

## **Impactos das Estratégias de Inovação no Risco: uma Análise Empírica da Volatilidade das Ações diante das Publicações de Patentes da Cemig e CPFL no Período de Janeiro de 2005 a Julho de 2012**

**JUCIARA NUNES DE ALCÂNTARA**

Universidade Federal de Lavras - UFLA  
juciaranalcantara@gmail.com

**GABRIEL RODRIGO GOMES PESSANHA**

Universidade Federal de Lavras  
gabrielrgp@yahoo.com.br

**THAÍS ALVES DOS SANTOS**

Centro Mineiro do Ensino Superior  
thatha226@yahoo.com.br

**MÁRIO SÉRGIO DE ALMEIDA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
mario\_s\_a@yahoo.com.br

**CRISTINA LELIS LEAL CALEGARIO**

Universidade Federal de Lavras  
ccalegario@ufla.br

# **Impactos das Estratégias de Inovação no Risco: uma Análise Empírica da Volatilidade das Ações diante das Publicações de Patentes da Cemig e CPFL no Período de Janeiro de 2005 a Julho de 2012**

## **1. Introdução**

A estratégia de inovação emergiu como fator determinante de competitividade das empresas desde Schumpeter, na primeira metade do século XX, e desde então tem sido incorporada em políticas econômicas e de crescimento de diversos países desenvolvidos.

No Brasil, a política de substituição de importações vigente na década de 80, gerou uma relativa acomodação na indústria nacional e distanciou as indústrias nacionais dos padrões modernos de competição do mercado internacional, as quais eram guiadas pela capacidade de realização de inovações tecnológicas e de diferenciação de produtos (ARBIX e DE NEGRI, 2005).

As inovações na indústria nacional somente foram evidentes a partir da década de 90 em resposta à concorrência estrangeira entrante devido à nova política de abertura econômica. Tais inovações foram percebidas no setor de energia elétrica em 1996 com a regulamentação das concessionárias de energia elétrica. Entre as normas obrigatórias impostas ao setor estava o investimento em P&D, visando melhorar a eficiência do setor, privilegiando a otimização e a produtividade, proporcionando menor preço e máxima satisfação ao consumidor final (QUANDT *et al.*, 2008; BARROS *et al.*, 2009).

Entre as estratégias de inovação, a patente é apontada como a codificação de uma inovação (ALBUQUERQUE, 1998) ou um dos mecanismos de apropriação da inovação, conforme estudado pelas economias capitalistas. Torna-se importante ressaltar o seu caráter não exclusivo, enquanto mecanismo de apropriação, uma vez que existem outros mecanismos de apropriação, entretanto, o registro de uma patente indica o aproveitamento de uma oportunidade tecnológica, já que proporciona a apropriação dos ganhos obtidos com a inovação (ALBUQUERQUE, 1998). Desta forma, neste estudo, a patente, é usada para qualificação e quantificação da estratégia de inovação da firma, indicando a capacidade da firma em se apropriar de suas inovações.

Apesar da inovação tardia, atualmente o setor de energia elétrica ocupa a primeira posição em registro de patentes no país, segundo Tratado de Cooperação em Patentes (PCT), apresentando em 2011 um total de 11.574 pedidos de patentes, o que representa 7,1% do total de pedidos do país (MCT, 2012).

A nova economia institucional entende as inovações como força motriz para a dinâmica da competitividade, configurando uma concorrência por diferenciação de produtos, processos, mercado, estruturas, entre outros (KUPFER e HASENCLEVER, 2002) permitindo à empresa a manutenção de sua posição por um maior período. Além de favorecer a concorrência, os autores afirmam que em uma estrutura de monopólio a inovação desempenha um papel de barreira a novos entrantes (BESANKO *et al.*, 2006).

Desta forma, desenvolver um processo de constantes inovações, seja para garantir a sobrevivência da empresa no mercado, ou ainda para dificultar a entrada de novas empresas, requer altos investimentos em P&D, em qualificação de funcionários, em tecnologias, entre outros (BOBILLO *et al.*, 2006). Tais investimentos podem representar altos riscos aos acionistas dentro de um contexto de alta incerteza, como o cenário econômico atual (BESANKO *et al.*, 2006).

Embora, haja evidências na literatura sobre a relação positiva entre a inovação e a competitividade, há uma carência de estudos que investigam este risco atrelado à estratégia de inovação, o que se constitui o principal objetivo do presente trabalho.

A fim de atender ao objetivo delineado, o presente estudo busca suporte na teoria de mercado eficiente de Fama (1970), em que existe uma reação dos acionistas à cada

informação lançada no mercado. Com isso, o trabalho evidencia qual a relação entre a estratégia de inovação, verificada por meio de anúncios de patentes (apropriação da inovação) e o risco dos acionistas no setor específico de energia elétrica.

Além desta introdução, o trabalho encontra-se dividido em referencial teórico, metodologia, resultados e discussão e por fim, considerações finais.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Estratégias de inovação e competitividade**

Uma das maiores questões estudadas nas abordagens teóricas da administração estratégica é a origem da vantagem competitiva das empresas, bem como qual o diferencial que permite que algumas empresas consigam criar ou explorar posições competitivas rentáveis e sustentáveis (BESANKO *et al.*, 2006).

Em contraposição às abordagens econômicas, clássica e neoclássica, almejando identificar as fontes da vantagem competitiva e entender a realidade econômica vigente, Joseph Schumpeter considerou as inovações como força motriz da competitividade das empresas, ou seja, a competição das empresas se baseia na diferenciação de seus produtos, processos, mercados, insumos ou organização (KUPFER e HASENCLEVER, 2002). Os autores ressaltam que na concepção de Schumpeter, a concorrência implica no surgimento permanente, endógeno e evolutivo da diversidade dentro do sistema econômico capitalista, onde importa mais a criação de diferenças, por meio de constantes inovações, configurando um processo ininterrupto de introdução e difusão de diferenciação proporcionando uma consequente vantagem competitiva.

Desta forma, a inovação emergiu como um fator crucial para a competitividade das empresas e das nações, rompendo com o modelo estático, dando a uma percepção de competitividade dinâmica (PORTER, 1995).

Competitividade, em um sentido mais amplo, engloba a excelência de desempenho ou eficiência técnica das empresas ou dos produtos, bem como a habilidade de busca por novas oportunidades, além da superação de obstáculos técnicos e organizacionais via produção e aplicação do conhecimento (CANONGIA *et al.*, 2004).

Assim, a inovação é um dos fatores relevantes que favorecem a permanência da empresa no negócio, bem como o seu crescimento, uma vez que a inovação tem apresentado relações diretas com a obtenção de lucros positivos (BESANKO *et al.*, 2006). Com isso, empresas têm buscado constantemente se diferenciar das demais, gerando um cenário de concorrência perfeita e uma competição via inovação (PORTER, 1995; ROUCAN-KANE *et al.*, 2007).

Entretanto, a inovação não somente apresenta relevância em mercados de concorrência perfeita, podendo também ser entendida como uma barreira à entrada de novas empresas, num ambiente de monopólio (KUPFER e HASENCLEVER, 2002).

Desta forma, vê-se, portanto que a inovação, não se relaciona apenas à estrutura de mercado, mas às características específicas (PRAHALAD e HAMEL, 1998), bem como às características exógenas da empresa (TEECE, 1997).

São definidas como características internas e específicas as estruturas de governança formais e informais, suas redes e parcerias externas, e sua capacidade para assumir riscos. As características exógenas, por sua vez, podem ser definidas como aquelas peculiaridades do desenvolvimento tecnológico, das quais pode-se destacar a incerteza do ambiente, a subjetividade, e a inapropriabilidade dos avanços tecnológicos (TEECE, 1997).

Tendo em vista as especificidades da empresa e do mercado de atuação, Knight e Cavusgil (2004) apontaram duas formas principais de inovação: (1) desenvolvida por P&D interno a partir dos conhecimentos acumulados pela empresa; ou (2) imitada de outras empresas. Assim, a decisão de desenvolver ou adquirir/imitar, se constitui um grande desafio

para os empreendedores na definição da estratégia de inovação de sua empresa (VEUGELER e CASSIMAN, 1999).

Esta decisão se torna particularmente importante, uma vez que consiste na sobrevivência da empresa no mercado tendo em vista o curto ciclo de vida do produto (BESANKO *et al.*, 2006). Bobillo *et al.* (2006) apontam que a inovação desenvolvida por P&D interna requer altos investimentos, tais como funcionários qualificados, elevado nível tecnológico, intensidade de capital, e considerável volume de demanda do produto final, o que pode representar custos irrecuperáveis diante de um curto ciclo de vida do produto no mercado.

Desta forma, ainda que haja evidências consolidadas na literatura da relação entre inovação e competitividade, evidências do risco atrelado a esta estratégia também são esperados, uma vez que os investimentos são altos assim como a incerteza de retorno desta estratégia.

## **2.2 Teoria de eficiência de mercado**

Emergiu na década de 70, a hipótese de eficiência de mercados, que se tornou um dos assuntos mais relevantes e discutidos dentro da teoria de finanças, pois defende que o mercado somente é considerado eficiente se refletir rapidamente qualquer informação disponível nos preços dos ativos, impossibilitando ganhos anormais ao investidor (FAMA, 1970).

Bruni e Fama (1998) apresentam as três formas de eficiência de mercado, onde a primeira, classificada como forma fraca de eficiência, mostra que os preços refletem toda a informação contida no registro dos preços passados.

Na segunda forma, definida como forma semiforte, os preços além de refletirem os preços passados, também predizem o restante da informação publicada, como anúncios da distribuição de lucros e dividendos. Esta forma consiste em avaliar a rapidez com que os preços dos ativos refletem as informações dos mercados. Na terceira e última forma, definida por Fama, denominada de forma forte, reflete todas as informações que poderá ser obtida, as públicas e as privilegiadas.

Para verificar a eficiência dos mercados, Fama (1970) apresentou três condições suficientes, sendo a inexistência dos custos de transação, a disponibilidade da informação a um custo zero, e a concordância quanto aos efeitos das informações nos preços atuais dos ativos, como também suas expectativas homogêneas.

As abordagens teóricas que sucederam à teoria dos mercados eficientes ressaltaram algumas limitações desta perspectiva, a saber: a racionalidade limitada do ser humano e a inexistência de livre acesso às informações do mercado.

Apesar das críticas sofridas, esta teoria tem sido amplamente utilizada em estudos que buscam explicações para a reação e o comportamento dos acionistas diante de estratégias de fusão e aquisição, internacionalização, como também da estratégia de inovação.

## **2.3 Modelo Conceitual**

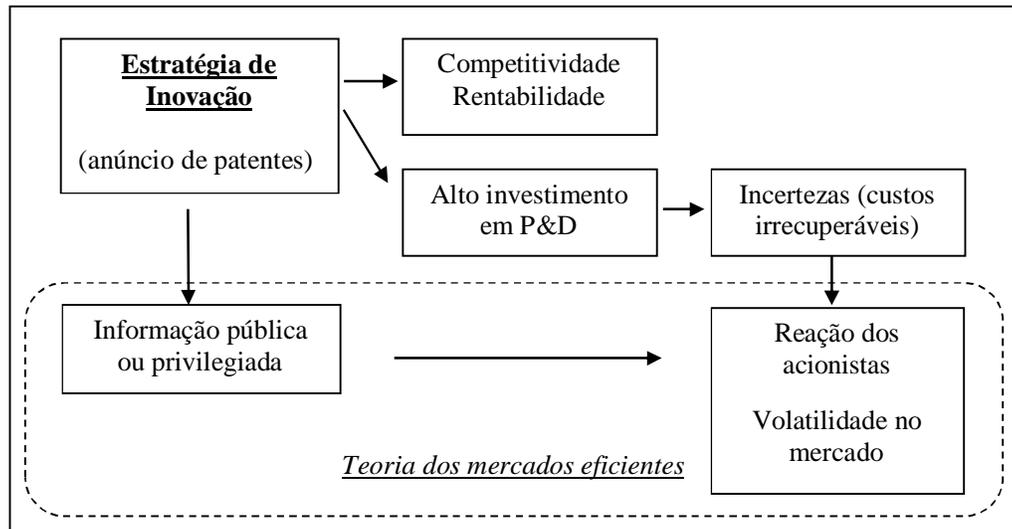
O capitalismo é apresentado por Schumpeter como um sistema econômico em que há constante e dinâmica busca por inovações. Desta forma, a estratégia de inovação é evidenciada na literatura em relações diretas e positivas com a competitividade das empresas (TEECE, 1997; PORTER, 1995; KNIGHT e CAVUSGIL, 2004), permitindo a obtenção de lucros normais, onde a receita cobre todas as despesas, diante do retorno dos consumidores ao processo de diferenciação dos produtos.

Entretanto, a estratégia de inovação, apresenta uma faceta em que se relaciona ao risco dos acionistas, diante dos custos irrecuperáveis que a estratégia pode proporcionar, uma vez

que requer alto investimento num ambiente incerto e duvidoso (BESANKO *et al.*, 2006; BOBILLO *et al.*, 2006).

A teoria dos mercados eficientes busca explicar o comportamento dos acionistas diante dos anúncios das empresas, e define que em um mercado perfeito os acionistas respondem rapidamente às informações, seja pública ou privada, das atividades da empresa, como também, a estratégia de inovação (FAMA, 1970).

A literatura evidencia a relação positiva entre o registro de patentes, como estratégia de inovação, e a rentabilidade ou competitividade das empresas. No entanto, considerando a incerteza da inovação, espera-se que o preço das ações, que reflete o movimento dos acionistas, sofra volatilidade ou variações num curto prazo, refletindo o risco e a incerteza dos acionistas. A Figura 1 esquematiza o modelo conceitual deste trabalho.



**Figura 1. Modelo teórico conceitual: a reação dos acionistas mediante o anúncio de patentes.**

### 3. Metodologia

O objeto de estudo deste trabalho são duas companhias do setor de energia elétrica. A escolha das empresas foi baseada no porte e na representatividade da empresa no setor, sendo assim as empresas estudadas são: Cemig e CPFL.

O setor elétrico brasileiro possui características que o diferenciam dos outros países. A produção de energia no Brasil é majoritariamente hidráulica, com a geração térmica (mais comum em outros países) com a função de complementaridade nos momentos de pico do hidráulico.

Em 1995, o governo começou o processo de privatização do setor elétrico, o objetivo deste era reduzir a dívida pública e melhorar a eficiência produtiva e a capacidade de investimento das empresas. Assim, em 1996 com a Lei 9.427, foi criada a agência de regulação do setor a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), buscando criar um órgão responsável e que tivesse como uma de suas obrigações sanar os possíveis conflitos que viessem a surgir. Desde então as empresas do setor conseguiram mais autonomia para realizar investimentos e ampliar sua atuação a níveis nacional e internacional.

A Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig – é uma empresa de renome internacional, criada há sessenta anos pelo então governador do estado de Minas Gerais, é um dos mais sólidos e importantes grupos do segmento de energia elétrica no Brasil.

A empresa tem participações em mais de cem empresas, em consórcios além de fundos de participações. Possui seus papéis negociados em três mercados: nas bolsas de São

Paulo, Nova Iorque e Madri. O Governo do Estado de Minas Gerais é o controlador da empresa que atua não somente em Minas Gerais tendo participação em vinte dois estados brasileiros, Distrito Federal e Chile.

O Grupo Cemig atua nos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, distribuição de gás natural, transmissão de dados, além de investir na geração de energia eólica. Porém, o maior campo de atuação da empresa é no segmento de energia elétrica, responde por 96% da área de concessão em Minas Gerais e possui 25% de participação no mercado nacional.

A Companhia Energética de Força e Luz – CPFL – também uma empresa de renome nacional com um século de atuação no país. Atua nos setores de distribuição, geração e comercialização de energia elétrica do país possuindo 11% de participação no mercado nacional e está presente em nove estados brasileiros. Atualmente o grupo é constituído por trinta e seis empresas.

A empresa desde a sua privatização em 1997 é controlada pela VBC Energia, Fundo de Pensão dos Funcionários do Banco do Brasil (Previ) e pela Bonaire Participações. Suas ações são negociadas em dois mercados: na bolsa de valores de São Paulo e Nova Iorque. Para a promoção e incentivo a geração de energia limpa a empresa CPFL Biomassa, assim a empresa atua também no setor de negócios a partir da Biomassa.

### **3.1 Métodos para a extração da volatilidade**

Na Teoria de Finanças Moderna, a volatilidade apresenta-se como um elemento essencial a ser considerado na avaliação dos processos de precificação de ativos, tomadas de decisão financeira e no gerenciamento de riscos. A volatilidade é caracterizada pelas oscilações ocorridas no preço de um bem num determinado intervalo de tempo e quanto maior a oscilação do preço, maior a volatilidade deste mercado.

Segundo Brooks (2002) a volatilidade é um dos mais importantes conceitos em toda a área de finanças. Para Goulart (2004) a volatilidade, diferentemente dos preços, não é uma variável observável diretamente no mercado, portanto, requer um modelo para sua estimação.

Brooks (2002) agrupa e sintetiza os modelos de estimação da volatilidade em três categorias em função da natureza da variável:

- a volatilidade como constante ao longo do tempo, a qual é representada pelos modelos de volatilidade histórica, Exponentially Weighted Moving Averages (EWMA), volatilidade implícita;
- a volatilidade variando no decorrer do tempo, dessa forma, sua determinação ocorre por meio da inclusão do comportamento passado dos dados. Esta volatilidade é expressa estatisticamente por modelos da classe ARCH;
- a volatilidade considerada eminentemente como estocástica, ou seja, incorpora-se um segundo termo de erro na equação da variância condicional.

Neste trabalho, a volatilidade será abordada a partir dos modelos da classe ARCH. Introduzidos por Engle (1982), esses são modelos não-lineares, no que diz respeito à variância e objetivam, segundo Morettin e Tolo (2006), modelar o que se chama de volatilidade, que é a variância condicional de uma variável e embora não seja medida diretamente, manifesta-se de várias maneiras numa série financeira:

- a volatilidade aparece em grupos, de maior ou menor variabilidade;
- a volatilidade evolui continuamente no tempo, podendo ser considerada estacionária;
- ela reage de modo diferente a valores positivos ou negativos da série (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Em séries econômicas os retornos já são estacionários, sendo pouco comum a utilização dos modelos ARIMA. A maioria das séries financeiras apresenta a variância condicional evoluindo no tempo. Sendo assim, os modelos lineares do tipo ARIMA, não são

adequados para descrever esse tipo de comportamento. Segundo Bollerslev *et al.*. (1992) a volatilidade é uma variável-chave, que permeia a maioria dos instrumentos financeiros e que exerce um papel central em diversas áreas de finanças. Com o objetivo de modelar o que se chama de volatilidade, que é a variância condicional de uma variável, comumente um retorno, surgiram os modelos da família ARCH, introduzido por Engle (1982) e desenvolvidos por Bollerslev (1986), Nelson (1991) e Glosten *et al.*. (1993).

### 3.2 Modelos ARCH

Com a necessidade de surgir novas técnicas de séries econométricas que permitam a modelagem da variação da variância e covariâncias no tempo, dada a falta aparente de qualquer teoria econômica estrutural dinâmica que explique a variação em momentos de ordens mais altas, surgiu uma classe de modelos instrumentais introduzida por Engle (1982) e desenvolvidas por diversos outros autores, são os modelos da família ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity).

Segundo Morettin e Toloí (2006) o modelo ARCH pressupõe que, o retorno é não correlacionado serialmente, mas a volatilidade (variância condicional) depende de retornos passados por meio de uma função quadrática. Segundo Silva *et al.*. (2005) o modelo ARCH (p) em que p denota a ordem do modelo, expressa a variância condicional do modelo anterior para a média condicional, como uma função das inovações quadráticas passadas:

$X_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t$ ,  $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_r X_{t-r}^2$  em que  $\varepsilon_t$  é uma sequência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (i.i.d) com média zero e variância um,  $\alpha_0 > \alpha_i \geq 0, i > 0$ .  $X_t$  é a série de retornos dada por:  $X_t = \ln(Z_t) - \ln(Z_{t-1})$ .

As restrições são necessárias para assegurar que a variância condicional seja positiva e fracamente estacionária. Seguindo o modelo original de Engle (1982) assumiu-se que a distribuição condicional das inovações é gaussiana (SILVA *et al.*, 2005).

A proposição original, elaborada por Engle (1982) mereceu extensos debates e diversos aperfeiçoamentos ao longo dos anos, principalmente para ampliar o conjunto de informações utilizado e a obter uma formulação mais parcimoniosa, dado à alta persistência na volatilidade da série de retornos e conseqüentemente, implicando a necessidade de estimação de um grande número de parâmetros pelo modelo ARCH. A primeira e mais significativa, foi introduzida por Bollerslev (1986), ao propor que a volatilidade condicionada fosse função, não apenas dos quadrados dos erros passados, como também dos seus próprios valores passados, e os modelos assim construídos foram denominados Generalized ARCH, mais conhecido como GARCH. Em termos matemáticos um modelo GARCH (p,q) pode ser

expresso como: 
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$
, em que:

$\sigma_t^2$  é a variância condicionada em t;

$\alpha_0$  é a constante;

$\varepsilon_{t-i}^2$  é o erro quadrático observado no tempo t-i, em que i denota a defasagem;

$\alpha_i$  é o parâmetro multiplicador do termo de defasagem i;

$\beta_j$  é o parâmetro multiplicador do termo de defasagem j;

$\sigma_{t-j}^2$  é a variância condicionada observada em t-j.

Outro ponto a se salientar é que, apesar de o modelo GARCH (p,q) captar corretamente diversas características nas séries históricas de finanças, tais como, leptocurtose

e o agrupamento de volatilidade, não capta o efeito alavancagem, uma vez que a variância condicional é função apenas da magnitude das inovações e não dos seus sinais (BROKS, 2002). Isso acontece porque nos mercados financeiros os períodos de queda nos preços são acompanhados por períodos de intensa volatilidade, enquanto que em períodos de alta nos preços a volatilidade não é tão intensa, ou seja, choques positivos e negativos tendem a ter impactos diferentes na volatilidade. Assim, surgiram algumas extensões com a finalidade de modelar o problema da assimetria, tais como os modelos EGARCH e TARCH.

Segundo Goulart *et al.* (2005) o modelo EGARCH (Exponential GARCH) proposto por Nelson (1991) apresenta duas vantagens, em relação ao modelo GARCH: a incorporação dos efeitos assimétricos de mercado aos modelos auto-regressivos de volatilidade condicionada e a não imposição artificial de restrições aos parâmetros da equação, dada a sua formulação em termos logarítmicos.

Um modelo mais simples e intuitivo para a captação do comportamento assimétrico, das séries financeiras, foi apresentado por Glosten *et al.* (1993), sendo denominado modelo GJR ou TARCH (Threshold ARCH). Nesse novo modelo é acrescentado um termo à equação-padrão GARCH, cuja função é o reconhecimento dos efeitos assimétricos à volatilidade condicional.

Evidentemente, a importância dos modelos acima citados está diretamente relacionada, ao uso da volatilidade prevista nos processos de tomada de decisão financeira, precificação de ativos e nas metodologias de gerenciamento de risco.

### 3.3 Dados e hipótese formulada

Para a realização deste trabalho, foram utilizados como dados, as cotações diárias de preços das ações das empresas estudadas: Cemig e CPFL. As séries estudadas abrangeram o período de 03 de janeiro de 2005 até 01 de agosto de 2012 e foram obtidas junto ao banco de dados do *Economática*.

Com relação a uso do retorno das ações para a análise dos dados, Tsay (2002) aponta duas razões para se utilizar essa variável ao invés de preços, a saber:

- o retorno de um ativo é um resumo completo e independente da escala da oportunidade de investimento;
- as séries de retorno apresentam uma facilidade maior de se manipular do que as séries de preços, devido ao fato de terem propriedades estatísticas mais tratáveis.

Sendo assim, as séries de preços das ações dos bancos adquirentes foram transformadas em série de retorno. Assim, para a realização dos testes estatísticos e modelagem, a série de cotações original será substituída pela série de retornos composto continuamente ou log-retorno, o qual é comumente denominado retorno e pode ser calculado por meio da seguinte expressão matemática:

$$r_t = \Delta \log P_t = \log(P_t) - \log(P_{t-1}), \text{ onde:}$$

$r_t$  = retorno para o dia "t";

$P_t$  = preço para o dia "t";

$P_{t-1}$  = preço para o dia "t-1".

Hipoteticamente, acredita-se que as estratégias de inovação possam influenciar o comportamento da volatilidade do retorno das empresas. As inovações foram verificadas por meio do anúncio de patentes pelas empresas no período de 2005 a 2011, das duas empresas estudadas, que foram extraídas do banco de dados *online* do Espacenet (2012) que contém todas as patentes mundiais registradas. Os registros utilizados para este estudo se encontram representadas na Tabela 1.

Tabela 1:

**Patentes publicadas da CEMIG e CPFL no período de 2005 a 2012.**

Empresa	Título da Patente	Data da publicação	Data da solicitação
Cemig	Cartucho de repetição mecânico	17-01-2012	22-03-2010
	Sistema para aferição de transformadores de potencial e transformadores de corrente	12-04-2011	22-07-2009
	Detector de alma de aço – França	05-04-2011	22-07-2009
	Method and device for measuring and monitoring	26-05-2011	11-09-2008
	Processo para fabricação do condutor compacto de baixo custo e alto desempenho e condutor compacto em liga de alumínio al 1350 e tal (liga termorresistente) tipo fios trapezoidais em quina chanfrada sustentado por fios de aço	14-07-2009	14-08-2007
	Sistema e dispositivo óptico para monitoração remota da tensão mecânica de esticamento em condutores de redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica	27-01-2009	01-06-2007
	Sistema medidor de variação de flechas em condutores de linhas aéreas de transmissão	05-08-2008	21-12-2006
	Dispositivo auxiliar de medição segura em receptáculos	01-04-2008	11-08-2006
	Cone antipouso de aves para estruturas de linhas de transmissão	13-02-2007	29-06-2005
	Disposição aplicada a punho auxiliar de furadeira elétrica para guarda de acessórios	21-11-2006	07-04-2005
CPFL	Processo de manutenção corretiva de sistemas de iluminação pública capaz de verificar e localizar defeitos típicos apresentados por componentes elétricos e/ou circuito da rede de iluminação pública em redes de distribuição de energia elétrica	03-01-2012	11-05-2010

Fonte: Espacenet (2012).

**4. Análise e discussão****4.1 Séries de preços e retorno de preços das empresas estudadas**

A partir dos dados obtidos no software *Econômica* procedeu-se o tratamento e análise dos dados. As Figuras 2 e 3 representam, respectivamente, os valores originais das séries e os retornos das ações das empresas estudadas. É importante ressaltar que para este estudo foram utilizadas as séries de retornos das ações para a modelagem e estudo da volatilidade das empresas Cemig e CPFL.

Por meio de uma análise inicial e visual dos gráficos apresentados, pode-se afirmar, *a priori*, que as séries dos valores e dos retornos das ações apresentam uma intensa volatilidade. De forma mais específica, é possível afirmar que a volatilidade se mostra mais acentuada entre os anos 2008 e 2009 onde as séries de retorno apresentam picos mais elevados e, por via de consequência, incrementam os riscos dos acionistas.

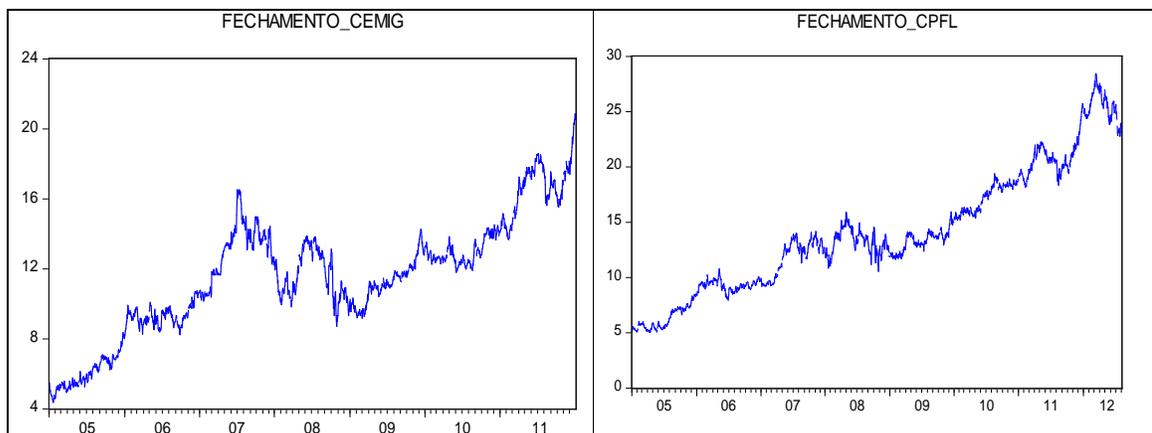


Figura 2. Série original dos valores das ações das empresas CEMIG e CPFL

Esse comportamento inconstante da volatilidade (heterocedasticidade) nos preços e retornos do valor, das ações das empresas, bem como os sinais da presença dos fatos estilizados das séries financeiras fornece indícios ao emprego de modelos estatísticos da classe ARCH, como instrumentos de suporte à tomada de decisão, avaliação e controle do risco.

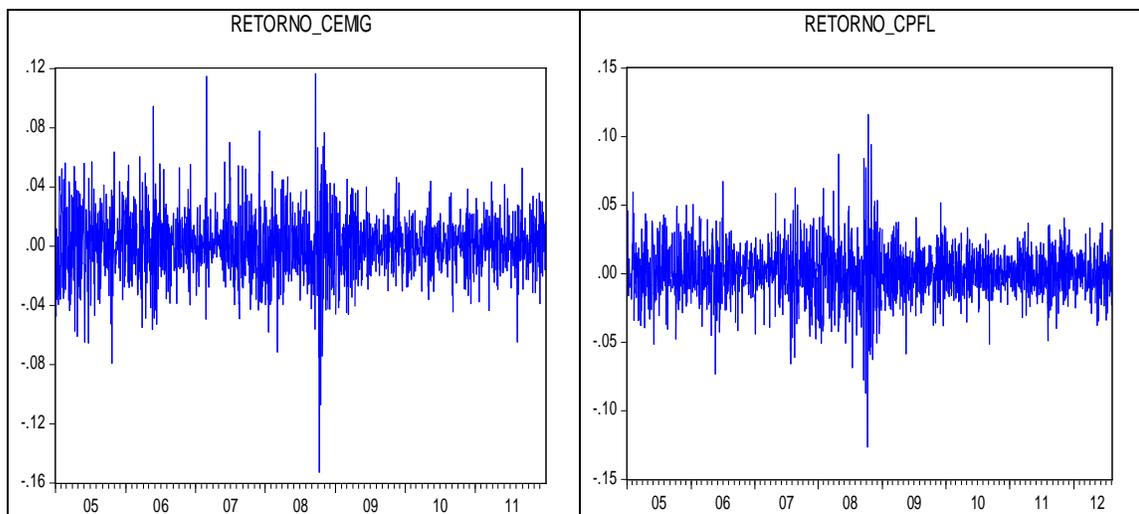


Figura 3: Série original dos valores dos retornos das ações das empresas CEMIG e CPFL

Além disso, a partir da análise visual dos gráficos, observa-se a existência de *outliers*, na volatilidade ao longo da série, tal como o verificado aproximadamente no início do ano de 2008 (março e abril) em ambas as empresas. Além dos *outliers* do início do ano de 2008, destaca-se os *outliers* apresentados no início do ano de 2006 e no final de 2005 da empresa Cemig. Contudo, esta representação gráfica, não possibilita a identificação conclusiva da intensidade destes pontos extremos, bem como dos seus momentos de ocorrência. Dessa forma, para atingir os objetivos propostos neste trabalho, é necessária a implementação do processo de modelagem da série em respeito às características da sua volatilidade.

#### 4.2 Estimação dos modelos ARMA e ARCH

As funções de autocorrelação e autocorrelação parcial demonstram que as séries de retorno estudadas não são ruído branco, sendo necessária a modelagem das séries por algum método auto-regressivo ou de médias móveis. Sendo assim, é recomendado testar a

normalidade e a estacionariedade desta série com vistas a identificar e verificar o modelo de volatilidade que melhor capta o comportamento desse componente. A Figura 4 ilustra a análise da normalidade por meio do teste proposto por Jarque e Bera (1987).

A estatística descritiva das séries demonstrou que as séries apresentaram assimetria negativa, sugerindo a rejeição da hipótese de normalidade dos retornos. Além disso, observou-se um excesso de curtose e elevados valores da estatística Jarque-Bera, ou seja, as séries são leptocúrticas, pois apresentam um maior número de observações no centro e nas caudas, quando comparadas com a distribuição normal. A não normalidade das séries de retorno reforça a necessidade da aplicação de testes, para verificar a estacionariedade das séries. Segundo Curto (2003), esta é uma característica encontrada na maior parte dos estudos realizados com séries financeiras. Silva *et al.*, (2005) acrescentam ainda como características, os sinais de heterocedasticidade e agrupamento de volatilidade a este tipo de série. Nesta mesma linha, Zhou (2000) afirma que os coeficientes de assimetria e excesso de curtose mensuram os desvios da distribuição normal, que tem assimetria nula e curtose igual a três.

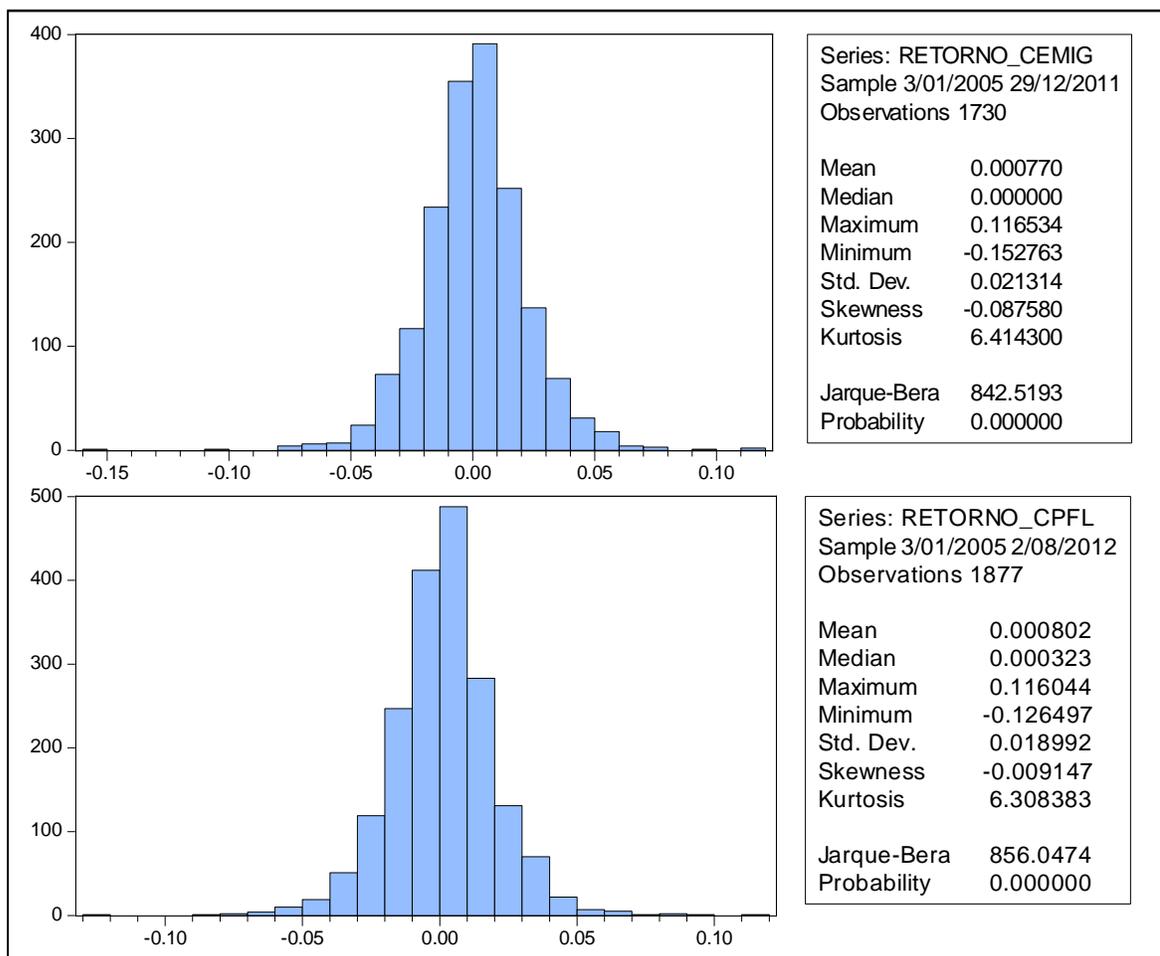
Os coeficientes de autocorrelação obtidos revelaram um padrão previsível na média condicional dos retornos das ações. O mesmo padrão foi observado para as autocorrelações estimadas para os retornos quadráticos das séries. Tais resultados sugerem a evidência de efeitos ARCH, na variância das séries de retorno das ações das empresas. A partir destas considerações, procedeu-se à etapa de ajuste do modelo, para a média da série de retorno das ações de cada uma das empresas estudadas. Os modelos da classe ARMA, ajustados para as médias das séries de retornos das ações das empresas estudadas são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Após o ajuste dos modelos da classe ARMA, para a média dos retornos, analisaram-se os resíduos de tais modelos, a fim de verificar a presença do fator ARCH. É possível afirmar que a maioria das séries modeladas apresentou fortes evidências de heterocedasticidade na variância dos resíduos, tal como, observou-se nos correlogramas dos resíduos quadráticos.

Posteriormente, aplicou-se o teste do tipo de ARCH-Multiplicador de Lagrange (ARCH-LM), proposto por Engle (1982) nos resíduos dos modelos da classe ARMA, ajustado para a média condicional dos retornos, com o intuito de comprovar a presença de heterocedasticidade nas séries. A hipótese nula nesse teste é a de não correlação das variâncias nos resíduos do modelo ARMA, estimados para os retornos das ações das empresas estudadas.

A partir dos *p*-valores apresentados nos resultados verifica-se que o teste Multiplicador de Lagrange para efeitos ARCH, indica uma forte presença de autocorrelação dos resíduos dos modelos da classe ARMA, estimados para as séries de retornos. Dessa forma, os testes sugerem a rejeição da hipótese de homocedasticidade na série de retornos das ações. Assim, verifica-se que as características estatísticas das séries, descritas anteriormente, endossam o ajustamento de modelos de volatilidade condicional, como é o caso dos modelos ARCH. Dessa forma, procedeu-se à modelagem destes retornos, por meio dos métodos GARCH e TARARCH, os quais incorporam em seus parâmetros o padrão heterocedástico da volatilidade do retorno dos valores das ações das empresas Cemig e CPFL.

Diante da constatação da presença do fator ARCH (teste multiplicador de Lagrange), procedeu-se a modelagem da média (modelos da classe ARMA) e da variância (modelos da classe ARCH), conforme apresentado nas Tabelas 4 e 5.



**Figura 4: Estatísticas descritivas das séries de retorno das empresas CEMIG e CPFL**

Tabela 2:

**Modelos da classe ARMA ajustados para as séries de retorno das ações de cada empresa estudada**

Modelos ajustados para o retorno das ações	
Empresas	Modelos ajustados
CEMIG	ARIMA (1,0,0)
CPFL	ARIMA (1,1,0)

Tabela 3:

**Modelos e parâmetros estimados com os modelos ARMA.**

Modelos	Cemig	CPFL
AR (1)	0.08790	0.89079
Desvio Padrão	0.17891	0.15678
Probabilidade	0.0000	0.0000

Tabela 4

**Modelagem do retorno da empresa Cemig – ARMA e ARCH.**

Variável estudada: Retorno das ações/CEMIG				
	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística Z	Probabilidade
AR(1)	0.072345	0.162141	0.36789	0.0001
Equação da Variância				
C	0.000000	0.000003	6.567890	0.0000
RESID(-1)^2	0.064356	0.056381	13.17456	0.0000
GARCH(-1)	0.836752	0.068930	9.619010	0.0000
INOV_CEMIG	0.00098	0.000003	4.009733	0.0000

Tabela 5

**Modelagem do retorno da empresa CPFL – ARMA e ARCH.**

Variável estudada: Retorno das ações/CPFL				
	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística z	Probabilidade
AR(1)	0.668901	0.128101	2.290910	0.0000
Equação da Variância				
C	0.000000	0.000000	2.187692	0.0273
RESID(-1)^2	0.3671230	0.006900	12.02781	0.0003
GARCH(-1)	1.3567069	0.267110	3.096230	0.0000
INOV_CPFL	0.0230091	0.000000	12.009182	0.0004

As equações da média foram definidas seguindo o método descrito no tópico anterior. Sendo assim, após a realização da equação da média e a confirmação da existência de padrão ARCH nas séries de retornos, o próximo passo foi a estimação dos modelos GARCH descritos na metodologia.

Os resultados obtidos a partir da modelagem dos retornos estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Para verificar os impactos das estratégias de inovação sobre a volatilidade das ações e, conseqüentemente, sobre o risco dos acionistas, foi introduzida nos modelos uma variável *dummy*. É possível observar, ainda que, as equações da média para cada um dos retornos são diferentes. Isso ocorre pelo fato da especificação diferenciada de cada modelo AR( $q$ ) para a construção do GARCH, conforme o primeiro passo descrito anteriormente.

Tendo em vista a realização das modelagens na variância das séries de retorno das empresas, reaplicou-se o teste do tipo ARCH-ML a fim de avaliar o ajustamento da variância condicional da série de retorno aos modelos ajustados.

Os  $p$ -valores apresentados pelos testes do tipo Multiplicador de Lagrange demonstrou que os ajustamentos para a variância condicional foram satisfatórios para as séries. Dessa forma, rejeita-se a hipótese de existência de heterocedasticidade nos resíduos dos retornos, após o ajustamento do modelo da família ARCH.

Os resultados apresentados indicam que as estratégias de inovação afetam o comportamento da volatilidade das empresas estudadas, conforme teoria de Fama (1970), embora tenham apresentado baixos coeficientes, a variável *dummy* mostrou-se significativa em todos os modelos ajustados. Em todos os modelos a inovação apresentou um impacto positivo sobre a volatilidade dos retornos das ações denotando que tal estratégia gera um impacto do mercado acionário das empresas por meio da elevação do risco envolvido nas negociações de suas ações.

## 5. Considerações finais

Nos últimos anos a estratégia de inovação tem representado uma importante ferramenta estratégica para os gestores. Com o objetivo de avaliar a reação do mercado

acionário diante da adoção de projetos de inovação, estudaram-se os impactos da inovação no valor do retorno das ações das empresas Cemig e CPFL.

Neste contexto, aplicou-se os modelos da classe ARCH para verificar se a inovação impactava na volatilidade dos retornos das empresas estudadas. Os resultados mostraram que a inovação é responsável por gerar um incremento na volatilidade das ações. É importante ressaltar que os valores dos coeficientes da variável *dummy* foram baixos para a maioria das séries, porém a significância destes coeficientes denota os impactos exercidos por tais operações. De maneira geral, pode-se afirmar que a partir dos dados apresentados constatou-se que a inovação apresentou um impacto direto sobre a volatilidade das ações das empresas estudadas. Tal constatação reforça e confirma a hipótese inicial proposta nesta pesquisa e, além disso, revela que os investidores mudam seu comportamento ao processarem as informações relativas aos projetos de inovação.

Para finalizar, devem ser ressaltadas as limitações deste trabalho, como o restrito número de observações decorrente do curto prazo de operação, o pequeno número de empresas utilizado e o caráter probabilístico dos resultados. Dessa forma, os resultados aqui obtidos, não têm a pretensão de esgotar os estudos dos impactos da inovação sobre a volatilidade, mas sim contribuir e recolocar em discussão um tema de crucial importância para o gerenciamento de riscos e tomada de decisão.

## 6. Referências

- ALBUQUERQUE, E.M.da. Patentes segundo a abordagem neo-Schumpeteriana: uma discussão introdutória. **Revista de Economia Política**, v.18, n.4 (72), p.65-83, out./dez., 1998.
- ARBIX, G.; DE NEGRI, J. A.. **A nova competitividade da indústria e o novo empresariado**: uma hipótese de trabalho. São Paulo Perspec. [online]. 2005, vol.19, n.2, pp. 21-30. ISSN 0102-8839.
- BARROS, H.M.; CLARO, D.P.; CHADDAD, F.R. Políticas para a inovação no Brasil: efeitos sobre os setores de energia elétrica e de bens de informática. **Revista de Administração pública**.v.43. n.6, p.1459-1486, nov./dez. 2009
- BESANKO, D; DRANOVER D; SHANLEY, M; SCHAEFER, S. **A economia da estratégia**. Porto Alegre, Bookman, 2006.
- BOBILLO, A. M.; RODRIGUEZ SANZ, J. A.; GAITE, F. T. Innovation investment, competitiveness, and performance in industrial firms. **Thunderbird International Business Review**, v. 48, n. 6, p. 867–890, 2006.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heterocedasticity. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 31, p. 307-327, 1986.
- BROOKS, C. **Intoductory econometrics for finance**. Cambridge: Cambridge University, 2002.
- BRUNI, A.L.; FAMA, R. Eficiência, previsibilidade dos preços e anomalias em mercados de capitais: teoria e evidências. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v.1, n.7, p.71-85, 1998.
- CANONGIA, C. *et al.*. Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 2, p. 231-238, mai./ago. 2006
- CURTO, J. J. D. **Distribuições de Pareto estáveis**: aplicação aos índices PSI20, DAX e DJIA. In: MÉTODOS quantitativos. 3. ed. Lisboa: Sílabo, 2003.
- ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom Inflation. **Econométrica**, Oxford, v. 50, n. 4, 1982.

ESPAENET PATENT SEARCH. **European Patent Office**. Disponível em < <http://worldwide.espacenet.com/>>, acessado 31/07/2012.

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

GLOSTEN, L. R.; JAGANATHAN, R.; RUNKLE, D. E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess returns on stocks. **The Journal of Finance**, Chicago, v. 48, p. 1779-1801, 1993.

GOULART, C. P. et al. Previsão da volatilidade no mercado interbancário de câmbio. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 45, p. 86-100, 2005. (Edição Especial Minas Gerais).

GOULART, C. P. **Risco de câmbio no mercado interbancário brasileiro**: um estudo comparativo entre modelos de previsão de volatilidade. 2004. 201 p. Dissertação (Mestrado em Administração) -Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

JARQUE, C.; BERA, A. A test for normality of observations and regression residual. **International Statistical Review**, Edinburgh, v. 55, n. 1, p. 163-172, 1987.

KNIGHT, G. e CAVUSGIL, S. T. Innovation, organizational capabilities, and the bornglobal firm. **Journal of International Business Studies**, 35, 124-141p., 2004.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. Introdução. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.

MCT. **Ministério da Ciência e Tecnologia**. Registro de patentes por setor. Disponível em <http://webtv.mct.gov.br/> acessado em 31/07/2012.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher. 2006. 564 p.

NELSON, D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. **Econometrica**, Oxford, v. 59, n. 2, p. 347-370, mar. 1991.

PHAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, May/Jun., p. 79-91, 1990.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

QUANDT, C. O.; SILVA Jr., R. G.; PROCOPIUCK, M. Estratégia e inovação: análise das atividades de P&D no setor elétrico brasileiro. **REBRAE. Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 243-255, maio/ago. 2008

ROUCAN-KANE, M.; UBILAVA, D.; XU, P. Effects of Firm-Specific Factors on R&D Expenditures of Agribusiness Companies. **Working Papers, Purdue University, College of Agriculture**, Department of Agricultural Economics 7, n. 4, 2007.

SILVA, S. W.; SÁFADI, T.; JÚNIOR, C. G. L. Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n.1, 2005.

TEECE, D.J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic management journal**, v.18, n.7, p.509-533, 1997.

TSAY, R. S. **The analysis of financial time series**. New York: J. WILEY, 2002.

VEUGELER, R.; CASSIMAN, B.; Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. **Research Policy**, v.28, n. , p. 63-80, 1999.

ZHOU, A. **Modeling the volatility of the Heath-Jarrow-Morton model**: a multi-factor Garch analysis. Illinois: University of Illinois at Urbana- Champaign, 2000. Paper Number 00-05.