmensal  $t-1$

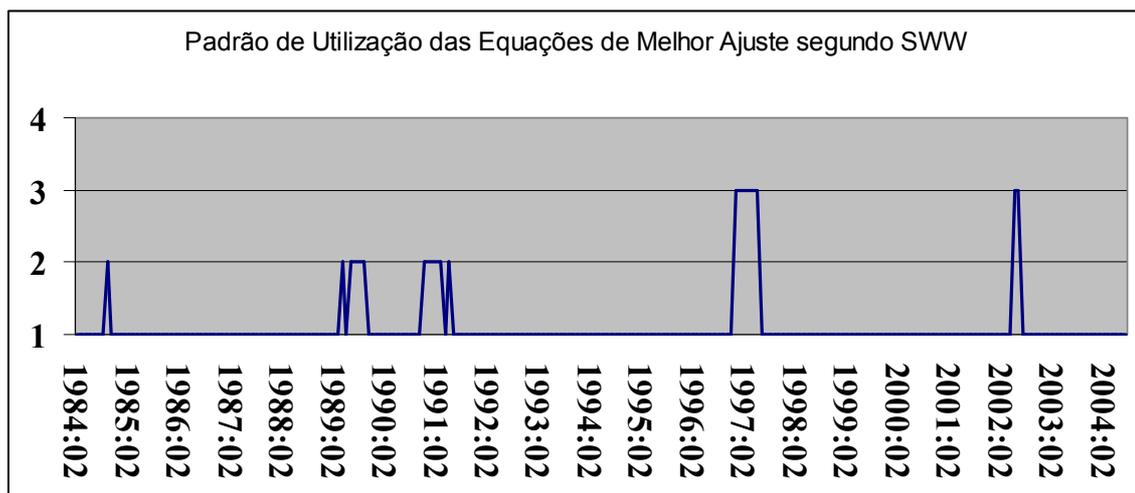
Equação 2 = Tx 1ano t ; Tx 1ano t+1 ; Tx 10anos t ; Tx 10anos t ; Desemp t-1 ;  
Prod.Ind t-1 ; M2 t-1 ; SPXmensal t-1 ; **Ind.Conf t ; Ind.Conf t-1**

Equação 3 = Tx 1ano t ; Tx 1ano t+1 ; Tx 10anos t ; Tx 10anos t ; Desemp t-1 ; Prod.Ind  
t-1 ; M2 t-1 ; SPXmensal t-1 ; **PPI t-1**

Equação 4 = Tx 1ano t ; Tx 1ano t+1 ; Tx 10anos t ; Tx 10anos t ; Desemp t-1 ; Prod.Ind  
t-1 ; M2 t-1 ; SPXmensal t-1 ; **Ind.Conf t ; Ind.Conf t-1 ; PPI t-1**

Abaixo o gráfico detalhado de quando cada uma das equações acima foi utilizada :

Gráfico 7



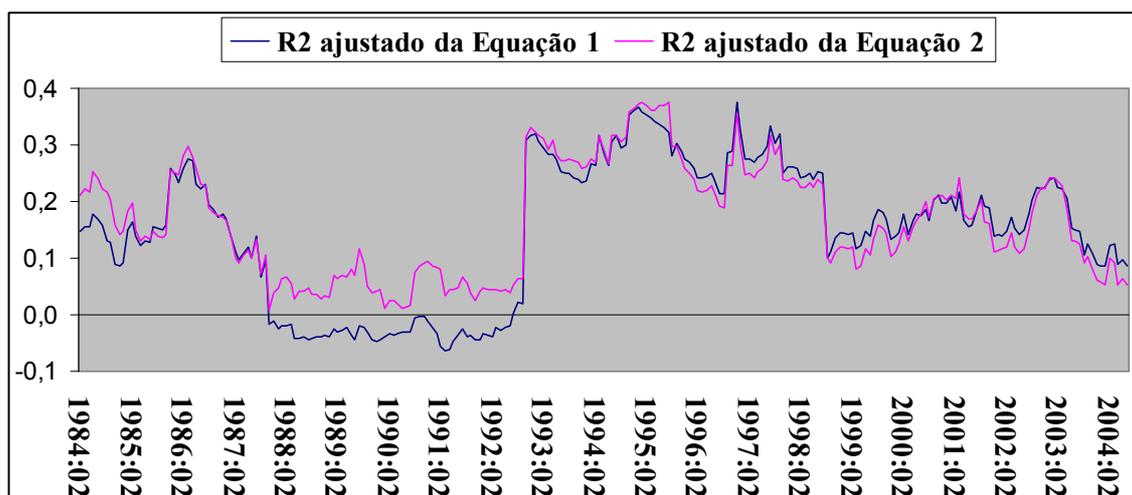
O padrão descrito no gráfico nos informa que a equação 1 foi usada na grande maioria das vezes enquanto a equação 4 não foi utilizada para qualquer período do intervalo acima . A equação 3 foi utilizada durante dois intervalos de tempo dentro da amostra enquanto que a equação 2 foi utilizada em três intervalos . O termo intervalo vem de uma constatação interessante a favor do modelo . Quando uma equação foi escolhida para previsão ela em geral permaneceu por um período maior que apenas uma observação .( a única exceção é a escolha do modelo 2 em setembro de 84 ) . Esse fato confirma a hipótese intuitiva de que o mercado quando se importa de maneira mais significativa com uma

variável, esta passa a ser acompanhada por algum período até que deixe de ser um fator de preocupação e/ou alívio. Isso certamente decorre do fato de que as preocupações ligadas às evoluções macroeconômicas de uma economia em geral tem um efeito maior que um mês. Por exemplo o período que caracteriza uma recessão é de seis meses.

Para analisarmos mais detalhadamente como foi o poder de explicação de cada equação ao longo do tempo podemos olhar para uma descrição gráfica do R2 ajustado ao longo do tempo. Dessa forma podemos perceber como cada equação desenvolveu a sua capacidade de ajuste dentro do período em questão. Como a equação 1 foi escolhida durante a grande parte do período os outros R2 ajustados estarão relacionados a ela.

Abaixo o gráfico do R2 ajustado da equação 1 e o R2 ajustado da equação 2:

Gráfico 8



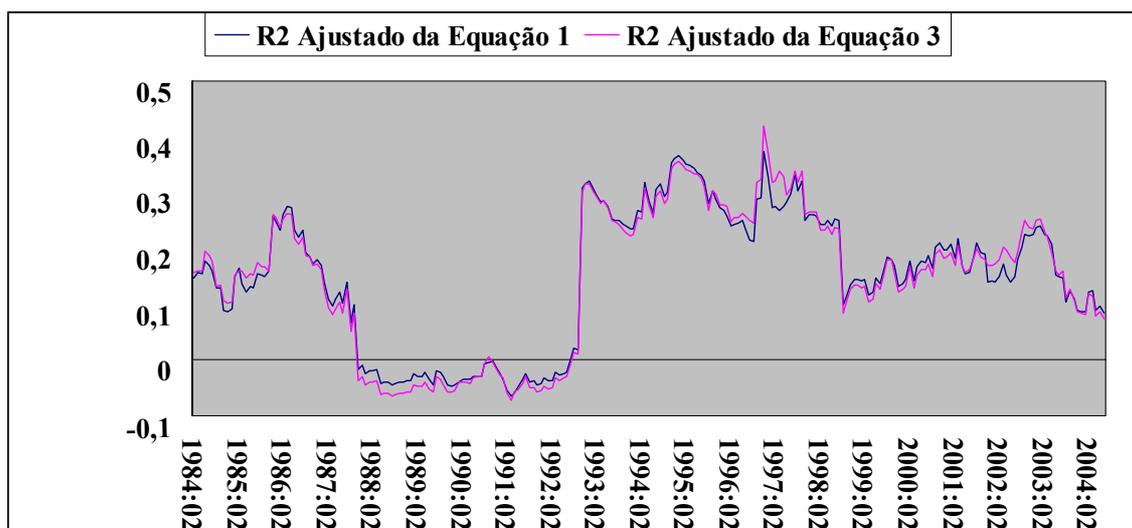
O padrão acima mostra que as diferenças de valor para o R2 das equações em questão são em geral pequenas. visto que, a inclusão de apenas uma variável normalmente não é motivo para grandes impactos durante toda a amostra. Em relação aos valores obtidos é interessante notarmos como conseguimos obter graus de ajuste bastante elevados durante a década de 90 ( após 1992 ) onde alcançamos níveis de ajuste próximos de 0,4. . O valor negativo do R2 registrado pela equação 1 durante algum período ocorre pela ausência de constante no modelo que possibilita um intervalo não somente entre 0 e 1. Entretanto pode-se constatar também que nem sempre as previsões tiveram êxito e em particular o

período de 1988 a 1992 registrou níveis baixíssimos para o R2 de ambas as equações. Podemos também tentar responder uma pergunta que surge assim que olhamos o gráfico acima . O que ocorreu no período após setembro de 1992 que causou tão acentuada elevação no R2 ? Esse tópico certamente merece uma avaliação mais detalhada que faremos mais tarde .

Importante também é fazermos a conexão das diferenças de R2 com os períodos onde a equação 2 foi utilizada ao invés da equação 1 e em seguida olharmos para o que ocorreu na relação entre a variável índice de confiança e o S&P. Entre 1989 e 1992 o modelo utilizou a equação 2 por 9 vezes .e não por acaso este período foi caracterizado por uma grande diferença entre os R2s sendo o R2 referente a equação 2 bastante superior no período . Ao voltarmos para o gráfico x percebemos que durante esse período a relação entre o Índice de Confiança e o S&P esteve estreitamente correlacionada . Além disso a confiança do consumidor encontrava-se em um dos patamares mais baixos da amostra , ao redor de 70 pontos . Uma crise de confiança certamente colocou os investidores mais atentos aos dados que poderiam trazer alguma perspectiva de melhora diante do cenário pessimista . Quando o índice de Michigan voltou para próximo de 90 pontos a regressão que utilizava esta variável não mais foi utilizada.

Abaixo o gráfico do R2 ajustado da equação 1 e o R2 ajustado da equação 3 :

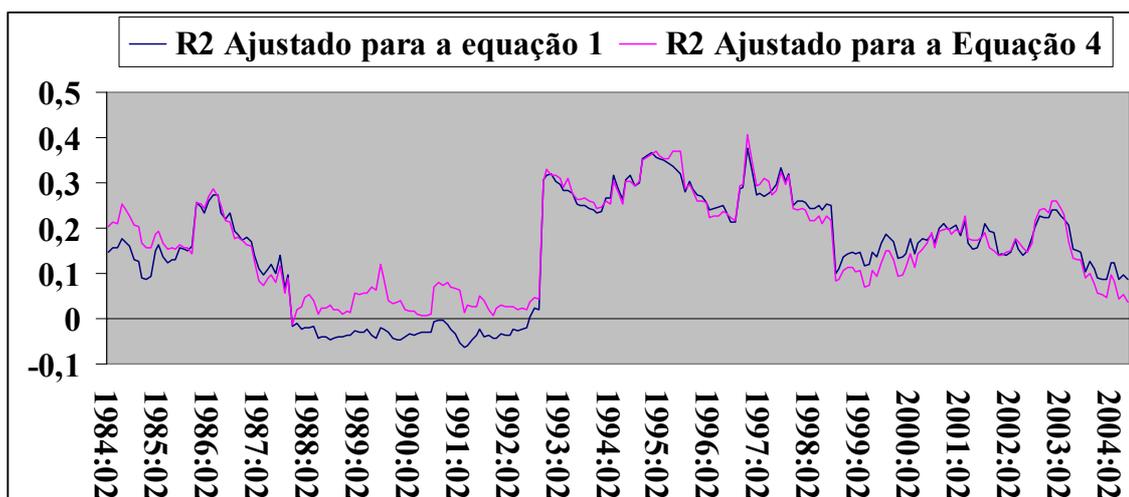
Gráfico 9



Aqui notamos que os dois R2s caminham de forma praticamente idêntica. A equação 3 que inclui inflação foi usada por seis períodos no ano de 1997. Se olharmos atentamente para o gráfico acima percebemos que este período foi o maior descolamento entre os dois valores do critério R2. Quando voltamos ao gráfico x para analisarmos o que ocorreu nesse período de inclusão da inflação no modelo, observamos que a variação do PPI sofreu drástica queda em 1997. A preocupação com os preços certamente orientou a tomada de decisão dos agentes enquanto a economia rumava para a deflação. Outro período em que houve utilização da equação 3 para previsão foi em meados de 2002. Novamente a inclusão do índice PPI esteve associada a períodos de inflação decrescente.

Abaixo o gráfico do R2 ajustado da equação 1 e o R2 ajustado da equação 4:

Gráfico 10



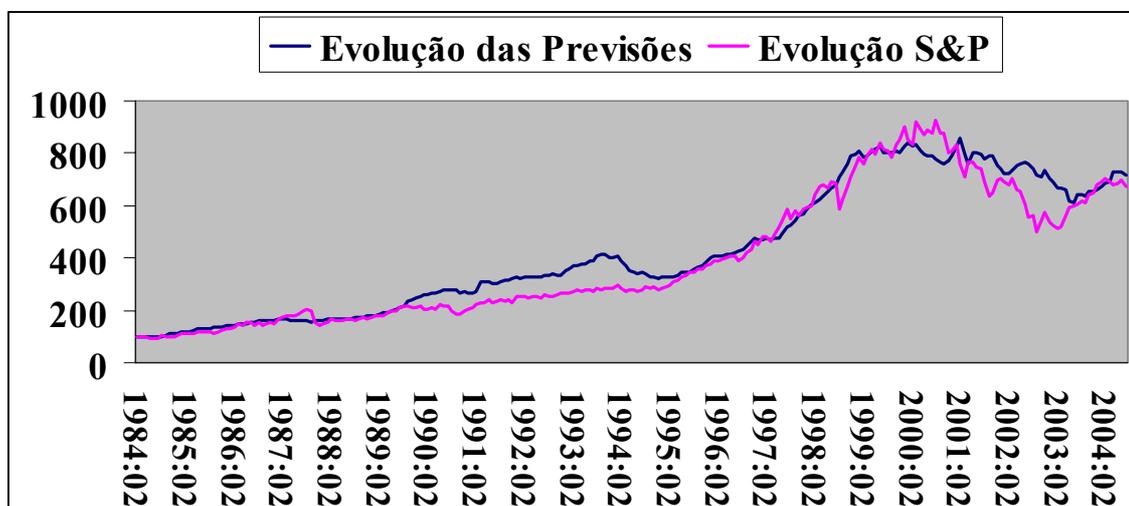
Olhando para este gráfico a pergunta que devemos fazer certamente é porque ele não foi utilizado. Na verdade não há uma resposta exata para isso porém é possível notar que o comportamento acima se parece mais com a comparação entre o R2 da equação 1 e 2 onde somente o índice aparece. O que podemos afirmar de fato é que não houve período em que o índice de confiança e o PPI foram utilizados simultaneamente para previsão. O que sabemos é que durante a inclusão do Índice de confiança sozinho, entre 1989-1992, a inflação se manteve estritamente positiva e não acima de 0,5 ao mês. Enquanto isso durante os períodos de inclusão do PPI o índice de confiança esteve sempre acima de 80

pontos . É bastante conveniente pensar que as variáveis realmente não tinham importância suficiente para ,em períodos similares, forçarem a inclusão da equação 4 . Entretanto além da inclusão de variáveis serem punidas pelo critério de seleção , o fato da base fixa incluir um número grande de variáveis também retira a importância da análise do comportamento individual de cada nova entrante .

Após detalharmos o comportamento dos diversos R2s das equações usadas e analisarmos a inclusão das variáveis para cada período , uma outra visão de previsibilidade que podemos explorar seria uma referência de índice 100 no começo das observações do índice S&P 500 e das previsões de nosso modelo. Ao fim da amostra poderemos perceber qual foi a diferença do retorno previsto em relação ao retorno efetivo do índice acionário. Feito isso, o índice das previsões registrou 718 contra 674 de evolução para o S&P . Isso nos diz que nossas previsões superestimaram o retorno total em aproximadamente 8% , valor bastante reduzido se considerarmos o tamanho da amostra.

O gráfico abaixo ilustra o procedimento :

Gráfico 11



Acima podemos focar com mais precisão os períodos em que os retornos das previsões acumulados se mantiveram distantes dos retornos do S&P . Primeiramente vamos chamar atenção para os períodos em que os retornos caminharam juntos por um período contínuo. Esses intervalos foram 1984-1989 e 1995-2000 . No primeiro intervalo o R2 da equação 1 e

2 se mantiveram quase sempre acima de 10 % . No segundo intervalo podemos dizer que inclui os períodos de maior R2 e como é possível notar o grau de ajuste é bastante significativo .

Agora desenvolveremos a estratégia de compra e venda de ações e títulos baseada nos modelos recursivos. Os cálculos foram feitos segundo a equação abaixo onde no início da amostra o investidor recebe um montante = 100 .

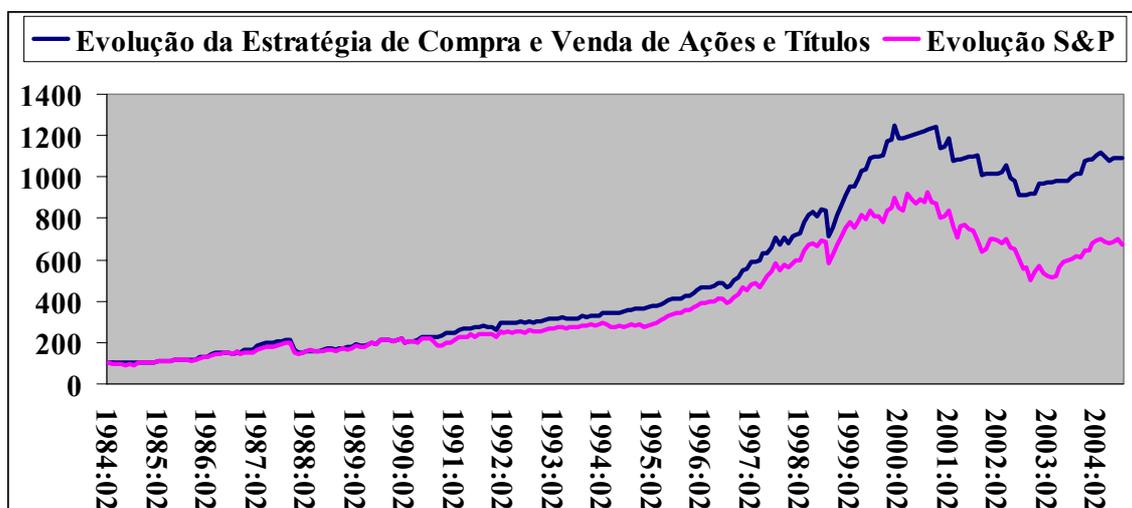
$$M_t = M_{t-1} * [ (1 + RA) * Fa + (1 + RT) * Ft ]$$

Os resultados obtidos podem ser considerados bastante satisfatórios e ao fim da amostra o investidor que seguiu a estratégia baseada no nosso modelo acumulou um montante de 1094 . Considerando dados citados logo acima verificamos que uma estratégia do tipo buy and hold no mercado acionário acumulou um valor de índice igual a 674 , ou seja , o investidor obteve retornos acumulados 50 % menores . Isto também nos informa que a estratégia de compra simples rendeu ao investidor uma média de 9,5 % ao ano durante todo o período enquanto que a estratégia de compra e venda de ações e títulos baseada em previsões gerou retornos médios de 12 % ao ano .

Se olharmos os resultados obtidos por Timmerman em seu modelo , veremos que os resultados foram incrivelmente semelhantes. Isso pode ser considerado surpreendente uma vez que as variáveis utilizadas não foram as mesmas e a combinação de equações possíveis foi muito menor . Timmerman averiguou retornos de 11,68 % ao ano quando utilizou o critério de Schwarz e custos de transação igual a zero. Uma boa notícia é que o critério de Schwarz foi dos que apresentou a menor variância dentre os outros critérios utilizados em seu texto.

Para verificarmos como evoluíram os resultados de nossa estratégia ao longo do tempo vamos expor um gráfico comparativo ao índice S&P que exemplifica a estratégia passiva.:

Gráfico 12



O gráfico acima exemplifica o sucesso da estratégia e nos permite perceber em que períodos o nosso modelo obteve desempenho muito superior ao índice. De 1984 até 1991 o modelo registrou desempenho praticamente igual ao S&P. Durante esse intervalo o R2 da equação utilizada esteve situado quase sempre abaixo de 0,20 (com exceção de 1986 e 1987) e isso não gerou grandes ganhos comparativos para nossa estratégia. Porém um fato importante certamente foi a coincidência deste intervalo com o período de alta volatilidade das taxas nominais após a mudança de procedimentos operacionais utilizados pelo FED. Além disso esse período esteve associado a crise no mercado acionário de 1987.

A partir de outubro de 1991 nosso modelo gerou um descolamento de retornos que coincidiu com a utilização do índice de confiança por seis períodos seguidos. Se olharmos para o R2 da equação simples percebemos que ele encontrava-se em patamares próximos de zero, enquanto o R2 da equação que inclui o índice de confiança sem inflação estava ao redor de 10%. Isso certamente foi um ganho de análise gerado pela inclusão da variável teste possibilitado pelos modelos recursivos.

Entre 1992 e final de 1998 os retornos obtidos através de previsão abriram considerável vantagem em relação ao índice S&P. Esse período foi marcado pelo expressivo aumento do R2 em todas as equações utilizadas que chegou a atingir convincentes níveis de 40%. Em seguida tivemos um reaproximamento de desempenho no final 1998 onde nosso modelo desempenhou pior que a estratégia passiva, porém rapidamente recuperando a

predominância. Interessante notar como o R2 de todas as equações caíram nesse período. Entretanto no final da amostra apesar do R2 se recuperar para níveis de apenas 0,2 o que se observou foi um ganho de vantagem expressivo nos períodos que se seguiram .

O que podemos ressaltar é que durante o intervalo de 1993 a 2001 onde houve a maior diferença de desempenho a favor do nosso modelo, o R2 encontrou-se quase sempre acima de 20 % . Atualmente o que se pode reparar é um R2 ao redor de 17 % que nos últimos 3 anos tem gerado aumentos não tão grandes da diferença de performance, apesar deles persistirem . O ganho de rentabilidade desse período recente não pode ser comparado ao período de 1993 a 2001 onde na maioria do tempo o R2 esteve acima de 17% e alcançou até níveis de 40 % .

## Capítulo 5 – Conclusão

A avaliação dos retornos obtidos com a estratégia de compra e venda de títulos baseada em previsões apresentou resultado bastante satisfatório e superou com folga a estratégia de simples compra e manutenção de ações durante o período . Os ganhos diferenciais obtidos com essa estratégia foram maiores onde os valores para o R2 das equações utilizadas apresentou-se em patamares acima de 10 % .

O desempenho do nosso modelo apresentou algum nível de constância e a avaliação do acerto de sinais nos mostrou um índice acima de 60 % . Isso nos mostra que podemos confiar na previsão da direção do movimento com mais de 50 % de chance de êxito . Essa avaliação nos mostra que o modelo pode ser usado como um importante instrumento de apoio para avaliação de tendências.

A abordagem dos modelos recursivos gerou ganhos de eficiência , uma vez que as equações auxiliares foram usadas em alguns períodos de tempo . O índice de confiança foi importante para a melhoria das previsões em períodos onde a capacidade de previsão da equação auxiliar esteve muito abaixo da média. Esse auxílio certamente foi fundamental para que a qualidade das previsões fosse mantida.

A inflação foi incluída em períodos onde havia risco de deflação. O modelo nos trouxe a idéia de que em nenhum período da amostra a inflação foi incluída em função de risco inflacionário , ou seja , teoricamente a inflação nesses períodos não chegou a representar risco para a saúde da economia americana . Isso provavelmente seria diferente se a amostra contivesse o período do primeiro grande choque do petróleo . Outra visão alternativa possível é que uma inflação alta pode ter seu efeito difundido pela alta das taxas de juros que seguem .

Tanto a inflação quanto o índice de desemprego foram incluídos um número pequeno de vezes se comparados ao tamanho da amostra . Anteriormente havíamos comentado que a relação do gráfico entre o PPI e o S&P 500 não apresentava uma correlação bem definida. Já o índice de Confiança não foi incluído em momentos onde sua participação parecia alinhada a tendência do índice acionário. Isso pode ser efeito do número elevado de variáveis da base fixa que diminui o peso de uma variável individual e não permite que o

modelo contenha poucos regressores. É uma boa medida a ser considerada permitir que a base fixa seja composta de um número menor de variáveis.

Uma análise importante é que o modelo não apresentou piora da sua capacidade preditiva em momentos de maior volatilidade do mercado acionário . Também não houve perda de eficiência em momentos de aceleração de tendência . A constância da capacidade de gerar retornos acima da estratégia simples enquanto o R2 esteve acima de 10 % certamente foi um ponto favorável ao nosso modelo .

Em relação ao período onde o R2 das equações esteve sempre abaixo de 10% podemos concluir que nossa escolha de variáveis não representou boas possibilidades de combinações , ou seja , durante aquele período haviam outras variáveis que deveria estar sendo testadas. Isso nos mostra como o modelo regressivo pode ser efetivo ao permitir que um número grande de possíveis variáveis estejam disponíveis para serem testadas . Dessa forma conseguimos abrangência na capacidade de explicação sem sermos punidos com a perda de graus de liberdade . A escolha refinada das variáveis não nos impede de abrirmos chance para que um grande número de possíveis regressores sejam testados ,

Em relação a mudanças bruscas no nível do R2 podemos chegar a interessantes conclusões quando analisamos estes períodos . Por exemplo o período de 1992 onde o R2 teve um aumento expressivo e repentino esteve associado a mudanças nos procedimentos de fixação das taxas de juros pelo FED. Assim podemos compreender quais foram as conseqüências de mudanças de regime em relação a capacidade de explicação das variáveis. Podemos impor restrições que tentem captar mudanças de regime e suavizar o efeito desses impactos.

Finalmente o retorno médio obtido com a estratégia aplicada pelo texto certamente apresentou bons desempenhos em função da combinação de Índices acionários em alta com taxas de juros que somente no fim da amostra estiveram em patamares considerados baixíssimos . As taxas de juros mais baixas de nosso período recente fazem com que a estratégia de compra de ações sejam escolhidas mais vezes e esse fato nos coloca com maior propensão a seguir as flutuações do mercado acionário . Portanto as previsões quando forem utilizadas para os períodos de baixas taxas juros podem prejudicar nosso ganho diferencial em relação a estratégia simples.

## Bibliografia

Angas , Lawrence ( 1936 ). .Investment for Appreciation . Forecasting Movements in Security Prices. Techniques of Trading in Shares for Profit .

Pesaran MH and A.Timmermann (1995) `Predictability of Stock Returns.

Burton G. Malkiel (1996) Random Walk at Wall Street.

The Economist . Guide to Economic Indicators . Making Sense of Economics.