



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA, CONTABILIDADE**  
**E SECRETARIADO EXECUTIVO**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA APLICADA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

LEONARDO SILVEIRA CAVALCANTE

**ALAVANCAGEM FINANCEIRA E O PROCESSO**  
**DE MENSURAÇÃO DE RISCO DAS EMPRESAS:**  
**UM ESTUDO PARA O SETOR DE ENERGIA**

Fortaleza, Ceará

2018

LEONARDO SILVEIRA CAVALCANTE

**ALAVANCAGEM FINANCEIRA E O PROCESSO DE  
MENSURAÇÃO DE RISCO DAS EMPRESAS: UM ESTUDO  
PARA O SETOR DE ENERGIA**

Monografia apresentada no Curso de Ciências  
Econômicas da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino de Matos

Fortaleza, Ceará  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C364a Cavalcante, Leonardo Silveira.

Alavancagem financeira e o processo de mensuração de risco das empresas : Um estudo para o setor de energia / Leonardo Silveira Cavalcante. – 2018.

42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino Matos.

1. Risco. 2. CAPM. 3. Alavancagem financeira. 4. Setor de energia. I. Título.

CDD 330

---

LEONARDO SILVEIRA CAVALCANTE

**ALAVANCAGEM FINANCEIRA E O PROCESSO DE  
MENSURAÇÃO DE RISCO DAS EMPRESAS: UM ESTUDO  
PARA O SETOR DE ENERGIA**

Monografia apresentada no Curso de Ciências  
Econômicas da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Economia.

Trabalho aprovado. Fortaleza, Ceará, 2018

---

Prof. Dr. Paulo Rogério Faustino de Matos  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Dr. José Henrique Félix Silva  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro  
Universidade Federal do Ceará

Fortaleza, Ceará  
2018

# Resumo

O setor de energia brasileiro envolve um passado com grandes endividamentos, principalmente daquelas advindas de estatais que foram privatizadas ao longo do tempo, além disso, o setor tem naturalmente níveis de endividamento acima da média por características setoriais. Um dos modelos financeiros mais utilizados para descrever retornos dos ativos é o *Capital Asset Pricing Model* desenvolvido simultaneamente por Sharpe(1963 e 1964), Tobin(1958), Treynor(1961) e Lintner(1965). Porém o primeiro autor a considerar algo próximo a precificação de ativos foi Henry Markowitz (1952), com um artigo considerado precursor e idealizador das finanças modernas. Por meio do modelo CAPM é possível estimar o beta de mercado, que seria a medida de do risco que as empresas não podem e nem os investidores diversificar, e que deveria, realmente premiar o investidor. O presente trabalho testou a relação de indicadores contábeis de endividamento no beta de mercado das ações do setor de energia na B3. Por meio de uma metodologia de dados em painel foi possível inferir que os indicadores de alavancagem afetam positivamente os betas de mercado, indicado que tais fundamentos contábeis são importantes para explicar o risco das ações. Contudo, outros fatores importantes como intervenções setoriais, estrutura de capital e regulação governamental devem ser consideradas para analisar o setor.

# Abstract

The Brazilian energy sector involves a past with large indebtedness, especially from state-owned companies that have been privatized over time. In addition, the sector has naturally above-average levels of indebtedness due to sectoral characteristics. One of the most widely used financial models to describe asset returns is the Capital Asset Principle Model developed by Sharpe (1963 and 1964), Tobin (1958), Treynor (1961) and Lintner (1965). However, the first author to consider something close to asset pricing was Henry Markowitz (1952), with an article considered a precursor and idealizer of modern finance. Through the CAPM model it is possible to estimate the market beta, which would be the risk measure that companies can't and investors don't diversify, and that should really reward the investor. The present paper tested the relation of accounting indicators of indebtedness in the market beta of the shares of the energy sector in B3. Through a panel data methodology it was possible to infer that the profitability indicators positively affect the market betas, indicating that such accounting fundamentals are important to explain the risk of the actions. However, other important factors such as sector interventions, capital structure and government regulation should be considered to analyze this sector.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Linha do Tempo do Setor de Energia Elétrica Brasileiro - Fonte: Autor (2018)	15
Figura 2 – Resumo reformas setoriais - Fonte: Elaboração própria .....	18
Figura 3 – Atual Composição do IEEEX .....	24
Figura 4 – Influência do Intervalo de Retorno da Determinação dos Betas .....	25

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Métricas Estatísticas das ações .....	28
Tabela 2 – Estatísticas do betas de mercado estimados por meio do CAPM .....	30
Tabela 3 – Betas de mercado estimados (CAPM).....	31
Tabela 4 – Betas de mercado estimados (CAPM).....	32
Tabela 5 – Betas de mercado estimados (CAPM).....	33
Tabela 6 – Correlação entre as variáveis .....	34
Tabela 7 – p-valor da estatística de teste.....	34
Tabela 8 – Resultados para da estimação do modelo de efeitos aleatórios .....	34
Tabela 9 – 20 maiores Indicadores de alavancagem das empresas do setor de energia participantes.....	37

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Setor elétrico brasileiro - risco e alavancagem</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Risco</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Alavancagem Financeira associada à mensuração de risco</b>	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Outros Fatores que influenciam no processo de mensuração de risco</b>	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Background do setor elétrico brasileiro</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>O modelo CAPM e suas premissas</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Parâmetros da pesquisa</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Estratégia Econométrica</b>	<b>25</b>
3.3.1	Modelo Tradicional de Precificação de Ativos:	25
3.3.2	Teste de correlação	25
3.3.3	Regressão linear (painel com efeitos aleatórios)	26
<b>3.4</b>	<b>Base de Dados</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados do Modelo</b>	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Discussão</b>	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise de Padrão de Comportamento Setorial</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>

# 1 Introdução

Nos mercados financeiros o risco e sua relação com o retorno deu seus primeiros passos com a teoria moderna do portfólio por meio de Markowitz (1952) com a clássica percepção da diversificação de carteira. Posteriormente o seu aluno e discípulo Sharpe(1963 e 1964), desenvolveu a Teoria do CAPM (capital asset pricing model), que contou com contribuições de Tobin(1958), Treynor(1961) e Lintner(1965). Nesse modelo Sharpe propõe a precificação de ativos de capital com o objetivo de estabelecer a relação entre risco e retorno, partindo de duas premissas fundamentais o risco diversificável e o não-diversificável representado pelo beta. Esse conjunto de trabalhos gerou uma das maiores contribuições para o mundo financeiro atual, e é o grande ponto de partida para a mensuração do retorno de uma carteira de investimento admitindo um risco, sendo mensurado por uma variável conhecida como beta.

Este beta varia de acordo com a empresa a qual o ativo representa no caso do mercado de capitais brasileiro, pois o risco de cada uma pode ser diferente (BODIE; KANE; MARCUS, 2016), porém, existe outra variável que pode oferecer grande causalidade na mensuração do risco de um ativo que seria a alavancagem financeira que um determinado ativo estaria associado, naquele mercado.

A alavancagem financeira traduz o risco de insolvência da empresa e é uma métrica contábil amplamente difundida entre os administradores de empresas e analistas de mercado. Molina (2005) estudou a relação entre alavancagem e o risco de insolvência mensurado pelas notas das agências de rating por meio de variável instrumental e encontrou forte efeito de alavancagem. O beta, por sua vez, traduz a percepção dos investidores que atuam no mercado de capitais em relação ao risco sistêmico ao qual estão expostas as empresas. Esta é uma variável de mercado também amplamente difundida pelos profissionais do mercado de capitais (BODIE; KANE; MARCUS, 2016, p. 305).

A teoria moderna de finanças atesta existir uma relação teórica entre a alavancagem financeira e o beta das empresas. Segundo Watson e Head (1998), os textos de finanças tradicionalmente fazem ajustes para a alavancagem ao abordarem o cálculo do beta. Desde o trabalho seminal de Modigliani e Miller (1958) sobre estrutura de capital, diversos autores estudaram empiricamente essa relação, onde eles testam duas hipóteses sobre o valor da firma e o risco associado à alavancagem que poderá gerar maiores retornos.

Em 2008 por exemplo, a mensuração de risco equivocada aliada à uma alavancagem financeira de cerca de trinta e três vezes no mercado americano, gerou uma das maiores crises financeiras mundiais já vistas, desencadeando impactos catastróficos para milhões de pessoas que ficaram desempregadas e algumas até desabrigadas (SPOLADOR; MELLO, 2016).

Portanto, a mensuração desse risco, apresenta lacunas, principalmente sobre qual peso e volatilidade certas variáveis podem impactar todo o processo. O presente trabalho foca-se no

efeito da alavancagem financeira, sobre o risco das empresas, que é medido pelo Beta, – variável de mercado mais utilizada – esperando encontrar relação positiva e significativa entre essas duas variáveis em um setor específico, o de Energia.

Sob uma ótica setorial, segundo Damodaran (2002, p.102) a alavancagem pode ter efeitos distintos, dependendo do nível de estabilidade de cada setor. Seguindo nessa linha, Raifur e Ferreira de Sousa (2010) afirmam que setores mais estáveis e previsíveis, os quais estão assegurados por grandes contratos de concessão e algum tipo de concentração de mercado, seja por monopólio ou oligopólio, devem apresentar níveis de endividamento mais elevados, do que outros setores, que possuem uma maior instabilidade, com demandas mais voláteis e ainda imaturos. Isso é razoável de imaginar, já que setores mais estáveis e maduros dão uma segurança maior para as instituições financeiras, quanto ao retorno do capital investido. Por outro lado, as empresas nas decisões de estrutura de capital buscam a maximização de eficiência resultante do uso dos benefícios da dívida associada ao risco simultâneo que ele produz sobre o custo do capital próprio, ou seja, tentam sempre equilibrar a balança do custo de captação de recursos.

Segundo a pesquisa realizada pelos pesquisadores citados acima, o teste feito para verificar o nível de influência que a alavancagem financeira exerce sobre o beta de empresas de capital aberto da bolsa brasileira do setor de siderurgia e metalurgia, é significativo e explica até 27,2% das variações do risco das empresas deste setor. Observando, esta linha de pensamento, o setor de energia com sua demanda razoavelmente estável e seu monopólio ou oligopólio natural na maioria dos contratos de concessão, tem possibilidade de ser um segmento com níveis de explicação significativos quando testarmos a relação entre alavancagem financeira e o beta das empresas de capital aberto deste setor, e assim a pesquisa poderia contribuir para entender o comportamento de endividamento do setor.

Paralelamente, como objetivos secundários, o estudo verifica a existência de relação positiva entre a alavancagem financeira e os retornos das empresas no mercado de capital brasileiro, para entender se existe um padrão de comportamento dentro desse meio que gere resultados

positivos perante o mercado e ainda testa qual indicador de alavancagem tem maior nível de explicação sobre o beta: (i) Dívida Financeira Bruta/Patrimônio Líquido ou (ii) Exigível Total/Patrimônio Líquido . Assim como Bhandari (1988) com um artigo pioneiro, testou para o mercado americano, a relação entre alavancagem financeira e os retornos das empresas, constatando sua significância positivamente. Na literatura o uso de regressões com Fama e French (1992) e ainda com Sharpe (1964) confirmaram que o tamanho, a relação P/L, D/PL e P/PL contribuem para a explicação do retorno esperado das ações obtido pelo beta de mercado. Seus resultados não confirmaram, no entanto, que o retorno médio das ações é positivamente relacionado ao beta de mercado.

Portanto, tendo o contexto histórico do setor de energia brasileiro em mente, com um passado com grandes endividamentos, principalmente daquelas advindas de estatais que foram privatizadas ao longo do tempo (PINTO, 2008), a visão abrangente do presente trabalho é colaborar com o entendimento de como a alavancagem financeira influencia o risco dessas empresas, ajudando futuras pesquisas na construção de um padrão de atuação quanto a dívida dessas companhias, e como isso pode melhorar o processo de precificação de ativos desse setor. Este trabalho, está dividido em seis seções, a contar com essa primeira de caráter introdutório. Na segunda seção, há uma explicação mais ampla do risco e da alavancagem financeir, assim como de outros indicadores, além disso, uma visão mais detalhada do histórico, a qual foi levantado, sobre a indústria elétrica nacional e dos fatores determinantes no seu risco como um todo.

A terceira parte, virá com explicações sobre a cronologia e o referencial teórico maior do modelo utilizado para captação do comportamento das variáveis elucidadas, e ainda colocará os parâmetros da pesquisa ((i) período de tempo; (ii) carteira de mercado; (iii) intervalo de retorno). A quarta seção discorrera sobre a metodologia (cálculos) e as adaptações da amostra que foram feitas. A análise de resultados virá logo à seguir, onde poderemos avaliar o que as regressões nos revelam, e por último a conclusão do trabalho proposto, com suas respectivas referências bibliográficas.

## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Setor elétrico brasileiro - risco e alavancagem

A crise americana de 2008 fez o mundo tremer e atentar para a corrupção e para a liberdade que existe no mercado financeiro internacional para os mais poderosos, os chamados “big players”, concedidas principalmente pelas agências de rating (instituições privadas, que fornecem uma avaliação do risco detalhada de diversos ativos), e dentre tantas partes que fizeram a economia desmoronar, uma em particular seria a má avaliação de risco de alguns ativos aliada à alavancagem financeira, que se torna comum nos mercados ao redor do mundo, dado suas devidas proporções (A GRANDE APOSTA, 2015, cap. 11).

Essa crise atentou as autoridades monetárias para o risco iminente da alavancagem e da dependência financeira que poucos tinham controle, com isso muitos mecanismos foram criados para evitarem que algo ocorresse novamente neste sentido. Além disso, deixou ainda mais claro o que diversos pesquisadores concluíram, a alavancagem exerce influência sobre o risco, mas para construirmos o pensamento de como se dá essa relação e quanto isto verdadeiramente se transforma em realidade para o cenário brasileiro, este risco precisa ser compreendido e elucidado, para entendermos o comportamento que uma variável o possa causar.

Após essa explicação, a alavancagem será compreendida de maneira mais aprofundada evidenciando sua possível influência na mensuração de risco, além de outros fatores que serão apresentados como vetores na hora de explicar os riscos associados as companhias. Damodaran (2006) sugere que o risco possa estar associado com as competências gerenciais, a relação entre trabalho e administração, o desempenho de programas de marketing, porte, diversidade de clientes, e produtos. Evidenciando que existem muitos outros riscos, que não o financeiro, especificamente o de endividamento.

Posteriormente nesta seção, o contexto histórico da indústria elétrica brasileira será discutido, levantando os principais fatores, que possam contribuir para a influência da alavancagem no risco associado à esse setor.

### 2.2 Risco

Para Brigham e Ehrhardt (2006, p. 203) risco é a exposição a um perigo, perda ou dano. Refere-se à chance de que algum evento desfavorável ocorra. Em finanças, o termo risco é geralmente usado para explicar as chances de perdas de dinheiro. Damodaran (2007, p. 19) ainda observa que risco refere-se à probabilidade da obtenção de retornos diferentes dos que foram previstos, incluindo os maus e os bons resultados. O risco de um investimento no mercado de ações é medido pela dispersão dos resultados possíveis. Usualmente essa dispersão é medida

pelo desvio-padrão ou pela variância (BREALEY; MYERS, 1998, p. 173). O risco pode ser classificado como (a) sistemático, de mercado ou não diversificável e (b) não sistemático, isolado ou diversificável (N; BRIGHAM, 2000, p. 579).

O risco sistemático afeta ao mesmo tempo um grande número de ativos, em iguais ou diferentes intensidades e não pode ser minimizado ou eliminado pela diversificação. O Risco não sistemático afeta especificamente um ativo ou pequeno grupo de ativos e pode ser eliminado pela diversificação (ROSS et. al., 1995, p. 233). Weston e Brigham (2000, p. 580) observam que o risco de mercado e o risco específico geralmente estão correlacionados.

## 2.3 Alavancagem Financeira associada à mensuração de risco

Mas afinal quais fatores influenciam o risco? O que a literatura já apresentou para o mercado brasileiro? Onde a alavancagem financeira entra nesse cálculo? Esse risco representado pelo Beta em modelos econométricos, possui diversas variações que não obrigatoriamente seguem um mesmo padrão em setores e em países diferentes, portanto em cada mercado, fatores diferentes podem exercer influência sobre sua mensuração.

Analisando a metodologia do CAPM e suas premissas, o modelo parte do pressuposto de que os agentes do mercado assimilam novas informações de modo eficiente, além de ter expectativas homogêneas. Entretanto, esses pressupostos não estão fortemente apoiados no mercado brasileiro (??). Pelo menos quatro variáveis afetam significativamente o mercado de ações como um todo: concentração de mercado, altas taxas de juros, alta volatilidade de mercado e alavancagem financeira. Desses quatro pontos apresentados, dois iram fazer parte do presente trabalho para verificar a influência da alavancagem financeira na mensuração de risco sistemático.

O trabalho clássico de Modigliani e Miller (1958) é a grande referência sobre estrutura de capital e que será usado nesse projeto. A proposição I dos autores, que estabelece que o valor da firma é completamente independente de seu grau de alavancagem. Como derivação, há a proposição II, segundo a qual um maior grau de alavancagem (exigibilidades/capital próprio) da empresa está associado a um maior retorno de seu ativo e, conseqüentemente, a um maior risco. Argumenta-se que a alavancagem eleva o grau de exposição da firma ao risco sistemático da economia (beta) por representar risco financeiro.

À medida que a firma se endivida, mais comprometido fica seu lucro operacional (LAJIR) e, portanto, seu fluxo de caixa. Assim, cresceria a probabilidade da empresa se tornar insolvente e haveria a necessidade, por parte dos “stakeholders” - definidos como todos e quaisquer agentes interessados no desempenho da empresa -, de trazer esses fluxos mais incertos a valor presente por meio de uma taxa de desconto maior. No caso dos credores, isso implicaria exigir taxas de juros mais elevadas para conceder empréstimos. No caso dos acionistas, implicaria reclamar maiores taxas de retorno para o capital aplicado. Tem-se, então, que os encargos financeiros das dívidas comprometem antecipadamente o fluxo de caixa incerto a ser gerado pela empresa,

gerando o risco de ela não conseguir honrá-los, ou seja, a dívida eleva o risco de insolvência por representar saídas de caixa certas e contínuas que financiam entradas de caixa incertas (RIBEIRO; MACHADO; ROSSI, 2013).

Esse raciocínio está fortemente amparado pela teoria econômica. Harris e Raviv (1990) realizaram um survey sobre a teoria da estrutura de capital e identificaram quatro modelos teóricos principais: estratégias mercadológicas, disputas por poder corporativo, assimetria informacional e a teoria da agência. Segundo o autor, a assimetria de informação (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN; LAMB, 2015) e a teoria da agência (HARRIS; RAVIV, 1990) predizem que uma maior alavancagem elevaria o risco de insolvência e, assim, aumentaria o beta.

Pode-se perceber então que a teoria de finanças atesta que a alavancagem representa risco passível de maior remuneração via binômio risco/retorno. No escopo do modelo CAPM, tem-se que apenas o risco sistemático (beta) é passível de remuneração pelo mercado, pois todo risco isolado, característico da própria empresa, pode ser eliminado por meio da diversificação. Pode-se deduzir, então, que o efeito da alavancagem se faz sentir por meio de seu impacto sobre o beta, aumentando a exposição das firmas ao risco sistêmico da economia. Isso pode ser atestado pela equação (BOWMAN, 1980, p. 244):

$$\beta_A = \left(1 + \frac{D_A}{S_A}\right)\beta_N \quad (2.1)$$

Onde:  $\beta_A$  é o beta de firma alavancada;  $\beta_N$  seria o beta dessa mesma firma se ela não se endividasse e a equação  $\frac{D_A}{S_A}$  explicita que a alavancagem eleva o beta.

## 2.4 Outros Fatores que influenciam no processo de mensuração de risco

Existem diversas variáveis, as quais o risco pode ser moldado e alterado, a alavancagem financeira, já comentada, definitivamente é o foco do presente trabalho, mas conhecer e avaliar as outras variáveis impacta o trato dos dados, além de atentar para futuros trabalhos seguirem e testarem qual o nível de explicação que esses fatores possam ter.

Damodaran (2004) destaca o fato de a maior alavancagem não representar o maior beta, pois, além da alavancagem financeira, o cálculo do beta é influenciado por fatores diversos, como a variabilidade no faturamento e a alavancagem operacional, trazendo que apesar da alavancagem na maioria das observações ter obtido papel de destaque não é apenas, essa variável que influencia no risco das companhias, e que o processo é ainda mais complexo.

Para Baum et al. (2008) as incertezas macroeconômicas exercem efeitos diferentes nas decisões de alavancagem financeira entre empresas com diferentes níveis de governança corporativa e custos de agência.

No mercado brasileiro, Oda et al. (2005) concluíram que o grau de alavancagem financeira e a estrutura de capital estão positivamente associadas com os betas de mercado, enquanto o

crescimento do ativo e a taxa de pagamento de dividendos apresentam associações negativas.

crescimento do ativo e a taxa de pagamento de dividendos apresentam associações negativas. Fernandes (2007), em estudos seccionais, concluiu que além da alavancagem financeira, o tamanho dos ativos e a variabilidade da liquidez elevam o risco sistemático, enquanto a rentabilidade, variações na alavancagem financeira e na rentabilidade e o crescimento dos ativos estão associados à diminuição do risco.

Stewart III (2005, p. 405) aponta razões para o uso agressivo de dívida mesmo que associado à um risco maior, destacando que o endividamento (1) economiza impostos, (2) saneia o risco de reinvestimento improdutivo do fluxo caixa excedente, (3) reforça os incentivos para o sucesso e as penalidades pelo fracasso, (4) força a venda de ativos ou empresas não-relacionadas aos negócios essenciais da empresa ou de desempenho insuficiente e (5) cria uma compulsão para a melhoria do desempenho, para a concentração do fluxo de caixa, em vez de lucros contábeis, e para eliminação de subsídios cruzados improdutivos entre unidades. Então para esse autor, a alavancagem financeira pode apresentar maiores riscos, mas vem acompanhada de benefícios relevantes para as companhias operarem e se desenvolverem.

Para (ANTUNES; GUEDES, 2006) não se pode relacionar beta e endividamento sem consideração de outras variáveis. A não introdução dessas variáveis impede isolamento dos efeitos do endividamento.

Então, em todas essas citações, a variável alavancagem financeira se repete quando o assunto é risco, assim fica evidenciado que ela está pelo menos entre os fatores mais importantes quando o assunto é o risco das companhias, apesar disso como frisado por um dos artigos ela não é a única, o que pode significar que seu poder de explicação não seja tão alto dado a confluência de variáveis existentes.

Mas por quê o setor elétrico brasileiro seria um bom incipiente de testes? Qual a relação que a alavancagem exerce nesse setor? Como isso impacta nos retornos?

## 2.5 Background do setor elétrico brasileiro

Esta seção aborda de maneira sucinta a evolução recente do setor elétrico brasileiro, tendo como foco os fatos que levam à este setor ser escolhido para esta pesquisa, assim sendo, os fatos que fazem com que a alavancagem financeira seja tão relevante para este setor.

O setor elétrico brasileiro pode ser dividido em três períodos: um primeiro período onde se deu início as atividades envolvendo energia elétrica no país, correspondente a primeira metade do século XX; um segundo período onde o Estado esteve muito presente na execução das atividades do setor elétrico, que foi até o final do século XX; e um terceiro período onde ocorreu a reestruturação do setor elétrico para um modelo com maior participação da iniciativa privada e que permanece até os dias de hoje.

Figura 1 – - Linha do Tempo do Setor de Energia Elétrica Brasileiro - Fonte: Autor (2018)



Conforme a figura acima, no primeiro período deu-se início as atividades de geração e consumo de energia elétrica, assim como a instalação de empresas que participam ativamente do mercado elétrico até hoje como Light, CPFL, CEMIG, CEEE e GE. (ALMEIDA, 2008).

Neste período ocorreu também a criação das primeiras leis buscando a regulamentação das atividades do setor e do controle do uso das fontes energéticas, como o Código das Águas, o qual foi promulgado pelo Presidente Getúlio Vargas no ano de 1934 e concedeu ao governo o poder de controlar rigorosamente as concessionárias de energia elétrica. (BRASIL, 1934). Entretanto, este controle não foi suficiente para o bom funcionamento do setor, uma vez que, nas décadas seguintes ocorreram diversas medidas com intuito de racionamento de energia elétrica. O segundo período foi marcado pela forte intervenção do Estado com a criação de empresas, agentes reguladores e financiamentos de empreendimentos de geração de energia elétrica buscando a estruturação do setor. Destacam-se neste período a fundação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) em Junho de 1952, o qual forneceu um grande número de empréstimos a empresas para investimento em geração de eletricidade, a criação do Ministério de Minas e Energia – MME, a adoção da frequência de 60 hz para o sistema de energia elétrica no território nacional na década de 60 e a fundação de empresas como a Central Elétrica de Furnas S.A., Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, Centrais Elétricas do Norte – ELETRONORTE, Centrais Elétricas do Sul – ELETROSUL, Empresas Nucleares Brasileiras S.A – NUCLEBRÁS durante as décadas de 70 e 80. (CAMARGO, 2005).

Nos década de 70, houveram grandes investimentos no setor energético, neste período o

crescimento intensivo na época do chamado milagre econômico brasileiro fez com que algumas dívidas fossem feitas nesse setor. Mas com os sucessivos aumentos de preço do petróleo, advindos do primeiro e do segundo choques, de 1973 e 1979, respectivamente, os anos de crescimento se extinguíram rapidamente. Devido à essas choques, o governo tinha a tarefa de conter uma inflação latente, assim, ele optou por uma combinação que se mostrou crítica para o setor elétrico brasileiro - Controle das tarifas de energia muitas vezes abaixo de seus custos; O uso de uma série de empresas ligadas à infraestrutura energética, para alavancar empréstimos em moedas fortes, numa tentativa de recompor as reservas brasileiras e manter a pauta de importações de petróleo. Essas medidas alteraram a estrutura de endividamento aplicada ao setor até aquele momento, além de incorrer em maiores riscos.

O ano de 1984 foi marcante tanto para o setor elétrico brasileiro, como internacional, com a entrada em operação da primeira das 20 unidades geradoras da Usina Hidrelétrica a Itaipu Binacional, a maior usina hidrelétrica do mundo até então, e a segunda maior da atualidade. (ITAIPU BINACIONAL, 2015). O projeto praticamente dobrou a capacidade de geração de eletricidade no Brasil que naquele ano era de 16,7 mil megawatts e a usina de Itaipu Binacional sozinha acrescentou ao sistema 14 mil megawatts. O ano seguinte teve a entrada em operação da primeira Usina Termonuclear Brasileira – Angra I. (ELETRONUCLEAR, 2015). Dois anos depois, em 1988, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e a Revisão Institucional do Setor Elétrico (REVISE), que foi fundamental para que ocorressem as grandes alterações que o setor elétrico sofreu na década de 90. (CAMARGO, 2005). O terceiro período corresponde desde a década de 90 até os dias de hoje. Este foi o período onde o governo deixou, em grande parte, o papel de executor dos serviços, para ter a função de regulador do mercado. Esse processo aconteceu por meio do Programa Nacional de Desestatização (PND) que foi criado no ano de 1990 durante o mandato de Fernando Collor, mas que teve resultados efetivos apenas no governo de Fernando Henrique Cardoso, com os seguintes acontecimentos: (ALMEIDA, 2008).

- Em 1995, uma lei foi sancionada uma lei, dispondo sobre regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos.
- Em seguida já em 1997 houve a criação da Eletrobrás Termonuclear S.A. – Eletronuclear, para ser responsável pelas usinas termonucleares brasileiras e instituição do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).
- Ainda em 1997, houve a instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com base na lei Nº 9.427, que deu um respaldo maior a regulamentação do setor.
- Outro fato importante foi a regulamentação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) por meio do decreto Nº 2.655 em 1998.

A década de 90 foi um período de mudanças importantes para o setor elétrico brasileiro, onde o governo procurou tomar medidas que pudessem atrair investidores para a ampliação do parque gerador de energia elétrica do país, e dessa forma fomentar o desenvolvimento econômico da nação. Estes investimentos, porém, não ocorreram da maneira esperada devido às estratégias antigas e equivocadas com objetivo de absorver prejuízos para não repassar reajustes ao consumidor. Desta forma a capacidade de geração e transmissão de energia elétrica do país não recebeu investimentos adequados, resultando num sistema defasado que não atendia à demanda de energia. (ALMEIDA, 2008). Diante deste cenário, bastou um período hidrológico desfavorável para que o sistema brasileiro, fortemente dependente de hidroeletricidade, gerasse aquém do que era necessário, forçando o governo federal a implementar dois programas de racionamento de energia elétrica, um direcionado a região Norte e outro direcionado as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Os programas de racionamento foram de junho de 2001 até fevereiro de 2002 e ocorreram em paralelo a outras ações que buscavam a melhoria do sistema, como por exemplo, o Programa Prioritário de Termoeletricidade, que conseguiu acrescentar 1.527 megawatts no sistema, gerados a partir de termelétricas que tinham gás natural como combustível. (CUBEROS, 2008).

Como medida para solução dos problemas listados anteriormente e para melhoria do sistema brasileiro de energia elétrica, no ano de 2004 foi elaborado o Novo Modelo do Setor Elétrico através das leis Nº 10.847 e Nº 10.848, sendo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) criada pela primeira, e a regulamentação da comercialização de energia elétrica, pela segunda. Este novo modelo de comercialização proposto pelo Ministério de Minas e Energia (MME) é baseado em quatro objetivos principais: (ALMEIDA, 2008).

- A busca pela modicidade tarifária;
- A garantia da segurança de suprimento de energia elétrica;
- A estabilização do mercado para a atração de novos investidores;
- A universalização do fornecimento de energia elétrica.

Apesar deste novo modelo, matriz energética brasileira se mantém predominantemente hídrica. Desde 2001, o governo tem incentivado a construção de usinas termelétricas, como forma de garantir o suprimento de energia elétrica em períodos de hidrologia desfavorável (WALVIS, ALIDA; 2014). Este fato, só atenta para o alto risco de oferta do setor, que nos anos de 2013 e 2014, teve níveis baixíssimos de energia, sendo necessário um início de racionamento.

Outro fato relevante sobre o modelo atual, é que as distribuidoras de energia elétrica são autorizadas a reajustar as tarifas por dois mecanismos: os reajustes tarifários anuais e as revisões tarifárias periódicas (BRASIL. Ministério de Minas e Energia, 2014). Apesar disso, no governo brasileiro de Dilma Rouseff (2011-2014) houveram intervenções políticas que impediram o repasse ao público desses reajustes. Essas medidas tinham como objetivo segurar as tarifas de energia via aportes do tesouro nacional nas distribuidoras, o que prejudicou o setor.

Figura 2 – - Linha do Tempo do Setor de Energia Elétrica Brasileiro - Fonte: Autor (2018)

Modelo Antigo (Até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 à 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas Verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Mercado de maioria estatal	Abertura e foco em privatizações	Convivência entre privadas e públicas
Monopólios	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Tarifas reguladas	Preços livremente negociados - geração e comercialização	Preços livremente negociados - geração e comercialização + leilão e licitação pela menor tarifa
Contratação: 100% do mercado	Contratação de 85% à 95% pelo mercado	Contratação: 100% do mercado + reserva

Atualmente a energia de fonte hidráulica tem papel de destaque na geração de energia do país, correspondendo a 65% do valor total gerado no país. A energia eólica e a energia da biomassa correspondem a 9% da eletricidade gerada, o que faz com que o Brasil tenha em torno de 75% da sua necessidade de energia elétrica suprida por fontes renováveis, restando pouco mais de 23% de geração com combustíveis não renováveis e em torno de 2% de energia nuclear (BEN, 2015).

Visando a diversificação da matriz energética, de forma a evitar transtornos causados por condições hidrológicas desfavoráveis dado a concentração do setor em energia advindas de hidrelétricas, o Governo Federal tem buscado o aumento da capacidade instalada de geração de energia elétrica a partir de fontes que não sejam hídricas, mas que sejam preferencialmente de origem renovável. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2023, a matriz de geração de energia elétrica deve ter um acréscimo de 10% com relação à contribuição das fontes renováveis até 2023, sendo a energia eólica responsável por um papel importante nesta mudança, devendo passar dos atuais 2% de contribuição para algo em torno de 8%. (EPE, 2014).

Segundo Caldeira Pinto (2008) empresas do setor de “utilities” – empresas as quais prestam serviço de utilidade pública – apresentam uma menor volatilidade nos preços de suas ações como observado em outros setores, pelo contexto de previsibilidade associado à demanda de seus produtos e serviços. Quando analisasse o setor de energia especificamente, ele tem uma correlação maior com o crescimento populacional do que com crescimento econômico. Percebe-se ainda que o crescimento da demanda não é explosivo, portanto a previsibilidade se estende mesmo que em um nível menor.

Entende-se que por essa demanda sem grandes oscilações, proveniente de grandes contratos de concessão com período razoavelmente longo e diversas cláusulas de prestação de serviço, operando ainda como um oligopólio ou monopólio natural, essas companhias do setor elétrico,

possuem uma capacidade de endividamento maior do que a maioria dos outros setores, pelo menor risco associado as suas receitas futuras, além da constância na geração de caixa. Outro fator importante que pode trazer, vantagens para estas empresas, é a quantidade de ativos que alguns ramos possam possuir, o que significaria mais garantias aos seus credores, que se sentiriam mais seguros na hora da liberação de recursos.

Entretanto em países em desenvolvimento, o setor energético enfrenta uma realidade na sua oscilação de demanda com o crescimento econômico mais acelerado, ou ainda com um risco maior devido a fragilidade nos contratos de concessão, além do risco político em países como o Brasil, que afeta o mercado, principalmente em áreas ligadas ao serviço público de alguma forma. Outro ponto importante que pode levar uma maior oscilação nesse setor no Brasil, são os mecanismos de revisão tarifários que podem alterar desde indexadores utilizados nas revisões tarifárias, mudando as frequências das mesmas ou ainda com a criação de novos impostos, modificando totalmente a carga tributária ao longo da vida útil dessas concessões públicas, prejudicando assim o fluxo de caixa dos investimentos previstos, aumentando o risco da operação (PINTO RINALDO; 2008).

No Brasil os anos de 1970, trouxeram grandes investimentos no setor como já foi visto, que posteriormente se converteram em dívidas estruturais pesadas com os choques do petróleo de 1973 e 1979 como apresenta o último ponto deste trabalho. Pires & Piccinini (1998) assinalaram que a década de 80 marcou a escalada desse endividamento setorial, oriundo de uma série de razões, como o uso das empresas do setor para alavancar empréstimos em moedas fortes, numa tentativa de recompor as reservas brasileiras e manter a pauta de importações de petróleo, assim como diversas políticas antigas que faziam com que as empresas do setor elétrico absorvessem prejuízos para não repassar reajustes aos consumidores, conseqüentemente essas companhias chegaram aos anos 2000, com elevado endividamento externo e interno.

Assim o contexto histórico do setor de energia brasileiro como visto, envolve um passado com grandes endividamentos, principalmente daquelas advindas de estatais que foram privatizadas ao longo do tempo, além disso, explicou-se que o setor tem capacidade de endividamento naturalmente acima da média por características setoriais. Então entender como a alavancagem financeira influencia o seu risco de maneira minuciosa, pode colaborar para futuras pesquisas na construção de um padrão de atuação quanto a dívida dessas empresas, e como isso pode afetar o retorno das companhias para os investidores.

# 3 Metodologia

O presente projeto, enquadra-se como pesquisa explicativa com viés experimental segundo Gil (2002, p. 47) descreve: “... pois essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.”

O que vai de encontro com o objetivo desse trabalho, já que busca-se identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência do risco das empresas percebido pelos investidores na bolsa de valores, aprofundando nas explicações acerca da realidade.

Para proceder à busca explicativa, utiliza-se das metodologias baseadas no modelo CAPM, o qual será explicado e contextualizado inicialmente, trazendo suas principais premissas para tornar claro o seu poder e suas limitações. A partir daí, será apresentado os parâmetros da pesquisa e a metodologia que utiliza-se nesse trabalho de maneira mais específica.

## 3.1 O modelo CAPM e suas premissas

Um dos modelos financeiros mais utilizados, hoje, para descrever os retornos dos ativos é o Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido simultaneamente por Sharpe(1963 e 1964), Tobin(1958), Treynor(1961) e Lintner(1965). Porém o primeiro autor a considerar algo próximo a precificação de ativos foi Henry Markowitz (1952), com um artigo considerado precursor e idealizador das finanças modernas. Ele difundiu a noção de que um investidor deve formar um portfólio com base em seu retorno esperado (desejável) e na variância dos retornos (indesejável), de modo a maximizar o primeiro e minimizar o último, por meio da diversificação de ativos com reduzido nível de covariância.

Ele observou que, num plano entre retorno esperado e risco, os ativos se distribuem de tal forma que uns dominam outros, ou seja, para um retorno maior, mas com o mesmo nível de risco, um ativo será dominante em relação à outro. Assim, as escolhas entre ativos ou as escolhas das carteiras de ativos, dependeriam dos graus de aversão ao risco dos investidores, que passariam a escolher suas carteiras ao longo de uma região chamada “fronteira eficiente”, onde se encontram os ativos que dominam os demais, com os melhores para cada nível de risco (portfólios eficientes). No artigo publicado nos anos 50, ele ainda discorre sobre a medida de risco, a qual seria mais complexa que a soma básica dos riscos dos ativos, pois deveria considerar as inter-relações entre os ativos, nessa carteira (covariância). Este é o princípio da diversificação das carteiras, que com uma análise de relacionamento existente entre os ativos (ações) o risco pode ser mitigado.

Sharpe (1963 e 1964) foi discípulo de Markowitz, mas tinha um objetivo diferente do mentor, que era dar preço nos ativos por meio de um modelo estatístico. Ele foi responsável por trazer

o Beta ( $\beta$ ), que seria a medida do risco que as empresas não podem evitar e nem os investidores diversificar, e que deveria, realmente, premiar o investidor. Ele ao simplificar o modelo de Markowitz, permitiu visualizar que o risco total do ativo é composto do risco sistêmico e do risco não sistêmico (ou diversificável), ampliando a compreensão sobre esse assunto.

Sharpe (1964) esclareceu que, diante de uma mesma taxa de juros livre de risco para captações ou para investimentos, há um ponto na Fronteira Eficiente de Markowitz no qual está situado um portfólio que todos os investidores manterão independentemente de seu perfil de risco. O CAPM explica que o portfólio supereficiente a ser obtido pela combinação entre um ativo livre de risco e ativos com risco se situa no mesmo ponto em que a Linha do Mercado de Capitais (LMC) tangencia a Fronteira Eficiente de Markowitz. A LMC representa um conjunto de combinações entre o ativo livre de risco e os ativos com risco, o qual todos os investidores irão considerar (expectativas homogêneas), e o ponto de encontro entre a LMC e a Fronteira Eficiente de Markowitz é denominado de Equilíbrio de Mercado.

Nesse sentido, Sharpe (1964) concluiu que o portfólio supereficiente é o próprio mercado e que os investidores não poderiam manter retornos superiores ao portfólio do mercado de forma consistente, pois o mercado se comporta para atingir o seu estágio de equilíbrio, considerando-se a premissa de que todos os investidores estão sujeitos a uma mesma taxa de juros livre de risco.

Ressalta-se que o CAPM introduziu o conceito de beta como já foi dito, o qual mensura o nível de relação (covariância) existente entre o retorno de um ativo e o mercado e se configura no risco sistêmico (não diversificável) do ativo, representando a sua contribuição para o risco de uma carteira diversificada. Portanto, Sharpe menciona de forma explícita o conceito de risco sistêmico, diferentemente de Markowitz (1952).

O CAPM foi constituído e fundamentado nas premissas das teorias da utilidade e da hipótese da eficiência de mercado, e considerava que, em situação de equilíbrio, a expectativa de retorno de um ativo seria igual ao retorno de um ativo livre de risco, somado a um prêmio pelo risco assumido, prêmio esse resultado da diferença entre o retorno da carteira de mercado e ativo livre de risco, ponderado pelo beta (coeficiente de risco sistemático), o qual é a medida de sensibilidade de risco da empresa (BRUNI, 1998).

O modelo apresenta vantagens, pois apesar de simples, tem poder estatístico, além de ser de fácil compreensão e rapidamente aplicável. No entanto, observa-se que, apesar da extensa bibliografia sobre o assunto, os resultados das pesquisas ainda são controversos. As evidências empíricas apontam para outros fatores de risco além do beta, que representa o modelo CAPM, de mercado, mas os resultados não são unânimes. As hipóteses para retornos anômalos ao modelo passam não só pelo relaxamento das premissas racionais da formulação original do CAPM, como também pela possibilidade de comportamento irracional por parte dos agentes. A seguir, as premissas básicas do modelo:

- As informações do mercado são livres, conhecidas e acessíveis a todos, sem custos;

- os investidores concordam em suas previsões sobre as taxas de retorno esperadas, os desvios padrão e a correlação dos ativos de risco; assim, mantêm, de forma ótima, ativos de risco nas mesmas proporções relativas;
- os investidores são racionais e se comportam de forma otimizada. No equilíbrio, os preços dos títulos ajustam-se, de modo que, quando os investidores estão mantendo suas carteiras ótimas, a demanda agregada para cada título é equivalente à sua oferta;
- nenhum investidor é forte o suficiente para provocar oscilações nas taxas de mercado;
- não há restrições à entrada de novos investidores no mercado, e estes podem emprestar ou tomar emprestado;
- não existem custos ou impostos sobre as transações.

Como principal resultado deste arcabouço, o retorno excedente esperado de qualquer ativo seria uma função linear do beta (coeficiente de sensibilidade do ativo em relação à carteira de mercado) e do retorno excedente esperado de mercado, conforme a seguinte fórmula:

$$E(R_i) = R_F + \beta_i(R_M - R_F) \quad (3.1)$$

Sendo:  $R_F$  o retorno do ativo livre de risco;  $R_M$  o retorno de mercado e  $\beta_i$  o beta do ativo *i*.

A relação expressa pela equação (1) se chama linha de mercado de títulos (LMT). A diferença entre a taxa de retorno média de um título ou de uma carteira de ações e a relação de sua LMT é chamada de alfa. Se um gerente de carteira puder produzir consistentemente um alfa positivo, seu desempenho é tido como superior.

Dada essas premissas, diversas críticas são feitas ao modelo inclusive, algumas bastante pertinentes, como as famosas críticas de Roll (1977), segundo o qual o modelo não seria testável pelo fato de a carteira de mercado não ser observável, ou as de Hansen (1999), o qual questiona os conjuntos de informações dos agentes e as respectivas expectativas, incontáveis são as evidências que apontam para a má especificação do CAPM, introduzindo outros fatores importantes na determinação do retorno esperado dos ativos. Mas até hoje é um modelo muito utilizado em mercados, e apesar de apresentar certas limitações quanto as suas estimações, ainda pode ser eficiente.

Para o presente trabalho, inicialmente imaginou-se a utilização da metodologia do cross-section para atingir o objetivo apresentado como foi utilizado por Antunes e Guedes (2006) para tentar relacionar o risco das empresas e suas respectivas alavancagem, porém, fez-se o teste estatístico de Breusch-Pagan para verificar a heteroscedasticidade do modelo, o qual mostrou-se ter uma alta heterogeneidade. Assim optou-se por prosseguir com uma outra abordagem e propor dados em painel para encontrar os possíveis resultados.

A escolha de dados em painel levanta questionamentos quanto a modelagem utilizar, fazer por meio de efeitos fixos ou aleatórios, isto costuma ser algo difícil de responder. Portanto,

rodou-se o modelo para ambos os casos para entendermos qual seria mais interessante. Mas, os modelos apresentaram resultados bastante semelhantes, o que pode ser considerado comum segundo Gujarati e Poter (2011, p.597).

Adiante será apresentado os parâmetros que influem no modelo e que serão utilizados nas estimações deste trabalho, e a partir daí o modelo será apresentada em detalhes.

## 3.2 Parâmetros da pesquisa

- Período de Tempo;
- Carteira de mercado a ser utilizada;
- Intervalo de Retorno.

**Período de tempo:** A extensão de tempo que vai ser feita a coleta de dados. O mais comum no mercado é utilizar uma amostra de dados de pelo menos cinco anos, que consiga trazer observações suficientes para identificarmos variações e entendermos certos padrões. Neste estudo, foram utilizados sete anos de amostras, onde os dados foram retirados da ferramenta “Valor Pro” com fins unicamente acadêmicos. Tomou-se cuidado em não utilizar um período de tempo muito longo para não prejudicar os resultados, assim como foram checados todos os dados através de cálculos estatísticos que serão demonstrados ao longo do presente trabalho.

**Carteira de Mercado:** O IIEEX é um índice setorial, que é o resultado de uma carteira teórica de ativos, sendo composto pelas ações e units exclusivamente de ações de companhias listadas na BOVESPA (atual B3); O Objetivo desse índice é ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de energia elétrica.

Alguns Critérios são utilizados para formar a carteira, sendo os principais a participação em pelo menos 0,01% em volume financeiro nos pregões, e ainda ser negociada em pelo menos 80% dos dias de negociação, com no mínimo duas negociações por dia, além disso, não pode ser considerada uma “Penny Stock” (Ação que é negociada à centavos, onde a volatilidade pode ser muita alta em dias com maiores volumes de negociação). Considerando que o objetivo é entender o comportamento das empresas do setor de energia, compreende-se ser mais coerente comparar o padrão das empresas com seus pares, e assim avaliar-se melhor seu comportamento.

Figura 3 – Atual Composição do IEEX

Código	Ação	Part. (%)
ALUP11	ALUPAR	5,0
CESP6	CESP	5,0
CMIG4	CEMIG	6,3
COCE5	COELCE	4,6
CPFE3	CPFL ENERGIA	5,1
CPL6	COPEL	5,8
CPRE3	CPFL RENOVAV	4,4
EGIE3	ENGIE BRASIL	4,8
ELET3	ELETROBRAS	6,2
ELPL3	ELETROPAULO	4,6
ENBR3	ENERGIAS BR	4,5
ENEV3	ENEVA	4,7
ENGI11	ENERGISA	5,0
EQTL3	EQUATORIAL	5,2
LIGT3	LIGHT S/A	5,2
OMGE3	OMEGA GER	4,3
RNEW11	RENOVA	4,5
TAEE11	TAESA	4,9
TIET11	AES TIETE E	4,7
TRPL4	TRAN PAULIST	5,1

Porém, para observa-se como o mercado energético se comporta em relação ao resto do mercado brasileiro, utiliza-se no presente trabalho também o IBOVESPA como carteira de mercado.

Para exemplificar as diferenças que podem ocorrer devido à utilização de carteiras de mercado diferentes na determinação dos betas. Na tabela à seguir, veremos as distorções nos betas encontrados em várias carteiras de mercado bastante utilizadas, com base em índices de mercado americano e retorno das ações da Disney.

Figura 4 – Influência do Intervalo de Retorno da Determinação dos Betas

Intervalo de retorno	Beta
Diário	1,33
Semanal	1,38
Mensal	1,13
Quadrimestral	0,44
Anual	0,77

Fonte: Damodaran (2007).

### 3.3 Estratégia Econométrica

#### 3.3.1 Modelo Tradicional de Precificação de Ativos:

Bodie, Kane e Marcus (2016, p. 307), afirmam que : “...o Capital Asset Pricing Model (CAPM) é centrado na hipótese de mercado homogêneo e na relação linear risco/retorno, além de pressupor indivíduos avessos ao risco que avaliam o trade-off entre risco e retorno.” Assim, agentes racionais deveriam maximizar o retorno esperado e minimizar o risco de seus investimentos. Supondo-se que todos os investidores possuem o mesmo horizonte de investimentos com expectativas iguais. Além disso, o modelo pressupõe também a existência de um ativo livre de risco, que a informação seja simétrica, que não existam impostos nem custos de transação e que ainda os ativos sejam divisíveis. O CAPM prescreve que apenas o risco não diversificável é remunerado pelo mercado. Esse risco sistemático é medido pela relação entre as oscilações do ativo e da economia, ou seja, pelo beta, por meio da equação:

$$E(R_i) = R_F + \beta_i(R_M - R_F) \quad (3.2)$$

Sendo:  $R_F$  o retorno do ativo livre de risco;  $R_M$  o retorno de mercado e  $\beta_i$  o beta do ativo  $i$ .

Para este trabalho foi utilizado a poupança como ativo livre de risco, por entender-se que este ativo é o mais próximo ao risco zero no mercado brasileiro.

#### 3.3.2 Teste de correlação

Para se testar a relação entre a alavancagem de cada uma das ações (Exigível Total/PL ou Dívida Financeira Bruta/PL) e seu respectivo beta - calculado ao longo do mesmo ano do indicador ou ao longo do ano seguinte - procedeu-se ao teste de Spearman.

O teste é montado a partir do ranqueamento das variáveis  $Y_i(Y_{1i}; \dots; Y_{ni})$  e  $Y_j(Y_{1j}; \dots; Y_{mj})$ . Se chamarmos o ranqueamento de  $Y_i$  por  $R_1$ , sendo  $i = 1$ , e de  $Y_j$  por  $R_2$ , com  $j = 2$ , o

coeficiente ranqueado de correlação de Spearman,  $r_s$ , é dado por:

$$r_s = \frac{\sum_1 (R_{y1} - \bar{R}_1)(R_{z2} - \bar{R}_2)}{\sqrt{\sum_1 (R_{y1} - \bar{R}_1)^2 \sum_1 (R_{z2} - \bar{R}_2)^2}} \quad (3.3)$$

O coeficiente,  $r_s$ , varia entre -1 e +1, assim como o coeficiente de correlação de Pearson. As hipóteses testáveis são:

- $H_0$ : Não há associação entre  $Y_1$ (beta) e  $Y_2$ (alavancagem)
- $H_a$ : Há associação positiva (negativa) entre  $Y_1$  e  $Y_2$  (monocaudal).

### 3.3.3 Regressão linear (painel com efeitos aleatórios)

Inicialmente foi proposto a utilização da metodologia do cross-section para atingir o objetivo deste trabalho, porém tendo em vista a diversidade das ações (quanto ao tamanho, estrutura de capital e ainda ramo energético principal) e dos períodos analisados, parece ser relevante lidar com a possibilidade de heterogeneidade na dimensão transversal e com a possível omissão de variáveis explicativas, observáveis ou não, específicas dos retornos dos ativos a serem modelados. Assim, visando a estimação de parâmetros robustos às diferenças sistemáticas não consideradas nos arcabouços lineares propostos, faz-se uso da técnica de estimação para dados em painel.

Assim como em regressões lineares estimadas por MQO, atenta-se para a estacionariedade das séries temporais utilizadas, assim como para a multicolinearidade das variáveis explicativas. A especificação mais adequada é adotada somente após os devidos testes essenciais.

Neste trabalho, o objetivo é comparar quanto do risco é possível explicar utilizando os indicadores de endividamento (total e financeiro), além da diferença de explicação que possa existir entre duas então a equação a ser estimada é a seguinte:

$$\beta_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Endividamento}_{i,t} + u_{i,t} \quad (3.4)$$

Sendo:  $\beta_{i,t}$  o beta da empresa  $i$  no tempo  $t$ ;  $\text{Endividamento}_{i,t}$  o indicador de endividamento da empresa  $i$  no tempo  $t$ ;  $\alpha_0$  e  $\alpha_1$  são os parâmetros a serem estimados;  $u_{i,t}$  o termo de erro.

## 3.4 Base de Dados

Os dados - betas anuais e os indicadores Exigível Total/ PL e Dívida Financeira Bruta/PL - foram coletados na base de dados Valor Pro e nos Relatórios Trimestrais de Mercado disponibilizados pelas Companhias. Optou-se por analisar apenas o período pós-Crise Financeira Mundial, no intervalo entre 2011 e 2017, para que a pesquisa tenha uma boa amostra de anos de atividade.

A amostra inicial encontrada para o setor de energia possuía 70 ações, dentre as quais compunham quase 50 empresas de capital aberto listadas em bolsa. Porém, diversas dessas empresas

possuem informações incompletas e liquidez pouco representativa o que poderia contaminar os resultados das estimações. Para dar-se qualidade ao trabalho, consideraram-se critérios de liquidez, como um percentual mínimo de 15% de presença nos pregões e com no mínimo 2 ou mais negociações, além disso, empresas com falta de informações contábeis para mais de um trimestre foram descartadas. Outro cuidado feito, foi a checagem de informações no site da B3 e dos sites das empresas de maneira pontual. Assim, o trabalho contou com 43 ações, de 32 empresas diferentes, as quais tiveram seus dados tratados para gerar-se as estimações.

Tabela 1 – Métricas Estatísticas das ações

Métricas	Minimum	Arithmetic Mean	Geometric Mean	Maximum	Variance	Stdev	Skewness	Kurtosis	Monthly Std Dev	Downside Deviation	Maximum Drawdown	Historical VaR (95%)	Downside potential	Sortino	Calmar	Sharpe	Tracking Error	Annualised Tracking Error	Information Ratio	Treynor
ELPL3	-0.4625	0.0008	-0.0003	1.2222	0.0025	0.0495	8.5656	237.3534	0.0495	0.0282	0.8784	-0.0049	0.0042	0.0295	-0.0706	-0.0055	0.0327	0.5194	-0.0284	-4.6491
EMAE4	-0.1830	0.0006	0.0011	0.2227	0.0010	0.0311	8.4786	0.3642	0.0311	0.0212	0.7359	-0.0514	0.0076	0.0299	0.0529	-0.0088	0.0250	0.3723	0.2856	-0.2413
CSRN3	-0.2087	0.0009	0.0006	0.2492	0.0005	0.0221	9.0104	42.7907	0.0221	0.0145	0.4294	0.0000	0.0021	0.0590	0.3886	-0.0124	0.0211	0.3350	0.0379	5.8990
ENBR3	-0.0778	0.0004	0.0003	0.0866	0.0003	0.0184	0.0578	1.3229	0.0184	0.0128	0.3844	-0.0294	0.0067	0.0333	0.1726	-0.0121	0.0150	0.2387	-0.3025	-0.0487
CEEB3	-0.0765	0.0000	-0.0001	0.1248	0.0001	0.0096	0.7801	32.3075	0.0096	0.0067	0.5557	-0.0084	0.0014	-0.0042	-0.0334	-0.0285	0.0235	0.3723	-0.4209	-4.3014
CEPE5	-0.3025	-0.0002	-0.0004	0.2786	0.0004	0.0208	-0.1397	71.7213	0.0208	0.0151	0.7383	-0.0063	0.0025	-0.0140	-0.1395	-0.0132	0.0326	0.5182	-0.3868	-2.1037
RNEW11	-0.1901	-0.0002	-0.0006	0.2975	0.0010	0.0309	1.6238	14.9711	0.0309	0.0197	0.9192	-0.0455	0.0095	-0.0084	-0.1596	-0.0095	0.0410	0.6502	0.2053	-2.0702
ENMT3	-0.3363	0.0014	0.0007	0.8490	0.0016	0.0394	8.3485	168.0953	0.0394	0.0197	0.4988	0.0000	0.0031	0.0687	0.3753	-0.0070	0.0247	0.3917	-0.1036	2.0614
CLSC4	-0.0961	0.0003	0.0001	0.3624	0.0005	0.0229	3.5766	46.0979	0.0229	0.0134	0.7341	-0.0301	0.0070	0.0227	0.0179	-0.0397	0.0199	0.3159	-0.0101	-0.2750
TRPL3	-0.3307	0.0004	0.0002	0.1214	0.0003	0.0175	-5.5903	90.9554	0.0175	0.0144	0.5157	-0.0167	0.0028	0.0251	0.0979	-0.0156	0.0202	0.3200	0.0981	-0.1134
TRPL4	-0.2406	0.0005	0.0003	0.1023	0.0003	0.0180	-1.3064	20.8239	0.0180	0.0130	0.6274	-0.0257	0.0061	0.0377	0.1356	-0.0052	0.0242	0.3843	-0.1671	0.0574
CESP3	-0.2755	0.0002	0.0000	0.2892	0.0005	0.0228	0.0740	28.9279	0.0228	0.0160	0.5751	-0.0331	0.0069	0.0137	-0.0183	-0.0120	0.0264	0.4199	0.0568	-0.2979
CESP5	-0.2599	0.0006	0.0003	0.1582	0.0006	0.0250	-0.5248	15.1636	0.0250	0.0177	0.5818	-0.0382	0.0050	0.0346	0.1333	-0.0110	0.0240	0.3817	-0.2087	0.0202
CESP6	-0.2753	0.0002	-0.0001	0.1882	0.0005	0.0228	-0.8040	16.8696	0.0228	0.0164	0.5880	-0.0334	0.0080	0.0097	-0.0442	-0.0113	0.0189	0.3006	0.9480	-2.3208
EQTL3	-0.0646	0.0013	0.0012	0.0836	0.0002	0.0157	0.1084	2.1999	0.0157	0.0104	0.2375	-0.0245	0.0052	0.1229	1.4258	0.0523	0.0229	0.3641	0.4411	2.5072
ENGL11	-0.1709	0.0010	0.0008	0.1607	0.0004	0.0207	0.0844	14.8192	0.0207	0.0140	0.2444	-0.0262	0.0043	0.0704	0.8767	-0.0133	0.0518	0.8230	0.3352	0.9111
ENGB3	-0.4310	0.0024	0.0011	0.6327	0.0026	0.0511	2.7115	36.6854	0.0511	0.0295	0.5072	-0.0511	0.0081	0.0803	0.6496	-0.0054	0.0358	0.5685	0.2440	1.0601
ENGA4	-0.2379	0.0013	0.0007	0.2009	0.0012	0.0340	0.0476	8.0079	0.0340	0.0233	0.3769	-0.0541	0.0079	0.0549	0.5104	-0.0081	0.0162	0.2568	-0.1491	3.1748
CPRE3	-0.0924	0.0001	0.0001	0.0688	0.0001	0.0115	-0.0985	8.6679	0.0115	0.0080	0.2778	-0.0177	0.0030	0.0159	0.0554	-0.0235	0.0189	0.3005	-0.1351	-1.7001
TIET11	-0.1571	0.0002	0.0001	0.0984	0.0003	0.0171	-0.3169	5.1103	0.0171	0.0121	0.4892	-0.0265	0.0063	0.0164	0.0267	-0.0130	0.0212	0.3364	-0.1516	-0.2118
REDE3	-0.3548	0.0014	-0.0002	0.9892	0.0035	0.0590	3.9307	64.2250	0.0590	0.0348	0.8827	-0.0690	0.0093	0.0395	-0.0614	-0.0046	0.0203	0.3215	-0.0709	-0.2893
CPFE3	-0.1697	0.0003	0.0001	0.0897	0.0003	0.0175	-0.3906	6.8773	0.0175	0.0123	0.4324	-0.0277	0.0059	0.0222	0.0714	-0.0147	0.0229	0.3638	0.4899	-0.3240
ENMA3B	-0.1504	0.0010	0.0008	0.1868	0.0004	0.0200	1.2895	21.3771	0.0200	0.0125	0.2051	-0.0269	0.0036	0.0821	1.1305	-0.0137	0.0465	0.7387	-0.1487	2.7904
CBEE3	-0.2593	0.0008	-0.0002	0.4078	0.0021	0.0454	1.5886	18.0696	0.0454	0.0284	0.7259	-0.0605	0.0087	0.0271	-0.0774	-0.0060	0.0247	0.3928	0.2366	-0.8965
COCE3	-0.2776	0.0008	0.0005	0.3611	0.0005	0.0222	4.2704	103.2503	0.0222	0.0130	0.4027	-0.0186	0.0032	0.0601	0.3641	-0.0131	0.0188	0.2984	0.3805	0.9602
COCE5	-0.1483	0.0007	0.0006	0.1147	0.0003	0.0163	0.1524	8.2856	0.0163	0.0108	0.3550	-0.0227	0.0052	0.0691	0.4711	-0.0165	0.0243	0.3856	-0.2098	0.4689
CPLP3	-0.1858	0.0002	-0.0001	0.1116	0.0005	0.0234	-0.3583	4.4472	0.0234	0.0167	0.6173	-0.0369	0.0082	0.0099	-0.0441	-0.0117	0.0239	0.3792	-0.2114	-0.2738
CPLP6	-0.1666	0.0001	-0.0001	0.0976	0.0005	0.0225	-0.2333	3.8153	0.0225	0.0160	0.5650	-0.0324	0.0082	0.0093	-0.0469	-0.0224	0.0397	0.6309	-0.4113	-0.3351
CELP3	-0.6498	0.0001	-0.0009	0.2513	0.0015	0.0384	-6.4884	112.7418	0.0384	0.0316	0.9433	-0.0400	0.0064	0.0022	-0.2182	-0.0071	0.0882	1.4007	0.1690	-2.2362
CELP5	-0.4167	0.0028	0.0010	3.2404	0.0077	0.0876	29.6313	1079.3042	0.0876	0.0238	0.6250	0	0.0036	0.1176	0.4647	-0.0031	0.0265	0.4206	0.0861	1.5825
EKTR4	-0.1721	0.0006	0.0003	0.1944	0.0006	0.0237	1.4231	23.7633	0.0237	0.0149	0.4893	-0.0140	0.0030	0.0414	0.1837	-0.0115	0.0497	0.7893	-0.4788	7.0647
ENEV3	-0.3571	-0.0005	-0.0016	1.0919	0.0024	0.0487	6.5924	151.3489	0.0487	0.0287	0.9880	-0.0650	0.0130	-0.0174	-0.3282	-0.0063	0.0193	0.3066	0.7127	-2.6247
TAE11	-0.0984	0.0011	0.0010	0.1271	0.0003	0.0165	0.4402	6.7212	0.0165	0.0108	0.2654	-0.0242	0.0050	0.1015	1.0255	-0.0176	0.0272	0.4319	-0.1055	1.2995
CEBR5	-0.1419	0.0003	0.0000	0.4972	0.0006	0.0249	6.9473	120.7922	0.0249	0.0134	0.5197	-0.0123	0.0027	0.0236	0.0156	-0.0110	0.0252	0.4000	-0.0370	-0.7941
CEBR6	-0.2638	0.0004	0.0002	0.1839	0.0005	0.0229	-0.3767	30.3384	0.0229	0.0159	0.5993	-0.0031	0.0028	0.0261	0.0648	-0.0120	0.0272	0.4325	-0.0408	-0.3275
CMIG3	-0.2119	0.0005	0.0001	0.1552	0.0007	0.0263	-0.3459	8.4675	0.0263	0.0185	0.7453	-0.0383	0.0089	0.0265	0.0483	-0.0104	0.0273	0.4326	-0.1193	-0.1057
CMIG4	-0.2105	0.0004	0.0000	0.1473	0.0007	0.0264	-0.6244	7.9856	0.0264	0.0190	0.7552	-0.0391	0.0092	0.0190	0.0027	-0.0084	0.0179	0.2840	0.1772	-0.1940
EGIE3	-0.0768	0.0005	0.0004	0.0658	0.0002	0.0149	-0.0385	1.6128	0.0149	0.0103	0.2142	-0.0235	0.0054	0.0491	0.4855	-0.0150	0.0327	0.5183	0.0338	0.1964
AFLT3	-0.2829	0.0007	0.0003	0.4821	0.0009	0.0307	3.1226	62.6041	0.0307	0.0187	0.5304	-0.0020	0.0030	0.0389	0.1342	-0.0089	0.0320	0.5074	-0.0755	-0.0263
ELET3	-0.2097	0.0005	0.0001	0.4930	0.0010	0.0318	2.3052	35.6598	0.0318	0.0200	0.7862	-0.0426	0.0104	0.0275	0.0195	-0.0232	0.0289	0.4582	0.0027	-0.1157
ELET6	-0.2008	0.0006	0.0002	0.3208	0.0008	0.0284	1.0431	15.6757	0.0284	0.0187	0.7310	-0.0400	0.0094	0.0327	0.0751	-0.0103	0.0261	0.4142	-0.1423	-0.0407
LIGT3	-0.1957	0.0003	0.0000	0.2926	0.0006	0.0254	0.8101	13.1430	0.0254	0.0170	0.7109	-0.0376	0.0088	0.0176	-0.0074	-0.0304	0.0180	0.2860	0.0185	-0.1914
ALUP11	-0.1090	0.0003	0.0002	0.1198	0.0002	0.0152	0.2355	7.4035	0.0152	0.0104	0.4425	-0.0238	0.0043	0.0330	0.1333	-0.0170	0.0118	0.1871	0.1014	-0.0806

Fonte: Elaboração própria.

As séries temporais do índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) e da Poupança, Proxy da taxa livre de risco foram extraídas do software Valor Pro.

A poupança, cuja remuneração é estabelecida pela Taxa Referencial (TR) e um percentual fixo de 0,5% capitalizados mensalmente, possui um desempenho de 62,1% em termos acumulados, sendo essa remuneração entendida como algo sem risco, e prêmio de risco deveria ser a diferença da rentabilidade da poupança com a taxa de retorno dos ativos arriscados.

Com relação às estatísticas descritivas dos ativos relevantes quando do uso do CAPM, as carteiras de mercado IEEX e Ibovespa apresentaram rentabilidade de 43,2% e 10,24% respectivamente, o que foi inferior à poupança, o que pode ser explicado pelos anos de recessão encontrados no período e mudança de perspectivas do início para o fim do momento estudado. Um fato relevante é que apenas 15 das 43 ações presentes na amostra, superam a rentabilidade acumulada da poupança.

## 4 Análise e Discussão de resultados

Por meio do modelo CAPM foi possível obter betas trimestrais para cada ações presente no banco de dados. Em posse dos betas poderemos testar a principal hipótese do trabalho, mensurar o impacto de indicadores de alavancagem contábil nos betas de mercado das ações. Abaixo segue uma tabela com os betas de todas as ações analisadas no período proposto inicialmente.

Tabela 2 – Estatísticas do betas de mercado estimados por meio do CAPM

Estatísticas	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Percentil(25)	Percentil(75)	Máximo
EMAE4	28	0.15301	0.31573	-0.54086	0.02947	0.35493	0.74668
CSRN3	28	0.00419	0.30429	-1.25356	-0.04576	0.10568	0.49282
ENBR3	28	0.58556	0.31299	-0.00451	0.34440	0.81693	1.22055
CEEB3	28	0.02602	0.17093	-0.26944	-0.02486	0.02874	0.72949
CEPE5	28	0.00575	0.16426	-0.39476	-0.08590	0.10499	0.38453
RNEW11	28	0.27117	0.30392	-0.21077	0.01750	0.40318	1.15662
ENMT3	28	0.13591	0.25064	-0.51127	-0.01970	0.37234	0.53353
CLSC4	28	0.39927	0.28288	-0.05613	0.26535	0.55880	1.13333
TRPL3	28	0.04348	0.18117	-0.34543	-0.01390	0.11617	0.66796
TRPL4	28	0.41718	0.23087	-0.09445	0.27679	0.51263	0.98173
CESP3	28	0.31817	0.24383	-0.15909	0.18267	0.51597	0.82153
CESP5	28	0.19194	0.25858	-0.27261	-0.01717	0.32212	0.91108
CESP6	28	0.66666	0.30265	-0.10555	0.49387	0.86119	1.38270
EQTL3	28	0.41615	0.20425	-0.00831	0.29237	0.51262	0.86973
ENGI11	28	0.21900	0.31869	-0.26847	0.00657	0.49986	0.92739
ENG3	28	0.25119	0.55186	-0.38826	-0.13250	0.52198	1.78249
ENG4	28	0.21932	0.29659	-0.48764	0.02266	0.43543	0.74013
CPRE3	28	0.03011	0.12992	0	0	0.1	0
TIET11	28	0.43508	0.23243	-0.14325	0.27529	0.58998	0.79677
TIET3	28	0.12696	0.22462	0	0	0.2	1
TIET4	28	0.12942	0.24942	0	0	0.2	1
REDE3	28	0.04694	0.65628	-2.53121	-0.13171	0.28742	1.23722
CPFE3	28	0.58337	0.37380	0.01307	0.30407	0.81568	1.29631
ENMA3B	28	0.07460	0.20682	-0.32057	-0.06565	0.14858	0.54981
CBEE3	28	0.17044	0.36846	-0.53721	-0.04816	0.35768	0.96437
COCE3	28	0.09264	0.27616	-0.53991	-0.03777	0.21200	0.61446
COCE5	28	0.33752	0.19630	-0.14008	0.20989	0.46907	0.67248
CPLE3	28	0.72476	0.37216	0.02339	0.41188	0.94966	1.29609
CPLE6	28	0.89942	0.35633	0.21871	0.57803	1.18670	1.45152
CELP3	28	0.13703	0.45578	0	0	0.3	2
CELP5	28	-0.09694	0.78970	-3.88815	-0.07665	0.10120	0.97150
EKTR4	28	0.04350	0.23241	-0.54043	-0.09717	0.14450	0.62236
ENEV3	28	0.45501	0.47878	-1.01491	0.16940	0.76165	1.27647
TAEE11	28	0.27032	0.24050	-0.31708	0.14515	0.44217	0.72787
CEBR5	28	0.06450	0.25622	-0.24343	-0.06157	0.13368	0.98235
CEBR6	28	0.12243	0.30064	-0.34718	-0.02495	0.14007	1.02766
CMIG3	28	0.84484	0.50856	0.18933	0.45001	1.13051	1.86437
CMIG4	28	0.95367	0.47798	0.23768	0.53127	1.16065	1.93801
EGIE3	28	0.45578	0.32905	-0.39768	0.27652	0.68267	0.93300
AFLT3	28	-0.02767	0.42439	-1.10114	-0.15577	0.14781	1.07499
ELET3	28	1.11557	0.56504	0.11694	0.72047	1.36012	2.57949
ELET6	28	0.92413	0.43190	0.17424	0.65855	1.19815	1.96253
LIGT3	28	0.78039	0.39055	0.20054	0.49382	1.04770	1.76454
ALUP11	28	0.26259	0.25425	0	0	0.5	1

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 – Betas de mercado estimados (CAPM)

	Data	EMAE4	CSRN3	ENBR3	CEEB3	CEPE5	RNEW11	ENMT3	CLSC4	TRPL3	TRPL4	CESP3.	CESP5	CESP6	EQTL3
1	2011-03-31	0.17022821	6.010947e-03	0.505093947	0.233594308	0.001411069	0.40150245	-0.141568676	0.28871720	0.028524675	0.77235729	0.54551915	0.06880544	1.0081358	0.338958707
2	2011-06-30	0.34941617	-2.056619e-01	0.162525611	0.241087766	0.235026862	0.23826379	0.343968732	0.26757142	0.022033931	0.32460511	0.63278790	0.52069481	0.4387950	0.318322862
3	2011-09-30	0.09043860	8.811400e-02	0.353965368	0.032714733	-0.035970670	0.72594914	0.167253066	0.50157510	-0.006536090	0.28202105	0.33019266	0.46848268	0.5122315	0.188206153
4	2011-12-29	0.23841105	-1.048031e-02	0.203370944	0.007302467	0.092261563	0.47489252	0.273655324	0.45451604	0.063129067	0.33326328	0.15866056	0.40565517	0.8440393	0.195948003
5	2012-03-30	0.32847103	2.100348e-02	-0.004508492	-0.070606716	-0.052336669	-0.02953482	-0.026002572	0.26224875	0.052907517	0.09250518	-0.11108653	0.39045926	0.3140972	0.162879501
6	2012-06-29	0.43023921	-3.106435e-02	0.215360315	0.095117811	0.143187349	0.20931872	-0.071649521	0.57340965	-0.008004146	0.10667352	0.29730187	0.29934684	0.4107387	-0.008310425
7	2012-09-28	0.08993294	4.928168e-01	0.175588751	-0.058851531	-0.013647690	-0.01136271	0.369425415	-0.05613204	-0.188149943	-0.09444997	0.19067008	0.11590039	0.2160293	0.140795363
8	2012-12-28	0.29361041	-2.120090e-01	0.250867412	-0.215172343	-0.163752361	-0.07775704	0.188994214	0.09675025	-0.345430981	0.26109431	0.82152569	0.55225225	0.7018789	0.273001688
9	2013-03-28	-0.06349030	6.294273e-02	0.968207840	0.025650742	-0.394762752	0.02711607	0.409490604	0.35925361	-0.073407163	0.38661153	0.30043218	0.22773599	0.9341001	0.417667168
10	2013-06-28	-0.20602057	1.583863e-01	0.809374338	-0.009551646	-0.169477532	-0.10830155	0.443523041	0.26638984	0.016681876	0.98173479	0.15224259	0.15149237	0.7684873	0.361804075
11	2013-09-30	-0.54085895	1.724861e-01	0.583313549	0.021588133	0.230543226	0.22082430	-0.240576385	0.35427816	-0.011942211	0.40300456	-0.15909312	0.27964770	0.3978092	0.190268583
12	2013-12-30	0.36910420	-8.986075e-02	0.315696945	-0.037303474	0.384532658	0.33738145	0.533532205	0.26708544	-0.051341206	0.78752610	0.06172352	0.05972284	0.5331185	0.444257739
13	2014-03-31	0.17469825	5.152131e-02	1.220549404	-0.269435890	-0.038998722	0.44426105	-0.010894878	0.55683126	0.056959960	0.48084490	0.22060558	0.91108233	1.1219699	0.850072503
14	2014-06-30	-0.26557302	2.085038e-03	1.132786155	0.067076144	-0.070516296	-0.21077060	0.054552176	0.10386666	-0.008349461	0.66498232	-0.01731620	0.49841027	0.6252711	0.473589405
15	2014-09-30	-0.39012971	3.165819e-22	0.839589851	0.028090689	-0.061446162	0.35416615	0.222321083	-0.02741632	0.237468507	0.20018194	0.28191531	0.22032206	0.8596413	0.450017111
16	2014-12-30	0.19396996	4.080030e-01	0.685428219	0.015138568	0.065017835	0.40819719	-0.023453010	0.16112933	0.054500748	0.50378064	0.60857096	-0.01540974	0.6673711	0.443353552
17	2015-03-31	0.35021055	-2.593847e-02	1.000754991	-0.004204542	-0.136978269	-0.02268734	0.003279637	0.87163250	-0.264025965	0.53548443	0.29315755	0.21198250	0.9349462	0.869729894
18	2015-06-30	0.42915652	-1.625630e-01	0.866871626	-0.019148589	-0.149478015	0.48392364	0.423397466	0.01115830	0.267169125	0.41231275	0.05807333	0.19580748	0.6751785	0.298830159
19	2015-09-30	0.37637166	2.992485e-01	0.635090483	0.019724515	-0.008780171	0.08581731	0.023855873	0.50637456	0.143981506	0.61355496	0.38114803	-0.02243115	0.8231044	0.544210959
20	2015-12-30	-0.19808214	6.219427e-02	0.650124367	-0.020707451	-0.132065982	-0.02023263	0.505981947	0.35254606	0.077488555	0.48873861	0.35549180	-0.19109002	0.5476839	0.460356299
21	2016-03-31	0.61731454	3.593772e-02	0.618727673	0.014857021	0.256177517	0.34259418	-0.511269131	0.36494853	0.138776998	0.39425000	0.51366729	0.17920800	0.7071704	0.378177223
22	2016-06-30	-0.30402034	-1.849169e-01	0.473601581	0.030686275	-0.005089927	0.34271589	0.040862570	0.45340846	-0.114201459	0.18974724	0.52289669	0.04302113	0.9096581	0.461776962
23	2016-09-30	0.06789174	8.785147e-02	0.409836671	0.003683847	0.174136333	1.15662140	0.381097701	0.64126913	0.123444209	0.65179720	0.53764441	-0.03988603	0.5283900	0.721957743
24	2016-12-29	0.65228269	2.142775e-01	0.609904548	0.021027726	0.040656344	0.30849806	0.417430870	0.56471462	-0.019784585	0.22586009	0.24050006	-0.02576260	0.6888882	0.628127990
25	2017-03-31	0.06046008	1.104575e-02	0.509464136	-0.092021615	-0.143061227	0.10917221	-0.018452753	0.27773998	0.113744510	0.50501682	0.41297128	0.29714566	0.3549098	0.458475166
26	2017-06-30	0.74667835	-1.253563e+00	0.952485742	-0.076169874	-0.035571607	0.87065191	0.089999439	0.62891024	0.667962669	0.37612420	0.78248937	-0.05067744	1.3827008	0.553502120
27	2017-09-29	0.11718515	-2.017884e-01	0.649332725	0.729486682	-0.036420065	0.28912839	-0.078239566	1.13333382	0.106358387	0.36497633	0.20857589	-0.27261386	-0.1055542	0.529209994
28	2017-12-28	0.10647857	3.212762e-01	0.602258596	0.014870428	0.186419977	0.24254241	0.034985444	0.94338826	0.137482143	0.43656322	0.28739941	-0.10493742	0.8658229	0.507093817

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 – Betas de mercado estimados (CAPM)

Data	ENH11	ENI3	ENI4	CPRE3	TIET11	TIET3	TIET4	REDE3	CPFE3	ENMA3B	CBEE3	COCE3	COCE5	CPLE3	CPLE6	
1	2011-03-31	-0.216632462	0.001089668	0.138852319	2.697396e-19	0.422531914	2.697396e-19	2.697396e-19	-0.01575767	0.50032547	0.201066668	0.27202864	0.431534524	0.66522654	0.26318521	0.5639954
2	2011-06-30	0.019110374	0.616332795	-0.487642362	-3.846385e-19	0.276034112	-3.846385e-19	-3.846385e-19	0.16034864	0.23341725	-0.043071316	-0.12548448	0.153353526	0.35163211	0.09080583	0.2187059
3	2011-09-30	0.776706774	0.697963185	0.200747323	-8.639317e-20	0.266953459	-8.639317e-20	-8.639317e-20	0.28397217	0.47802550	0.293559900	0.31031050	0.298801993	0.45598636	0.42043127	0.5421295
4	2011-12-29	-0.004855705	-0.164507975	0.455497057	6.115457e-19	0.182663075	6.115457e-19	6.115457e-19	0.17236883	0.34956165	0.013396139	0.96436697	0.069157710	0.12674104	0.13555903	0.5827104
5	2012-03-30	0.085494793	-0.109345499	0.124072244	-1.787907e-19	-0.143250487	-1.787907e-19	-1.787907e-19	0.17206217	0.01306933	0.085524967	0.64100339	0.004804605	-0.14008173	0.38555783	0.2760306
6	2012-06-29	0.067315950	0.052173975	0.079448638	-6.068527e-20	0.009380368	-6.068527e-20	-6.068527e-20	0.65605319	0.27739347	-0.083974546	0.14437957	0.316710697	0.32883575	0.38620986	0.4152261
7	2012-09-28	0.123280070	-0.074967881	-0.199202029	1.356652e-19	0.063649169	1.356652e-19	1.356652e-19	-0.05414067	0.55834988	-0.105125809	-0.04769748	0.059829539	0.14030453	0.02338961	0.3984558
8	2012-12-28	-0.026629607	-0.003090231	-0.049470759	-3.250335e-19	0.388790683	-3.250335e-19	-3.250335e-19	1.08115598	0.42631071	0.055313797	0.07068971	0.542636081	0.38482996	0.45859413	0.8579665
9	2013-03-28	-0.151315056	-0.388264556	0.428746634	-1.808880e-18	0.796768574	-1.808880e-18	-1.808880e-18	0.29775993	1.10753129	0.037976276	0.46876625	0.526827131	0.46905499	0.90339412	1.0227156
10	2013-06-28	-0.268466275	-0.294687109	0.344013292	-1.774300e-19	0.556582930	-1.774300e-19	-1.774300e-19	-0.21170184	0.72373787	-0.061993254	0.02879261	0.123768455	0.18299483	1.24148201	1.0952332
11	2013-09-30	0.268980939	-0.286423924	0.227960099	-4.767465e-02	0.454126014	6.894938e-20	6.894938e-20	-0.35359880	0.59681185	-0.076600868	-0.52958873	0.614449158	0.56600067	0.30852528	0.4626695
12	2013-12-30	-0.209855045	0.558911629	0.714906693	-7.941447e-02	0.616085425	-2.720929e-19	-2.720929e-19	-0.09816998	0.40405262	0.136333316	-0.04955441	0.267421743	0.18118188	0.61803587	0.8095606
13	2014-03-31	0.010378901	1.782492502	-0.058999605	1.644050e-01	0.459238423	6.156217e-19	6.156217e-19	0.06549562	1.27539371	0.512199097	0.82466470	0.092727081	0.46909632	0.89418243	1.1844622
14	2014-06-30	0.491235891	0.117632387	0.149669941	1.196689e-01	0.757599049	-2.248237e-19	-2.248237e-19	-0.12363702	0.74477983	-0.231795524	0.42355183	0.188844068	0.31269925	0.95761493	1.1435089
15	2014-09-30	0.160594074	0.398833220	0.129782887	1.000354e-01	0.563819646	3.165819e-22	3.165819e-22	0.19616477	1.00146978	0.185308275	0.33571914	0.158505268	0.21885464	0.75098126	0.8874525
16	2014-12-30	-0.012144493	-0.163182401	0.471272109	1.875272e-02	0.273069279	1.141176e-19	1.141176e-19	0.04900447	1.04354638	0.112039598	-0.09420435	-0.273870477	0.23984721	0.61821865	0.7933829
17	2015-03-31	0.421749162	0.239959505	0.547807353	4.295031e-02	0.622632801	2.186899e-19	2.186899e-19	0.06279428	1.29631220	0.089347710	-0.33188715	-0.539906123	0.49024822	1.26046866	1.1810565
18	2015-06-30	0.564682431	1.305968092	0.252051611	7.239162e-02	0.744948008	-2.555778e-19	-2.555778e-19	-2.53120564	0.76266351	0.549806432	0.55852033	0.128360797	0.24139209	0.94700879	0.9261755
19	2015-09-30	0.161250082	0.509675866	0.732863658	1.917940e-01	0.581272982	0.000000e+00	0.000000e+00	0.39316299	0.96896173	0.045842342	0.72666913	-0.190047511	0.67248175	0.92246022	0.9222916
20	2015-12-30	0.055138201	0.037090875	-0.210973888	6.186777e-02	0.355683674	1.883800e-19	1.883800e-19	-0.15593106	0.80247035	0.478733760	0.02548102	0.186791437	0.35474271	0.67958521	0.7440608
21	2016-03-31	0.066004813	0.392089172	0.003236974	8.598050e-02	0.271672251	2.275151e-01	2.025585e-01	-0.46245895	0.85532584	-0.001494916	0.05641638	-0.052066068	0.13420871	1.29609096	1.4294159
22	2016-06-30	0.101791868	-0.382184037	0.027741886	2.139305e-01	0.421161291	3.216999e-01	2.823900e-01	-0.62128592	0.74084337	-0.320574313	0.20002068	0.043527604	0.42169311	1.14363049	1.2431288
23	2016-09-30	0.383426287	1.175902732	0.254763384	3.755406e-01	0.565961536	7.400345e-01	3.010971e-01	1.23722496	0.31295645	-0.080196747	-0.53721410	0.193522703	0.61780664	1.00413803	1.1934184
24	2016-12-29	0.599177768	0.029818999	0.353987471	-1.734054e-01	0.658352592	6.172831e-01	1.021905e+00	0.80671726	0.16312744	0.302142141	-0.11021273	-0.051792896	0.34042438	0.90310772	1.3625025
25	2017-03-31	0.535667712	-0.124087397	0.007412799	1.117541e-01	0.740913529	4.536825e-01	6.528790e-01	0.30962180	0.05297753	-0.100274555	0.07171243	0.059325821	-0.04571098	0.68724892	1.2333168
26	2017-06-30	0.927386874	1.141436925	0.740125894	6.410955e-02	0.443022028	5.715934e-01	4.886276e-01	0.25607876	0.06084280	0.021390295	-0.02519431	-0.033091636	0.47128601	1.24681562	1.4515237
27	2017-09-29	0.676949890	0.124515645	0.225277279	-1.468610e-01	0.494644950	3.500091e-01	3.527565e-01	-0.01069746	0.06266874	0.089812183	0.33280962	-0.265618363	0.37448090	0.93085599	1.2325165
28	2017-12-28	0.525713125	-0.157722490	0.537048522	-3.327540e-01	0.337908925	2.731978e-01	3.216744e-01	-0.24697075	0.52131069	-0.015962661	0.16749429	-0.460565580	0.42418653	0.81569673	1.0101189

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 – Betas de mercado estimados (CAPM)

Data	CELP3	CELP5	EKTR4	ENEV3	TAAE11	CEBR5	CEBR6	CMIG3	CMIG4	EGIE3	AFLT3	ELET3	ELET6	LIGT3	ALUP11
1 2011-03-31	2.697396e-19	-1.674168e-01	3.802819e-01	0.68633947	0.06635084	2.639151e-01	3.068699e-02	0.4703785	0.5362906	0.60154987	3.578455e-01	0.5518161	0.6642804	0.4990247	2.697396e-19
2 2011-06-30	-3.846385e-19	9.715034e-01	-1.656074e-01	0.65998003	0.12811870	-1.355933e-01	-3.970742e-02	0.5613545	0.3528692	-0.17542764	1.074993e+00	0.2928902	0.2773897	0.3237060	-3.846385e-19
3 2011-09-30	-8.639317e-20	9.754771e-02	6.223642e-01	0.711107879	0.17639389	6.687084e-02	3.951042e-02	0.4167324	0.4805578	0.38850026	1.220704e-01	0.6610409	0.5390627	0.5515254	-8.639317e-20
4 2011-12-29	6.115457e-19	3.719628e-01	1.026959e-01	0.50618159	0.07156032	3.976205e-02	1.170460e-01	0.5382998	0.5162074	0.03077042	3.297061e-01	0.9304497	0.7806430	0.4781862	6.115457e-19
5 2012-03-30	-1.787907e-19	-1.787907e-19	-4.405091e-02	0.58467785	0.15082468	1.773822e-01	3.640197e-02	0.1893315	0.2376817	-0.39768061	-1.075178e+00	0.2610204	0.1742447	0.2719328	-1.787907e-19
6 2012-06-29	-6.068527e-20	-6.068527e-20	6.096440e-03	1.27647088	-0.08045443	-2.427930e-01	9.572837e-01	0.3596222	0.4591314	0.03955486	-4.958380e-01	0.5690672	0.5199532	0.2563497	-6.068527e-20
7 2012-09-28	1.356652e-19	1.121640e-01	-9.634567e-02	0.52717215	-0.18179873	1.462849e-01	1.027657e+00	0.2243654	0.3395434	-0.04506887	-1.463074e-02	0.7402831	0.7292110	0.6355058	1.356652e-19
8 2012-12-28	-3.250335e-19	-3.888147e+00	2.166910e-02	0.62777314	-0.31707865	-2.303179e-01	4.219381e-02	0.4610984	0.6248147	0.24993294	1.987843e-01	0.1169425	0.3151534	0.2005365	-3.250335e-19
9 2013-03-28	1.940516e+00	-5.891733e-01	8.348697e-02	0.96826008	0.16895697	9.823513e-01	1.727210e-01	0.8169948	1.1315146	0.38072636	6.160145e-02	1.9849478	1.3208847	1.2383275	-1.808880e-18
10 2013-06-28	3.215620e-01	1.564507e-02	-3.435580e-02	0.55088687	0.15097460	1.523617e-01	-9.324701e-02	0.8106353	0.8608685	0.61739635	1.228000e-01	1.5534469	1.2573151	1.4168146	1.455325e-01
11 2013-09-30	3.350260e-01	9.059570e-02	6.894938e-20	0.31674980	0.24067312	-1.631756e-01	1.348631e-01	0.2530805	0.4582756	0.28123602	1.032480e-01	1.1151923	0.6413528	0.4517776	5.464546e-01
12 2013-12-30	-2.514642e-01	-2.720929e-19	5.749653e-02	1.07720215	0.36298582	6.688005e-01	1.266404e-01	0.3858471	0.6636872	0.26235419	9.277293e-02	1.1069672	0.9244368	0.3724820	1.179733e-01
13 2014-03-31	8.535977e-02	1.429718e-01	2.004653e-01	0.97466485	0.43251917	-7.332722e-02	5.420145e-01	1.1043146	1.1095081	0.88143473	5.169769e-03	1.6997523	1.1098988	1.1046287	4.665298e-01
14 2014-06-30	7.741626e-02	-1.193642e-01	3.244284e-02	0.79811375	0.30868680	-2.434319e-01	1.556961e-01	0.7395126	0.9786542	0.61259887	2.344291e-01	1.5850492	1.1784312	0.9178402	6.660033e-02
15 2014-09-30	6.399786e-03	3.165819e-22	-9.963403e-02	0.40684318	0.44162103	-5.764431e-02	-5.628489e-02	0.6849608	0.9135959	0.75681908	-1.327773e-02	1.3697499	0.9561588	0.8163718	5.665338e-01
16 2014-12-30	-1.663487e-01	1.141176e-19	1.644377e-01	0.34268970	0.31719051	-4.828732e-02	1.636971e-03	0.7336636	0.8701155	0.67146126	-1.161186e-01	1.3291102	1.2693941	0.7008611	3.317910e-01
17 2015-03-31	7.065171e-01	-8.459290e-03	-2.647115e-01	-0.32818472	0.31994696	2.186899e-19	-1.382163e-03	1.1023360	1.0060532	0.93300096	1.308184e-01	0.9648063	1.0278136	1.0777975	2.263560e-01
18 2015-06-30	-3.677336e-01	-2.228313e-01	2.805807e-01	-1.01490638	0.04492597	-1.598668e-01	2.502064e-01	1.2574484	0.9849798	0.80226617	2.473682e-01	1.3412428	1.4079022	0.7849472	1.585681e-01
19 2015-09-30	4.845031e-01	0.000000e+00	1.944753e-02	0.74950116	0.46212733	1.833035e-01	-4.596752e-02	0.7905865	0.8266143	0.73699871	-1.726994e-01	0.8486169	0.8419392	0.6873478	2.877237e-01
20 2015-12-30	-3.228858e-01	1.883800e-19	-1.651391e-01	0.06751364	0.44382181	5.465643e-02	-2.003691e-02	0.3280231	0.8927608	0.62285673	2.645324e-01	1.2568818	0.9414856	0.5737819	4.936352e-01
21 2016-03-31	3.011336e-01	-3.863172e-19	-1.201849e-01	0.16640694	0.47572489	1.294762e-01	3.606014e-02	1.8643713	1.7330263	0.52317761	3.602154e-02	1.2199366	0.8341497	1.3362846	6.484414e-01
22 2016-06-30	6.474892e-01	3.134296e-01	1.287572e-01	0.80814272	0.44062055	3.974105e-19	5.211168e-01	1.2090971	1.2480684	0.50314391	3.974105e-19	0.8818086	0.4975687	0.8686146	3.456694e-01
23 2016-09-30	-3.910566e-01	-7.137597e-02	2.802109e-01	0.82193011	0.51586400	7.645630e-02	-1.058759e-01	1.7833605	1.8571971	0.64886148	-1.687710e-01	1.1733099	0.9773413	1.2439278	5.813776e-01
24 2016-12-29	2.187143e-01	2.659570e-02	8.907941e-02	0.01645978	0.22235992	5.589634e-02	-5.458684e-02	0.7664839	1.0848266	0.71628208	-5.744610e-01	0.6564039	0.6734029	0.9315598	5.419892e-01
25 2017-03-31	1.990247e-02	4.094011e-01	-2.648840e-01	0.17040391	0.31217790	6.970881e-02	-3.471791e-01	1.5735188	1.5947195	0.46150426	-3.795301e-01	1.0036957	0.7523559	0.7406445	2.600053e-01
26 2017-06-30	3.722798e-01	-9.248415e-02	4.060391e-01	0.40497123	0.65670222	-1.778822e-03	6.560118e-20	1.8415363	1.9380052	0.57415820	1.062385e-01	2.0850905	1.7162577	1.7645422	9.106229e-01
27 2017-09-29	-4.140425e-01	-3.038092e-01	1.378551e-01	-0.20967604	0.72787029	6.165968e-02	-7.352502e-03	1.5647027	1.6446207	0.33480340	-1.101136e+00	2.5794906	1.9625280	1.0376720	3.613984e-01
28 2017-12-28	2.335998e-01	1.968890e-01	-5.404290e-01	0.07265346	0.50937037	3.334826e-02	7.913400e-03	0.8238519	1.3584771	0.74870455	-1.514416e-01	1.3569071	1.5849597	0.5679391	2.953547e-01

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 – Correlação entre as variáveis

Correlação	beta
Dívida Financeira Bruta/Patrimônio Líquido	0.08266613
Exigível Total/Patrimônio Líquido	0.06948344

Tabela 7 – p-valor da estatística de teste

Correlação	beta
Dívida Financeira Bruta/Patrimônio Líquido	0.004116
Exigível Total/Patrimônio Líquido	0.01594

Pelas tabelas de correlação é possível observar que a correlação estimada é estatisticamente significativa a 0.5% e 1.5% aproximadamente.

## 4.1 Resultados do Modelo

Após a checagem quanto a base encontrada, partiu-se para os cálculos do modelo econométrico proposto na seção 3.3.3, nos quais encontram-se os seguintes resultados:

Tabela 8 – Resultados para da estimação do modelo de efeitos aleatórios

	<i>Dependent variable:</i>
	Beta
Dívida Financeira Bruta/Patrimônio Líquido	0.096*** (0.031)
Exigível Total/Patrimônio Líquido	0.034*** (0.012)
Constante	0.292*** (0.050)
Observações	1,203
R <sup>2</sup>	0.10
Ajustado R <sup>2</sup>	0.08
Estatística F	5.861*** (df = 2; 1200)

*Nota:*

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

*Fonte:*

Elaboração própria

As duas variáveis analisadas sobre endividamento têm impacto positivo e significativo sobre o risco (beta de mercado) das empresas do setor de energia listadas na bolsa.

A Tabela 4 mostra o resultado dos testes de correlação entre o beta e os indicadores de endividamento. A relação entre o Beta e os indicadores de alavancagem é significativa sendo negativa para a Dívida financeira bruta / PL e positiva para Exigível total / PL.

Quando volta-se para o modelo de regressão, o coeficiente de dívida financeira bruta é maior, implicando maior importância explicativa. É possível afirmar que em média os indicadores contábeis correspondem a mais de 50% do nível de risco(beta) das ações do setor de energia, pois a média do beta no setor é 0.3287754. Com esses resultados a hipótese de relação entre o Beta e a alavancagem financeira deve ser aceita, apesar disso outras variáveis devem proporcionar uma explicação mais completa do risco para este setor. Quanto ao teste de qual indicador é mais relevante, verificou-se que a dívida financeira bruta tem impacto maior e mais significativo, o que era esperado pelo referencial teórico mencionado até aqui.

## 4.2 Discussão

Em conjunto, tem-se que os testes – correlação, regressão e dispersão – confirmam em partes a hipótese de associação entre endividamento e beta. Observou-se também que ambos

os indicadores (Dívida Financeira Bruta/PL e Exigível Total/PL) apresentaram coeficientes de regressão e de correlação significantes. Porém nenhum dos indicadores é suficiente para aproximar o beta, apesar de exercerem influência. Um dos questionamentos do trabalho, seria de que o endividamento financeiro seria uma proxy melhor que o endividamento total, e isso foi respondido e corroborado.

Apesar de apresentar relação, o modelo é limitado e poderia usar dados em painel de forma dinâmica, o que poderia ser mais interessante já que captaria o efeito dos indicadores contábeis defasados nos betas contemporâneos melhorando os resultados do modelo. De qualquer forma, hipóteses foram levantadas do porquê do modelo não explicar o risco (beta) de uma forma mais significativa, ou ainda gerando causalidade, as quais devem servir de sugestão para trabalhos futuros: (a) erro na especificação da variável dependente (beta); (b) erro na especificação da variável independente (endividamento); (c) erro na especificação do modelo (variáveis omissas); (d) erro na especificação do modelo (variáveis de controle); (e) o risco trazido pelo endividamento pode ser passível de diversificação; e (f) baixa relevância da informação contábil no Brasil. A seguir, discute-se brevemente cada uma delas.

- Os betas calculados através do CAPM, por regressão linear simples, podem ter sido distorcidos devido à baixa liquidez de grande parte das ações utilizadas no modelo.
- Erro na especificação da variável independente. A adoção de valores contábeis (exigibilidades, dívida financeira, e patrimônio líquido apresentados em balanço das empresas), em vez de valores de mercado, como apregoa a teoria, pode justificar esse resultado. Bowman (1980) pesquisou o assunto e verificou que os índices de mercado apresentam efeitos mais expressivos no sentido de impactar o risco sistêmico.
- O modelo também pode estar mal especificado em função de variáveis ausentes que impactem diretamente o beta ou que impactem o beta e o endividamento simultaneamente. O risco da firma decorre da dívida e de outros elementos ausentes no presente trabalho, portanto se outras variáveis estivessem presentes a explicação do risco poderia ser mais relevante. A não introdução dessas variáveis impede o isolamento dos efeitos do endividamento.
- O modelo também pode estar mal especificado em função da ausência de variáveis de controle. Argumenta-se que o perfil da dívida (dívida de curto prazo/dívida de longo prazo) e a capacidade de pagamento (dívida/ebitda) podem impactar a percepção dos investidores quanto ao risco do endividamento. Uma empresa muito endividada pode não representar grande risco caso tenha grande capacidade de geração de caixa (ebitda) ou caso disponha de prazo suficiente para honrar suas obrigações. Essa possibilidade não foi abordada neste estudo e merece grande atenção em pesquisas futuras.
- Apesar de a teoria predizer relação entre beta e endividamento, há a possibilidade de o nível de endividamento representar risco individual e característico apenas da empresa

endividada, logo, passível de diversificação. Caso os investidores consigam diversificar esse risco ao adquirir ativos e ações de empresas com diferentes níveis de endividamento, ele será extinto no conjunto dos portfólios dos investimentos e o beta, que mensura apenas o risco sistêmico não diversificável, não será afetado pelo endividamento. Essa possibilidade não tem respaldo teórico, nem coerência lógica.

- Outra explicação poderia advém de Lopes e Martins (2005). Esses autores afirmam que a contabilidade é fruto direto da assimetria de informação, ou seja, sem assimetria informacional a contabilidade perde importância. Essa parece ser a situação no Brasil devido à concentração acionária (Alencar, 2005). Lopes e Martins (2005) colocam essa conclusão dado o acesso privilegiado do acionista majoritário às informações internas das empresas controladas. Como o acionista majoritário está muito próximo do gestor e participa da gestão, ele pode acompanhar o gestor de dentro da empresa (insider). Nesse contexto, é previsível que a concentração acionária brasileira interfira na qualidade contábil de modo que esta não atue como instrumento de redução da assimetria informacional. A consequência é que a contabilidade (informação) tende a ser menos relevante. Argumenta-se, então, que os investidores majoritários parecem poder acessar o risco real das empresas por meio de informações internas à empresa devido à concentração acionária, e, assim, o índice contábil de endividamento perderia utilidade.

### 4.3 Análise de Padrão de Comportamento Setorial

O modelo econométrico proposto serviu para responder dois dos três questionamentos deste trabalho, mas a verificação da existência de um comportamento padrão dentro do setor energético, será observada na tabela à seguir:

Tabela 9 – 20 maiores Indicadores de alavancagem das empresas do setor de energia participantes

<b>Ações</b>	<b>Betas</b>	<b>Ações</b>	<b>Retorno Acumulado</b>	<b>Ações</b>	<b>Exigível Total/PL</b>	<b>Ações</b>	<b>Dív.Bruta Financ./PL</b>
ELET3	0,4633	AFLT3	641.396%	CELP3	9,535	CELP3	3,648
REDE3	0,4088	EKTR4	607.411%	CELP5	9,535	CELP5	3,648
ELET6	0,4086	CPFE3	476.290%	CEBR5	4,558	ENEV3	2,145
LIGT3	0,3793	TIET3	422.524%	CEBR6	4,558	ENGI11	1,246
CPLE3	0,3402	CEBR6	318.952%	ELPL3	4,459	ENGI3	1,246
CMIG4	0,3384	EMAE4	279.542%	ENGI11	4,267	ENGI4	1,246
CMIG3	0,3224	CESP5	234.882%	ENGI3	4,267	CEEB3	1,228
CESP6	0,2858	ENMA3B	224.941%	ENGI4	4,267	CPFE3	1,157
CPLE6	0,2756	ALUP11	189.278%	LIGT3	3,801	RNEW11	1,104
TIET11	0,2629	REDE3	188.632%	ENEV3	3,707	ENMA3B	0,912
CESP3	0,2592	CMIG4	155.921%	CPFE3	3,666	CPRE3	0,880
ENGI3	0,2273	CPRE3	973.180%	ENMT3	3,273	EQTL3	0,852
CESP5	0,2241	CESP3	80.632%	CLSC4	3,186	LIGT3	0,832
CLSC4	0,2020	ELPL3	75.193%	ENMA3B	3,116	CSRN3	0,826
TRPL4	0,2010	CBEE3	67.028%	EQTL3	3,077	ENMT3	0,783
COCE5	0,1890	CELP3	60.373%	CEEB3	3,006	CEPE5	0,768
TRPL3	0,1835	ENMT3	55.475%	CEPE5	2,906	ELET3	0,746
ALUP11	0,1583	ENEV3	48.221%	CMIG3	2,861	ELET6	0,746
EGIE3	0,1495	RNEW11	44.375%	CMIG4	2,861	EKTR4	0,611
ENGI11	0,1447	CSRN3	40.248%	CBEE3	2,854	EGIE3	0,556

Fonte: Elaboração própria

Na tabela, algumas empresas se destacaram seguindo padrões de comportamento interessantes, onde a dívida leva a um maior beta ou a um maior retorno da ação, porém não mostrou ser algo consistente e conclusivo para o setor, pois na maioria dos casos, a relação não ficou clara, sofrendo com grandes oscilações entre os períodos, indicando que outros fatores exercem grande influência sobre o risco e o retorno dessas companhias.

## 5 Considerações Finais

Pesquisou-se empiricamente a relação entre beta e alavancagem no período de 2011 a 2017 a partir de dados do “Valor Pro”. Os gráficos de dispersão, os testes de correlação e as regressões sugerem uma relação aparentemente clara, apesar de limitada. Desse modo, a pergunta que motiva o trabalho parece ter resposta positiva, ou seja, o indicador de mercado (beta) tem influência substancial do endividamento, e essa variável pode ser base para a tomada de decisão. Observou-se ainda que ambos os indicadores – Dívida Financeira Bruta/PL e Exigível Total/PL – apresentaram coeficientes de regressão e de correlação significantes e com sinais opostos (negativo e positivo, respectivamente). Apesar disso, nenhum dos dois é adequado para estimar o beta isoladamente, mesmo que exerçam influência sobre o risco. Observou-se ainda que o endividamento financeiro seria uma proxy melhor que o endividamento total. O padrão de comportamento que esperava-se encontrar não foi observado para nenhuma das variáveis, apesar de algumas exceções pouco representativas dado a amostra.

De qualquer forma, conclui-se que nenhuma das duas variáveis de alavancagem utilizadas tem poder de explicação significativo o suficiente para estimar o beta, e que são necessárias outras variáveis no modelo para controlar e gerar um resultado mais relevante. Para isso, sugere-se que as pesquisas futuras utilizem análise de dados em painel de forma dinâmica para captar o efeito dos indicadores contábeis defasados nos betas contemporâneos melhorando os resultados do modelo e que insiram as variáveis Perfil da Dívida e Capacidade de Pagamento como variáveis de controle (Hipótese explicada na seção 4.2). Por fim, tendo em vista que a maioria das empresas do Brasil possui capital fechado, sugere-se que mais estudos analisem a realidade dessas empresas, bem como os efeitos da concentração acionária na contabilidade.

# Referências

- A GRANDE Aposta. Direção: Adam McKay. Produção: Dede Gardner; Jeremy Kleiner; Arnon Milchan; Brad Pitt. Nova Iorque: Paramount Pictures, 2015. 1 DVD (130 min).
- ALLAYANNIS, G.; WESTON, J. The use of foreign derivatives and firm market value. *The Review of Financial Studies*, v. 14, n. 1, p. 243-276, 2001.
- ALMEIDA, J. A. J. P&D no setor elétrico brasileiro: um estudo de caso na companhia hidroelétrica do São Francisco. 2008. Dissertação (Mestre em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- ANTUNES, Gustavo A.; GUEDES, Gilvan R. Risco de insolvência e risco sistemático: relação teórica não verificada na Bovespa. *Revista de Administração de Empresas*, vol.46 , 2006.
- ASSAF NETO, Alexandre. Mercado Financeiro. 13 Ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BAUM, Christopher F.; CHAKRABORTY, Atreya; LIU, Boyan. The impact of macroeconomic uncertainty on firms' changes in financial leverage. *Boston College Working Paper in Economics*. n. 688, 19 p., 08/2008.
- BHANDARI, L. Debt/Equity Ratio and Expected Common Stock Returns: Empirical Evidence. *The Journal of THE AMERICAN FINANCE ASSOCIATION*, v. 43, n. 2, p. 507-528, 1988.
- BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan J. Investimentos. 10 Ed. São Paulo: Mc Graw Hill Education, 2016.
- BOWMAN, R. G. The importance of a market-value measurement of debt in assessing leverage. *Journal of Accounting Research*, v. 18, n. 1, p. 242-254, 1980.
- Breusch, T.S. and A.R. Pagan, 1979, A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation, *Econometrica* v. 47, p. 1287à 1294.
- BREALEY, R.; MYERS, S. Principles of corporate finance. McGraw-Hill, 2003.
- BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. Finanças corporativas: investimento de capital e avaliação. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRIGHAM, Eugene F.; ERHARDT, Michael C. Administração financeira: teoria e prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- BRUNI, A. L. Risco, retorno e equilíbrio: uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996). Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 1998.
- CAMARGO, L. G. B. C. O setor elétrico brasileiro e sua normatização contemporânea. 2005. Dissertação (Bacharel em Direito) – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Aplicadas, Universidade Católica de Santos, Santos, 2005.
- CUBEROS, F.L. Novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro: análise dos mecanismos de mitigação de riscos de mercado das distribuidoras. 2008. Dissertação (Mestre em Engenharia

ria Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. DAMODARAN, Aswath. Avaliação de empresas. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DAMODARAN, Aswath. Finanças corporativas aplicadas. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DE JONG, F.; DRIESSEN, J. Liquid risk premia in corporate bond markets. Amsterdam: University of Amsterdam, 2007. (Working Paper).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Decenal de Expansão de Energia 2023. Brasília, 2018.

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*. v. 47, p. 427-465, 1992.

FERNANDES, Ângela S. Análise empírica dos fatores determinantes do risco sistemático das empresas brasileiras. Brasília, 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Departamento de Administração da Universidade de Brasília.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2002.

HARRIS, M.; RAVIV, A. Capital structure and the informational role of debt. *The Journal of Finance*, v. 45, p. 321-349, 1990.

INSIDE Job. Direção: Charles H. Fergusson. Produção: Charles H. Fergusson e Audrey Marrs. Nova Iorque: Sony Pictures, 2010. 1 DVD (108 min).

LOPES, A. B.; MARTINS, E. Teoria da contabilidade: uma nova abordagem. São Paulo: Atlas, 2005.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MATOS, P.; CORREA, W.; SILVA, F. Há bons gestores de fundos de investimento em ações no Brasil? Working Paper ANBIMA, 2012.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. *The American Economic Review*, v. 48, n. 3, p. 261-297, 1958.

MOLINA, C. A. Are firms underleveraged? An examination of the effect of leverage on default probabilities. *The Journal of Finance*, v. 60, n. 3, p. 1427-1459, 2005.

MYERS, Stewart C. The capital structure puzzle. *Journal of Finance*. Cambridge, v. 39, n. 3, p. 575-594, 07/1984.

ODA, André Luiz et al. Análise da relação entre indicadores contábeis e betas de mercado das empresas brasileiras negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo, no período 1995 – 2003. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – ENANPAD, 24., 2005, Brasília. Anais... Brasília, ANPAD, 2005.

PIMENTEL, Renê C. Lucros inesperados, retorno das ações e risco no mercado de capitais brasileiro. *Revista de Contabilidade e Finanças*, vol. 26 n. 69, p. 290 – 303, 2015.

PINTO, R. Uma análise da utilização do coeficiente beta no setor elétrico brasileiro. Dissertação (Mestrado - Programa Interunidades de Pós-graduação em energia PIPGE) – EP/ FEA/ IEE/ IF da Universidade de São Paulo, 2008.

PIRES, J.; PICCININI, M. Mecanismos de regulação tarifária do setor elétrico: a experiência internacional e o caso brasileiro. Rio de Janeiro, 1998.

RAIFUR, L.; FERREIRA DE SOUSA, A. A alavancagem financeira e os efeitos no beta: estudo do setor de metalurgia e siderurgia. Revista de Contabilidade e Controladoria, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 3, n.1, p.6-26, jan./abr. 2011.

RIBEIRO, Philippe L.; MACHADO, Sérgio J.; ROSSI, José Luiz. Swap, futuro e opções: impacto do uso de instrumentos derivativos sobre o valor das firmas brasileiras. Revista de Administração Mackenzie, vol. 14, n.1, São Paulo, 2013.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. Administração financeira. São Paulo: Atlas, 1995.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Robert. Administração Financeira. 10. Ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2015.

SHARPE, William F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. Journal of Finance. American Finance Association, v. 19, n. 3, p. 425-442, 09/1964.

SPOLADOR, Humberto F. S.; MELLO, Pedro. Crises Financeiras: Quebras, Medos e Especulações do Mercado. 3. Ed. São Paulo: Saint Paul Editora, 2016.

TOBIN, J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. The Review of Economic Studies, v. 7, p. 65-86, 1952.

TOO BIG to Fail. Direção: Curtis Hanson. Produção: Ezra Swerdlow. Estados Unidos: HBO, 2011. 1 DVD (99 min).

WALVIS, A. Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia. Dissertação (mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia, 2014.

WATSON, D.; HEAD, A. Corporate Finance: Principles and Practice. London: Pitman, 1998.

WESTON, J. Fred; BRIGHAM, Eugene F. Fundamentos da Administração Financeira. 10. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.