

# Análise da eficiência do mercado acionário brasileiro: um estudo do setor de papel e celulose através de modelos APT

*Efficiency analysis of the Brazilian stock market: a study of pulp and paper sector through APT models*

Pablo Treger Zydowicz de Sousa<sup>1</sup>

Antônio André Cunha Callado<sup>2</sup>

## Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a eficiência do mercado acionário brasileiro através do estudo de modelos *Arbitrage Pricing Theory* (APT) entre ações do setor de papel e celulose. Os dados deste estudo referem-se às séries temporais mensais de retornos dos preços de ações de empresas do setor de papel e celulose negociadas na Bovespa, no período compreendido entre julho de 2005 e novembro de 2009. Já como variáveis explicativas, foram empregadas no mesmo espaço de tempo da variável dependente as séries históricas de variações de fatores macroeconômicos, tais como taxas de juros, câmbio e inflação, assim como de fatores específicos do setor, como preço, exportação e produção de papel e celulose. Através da análise do modelo APT, pode-se concluir a existência de fortes indícios que o mercado acionário do setor de papel e celulose no Brasil é ineficiente quanto sua forma fraca.

**Palavras-chave:** Finanças. Eficiência de Mercado. APT.

## Abstract

*The research aims to analyze the Brazilian market efficiency through Arbitrage Pricing Theory (APT) models using paper and pulp industry stock. The present study*

---

<sup>1</sup> Mestre em Administração d Desenvolvimento Rural. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Endereço: Rua Pedro Américo, 79. Bongi. Recife-PE. CEP: 50751-340. Fone: (081) 3446-1463. E-mail: ptzsousa@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Administração dela Universidade Federal de Pernambuco e pela Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. D. Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. Recife-PE. CEP 52.171-030. Fone (081) 3320-6460. E-mail: andrecallado@yahoo.com.br.

*data refer to monthly time-series paper and pulp company stock price returns dealt at Bovespa over the period July 2005 and November 2009. During the same period, macroeconomics variations time-series were used as independent variables, such as inflation, interest rates and exchange rates, as well as sectorial variables oscillations, paper and pulp's price, exportation and production rates. The APT model analysis indicated that pulp and paper Brazilian stock market is inefficient over the weak form approach.*

**Keywords:** Finance. Market Efficiency. APT.

## Introdução

A Hipótese da Eficiência de Mercado (HEM) é considerada um dos principais pilares da Teoria de Finanças. Em mercados formados por investidores racionais, os preços refletem sempre todas as informações relevantes disponíveis, de modo que as oportunidades de ganhos extraordinários são nulas. Diversos foram os estudos que, por muito tempo, auxiliaram a estabelecer a ideia de mercados eficientes.

Para Fama (1970) a regra principal do mercado de capitais é alocação, por parte do proprietário, das economias em ações de capital. Em termos gerais, a ideia é um mercado em que os preços provêm acurados sinais de alocação de recursos e os investidores podem escolher entre títulos que representem a posse das atividades de firmas sobre o pressuposto, que a qualquer tempo os preços dos títulos “refletem completamente” todas as informações avaliáveis. Um mercado no qual os preços “refletem completamente” as informações avaliáveis é denominado de eficiente.

Quanto à importância do estudo de eficiência de mercado, pode-se afirmar que é essencial para o entendimento do comportamento dos preços dos ativos, assim como sua relação com a conjuntura econômica ao qual está aplicado. Estudos relevantes têm sido elaborados para testar a eficiência de mercado de capitais em vários países, como Inglaterra, por Günsel e Çukur (2007) e Fletcher (2001); Índia, por Dhankar e Esq (2005), Coreia por Kwon, Shin e Bancon (1997); Estados Unidos, por Fama (1970, 1991), Chen, Roll e Ross (1986); e no Brasil, por Kude

(1998), Mello e Samanez (1999), Neves e Amaral (2002), Matsuo e Eid Júnior (2004), Stivanin (2006), Callado *et al.* (2009), Negrisoli (2009), dentre outros.

A literatura empírica em eficiência e modelos de precificação de capitais ultrapassa a utilidade científica. Devido a isto, a visão de alguns pesquisadores tem mudado sobre o comportamento dos retornos, através dos títulos e do tempo. De fato, os acadêmicos acreditam piamente nos fatos que aparecem dos testes, até mesmo quando eles discordam sobre suas implicações com a eficiência. O trabalho empírico com a eficiência de mercado e modelos de precificação de capitais também têm mudado as visões e as práticas dos profissionais do mercado (FAMA, 1991).

Dentro da teoria financeira existem duas abordagens atinentes à precificação de ativos, o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) proposto por Sharpe (1964) e a *Arbitrage Pricing Theory* (APT) proposta por Ross (1976). O CAPM é um enfoque de precificação de ativos que considera o equilíbrio global de mercado, enquanto que a APT considera o equilíbrio setorial. Fama e French (2004) apresentam o CAPM como um modelo algébrico de precificação baseado na relação entre risco e retorno esperado através da identificação de um uma carteira eficiente composta por ativos com preços bem conhecidos pelo mercado.

Ross (1976) descreveu a APT como um modelo de precificação de ativos que relaciona, de forma linear, as expectativas de retorno com um número limitado de fatores. Bodie, Kane e Marcus (2000) definem a APT como uma teoria que relaciona o risco/retorno a partir de conceitos não arbitrários em grandes mercados de capitais.

No Brasil, assim como nos Estados Unidos e em outros países, o CAPM é o modelo de precificação mais empregado, entretanto, a APT se sobrepõe pela possibilidade da formulação caracterizada pelo profissional ou pesquisador. Ou seja, ao optar pelo estudo de precificação de um ativo de uma firma de agronegócio, o profissional deve intuitivamente compor o modelo com as variáveis que supostamente mais influenciam o desempenho esperado de uma empresa em determinado setor, como taxa cambial, taxa básica de juros, preço do petróleo, dentre outros.

A APT tem sobrevivido vários anos sob a mira de intensivos e detalhados exames sem êxito. A maioria dos exames e explicações tem tomado espaço nas matemáticas avançadas e no âmbito econométrico, o que significa que recebeu pouca atenção dos profissionais fora da academia. No entanto, ela ganhou atenção da comunidade de investimento, e sua curiosidade deverá crescer nos próximos anos quanto ao seu apelo lógico, e o mais importante, as suas implicações práticas vêm tornando-se bem visíveis (ROLL; ROSS, 1995).

Atualmente, a APT ainda é considerada uma boa ferramenta de exame da Hipótese de Eficiência de Mercado, sendo empregada em pesquisas importantes sobre mercados de capitais e análises de investimentos. “A contribuição da APT consiste em demonstrar como (e sob quais condições) pode-se passar de um modelo de índices múltiplos a uma descrição de equilíbrio de mercado (ELTON *et al.*, 2004, p. 318).”

Nesta pesquisa foi operacionalizado um estudo de precificação dos ativos no mercado acionário nacional de papel e celulose através da APT. O mencionado setor engloba uma fatia significativa das exportações de agronegócio no país e apresenta uma elevada taxa de crescimento, assim como uma ótima perspectiva de formação de superávits para balança comercial brasileira. Além disso, não há conhecimento de estudos específicos sobre modelos de precificação multifatoriais especificamente voltados ao mercado de papel e celulose local.

A produção de celulose no Brasil cresceu 6,0% em 2009, atingindo a marca de 13,4 milhões de toneladas. No mesmo período, as exportações da fibra registraram um aumento de 16,9%. Esses resultados sugerem que, apesar da crise financeira internacional, os produtos brasileiros deste setor apresentaram-se competitivos em relação aos seus concorrentes internacionais. Apesar do aumento da demanda, a receita de exportações de celulose acumulou uma queda de 15,4% em comparação ao ano passado (BRACELPA, 2010b).

O setor de papel e celulose hoje, no Brasil, é representado por 220 empresas espalhadas em 450 municípios, localizados em 17 estados das cinco regiões. As exportações do setor em 2009 foram representadas

por um valor considerável de US\$ 5 bilhões, com um saldo comercial de quase US\$ 3,7 bilhões, totalizando 14,4% da Balança Comercial (BRACELPA, 2010a).

O objetivo desta pesquisa é analisar a eficiência do mercado acionário brasileiro através da APT aplicada em ações do setor de papel e celulose.

## Referencial Teórico

A lógica da APT fundamenta-se no princípio de que a covariância entre os retornos de ativos numa carteira diversificada é empregada como um instrumento de composição da carteira, em que os retornos da maioria ativos são afetados sistematicamente por fatores estocásticos, caracterizando uma relação eficiente entre os retornos das ações.

No escopo da teoria da precificação por arbitragem (APT), surge a ideia de que poucos fatores abrangentes influenciam a covariância dos retornos de ativos. Ao mesmo tempo em que as correlações dos movimentos dos preços sugerem a presença de influências sistemáticas, a ATP é omissa a quais e quantas variáveis devem ser empregadas.

O modelo de precificação elaborado por Ross (1976) tem um forte apelo intuitivo, assumindo que a formação dos preços de uma ação ao longo de um período é determinada pela sensibilidade do ativo em relação a um conjunto de fatores de risco macroeconômicos e setoriais, permitindo a predição parcial dos retornos esperados.

O retorno (R) da ação é determinado pela soma entre retorno esperado ( $\bar{R}$ ), os produtos das variações imprevistas dos fatores sistemático e não sistemáticos, com os coeficientes de sensibilidade  $\beta_n F_n$  e o erro estocástico, que representa o risco não explicado pela equação.

$$R = \bar{R} + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_n F_n + \varepsilon \quad (11)$$

onde,

$R$  - é o retorno do ativo;

$\bar{R}$  - é o retorno esperado do ativo;

$\beta$  - é o coeficiente de sensibilidade do ativo às variações do fator correspondente;

$F$  - é o fator de média nula comum ao ativo em análise;

$\varepsilon$  - é o erro residual não explicado pelos fatores.

A APT está baseada na premissa de que a diferença entre o retorno atual (realizado) de uma ação e seu retorno esperado é igual à soma dos produtos de diferentes tipos de riscos inerentes à ação por suas realizações mais o termo de erro específico à ação (BERRY; BURMEISTER; MCELROY, 1998).

Ao desenvolver o modelo, Ross (1976) APT não especificou quantos e quais são os conjuntos de fatores adequados para sua composição. Fama e French (1993) explicam que por meio da segmentação das variáveis explicativas é possível organizar um teste convincente onde os fatores relevantes dos retornos das ações auxiliam na explicação dos retornos dos títulos e vice-versa.

Roll e Ross (1995) explicam que os retornos das ações são afetados por fatores não sistemáticos ou idiossincráticos, influências estas que afetam apenas firmas individuais ou setores em particular, mas não à economia como um todo. Assim, através do processo de diversificação, retornos idiossincráticos de ativos individuais cancelam outros, retornos de carteiras amplas são influenciados principalmente apenas por fatores sistemáticos.

Chen, Roll e Ross (1986) desenvolveram um modelo de precificação por regressão múltipla fundamentados na assertiva de que as variáveis macroeconômicas devem afetar sistematicamente os retornos do mercado financeiro. Este trabalho é considerado por muitos pesquisadores em finanças como um dos artigos mais importantes quando o assunto de refere à precificação de ativos através de regressão

múltipla composta por fatores macroeconômicos. Foi demonstrado que cinco macro variáveis são significantes no processo de explicação dos retornos esperados das ações (taxa inesperada de inflação, variação na taxa de inflação, mudança inesperada de estrutura a termo, mudança inesperada no prêmio por risco e variação inesperada na taxa de crescimento da produção industrial).

Estas variáveis foram selecionadas intuitivamente como fontes causadoras de variações nos retornos das ações por suas características macroeconômicas e testadas estatisticamente para verificar a correlação dos fatores explicativos com o retorno das ações.

De acordo com Rostango, Kloeckner e Becker (2004), o princípio fundamental do APT é a impossibilidade de duas carteiras com mesma condição de risco apresentarem retornos esperados diferentes, de outra forma, a diferença seria rapidamente suprimida pela prática da arbitragem.

Para Bodie, Kane e Marcus (2000), uma oportunidade de arbitragem ocorre quando um investidor consegue desenhar uma carteira com zero de investimento, ou seja, uma carteira com o valor líquido igual a zero, onde o investidor vende a descoberto ao menos um ativo e usa os rendimentos para adquirir um ou mais ativos.

Dothan (2008) emprega o conceito de “estratégias lucrativas de trocas” para descrever trocas estratégicas que produzem retornos esperados positivos e livres de risco. A abordagem de não existir esta qualidade de estratégia é fator condicionante para existência de um mercado equilibrado. Por outro lado, Delbaen e Schachermayer (2004) definem uma oportunidade de arbitragem como a possibilidade de se realizar lucros no mercado financeiro sem correr risco nem dispêndio de capital.

Em uma carteira de arbitragem, qualquer investidor, independente de seu poder aquisitivo ou de sua aversão ao risco, tenderá a seguir uma disposição infinita quanto ao seu investimento (BODIE; KANE; MARCUS, 2000). Ou seja, ele venderá a descoberto sua posição e

utilizará seus recursos para realizar uma opção de compra a descoberto de mais ativos.

Segundo Berry, Burmeister e McElroy (1988, p. 30), “a APT assume que os ganhos pela oportunidade de arbitragem são rapidamente eliminados por influência da competição. Isto é, um investidor não pode ganhar uma taxa de expectativa de retorno de ações sem correr riscos e sem realizar uma série de investimentos.” Em outras palavras, havendo um desequilíbrio nos preços dos ativos este será instantaneamente eliminado diante das negociações dos agentes que pretendem auferir retornos dessa condição, eliminando qualquer possibilidade de ganhos extraordinários, através da construção de uma carteira pela arbitragem.

A arbitragem nos mercados financeiros ocorre quando os investidores acreditam no preço de um título sub ou sobrevalorizado e negociam este ativo a descoberto com a perspectiva que o valor do título se equilibrará com a assimilação das informações pelo mercado. A impossibilidade de arbitragem converge com a expectativa de equilíbrio de mercado e de equidade entre os participantes do mercado. A divisão dos lucros no mercado financeiro eficiente deve ocorrer em um processo justo entre os participantes, com expectativas racionais.

Na arbitragem perfeita, nem todos os participantes do mercado precisam obter informações. Os participantes informados fazem os preços refletirem valores verdadeiros, enquanto que o desinformado pode simplesmente tomar vantagem dos serviços dos informados.

A expectativa de arbitragem em determinado mercado supõe que os riscos sistemáticos existentes na economia não estão totalmente inseridos nos preços das ações e que alguns investidores, por estarem conscientes desta possibilidade, mantêm carteiras com zero de investimentos, a fim de obterem retornos infinitos.

As chances de um negociante realizar inferências dos preços de mercado sobre a posse de informações dos outros negociantes fundamentam na expectativa de como ocorre o equilíbrio de preços, ou como o equilíbrio está relacionado às informações inicialmente exploradas pelos negociantes (RADNER, 1979).

O agente que discerne a não projeção de uma informação relevante nos preços de mercado desenha um modelo de equilíbrio das expectativas nos preços das ações, investindo em uma carteira de tal modo que proporcionará o máximo retorno com os ajustes dos preços, devido ao conhecimento da informação pelo mercado.

O investidor com possibilidade de arbitragem precisa abstrair-se das expectativas do mercado para que não viciem seu próprio modelo. Para Radner (1979), se os negociantes tiverem oportunidade de confrontar os resultados operacionais do mercado com seus próprios modelos, então surgirá um conceito de equilíbrio com objetivo de que seus modelos não sejam ventilados com as observações de mercado.

Roll e Ross (1995) explicam que o retorno esperado de qualquer ativo está linearmente relacionado à sensibilidade do ativo diante da oscilação inesperada de fatores de maior impacto. Em uma forma simplificada de apresentação, o processo de geração de retornos por fatores múltiplos, ocorre o seguinte:

$$R_i = a_1 + \sum_{j=1}^J b_{ij} I_j + e_j \quad (12)$$

Nota-se que cada título  $i$  possui um coeficiente de sensibilidade distinto para cada fator ( $I_j$ ), que é o mesmo a todos os títulos. Qualquer fator ( $I_j$ ) afeta mais de um título, senão pertenceria ao termo residual ( $e_i$ ). Os fatores afetam os retornos de mais de um título e são responsáveis pelas covariâncias dos títulos.

Os  $b_{ij}$ 's são peculiares a cada título e representam uma característica ao título que pode ser apenas a sensibilidade do título a certo fator, ou um atributo do título, como sua taxa de dividendo (ELTON *et al.*, 2004).

O modelo da APT que procede deste método de geração de retornos pode ser descrito como:

$$\bar{R}_i = a_1 + \sum_{j=1}^J b_{ij} \lambda_j \quad (13)$$

onde,  $\lambda_j$  é o retorno esperado adicional exigido devido à sensibilidade de um título ao  $j$ -ésimo atributo do título. Como dito anteriormente, o conjunto de  $\lambda_j$ 's não são definidos pela teoria.

Um modelo da APT deve ser construído de acordo com a classe de ativo que se pretende estudar. Assim, o modelo construído para analisar os retornos de ações de companhias aéreas pode não ser essencialmente composto pelos mesmos fatores e quantidades destes para descrever os retornos de ações de empresas do ramo de alimentos e bebidas, por exemplo.

Através de uma abordagem prática e intuitiva o modelo APT se apresenta como uma importante ferramenta de precificação de ativos utilizada para o teste empírico de eficiência de mercado. O APT analisa, através da construção de um modelo estatisticamente testado, a possibilidade de se obterem retornos extraordinários através da construção de uma carteira por arbitragem.

## **Procedimentos metodológicos**

### **Caracterização da pesquisa**

O presente trabalho é classificado como uma pesquisa explicativa, pois tem como objetivo ilustrar um fato de forma compreensível, à medida que define quais fatores influenciam algum acontecimento (VERGARA, 2000). Para o desenvolvimento deste trabalho foi adotada uma abordagem quantitativa, utilizando cotações de preços de ações de empresas brasileiras de papel e celulose, as variáveis macroeconômicas, as variáveis econômicas particulares ao setor e o período de tempo em que este conjunto amostral se relaciona.

### **Variáveis**

Para atingir os objetivos propostos para esta pesquisa sobre a análise da eficiência do mercado acionário brasileiro foram consideradas duas principais classes de variáveis:

- A variável dependente: ações individuais do setor de papel e celulose listadas na BMF & BOVESPA;
- As variáveis independentes: fatores macroeconômicos e os fatores econômicos setoriais.

Os retornos das ações individuais negociadas na BMF & BOVESPA são responsáveis pela aferição da oscilação dos preços das ações vinculadas às empresas estudadas.

Os fatores macroeconômicos ilustram as características estruturais da conjuntura econômica. Os fatores empregados nesta pesquisa foram os principais fatores macroeconômicos de risco vinculados aos preços das ações, a saber: taxa de inflação; taxa de juro nominal; taxa cambial. Os fatores setoriais ilustram características estruturais intrínsecas ao setor de papel e celulose. Os fatores econômicos setoriais inseridos nesta pesquisa foram: a variação do volume de exportação de celulose, a variação do volume da produção de papel e celulose, assim como a variação do preço de mercado do papel.

O critério para a definição dos fatores macroeconômicos utilizados foi a consistência dos dados referentes às respectivas séries históricas. O critério para a definição dos fatores setoriais utilizados foi a acessibilidade aos dados referentes às respectivas séries históricas. As séries históricas das variáveis consideradas nesta pesquisa foram compostas por dados mensais referentes ao período de julho de 2005 a novembro de 2009, totalizando 53 observações.

### **Elegibilidade das ações**

Através de uma amostragem intencional, ou seja, aquela que em concordância com certo pré-requisito, é selecionada intencionalmente um conjunto de elementos que irão integrar a amostra (MARTINS, 2002).

O setor de Papel e Celulose é um dos setores agropecuários mais relevantes no cenário econômico brasileiro.

## Quadro 2 – Glossário e Definição das Variáveis

Símbolo	Variável	Definição e Fonte
R	Preço das Ações	Cotações de fechamento mensais, em moeda original, ajustadas com proventos e dividendos. Fonte: Sistema Econômica.
I	Taxa de Inflação	Aumento genérico e sistemático no nível geral dos preços. Representado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC). Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).
J	Taxa de Juros	O que se ganha pela aplicação de recursos durante determinado período de tempo, ou o que se paga pela tomada de empréstimo durante determinado período de tempo, representado pela taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC). Fonte: Banco Central do Brasil (2010).
C	Taxa de Câmbio	O valor do Dólar Americano (US\$) em relação ao Real (R\$). Fonte: Banco Central do Brasil (2010).
E	Volume de Exportação de Celulose	O montante de exportação de celulose pelo Brasil aferidos em bilhões de dólares americanos (US\$). Fonte: IPEADATA (2010).
V	Volume de Produção de Papel e Celulose	O montante produzido de papel e celulose em toneladas. Fonte: IPEADATA (2010).
P	Preço de Mercado do Papel	Preço de mercado do papel. Fonte: IPEADATA (2010).

O conjunto industrial deste setor é formado essencialmente por grandes empresas as quais as mais importantes negociam suas participações acionárias no mercado de capitais brasileiro.

Para a realização deste trabalho, foram consideradas ações pertencentes ao setor de papel e celulose. O processo de caracterização do universo investigado, de acordo com o empregado por Callado (2008), deve ser classificado segundo determinados critérios de filtragem e identificação das ações individuais negociadas:

- Negociadas na BMF & BOVESPA;
- Empresas brasileiras;
- Possuam séries históricas contínuas sem ausência de negociação no período de tempo.

Estes critérios foram essenciais para assegurar a robustez dos resultados empíricos alcançados. Os resultados das análises das séries históricas dos preços das ações do setor de papel e celulose referentes ao período entre julho de 2005 e novembro de 2009 estão apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Ações de Empresas do Setor de Papel e Celulose**

<b>Ação</b>	<b>Total de Meses</b>	<b>Meses com Negociação</b>	<b>Meses sem Negociação</b>
Celul Irani ON	52	50	2
Celul Irani PN	52	45	7
Fibria ON	52	52	0
Fibria ON	52	4	48
Klabin S/A ON	52	40	12
Klabin S/A PN	52	52	0
Melhor SP ON	52	31	21
Melhor SP PN	52	40	12
Melpaper ON	52	0	52
Melpaper PN	52	12	40
Suzano Papel ON	52	0	52
Suzano Papel PNA	52	52	0
Suzano Papel PNB	52	4	48

**Fonte:** Autoria própria.

A partir dos resultados pode-se observar que das treze ações individuais listadas, apenas três (Fibria ON, Klabin S/A PN e a Suzano Papel S/A PNA) possuem séries históricas ininterruptas de preços. As demais ações foram excluídas da investigação empírica. Esta informação sugere a presença de uma fragmentação relevante sobre a liquidez dessas ações.

## Modelos e testes utilizados

Para a operacionalização empírica desta pesquisa foram adotados procedimentos baseados nos procedimentos utilizados por Chen, Roll e Ross (1986); Kwon, Shin e Bacon (1997); Chen, Hsien e Jordan (1997); Fletcher (2001); Günsel e Çukur (2007); e Kandir (2008) ilustrados a partir de modelos APT para os fatores macroeconômicos e setoriais, nas seguintes estruturas:

$$R_i = RE_i + \beta_{1i}I + \beta_{2i}J + \beta_{3i}C \quad (14)$$

$$R_i = RE_i + \beta_{1i}E + \beta_{2i}V + \beta_{3i}P \quad (15)$$

onde:

$R_i$  – Retorno do ativo  $i$ ;

$RE_i$  – Retorno esperado do ativo  $i$ ;

$\beta_i$  – Coeficiente de sensibilidade do ativo  $i$  às variações dos fatores;

$I$  – Variação da taxa de inflação;

$J$  – Variação da taxa de juros;

$C$  – Variação da taxa de câmbio;

$E$  – Variação da exportação de celulose;

$V$  – Variação do volume de produção de papel e celulose;

$P$  – Variação do preço de papel.

Após a estimação e análise dos coeficientes de sensibilidade (betas) relativos a cada um dos fatores considerados, foi realizada uma análise comparativa dos resultados observados para identificar a presença de eventuais oportunidades de arbitragem.

Para o teste de multicolinearidade foi aplicado um teste de correlação entre as variáveis macroeconômicas, bem como entre as variáveis setoriais. A estacionariedade das séries foi analisada através do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

O critério utilizado para diagnosticar a presença ou ausência de autocorrelação foi a estatística Durbin-Watson. Todos os cálculos foram gerados através do *Eviews*.

### Limitações de Pesquisa

A operacionalização desta pesquisa sofreu, como fatores limitantes, quatro importantes questões:

- A crise financeira internacional do *subprime* entre os anos de 2007 e 2008, e seus reflexos de falta de liquidez no mercado acionário;
- A compra da Aracruz Celulose S.A. pela Votorantim Celulose e Papel (VCP) em setembro de 2009, criando a Fibria Celulose S.A.;
- A indisponibilidade de séries históricas mais recentes que novembro de 2009;
- A escassez de ações com frequência dos dados mensais, sem ausência de negociação.

### Apresentação dos resultados

O primeiro procedimento adotado foi a verificação da estacionariedade das séries das diversas variáveis consideradas nesta pesquisa. Para realizar este exame, foi utilizado o teste de Dickey-Fuller. Os resultados da análise da estacionariedade dos retornos das ações estão apresentados no Quadro 3.

**Quadro 3** – Resultados do Teste de Estacionariedade das séries dos retornos das ações

Variável	ADF Test Statistic	Diagnóstico
Fibria ON	-6.7931	Estacionária
Klabin S/A PN	-5.8495	Estacionária
Suzano Papel PNA	-5.1161	Estacionária

Fonte: Autoria própria.

Os mesmos procedimentos foram utilizados para analisar a estacionariedade das variáveis explicativas. Os resultados estão dispostos no Quadro 4.

**Quadro 4** – Resultados do Teste de Estacionariedade das séries das variáveis explicativas

Variável	ADF Test Statistic	Diagnóstico
Variações do Câmbio	-4.6340	Estacionária
Variações da Inflação	-3.3947	Estacionária
Variações dos Juros	-7.7411	Estacionária
Variações da Exportação	-5.5643	Estacionária
Variações do Preço	-3.2070	Estacionária
Variações da Produção	-8.1025	Estacionária

Fonte: Autoria própria.

A partir dos resultados obtidos, pode-se considerar que todas as séries históricas se comportam de maneira estacionária e, portanto, estão suscetíveis aos demais procedimentos de análise.

O segundo processo consistiu na análise da correlação entre as variáveis explicativas. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Matriz de Correlação das Variações dos Fatores Macroeconômicos

	Variações do Câmbio	Variações da Inflação	Variações dos Juros
Variações do Câmbio	1	0.0746	0.2818
Variações da Inflação	0.0746	1	0.1890
Variações dos Juros	0.2818	0.1890	1

Fonte: Autoria própria.

**Tabela 2** – Matriz de Correlação das Variações dos Fatores Setoriais

	<b>Variações da Exportação</b>	<b>Variações do Preço</b>	<b>Variações da Produção</b>
<b>Variações da Exportação</b>	1	0.2020	0.2947
<b>Variações do Preço</b>	0.2020	1	-0.0217
<b>Variações da Produção</b>	0.2947	-0.0217	1

Fonte: Autoria própria.

Tanto para os fatores macroeconômicos, quanto para os fatores econômicos setoriais, os resultados obtidos descartam a presença de correlações suficientemente fortes e significativas que sejam capazes de violar o pressuposto.

Para observar a robustez dos modelos APT estimados, foram calculados o  $R^2$ , a estatística Durbin-Watson e a estatística F. Os resultados são ilustrados nas tabelas seguintes. Os resultados referentes aos modelos APT estruturados a partir das variáveis macroeconômicas estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Resultados de Regressões dos retornos dos ativos com as variáveis macroeconômicas

<b>Ação</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Durbin-Watson</b>	<b>Estatística F</b>
Fibra ON	0,0575	2,2415	0,9761 (p=0.4118)
Klabin S/A PN	0,2351	1,7920	4,8177 (p=0.0052)
Suzano Papel PNA	0,2130	1,7477	4,2407 (p=0.0098)

Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos demonstram que os modelos APT referentes às ações Klabin S/A PN e Suzano Papel PNA possuem valores aceitáveis para apenas dois dos três indicadores analisados. Embora ambas tenham apresentado valores significativos para a Estatística Durbin-Watson e para a Estatística F, nenhuma delas obteve  $R^2$  elevado, sugerindo que os modelos APT gerados, apesar de possuírem significância estrutural, possuem baixa capacidade preditiva sobre os retornos.

Os mesmos procedimentos foram implementados a partir das variáveis econômicas setoriais também foram calculados. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Resultados de Regressões dos retornos dos ativos com as variáveis setoriais**

<b>Ação</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Durbin Watson</b>	<b>Estatística F</b>
Fibra ON	0,0362	1,9006	0,6012 ( $p=0.6173$ )
Klabin S/A PN	0,0465	1,6180	0.7645 ( $p=0.5196$ )
Suzano Papel PNA	0,0031	1,3112	0,0487 ( $p=0.9855$ )

**Fonte:** Autoria própria.

Desta vez, os resultados obtidos demonstram que os modelos APT, embora não tenham indícios de autocorrelação, não possuem significância estrutural (Estatística F sem significância), nem capacidade preditiva sobre os retornos ( $R^2$  próximos a zero).

Para observar o eventual potencial dos fatores como referência para a elaboração de arbitragem, foram analisados seus coeficientes. Os resultados referentes às variáveis macroeconômicas estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 – Coeficientes de sensibilidade (betas) relativos aos fatores macroeconômicos**

<b>Ação</b>	<b>Retorno esperado da ação</b>	<b>Sensibilidade sobre a variação do Câmbio</b>	<b>Sensibilidade sobre a variação do INPC</b>	<b>Sensibilidade sobre a variação da SELIC</b>
Fibra ON	0.0027 (p=0.9135)	-1.1590 (p=0.1549)	0.0118 (p=0.5694)	-0.0867 (p=0.6890)
Klabin S/A PN	-0.0019 (p=0.8767)	-0.7845 (p=0.0454)	0.0053 (p=0.5941)	-0.2412 (p=0.0228)
Suzano Papel PNA	0.0025 (p=0.8697)	-1.2083 (p=0.0147)	0.0177 (p=0.1547)	-0.2062 (p=0.1143)

**Fonte:** Autoria própria.

No que toca às variáveis macroeconômicas, percebe-se que o coeficiente de sensibilidade para o câmbio das ações Klabin S/A PN ( $p=0,0454$ ) e Suzano Papel PNA ( $p=0,0147$ ) apresentaram significância estatística. Também foi observado que o coeficiente referente ao INPC se mostrou significativo para a Klabin S/A PN ( $p=0,0228$ ).

Sobre a expectativa de comportamento dos sinais dos coeficientes de sensibilidade referentes às variações cambiais com relação aos retornos das ações de empresas do setor de papel e celulose, pode-se destacar a presença de duas forças distintas e antagonicas entre si.

Por um lado, a expectativa tradicional indica um sinal positivo que representa a desvalorização do Real frente ao Dólar, favorecendo as exportações ao baratear os preços no mercado externo. Alternativamente, pode-se esperar um sinal negativo, decorrente de operações de venda de Dólares vinculadas ao ingresso de investimentos diretos, bem como à compra de títulos e ações. Uma vez que os coeficientes de sensibilidade das ações Klabin S/A PN (-0,7845) e Suzano Papel PNA (-1,2083) para o câmbio obtiveram sinais negativos, pode-se supor que esta relação seja decorrente de operações financeiras de investidores estrangeiros no mercado acionário brasileiro, embora esta suposição não possa ser sustentada categoricamente. A única ação que apresentou o coeficiente de sensibilidade (beta) estatisticamente significante para com a variação

da taxa de juros SELIC foi a Klabin S/A PN, porém a pequena dimensão do beta (0,2412), corroborando com a expectativa da pesquisa.

Embora estes resultados tenham significância estatística, a magnitude dos valores observados não pode ser considerada como suficiente para dar suporte à hipótese de possibilidade de arbitragem.

Deste modo, ao analisar as influências conjuntas das variáveis setoriais nos retornos das empresas, pode-se afirmar que os resultados obtidos demonstram que nenhum dos modelos APT se apresentou significativo de uma forma geral.

## Conclusões

Esta pesquisa teve o objetivo de analisar a eficiência do mercado acionário brasileiro através do estudo de modelos APT entre ações do setor de papel e celulose. Ela compreendeu a adoção dos principais conceitos de eficiência de mercado e de modelos de precificação de ativos. Em especial, apreciou as características dos modelos APT em relação à avaliação dos coeficientes de sensibilidade (betas) para fatores sistemáticos macroeconômicos e não sistemáticos setoriais.

Como universo amostral foi utilizado como variável dependente as séries históricas dos retornos mensais das ações de empresas do setor de papel e celulose negociadas na Bolsa de Mercadorias e Futuros da Cidade de São Paulo (BM&FBOVESPA). Como variáveis independentes foram empregadas as séries históricas de variações de fatores macroeconômicos (taxas de juros, taxa de câmbio e taxa de inflação) e de fatores específicos do setor (preço, exportação e produção de papel e celulose). Os dados abrangeram o período entre julho de 2005 e novembro de 2009.

A partir das evidências empíricas obtidas, pôde-se observar que a sensibilidade dos coeficientes estimados para os fatores macroeconômicos indicaram valores significativos em relação ao câmbio, com validações estatísticas fortes principalmente para as ações Klabin PN e Suzano Papel PNA. Porém, estes resultados são

amparados por um coeficiente  $R^2$  muito baixo, indicando uma baixa significância estrutural da regressão formada pela variação dos fatores macroeconômicos e os retornos das ações de empresas do setor de papel e celulose. Para o modelo APT composto pelos fatores setoriais, não foi observado nenhum resultado estatisticamente significativo.

Assim, não foram encontrados indícios suficientes para afirmar que o mercado acionário do setor de papel e celulose no Brasil seja ineficiente, descartando a possibilidade de elaboração de estratégias de investimento capazes de utilizar os modelos testados para a operacionalização de arbitragem no âmbito do setor de papel e celulose.

## Referências

BERRY, Michel A.; BURMEISTER, Edwin; MCELROY, Marjorie B. Sorting out risks using known APT factors. *Financial Analysts Journal*, New York, v. 44, n. 2, p. 29-41, Mar./Apr. 1988.

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan, J. *Fundamentos de Investimentos*. 3.ed. Porto Alegre: Bookman. 2000.

BRACELPA-Associação Brasileira de Celulose e Papel. *Produção de Celulose no Brasil cresce 6,0% em 2009, totalizando 13,4 milhões de toneladas*. Comunicação Corporativa. São Paulo, 2010b. Disponível em: <[http://www.bracelpa.org.br/bra/releases\\_bracelpa/SRN\\_Chemical\\_Market\\_Pulp\\_Forecast\\_Mar\\_2009.PDF](http://www.bracelpa.org.br/bra/releases_bracelpa/SRN_Chemical_Market_Pulp_Forecast_Mar_2009.PDF)>. Acesso em: 16 maio 2010.

BURMEISTER, Edwin; ROLL, Richard; ROSS, Stephen A. A practioner's guide to arbitrage pricing theory. In: PEAVY, John (Ed.). *A practioner's guide to factor models*. Charlottesville, VA: Research Foundation Press, 1994.

CALLADO, Antônio André Cunha. *Eficiência do mercado acionário brasileiro: retorno das ações negociadas na Bovespa, variáveis macroeconômicas, causalidade e fatores condicionantes*. Tese (Doutorado em Economia)-Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação e Administração, Recife, 2008.

CALLADO, Antônio André Cunha et al. Relação entre os retornos das ações e variáveis macroeconômicas: um estudo entre empresas do setor de alimentos e bebidas através de modelos APT. In: CONGRESSO SOBER- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. *Anais....* Porto Alegre, 2009. CD-ROM.

CHEN, Nai-Fu; ROLL, Richard; ROSS, Stephen. Economic forces and the stock market. *Journal of Business*, v. 59, p. 386-403, July 1986.

CHEN, S. J.; HSIEH, C.; JORDAN, B. D. Real state and the arbitrage pricing theory: macrovariables vs. derived factors. *Real State Economics*, v. 25, n. 3, Fall 1997.

DELBAEN, F. SCHASCHERMAYER, W. What is a Free Lunch? *Notices to the AMS, American Mathematical Society*, v. 51, n. 5, p. 526-528, 2004

DHANKAR, R. S; ESQ, R. Arbitrage pricing theory and the capital asset pricing model: evidence from the Indian stock market. *Journal of Financial management and Analysis*, v. 18, n. 1, p. 38-47, Jan./Jun. 2005.

DOTHAN, Michael. Efficiency and arbitrage in financial markets. *International Research Journal of Finance and Economics*, n. 19. p. 103-108 2008.

ELTON, J. Edwin et al. *Moderna teoria de carteira e análise de investimentos*. Tradução Antônio Zoratto Sanvicente. São Paulo : Atlas, 2004.

FAMA, Eugene F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work, *Journal of Finance*, v. 25, p. 383-417, 1970.

\_\_\_\_\_. Efficient capital markets II. *The Journal of Finance*, v. 46, n. 5. p. 1575-1616, 1991.

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, v. 33, n. 1, p. 3-56, jan. 1993.

\_\_\_\_\_. The capital asset pricing model: theory and evidence. *The Journal of Economic Perspectives*, v. 18, n. 3, p. 25-46, 2004.

FLETCHER, Jonathan. An examination of alternative factor models in UK stock returns. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, v. 16, n. 2, p. 117-130, Jan. 2001.

GÜSEL, Nil; ÇUKUR, Sadik. The effects of macroeconomic factor on the London stock returns: a sectoral approach. *International Research Journal of Finance and Economics*, n. 10, p. 140-152, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

IPEADATA. Disponível em:< <http://www.peadata.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

KANDIR, Serkan Yilmaz. Macroeconomic variables, firm characteristics and stock returns: evidence from Turkey. *International Research Journal of Finance and Economics*, n. 16, 2008.

KUDE, Berenice. A precificação de ativos através da arbitrage pricing theory no mercado de capitais do brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 22., 1998, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998. CD- ROM.

KWON, Chung S.; SHIN, Tai S.; BACON, Frank W. The Effect of Macroeconomic Variables on Stock Market Returns in Developing Markets. *Multinational Business Review*, v. 5, n. 2, p. 63, Fall 1997.

MARTINS, Gilberto de Andrade. *Estatística geral e aplicada*. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2002.

MATSUO, Alexandre Kazuma. EID JUNIOR, William. Influência de fatores macroeconômicos nas emissões primárias do mercado de capitais brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ANPAD, 2004. CD-ROM.

MELLO, Luiz Maranhão; SAMANEZ, Carlos Patrício. Determinação e análise de desempenho do modelo APT - *Arbitrage Pricing Theory* - no mercado de capitais brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 23., 1999, Foz de Iguaçu. *Anais...* Foz de Iguaçu: ANPAD, 1999. CD-ROM.

NEVES, Alexandre Wernersbach; AMARAL, Hudson Fernandes. A precificação de ativos de renda variável no mercado de capitais brasileiro: uma visão comparativa entre a *Arbitrage Pricing Theory* e o *Capital Asset Pricing Model*. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 26., 2002, Salvador. *Anais...* Salvador: ANPAD, 2002. CD-ROM.

RADNER, Roy. Rational expectation equilibrium: generic existence and the information revealed by prices. *Econometrica*, v. 47, p. 665-678, May 1979.

REILLY, Frank K.; NORTON, Frank K. Edgar. *Investimentos*. Revisão técnica Antônio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

ROLL, Richard; ROSS, S. A. The arbitrage pricing theory approach to strategic portfolio. *Financial Analysts*, v. 51, n. 1, p. 122, Jan./Feb. 1995.

ROSS, Stephen A. The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, v. 13, p. 341-360, 1976.

ROSTANGO, Luciano Martin; KLOECKNER, Gilberto de Oliveira; BECKER, João Luiz. Previsibilidade de retornos das ações na bovespa: um teste envolvendo o modelo de fator de retorno esperado. *Revista Brasileira de Finanças*, v. 2, n. 2, p. 183-206, 2004.

SHARPE, William F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, v. 19, n. 3, p. 425-442, set. 1964.

STIVANIN, Guilherme Augusto. Análise comparativa da utilização da *arbitrage pricing theory* na determinação do retorno e da volatilidade de ativos financeiro. Dissertação (Mestrado em Administração)-Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2000.

**Recebido em:** 23/01/2011.

**Aprovado em:** 22/03/2011.