



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

RAUL FIGUEIRA MIRANDA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PREÇOS DE AÇÕES DE EMPRESAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL COM BASE NO INDICADOR DE RETORNO SOBRE O
PATRIMÔNIO LÍQUIDO**

FORTALEZA-CE
2013

RAUL FIGUEIRA MIRANDA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PREÇOS DE AÇÕES DE EMPRESAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL COM BASE NO INDICADOR DE RETORNO SOBRE O
PATRIMÔNIO LÍQUIDO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e Produção, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

FORTALEZA-CE
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

M645d Miranda, Raul Figueira.
Desenvolvimento de um modelo de regressão linear para análise da variação dos preços de ações de empresas de construção civil com base no indicador de retorno sobre o patrimônio líquido / Raul Figueira Miranda. – 2013.
54 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia(graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Graduação de Produção Mecânica, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Me. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

1. Construção civil. 2. Mercado de ações-previsão. I. Título.

CDD 658.51

RAUL FIGUEIRA MIRANDA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PREÇOS DE AÇÕES DE EMPRESAS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL COM BASE NO INDICADOR DE RETORNO SOBRE O
PATRIMÔNIO LÍQUIDO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e Produção, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

Aprovada em 20/12/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Membro da Banca)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Belo Torres (Membro da Banca)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a vida e o potencial para desenvolver trabalhos como este.

Aos meus pais, Antônio Augusto e Dorinha, que sempre me deram suporte psicológico e financeiro para que eu não desistisse dos meus sonhos.

Aos professores da Universidade Federal do Ceará por todo o conhecimento transmitido durante esta longa caminhada.

E, sobretudo a todos os amigos que acreditaram e acreditam em minha capacidade e que tornam a minha vida mais feliz.

“Tudo tem fluxo e refluxo; tudo tem suas marés; tudo sobe e desce; tudo se manifesta por oscilações compensadas; a medida do movimento à direita é a medida do movimento à esquerda; o ritmo é a compensação.” (Hermes Trismegisto)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo que busca verificar a importância que um indicador fundamentalista, retorno sobre o patrimônio líquido – *Return On Equity* (ROE), tem para prever resultados de valorização das ações no mercado brasileiro no segmento da Construção Civil. Por meio desse estudo, será desenvolvido um modelo de previsão, caso esse indicador dê indícios de que tem uma significativa relevância na determinação da valorização das ações no mercado brasileiro. Utilizou-se basicamente três etapas para alcançar os objetivos. Primeiramente houve uma coleta de dados fornecidos pelo site da BM&FBovespa, depois foi feita uma análise subjetiva visual para se encontrar a melhor maneira de utilizar as informações disponíveis e, finalmente, foi desenvolvido o modelo linear, seguindo um procedimento que atesta sua adequação aos dados coletados. Verificou-se, portanto, que é possível desenvolver um modelo linear cuja entrada seja o retorno sobre patrimônio líquido e a saída a variação da cotação da ação. Entretanto, o modelo apenas ficou consistente com o uso da média anual desses indicadores, provando que seria muito difícil desenvolver um modelo, pelo menos, minimamente confiável para o curto prazo. Além disso, foram necessárias transformações matemáticas para diminuir a variação dos dados, tornando-os mais próximos da linearidade. Os erros obtidos no teste do modelo são aceitáveis, haja vista a grande volatilidade apresentada pelo mercado de ações.

Palavras-chave: Mercado de ações. Retorno sobre patrimônio líquido. Regressão linear.

ABSTRACT

This paper presents a study that seeks to determine the role that a fundamentalist indicator, Return On Equity (ROE), has to predict the results of valuation of shares in the Brazilian market in the segment of Construction. Through this study, a prediction model will be developed, if this indicator give indications that have a significant importance in determining the valuation of the shares in the Brazilian market. It has been used basically three steps to achieve the goals. First data was collected using the BM&FBovespa site as a source, after that a visual subjective analysis has been done to find the best way to use the available information and, finally, the linear model was developed by following a procedure that certifies their suitability to data collected. Then it was found that it is possible to develop a linear model whose input is the return on equity and the output to the variation of the action. However, the model was only consistent with the use of the average of these indicators, proving it would be very difficult to develop a model, at least minimally reliable for the short term. Moreover, mathematical transformations are necessary to reduce the variation of data, making them closer to linearity. The errors obtained in the test of the model are acceptable, given the high volatility displayed by the stock market.

Keywords: Stock market. Return on equity. Linear regression.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Regiões RC e RA para $H_1: \beta_1 \neq 0$	33
Gráfico 2 – ROE médio do setor.....	39
Gráfico 3 – Valorização das Ações.....	39
Gráfico 4 – ROE (2009) x Valorização (2010).....	40
Gráfico 5 – Média de Valorização x ROE.....	41
Gráfico 6 – ROE x R3VAL.....	45
Gráfico 7 – Gráfico do Modelo de regressão linear com dados padronizados.....	48
Gráfico 8 – Gráfico de dispersão dos resíduos.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo das probabilidades para hipóteses.....	27
Quadro 2 – Conclusões para cada faixa de CV.....	30
Quadro 3 – Quadro de análise de variâncias.....	34
Quadro 4 – Estatística descritiva.....	43
Quadro 5 – Correlação de Pearson.....	45
Quadro 6 – Resumo do modelo.....	46
Quadro 7 – ANOVA.....	46
Quadro 8 – Coeficientes.....	47
Quadro 9 – Estatística dos Resíduos.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico de retorno sobre patrimônio líquido.....	38
Tabela 2 – Histórico de valorização das ações.....	38
Tabela 3 – Fator Multiplicação entre ROE médio e Valorização Média.....	42
Tabela 4 – Grupo de treinamento: Empresas utilizadas na modelagem.....	43
Tabela 5 – Grupo de teste: Empresas para teste do modelo.....	43
Tabela 6 – Coeficiente de Pearson para cada transformação.....	44
Tabela 7 – ROE x R3VAL.....	45
Tabela 8 – Comparação entre Y real e Y previsto pelo modelo.....	49
Tabela 9 – Comparação entre valorização real e prevista.....	50
Tabela 10 – Comparação entre Y real e Y previsto para R1VAL.....	50
Tabela 11 – Comparação entre valorização real e calculada para R1VAL.....	51

LISTA DE SÍMBOLOS

n	número de elementos de uma amostra
μ	média populacional
\bar{x}	média amostral
σ	desvio-padrão populacional
σ^2	variância populacional
$\hat{\sigma}^2$	estimador não-tendencioso de σ^2
s^2	variância amostral
β_0	interseção da linha de regressão
β_1	inclinação da linha de regressão
$\hat{\beta}_0$	estimativa de mínimos quadrados da interseção
$\hat{\beta}_1$	estimativa de mínimos quadrados da inclinação
ε	erro aleatório
CV	coeficiente de variação de Pearson
r	coeficiente de correlação
R^2	coeficiente de determinação para regressão linear simples
x	variável independente na regressão
y	variável dependente na regressão
H_0	hipótese nula
H_1	hipótese alternativa
α	probabilidade de erro tipo 1
β	probabilidade de erro tipo 2
$\text{Cov}(X, Y)$	covariância de X e Y
$\text{Var}(X)$	variância de X
SQ_E	soma dos quadrados dos erros (variabilidade dos erros)
SQ_R	soma dos quadrados da regressão (variabilidade explicada)
SQ_T	soma dos quadrados total corrigida (variabilidade total)
$t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$	distribuição t com $n - 2$ graus de liberdade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 METODOLOGIA.....	16
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 O COMPORTAMENTO DO MERCADO.....	18
2.2 MERCADO DE PREGÃO E DE BALCÃO.....	19
2.3 MERCADO PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO.....	20
2.4 ANÁLISE TÉCNICA E ANÁLISE FUNDAMENTALISTA.....	20
2.4.1 Indicadores Fundamentalistas	21
2.4.2 Indicadores de Mercado e Indicadores de Balanço	22
2.5 RETORNO SOBRE O PATRIMÔNIO LÍQUIDO.....	23
2.5.1 Decomposição do ROE	24
2.6 ESTATÍSTICA.....	25
2.6.1 Modelos empíricos	25
2.6.2 Inferência estatística	26
2.6.3 Estimativas por ponto e intervalos de confiança	26
2.6.4 Testes de hipóteses	27
2.6.5 Regressão Linear Simples	27
<i>2.6.5.1 Hipóteses sobre o modelo de regressão linear</i>	29
<i>2.6.5.2 Estimando a variância</i>	29
2.6.7 Coeficiente de variação de Pearson	30
2.6.8 Coeficiente de Correlação (r)	30
2.6.9 Coeficiente de Determinação (R²)	31
2.6.10 Análise da Variância: Anova	32
2.6.11 Testes de hipóteses para a existência de regressão linear simples ...	32
2.6.12 Teste t de Student	32

2.6.13 Teste de hipótese F.....	33
2.6.14 Intervalos de Confiança para a Inclinação e a Interseção.....	34
2.6.15 Transformações.....	35
3 USO DO RETORNO SOBRE PATRIMÔNIO LÍQUIDO PARA PREVISÃO DE RETORNO NO MERCADO BRASILEIRO DE AÇÕES.....	36
3.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	36
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	37
4 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Já faz algumas décadas que estudos são feitos para se descobrir a rentabilidade média de ações com base em determinadas variáveis. Fama e French (1992 *apud* NAGANO; MERLO; SILVA, 2003), por exemplo, realizaram um estudo da rentabilidade de ações norte-americanas no período de 1941 a 1990. Eles avaliaram a relação existente entre a rentabilidade média dos papéis com relação às seguintes variáveis: coeficiente de risco de mercado (β), valor de mercado (preço da ação vezes número de ações existentes), índice lucro por ação dividido pelo preço, índice valor patrimonial da ação dividido pelo preço e alavancagem financeira (relação entre o capital de terceiros e o capital próprio).

No Brasil, Costa Júnior e Neves (2000 *apud* NAGANO; MERLO; SILVA, 2003) também verificaram a influência de variáveis fundamentalistas nas rentabilidades médias das ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo para o período de 1987 a 1996. Nesse estudo, foram analisadas as seguintes variáveis: índice preço dividido pelo lucro, valor de mercado e valor patrimonial da ação dividido pelo preço e o coeficiente de risco de mercado. Como resultado, encontraram relacionamento negativo entre a rentabilidade média das carteiras e as variáveis, índice preço dividido por lucro e valor de mercado, e um relacionamento positivo entre a rentabilidade e o índice valor patrimonial da ação dividido pelo preço.

Boaventura e Silva (2010) também realizaram estudos para verificar a influência de indicadores fundamentalistas nos setores elétrico, siderúrgico e de telecomunicações durante o período de março de 1999 a dezembro de 2008. Nesse trabalho, foram encontradas fortes influências do Beta e do índice preço/lucro (P/L) no apreçamento das carteiras de ações.

Oliveira (2011) analisou a relação entre a liquidez, atividade, endividamento, rentabilidade e valor de mercado com o retorno das ações de empresas do Ibovespa de 2000 a 2009. Com isso, constatou influência significativa do retorno sobre ativo, preço/lucro, preço/valor patrimonial da ação e grau de endividamento para explicar o retorno futuro das ações das empresas estudadas.

Soares e Galdi (2011) ao compararem dois modelos de decomposição do ROE, modelos DuPont e DuPont modificado, identificaram, para empresas listadas

na Bovespa no período de 1995 a 2008, que fatores operacionais explicam melhor o retorno das ações do que os fatores financeiros.

Nagano, Merlo e Silva (2003), tendo como base vários estudos no exterior e no Brasil, verificaram o comportamento do mercado de ações brasileiro conforme o modelo de precificação de ativos, CAPM ou *capital asset pricing model*, durante um período de estabilidade inflacionária brasileiro, iniciado em 1995 até o ano 2000. Nesse estudo, foi verificado que o CAPM estava mal especificado, pois havia a possibilidade de inclusão de outros fatores que influenciariam, de maneira até mais significativa, no comportamento dos retornos dos ativos além do coeficiente de risco de mercado (β).

Neste contexto, a análise da influência de indicadores financeiros em mercado de ações é um campo bem vasto e importante para o investidor, pois é por meio dessas análises que o investidor fundamentalista poderá encontrar pistas de quais dados são mais relevantes para serem analisados durante um processo decisório de investimento. Sendo possível, inclusive, desenvolver um modelo que se baseie em tais estudos de significância de indicadores, promovendo, assim, ferramentas de auxílio à decisão.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar estudo estatístico visando analisar o nível de correlação entre a valorização média das ações de empresas do segmento da construção civil e o indicador retorno sobre patrimônio líquido médio.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar relação existente entre a valorização média das ações e o indicador retorno sobre patrimônio líquido por meio de análises visuais e estatísticas;
- b) Desenvolver um modelo de regressão linear e testar sua adequação a amostra selecionada;
- c) Utilizar uma segunda amostra para validar o modelo desenvolvido.

1.3 JUSTIFICATIVA

O maior desejo de qualquer investidor com certeza é adivinhar o futuro das cotações das ações. Sabendo disso, seria possível comprar sempre em fundos e vender em topos. Infelizmente, essa é uma situação aparentemente impossível de se chegar, apesar de haver grandes esforços para tal.

Muitos investidores desenvolvem estratégias por meio da leitura de gráficos. Traçam tendências, canais de alta e baixa, utilizam Fibonacci, desenham triângulos e outras formas geométricas, mas, apesar de todos os esforços, todos sabem que é impossível saber o que vai acontecer no curto ou longo prazo. É possível colocar a probabilidade a favor do especulador, mas não tem como passar da possibilidade para a certeza.

Outros já veem as ações como partes de uma empresa e, portanto, negociam ações para se tornarem sócios e não para especular. Esse investidor está mais preocupado em analisar os balanços patrimoniais e demonstrativos de resultados, porque sabe que se a empresa vai bem, não tem porque se preocupar com a cotação da ação. Portanto, acredita que as cotações, no longo prazo, se valorizarão, haja vista estarem bem fundamentadas em empresas que dão lucros crescentes e que agregam valor ao investidor.

Existem ainda aqueles que não analisam nada. Seguem as notícias massificadas pela mídia jornalística ou mesmo seguem a palavra de vendedor de gerentes de banco.

Este trabalho se enquadra no caso de um investidor de longo prazo que analisa os balanços financeiros das empresas e que quer se tornar sócio delas desde que apresentem um bom histórico de resultados. Por se tratar do desenvolvimento de um modelo baseado em um indicador financeiro bastante conhecido, é possível utilizá-lo como auxílio ferramental em análises fundamentalistas.

Entende-se também que é impossível desenvolver um bom modelo de previsão de valorização de ações com base somente em um único indicador. Afinal, o comportamento dos papéis são influenciados por uma infinidade de perspectivas dos diversos tipos de investidores, pela economia, notícias, especulações, psicologia humana, entre muitas outras variáveis.

Por isso mesmo é que o modelo desenvolvido neste trabalho não deve ser considerado como base para análise de investimento, mas apenas como uma referência de desenvolvimento de modelo de regressão linear. Espera-se, portanto, que a análise aqui desenvolvida sirva para apresentar uma maneira de estudar o comportamento de variáveis dependentes em um caso bastante específico.

1.4 METODOLOGIA

Uma pesquisa pode ser classificada quanto o ponto de vista dos objetivos, quanto à sua natureza, quanto ao ponto de vista da forma de abordagem ao problema, e quanto ao ponto de vista dos procedimentos técnicos.

De acordo com Gil (2002) pesquisa descritiva visa estabelecer relações entre variáveis. Portanto, em relação ao ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa é classificada como descritiva, porque se busca estabelecer a relação existente entre o indicador financeiro retorno sobre o patrimônio líquido e a variação das cotações de ações no segmento selecionado.

Em relação à natureza, este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, pois visa à aplicação e o desenvolvimento de modelagem matemática com base em dados reais do mercado de ações brasileiro com o uso de estatística e, mais especificamente, regressão linear.

A base de dados para aplicação da modelagem foi restringida apenas às empresas de capital aberto do segmento da construção civil cotadas na BM&FBovespa. Tal seleção foi feita devido à variação em valores médios absolutos e comportamentais característicos de cada segmento. Portanto, se diversos setores tivessem sido selecionados, dificilmente um bom modelo linear se adequaria aos dados.

Outro motivo para a restrição dos dados ao segmento da construção civil está relacionado ao fato de haver uma quantidade razoável de dados, se comparado aos demais segmentos. Assim, consegue-se uma amostra populacional suficientemente grande para a realização das técnicas estatísticas.

Quanto à forma de abordagem ao problema, esta pesquisa classifica-se como quantitativa, observando-se o fato de que as etapas são fundamentadas em técnicas estatísticas, como regressão linear, testes de linearidade e de adequação dos dados ao modelo proposto.

A pesquisa se classifica como bibliográfica quanto aos procedimentos técnicos, pois foi elaborada a partir de material já publicado, constituído em sua maior parte por livros que abordam temas sobre o comportamento do mercado de ações e o uso da estatística como ferramenta de previsão desse comportamento.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por quatro capítulos. O capítulo um refere-se à introdução do trabalho, em que dá uma breve contextualização do mercado de ações no Brasil, apresentando os objetivos do estudo de caso, a justificativa para elaboração e a metodologia utilizada.

No capítulo dois é apresentado um embasamento teórico sobre o mercado de ações e o seu comportamento pela visão do investidor. Busca-se apresentar os fatores que podem influenciar o mercado com o objetivo de evidenciar a dificuldade que é encontrada na realização dos objetivos deste trabalho. Esse capítulo também é voltado para a teoria estatística utilizada para o desenvolvimento do modelo linear. São apresentados os conceitos básicos da modelagem, assim como os testes e verificações necessárias para a comprovação de sua validade.

No capítulo três, usam-se os dados coletados para ser realizada uma análise de comportamento da amostra escolhida e para o desenvolvimento de um modelo de regressão linear, culminando no teste da eficácia do modelo em um grupo teste com uma verificação dos resultados obtidos.

No capítulo quatro, são redigidas as conclusões finais do trabalho de acordo com os objetivos descritos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Haveman e Knopf (1972) abordam a definição de mercado como sendo a soma de contatos efetuados entre compradores e vendedores de um produto ou serviço e que pode estar relacionado a um local geográfico específico, mas não necessariamente.

Haveman e Knopf (1972) também afirmam que o sistema de mercado é sinônimo de sistema de preços, pois são nos mercados que ocorre a interação entre compradores e vendedores, que determina os preços e as quantidades transacionadas de bens e serviços.

Portanto, pode-se entender mercado de ações como uma zona de interação entre compradores e vendedores de produtos denominados de ações, que estão sujeitas a variações de preço e de volume transacional de acordo com as características próprias do mercado acionário.

2.1 O COMPORTAMENTO DO MERCADO

Fisher, Chou, Hoffmans (2011) explicam que o preço das ações sempre e em qualquer lugar é determinado somente pelas mudanças entre dois fatores: procura e oferta e que ambos referem-se à ansiedade ou força emocional que os consumidores têm de comprar com preço variável.

Ainda conforme Fisher, Chou, Hoffmans (2011) a oferta demonstra a ansiedade dos fornecedores de gerar saída de um bem ou serviço com preço variável, em que é notória a preferência por produzir algo com preço alto em detrimento do baixo, gerando inclusive o fim do fornecimento caso o preço seja demasiadamente pequeno.

Fisher, Chou, Hoffmans (2011) também comentam que existem diversos fatores que podem estimular essa ansiedade de compra ou venda, pois a ansiedade está relacionada com a psicologia humana, que são os seres que operam o mercado.

A partir dessa forma de interpretar o mercado, pode-se dizer, então, que este trabalho está relacionado com a ansiedade gerada nos investidores dado um determinado indicador fundamentalista. Assim, se uma empresa obteve como

resultado um bom indicador de rentabilidade do patrimônio líquido, de que maneira o mercado irá expressar a sua ansiedade com relação a essa informação.

Almeida (2013) escreve sobre o grande risco ao se investir em ações no curto prazo. Aconselha que se deva realizar tal investimento somente quem pretende se aposentar com uma bela renda em vinte ou trinta anos ou quem pretende acumular um grande patrimônio no longo prazo.

Segundo muitos analistas, o prazo mínimo para investir em ações é de cinco anos. Mas mesmo essa estimativa é arriscada, já que muitas vezes mesmo esse período é insuficiente para trazer retorno adequado nesse mercado. Quem investiu em ações no início de 2008 e obteve uma rentabilidade idêntica à do Ibovespa ainda está no prejuízo, passados quatro anos. E nada garante que em 2013 a situação terá se revertido, que o leitor tenha uma ideia, o Ibovespa levou longos 14 anos, para se recuperar do longo mercado de baixa que perdurou entre 1971 e 1985. (ALMEIDA, 2013, p. 11).

É possível obter retornos incríveis ou prejuízos desastrosos na bolsa de valores quando se opera no curto prazo, pois o mercado de ações é totalmente imprevisível para períodos curtos de tempo. Entretanto, esse comportamento muda quando se investe pensando no longo prazo, pois a probabilidade de perdas reduz bastante. No livro *Stocks for the long run* escrito por Jeremy Siegel, é apresentado um estudo no mercado de ações norte-americano que mostra que, para um período superior a 20 anos, nunca houve prejuízo para o investidor. Tal situação também ainda é uma realidade para o Brasil (ALMEIDA, 2013).

É por causa desse conselho, que, neste trabalho, busca-se fazer um estudo de relação entre a rentabilidade do patrimônio e o mercado no longo prazo, pois, no curto prazo, o mercado de ações aparenta ser muito volátil e caótico, sem, a princípio, ter razões concretas para o seu comportamento.

2.2 MERCADO DE PREGÃO E DE BALCÃO

As bolsas de valores organizam uma forma de negociação nomeada de mercado de pregão. Nesse tipo de mercado, as negociações de títulos são intermediadas, entre pessoas físicas e jurídicas, por instituições financeiras sem que ocorra a posse física do título e sem termos específicos entre comprador e vendedor (BERNARDT; NUNES, 2010).

Mercado de balcão refere-se a uma zona de negociações que se encontra fora das bolsas de valores, em que a compra e a venda de títulos, valores mobiliários e contratos de liquidação futura são negociados diretamente entre as partes ou até mesmo com a intermediação de instituições financeiras. O mercado de balcão prejudica a liquidez dos papéis, pois necessita da formação de contratos de compra e venda com cláusulas de interesses específicos entre os participantes (BERNARDT; NUNES, 2010).

Este trabalho busca analisar especificamente o comportamento de um mercado de pregão, pois se utiliza de dados coletados de papéis de empresas de capital aberto negociadas na BM&FBovespa.

2.3 MERCADO PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO

O mercado primário está relacionado com a capitalização da empresa, pois se refere à criação de títulos para uma primeira oferta de venda pública. Dessa maneira, podem-se obter recursos que servirão para financiar projetos e dar condições de crescimento rápido sem que seja necessário gerar dívidas com terceiros (BERNARDT; NUNES, 2010).

O mercado secundário se refere a negociações realizadas após a oferta pública inicial. Bernardt e Nunes (2010) afirmam que as empresas se beneficiam indiretamente do mercado secundário e que ele serve para dar visibilidade e liquidez às ações emitidas pela empresa.

O foco deste trabalho está relacionado ao comportamento do mercado secundário, pois se preocupa com a influência que determinada variável possui ao longo dos anos para explicar a variação dos preços das ações.

2.4 ANÁLISE TÉCNICA E ANÁLISE FUNDAMENTALISTA

Análise técnica e fundamentalista são as duas principais escolas de investimento conhecidas, sendo a primeira mais popular que a segunda. Ambos os métodos funcionam, mas é importante entendê-los, pois, como possuem características diferentes, o investidor precisa optar conscientemente pela escola que mais se adéqua ao seu perfil (ALMEIDA, 2013).

Almeida (2013) comenta que um dos pontos divergentes entre as duas análises está relacionado ao horizonte de tempo. Enquanto a análise fundamentalista privilegia o longo prazo, a técnica geralmente é voltada para o curto prazo. Essa diferença se dá por causa dos princípios formadores de cada escola. Como na análise fundamentalista o objetivo é tornar-se sócio e de usufruir dos lucros da empresa por todo o período em sociedade, então se busca encontrar elementos no passado da empresa que possam indicar uma maior probabilidade de sucesso no futuro. Um exemplo seria verificar o histórico de lucros ou receitas da empresa. Se ela tem um histórico consistente de lucros crescentes ao longo de vários anos, então a probabilidade dela ter prejuízo no futuro se reduz a ocorrências provavelmente imprevisíveis. Dessa maneira, por meio de indicadores é possível ter uma ideia se a empresa é bem gerida ou não. Por outro lado, a análise técnica não tem como objetivo uma sociedade e sim o lucro por meio de especulação. Então, o analista técnico puro não está preocupado na gestão da empresa, se ela dá lucro ou não. O analista técnico puro analisa apenas o comportamento das cotações das ações e procura indícios de reversões de tendências, para que ele possa lucrar com a venda delas.

Este trabalho é mais útil para investidores que se utilizam de análise fundamentalista, pois o estudo de caso é feito com base em indicador fundamentalista de longo prazo e, portanto, não é capaz de dar informações a respeito do comportamento das cotações das ações no curto prazo. É importante perceber também que alguns analistas técnicos, não puros, se utilizam de análise fundamentalista como uma forma de redução do risco, pois podem especular somente com ações que passaram pelo crivo ou filtro da análise fundamentalista.

2.4.1 Indicadores Fundamentalistas

Matias (2009) explica que realizar comparações de valores absolutos traz pouca informação ao analista, a não ser que seja para dar uma ideia do tamanho ou extensão das atividades entre empresas. Dessa maneira, as relações entre contas dos demonstrativos financeiros são mais relevantes que os seus termos individuais e absolutos, por isso recebem o nome de indicadores de análise financeira. Assim, a investigação dessas relações especiais pode ser de grande interesse do analista ao avaliar uma empresa e compará-la com outras.

Lueders (2008) compara a compra de uma ação sem analisar os indicadores como a compra de um carro sem saber o que está sendo comprado. Ele afirma que geralmente, quando se procura um carro para comprar, o natural seria conhecer diferentes opções, fazer *test-drive*, constatar o consumo do combustível e até mesmo analisar o preço do seguro. Caso haja preços semelhantes, o consumidor compra o que, para ele, teria um maior valor ou se adequaria mais ao seu objetivo, com relação a conforto, utilidade, custos de manutenção, entre outros. Portanto, a decisão se dá pelo fator custo benefício.

Essa analogia é interessante, pois muitos investidores imprudentes simplesmente não sabem o que estão comprando. Um erro comum, por exemplo, seria comprar ações de empresas somente porque são famosas ou que possuem acionistas majoritários famosos. Essa imprudência pode gerar muitos prejuízos e desesperança, pois a propaganda e a fama não implicam em sucesso e lucros crescentes, podendo até significar o inverso disso.

Lueders (2008) comenta que os indicadores fundamentalistas tanto são fáceis de serem calculados como estão menos suscetíveis a interferências de percepção ou de projeções fantasiosas e que, portanto, podem dar uma boa imagem quanto à relação custo-benefício. Assim, comparar indicadores entre várias empresas serve como um estudo inicial sobre qual empresa vale mais proporcionalmente ao preço de mercado atual.

2.4.2 Indicadores de Mercado e Indicadores de Balanço

Os indicadores de balanço relacionam elementos afins das demonstrações contábeis, dando informações sobre o desempenho da organização. Eles são constituídos exclusivamente por dados encontrados nas demonstrações financeiras das empresas; e, como exemplos, pode-se citar liquidez corrente, rentabilidade sobre o patrimônio líquido, margem bruta e grau de endividamento (BERNARDT; NUNES, 2010).

Para Debastiani e Russo (2008 *apud* BERNARDT; NUNES, 2010), diferentemente dos indicadores de balanço, os indicadores de mercado tem como base de cálculo não somente as informações contidas em demonstrações contábeis, mas também dados advindos do mercado, como o preço, por exemplo. Dessa

maneira, os indicadores de mercado acabam variando a uma frequência enorme, pois o preço das cotações é bastante volátil.

Como já foi citado, o indicador em estudo neste trabalho, retorno sobre o patrimônio líquido, trata-se de um indicador de balanço e, portanto, só sofre modificação quando uma nova demonstração financeira é divulgada, trimestralmente ou anualmente, e serve para dar valiosas pistas quanto ao desempenho da organização.

2.5 RETORNO SOBRE O PATRIMÔNIO LÍQUIDO

Matias (2009) afirma que a rentabilidade do patrimônio líquido, que expressa a geração de resultado líquido final da empresa em função do capital próprio, é o mais conhecidos dos indicadores de análise financeira, inclusive usado corriqueiramente por pessoas leigas.

O retorno sobre patrimônio líquido (RSPL), também conhecido em inglês como *return on equity* (ROE) é quanto o lucro, percentualmente, representa sobre o patrimônio líquido, por isso demonstra a rentabilidade do dinheiro investido pelos acionistas da empresa. Esse indicador evidencia quanto à empresa gerou de lucro para cada R\$ 100 investidos e é obtido pela fórmula a seguir, em que o lucro líquido do período é dividido pelo patrimônio líquido do início do exercício (KOBORI, 2011).

$$ROE = \frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Patrimônio líquido}}$$

Matias (2009) comenta que o ROE não varia caso o resultado líquido seja distribuído na forma de proventos ou reinvestido na própria empresa ao ir para as contas de lucro acumulado, reserva de lucro ou capital social aumentado. Também afirma que esse indicador é sempre acompanhado pelos analistas e acionistas como meio de verificação da compatibilidade de geração de resultado com o que é investido. Assim, verifica-se o desempenho dos diretores ou outros representantes por eles eventualmente contratados para gerir a empresa.

Como forma de análise, Lueders (2008) determina que o ideal seja comprar ações de empresas que possuem o ROE superior ao retorno obtido em investimentos livres de risco, haja vista possuir a possibilidade de escolha com relação a outros produtos financeiros.

É com base nesse tipo de análise que surge a ideia de buscar correlação positiva entre o indicador estudado e a valorização das cotações das ações. Dessa maneira, com o estudo estatístico realizado neste trabalho, pode-se confirmar categoricamente a relação que o mercado possui com o indicador analisado.

2.5.1 Decomposição do ROE

Kobori (2011) explica que, devido o lucro e patrimônio líquidos serem informações finais nas demonstrações financeiras, a gigante química americana Du Pont criou um modelo para a identificação das áreas responsáveis pelo valor obtido no cálculo do ROE. Esse modelo recebeu o mesmo nome da empresa que o desenvolveu e pode ser visualizado na seguinte equação:

$$ROE = \frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Receita líquida}} \cdot \frac{\text{Receita líquida}}{\text{Ativo}} \cdot \frac{\text{Ativo}}{\text{Patrimônio líquido}}$$

Como pode ser visto a seguir, cada termo do modelo Du Pont, recebe um nome específico, que serve para analisar determinadas características da empresa. Assim, o lucro líquido dividido pela receita líquida representa a margem líquida, a receita líquida pelo ativo é chamado de giro do ativo total e o ativo dividido pelo patrimônio líquido se chama fator de alavancagem. Caso os termos repetidos do modelo sejam cancelados, ele voltará a fórmula original do ROE.

$$ROE = \text{Margem líquida} \cdot \text{Giro do ativo total} \cdot \text{Fator de alavancagem}$$

A decomposição da rentabilidade do patrimônio líquido dá ao gestor uma visão ampliada ao apresentar seus fatores causadores, dando, assim, maior flexibilidade e direcionamento na atuação em variáveis isoladas. (KOBORI, 2011, p.59)

Kobori (2011), para exemplificar, comenta que o giro do ativo total pode ser melhorado à medida que se aumenta a produtividade dos vendedores, a margem líquida se torna maior quando o lucro líquido aumenta para uma mesma receita líquida, e que o fator de alavancagem será elevado ao se adquirir mais ativos financiados com capital de terceiros.

A margem líquida representa o percentual de tudo que foi vendido e que sobra para a empresa decidir entre reinvestir ou distribuir entre acionistas, após resultado financeiro e pagamento de imposto de renda (PÓVOA, 2007).

O giro do ativo demonstra o potencial de retorno da empresa. Dessa maneira, combinar muita receita com pouco ativo, mostra competência do administrador na geração rápida de caixa, causando baixo estoque, e poucas contas a receber em empresas com giro elevado (PÓVOA, 2007).

O fator de alavancagem também chamado de multiplicador de capital próprio (MCP) significa quanto se conseguiu alavancar de ativos por cada unidade de capital próprio. Póvoa (2007) afirma ainda que esse indicador não é muito relevante, pois parte do bom resultado pode ser consequência de endividamento excessivo.

2.6 ESTATÍSTICA

2.6.1 Modelos empíricos

É importante entender a diferença entre modelos empíricos e mecânicos quando se deseja modelar informações que advêm de observações ou experimentos (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010).

Segundo Barros Neto, Scarminio e Bruns (2010) a mecânica newtoniana é exemplo de um modelo mecanicista, pois explica perfeitamente os fenômenos astronômicos não relativísticos. Por meio das leis de Newton é possível prever o comportamento dos corpos celestes como resultado das interações gravitacionais. Um modelo mecânico é bastante preciso, porque se conhece o mecanismo ou os fatores que estão por trás do seu comportamento.

Como exemplo de um modelo empírico, Montgomery e Runger (2009) citam a pureza do oxigênio como o resultado da porcentagem de hidrocarbonetos presentes no condensador principal de uma unidade de destilação. Ao se verificar o gráfico de dispersão de tal experimento, verifica-se que nenhuma curva simples pode passar por todos os pontos, mas há uma forte indicação de que os pontos repousam dispersos e de maneira aleatória em torno de uma linha reta.

Portanto, diferentemente de um modelo mecanicista, o modelo empírico não é capaz de fornecer previsões precisas sobre um determinado comportamento, mas

pode dá valiosas informações, como a média do resultado que pode ser obtido e o seu desvio para uma determinada entrada.

Barros Neto, Scarminio e Bruns (2010) dizem que modelos empíricos são locais. Isso significa que se deve estar satisfeito em descrever o processo estudado na região experimental investigada. Assim, utilizar o modelo empírico para prever situações desconhecidas é uma situação não aconselhável e de total responsabilidade de seu usuário. Apesar de que Montgomery e Runger (2009) afirmam que é possível realizar uma extrapolação modesta e que ela pode ser, em muitos casos, certa. Entretanto, adverte que uma grande extrapolação geralmente não produzirá resultados aceitáveis.

Neste trabalho, procura-se desenvolver um modelo empírico tomando como base dados de empresas de capital aberto do segmento da Construção Civil. Portanto, o seu uso deve ser restrito apenas a esse pequeno espaço amostral.

2.6.2 Inferência estatística

Martins (2008) explica que o objetivo da inferência estatística é conhecer populações com base em amostras e que existem dois métodos para realizar inferências dos parâmetros populacionais: estimação e testes de hipóteses.

Os testes de hipóteses consistem, segundo Martins (2008), em admitir um valor hipotético para um parâmetro populacional e, com base nas informações da amostra, é feito um teste estatístico para aceitar ou rejeitar o valor hipotético. Enquanto isso, o método de estimação está voltado ao cálculo de estimativas dos parâmetros populacionais. Neste trabalho serão abordados ambos os métodos.

2.6.3 Estimativas por ponto e intervalos de confiança

Os métodos de estimação apresentados por Martins (2008) podem ser classificados em dois tipos: por ponto e por intervalo. Pode-se citar o \bar{x} e S como estimativas de ponto da média populacional μ e do desvio padrão populacional σ respectivamente. Portanto, um parâmetro amostral é uma estimativa por ponto de um parâmetro populacional.

O método de estimação por intervalo de confiança, para Martins (2008), é um intervalo determinado por dois números, advindos de elementos amostrais, em que

se espera que contenha o valor do parâmetro para um dado nível de confiança ou probabilidade de $(1 - \alpha)\%$. Assim, se esse intervalo for pequeno, a precisão de inferência será alta.

2.6.4 Testes de hipóteses

Para o caso de inferência por teste de hipótese, Martins (2008) afirma que se trata de uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese estatística com base em elementos amostrais. Informa que existem dois tipos de hipóteses: nula e alternativa. Dessa maneira, H_0 , a hipótese nula, será testada e H_1 , a alternativa, dada por uma desigualdade.

Martins (2008) também aponta dois tipos de erros que podem ser cometidos ao realizar os testes. O erro tipo I se dá quando H_0 é rejeitado, apesar de ser verdade. O erro tipo II ocorre quando se aceita H_0 como verdadeira, mas é falsa. A probabilidade de ocorrência do erro tipo I e II é, respectivamente, α e β . Um quadro com o resumo das probabilidades pode ser visto a seguir:

Quadro 1 – Resumo das probabilidades para hipóteses

		Realidade	
		H_0 verdadeira	H_0 falsa
Decisão	Aceitar H_0	Decisão correta ($1 - \alpha$)	Erro tipo II (β)
	Rejeitar H_0	Erro tipo I (α)	Decisão correta ($1 - \beta$)

Fonte: (Martins, 2008, p. 203).

2.6.5 Regressão Linear Simples

Montgomery e Runger (2009) afirmam que análise de regressão é uma técnica estatística para verificar a relação existente entre duas ou mais variáveis e que muitos problemas em engenharias e ciências são modelados por meio dela.

Um modelo de regressão linear simples pode ser generalizado considerando que o valor esperado Y seja uma função linear de x . Assim, para um valor fixo de x , o valor real de y será determinado pela função do valor médio mais um termo de erro aleatório (MONTGOMERY; RUNGER, 2009):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon$$

Montgomery e Runger (2009) informa que várias aplicações podem envolver situações com mais de uma variável independente ou regressores e que para isso é necessário fazer uso de um modelo de regressão múltipla. Entretanto, neste trabalho, foi utilizado apenas um indicador financeiro com o objetivo de se obter a variação da cotação das ações. Portanto, apenas a teoria relacionada à regressão linear será apresentada.

Pode-se interpretar β_1 , a inclinação da reta, como uma mudança na média de Y para cada mudança unitária de x e a variância de Y, para cada valor específico de x, determinada pela variância do erro σ^2 . Dessa maneira, Y terá uma distribuição de valores igual para cada valor de x (MONTGOMERY; RUNGER, 2009).

Costa Neto (1977) explica que existem diversas maneiras de se obter a reta desejada e que a maneira mais simples de fazer isso é pelo método do ajuste visual. Para isso, utiliza-se uma régua para traçar uma reta no diagrama de dispersão, buscando-se aproximá-la dos pontos da melhor maneira possível. Caso haja uma correlação linear muito forte, podem ser encontrados resultados razoáveis, entretanto, ele é, de maneira geral, muito subjetivo e recebe muitas críticas por não ser um procedimento científico.

Outra maneira de se obter a reta é por meio do procedimento dos mínimos quadrados. Dessa maneira, a reta a ser adotada deve ser aquela que torna mínima a soma dos quadrados das distâncias dela aos pontos experimentais.

Segundo Montgomery e Runger (2009, p. 237), “as estimativas de mínimos quadrados da interseção e da inclinação no modelo de regressão linear simples são”:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)(\sum_{i=1}^n x_i)}{n}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}$$

Em que os termos \bar{y} e \bar{x} podem ser expandidos e o $\hat{\beta}_1$ pode ser simplificado, assim como é mostrado nas equações a seguir:

$$\bar{y} = (1/n) \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\bar{x} = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

2.6.5.1 Hipóteses sobre o modelo de regressão linear

Martins (2008) aponta quatro hipóteses a respeito do comportamento da variável aleatória que explica os possíveis erros da variável dependente Y. Elas são usadas na validação das inferências sobre os parâmetros do modelo de regressão linear. São elas:

1. $\mu(\varepsilon) = E[\varepsilon] = 0$. Dessa maneira, a média dos erros para cada observação de X é zero;
2. $\text{Var}[\varepsilon] = \sigma^2(\varepsilon) = \sigma^2$. A variância de ε é constante para qualquer valor de X e tem o mesmo valor de σ^2 . Essa hipótese é chamada de homocedasticidade;
3. ε possui distribuição de probabilidade normal;
4. Os erros das observações são independentes uns dos outros. Portanto, um erro associado a um determinado valor de y não interfere em nada o erro associado a outro valor de y.

2.6.5.2 Estimando a variância

Martins (2008) explica que a verificação de qualidade do ajuste da reta ao conjunto de pontos pode ser feito pelo cálculo da análise dos desvios ($y_i - \hat{y}_i$) e que uma medida útil dos graus de variabilidade dos valores ao redor da reta é dada pela variância dos erros:

$$S^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}$$

Montgomery e Runger (2009) faz a seguinte simplificação, em que SQ_E é chamado de soma dos quadrados dos erros:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SQ_E}{n - 2}$$

2.6.7 Coeficiente de variação de Pearson

O coeficiente de variação de Pearson (CV), segundo Martins (2008) é uma medida relativa de dispersão, que se pode obter por meio de divisão do desvio padrão pela média amostral. Com isso, podem-se ter algumas conclusões, como é apresentado no quadro a seguir:

Quadro 2 – Conclusões para cada faixa de CV

Faixa	Conclusão
CV < 15%	há baixa dispersão
15% < CV < 30%	há média dispersão
CV > 30%	há elevada dispersão

Fonte: (MARTINS, 2008, p. 58).

Neste trabalho, percebeu-se que a amostra analisada possuía um grande coeficiente de variação. Portanto, foram feitas algumas transformações para diminuir a dispersão, com o objetivo de desenvolver um modelo mais confiável.

2.6.8 Coeficiente de Correlação (r)

Sartoris (2003, p. 47) explica que “o coeficiente de correlação é obtido retirando-se o efeito dos valores de cada uma das variáveis sobre a variância”, como pode ser visto na equação:

$$r(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Os valores desse coeficiente variam de -1 a 1, podendo indicar uma forte influência de uma variável sobre a outra caso esteja próximo dos limites ou baixa influência quando estiver em torno de zero. A interpretação com relação ao seu valor positivo ou negativo se refere ao fato das variáveis estarem relacionadas positivamente, quando ambas aumentam ou diminuem, ou negativamente, quando possuem comportamentos opostos.

2.6.9 Coeficiente de Determinação (R^2)

Segundo Montgomery e Runger (2009) o coeficiente de determinação, ou R^2 , é uma medida bastante utilizada em modelos de regressão e que pode ser definida pela seguinte equação:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{SQ_R}{SQ_T} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{SQ_E}{SQ_T}$$

O R^2 é um indicador da qualidade do ajustamento e pode-se demonstrar que é igual ao quadrado do coeficiente de correlação linear de Pearson em modelos lineares. Essa medida expressa a proporção da variação total que é explicada devida à reta de regressão de x sobre y e é frequentemente usada para julgar a adequação de um modelo de regressão (MARTINS, 2008).

Fisher, Chou, Hoffmans (2011) afirmam que se podem fazer boas análises com o coeficiente de determinação e de correlação. Com essas medidas é possível verificar se dois eventos possuem ou não alguma conexão entre si e, assim, desmentir ideias que se pensava serem obviamente verdadeiras.

Apesar de todo esse culto ao R^2 dado por alguns autores, Montgomery e Runger (2009) alertam que existem várias interpretações incorretas a respeito dele. Afirma que não mede magnitude da inclinação da linha de regressão e que um grande valor não implica em inclinação pronunciada. Além disso, o coeficiente de determinação não determina a adequação do modelo, haja vista poder ser aumentado artificialmente com o aumento de termos polinomiais. Por isso mesmo,

que se criou o R^2 ajustado, com o objetivo de sanar essa fraqueza do coeficiente original.

Este trabalho não apresentará o coeficiente de determinação ajustado, pois fará uso somente de uma regressão linear simples e que, portanto, não poderá ter um R^2 aumentado artificialmente com a adição de termos polinomiais.

2.6.10 Análise da Variância: Anova

Anova é um método estatístico criado por Fisher que verifica se variáveis dependentes proporcionam mudanças sistemáticas em alguma variável dependente por meio de um teste de igualdade de médias (MARTINS, 2008).

Caso o experimento aleatório seja de apenas um fator, ele será chamado de modelo de classificação única, em que amostras são retiradas de mais de duas populações, cada uma com sua respectiva média e todas com variâncias igual à σ^2 . A hipótese nula é de que a média de todas as amostras é igual, enquanto que a hipótese alternativa é que pelo menos duas médias são diferentes. Assim, se H_0 for rejeitada, o fator considerado provoca mudanças sistemáticas sobre a variável em estudo com risco α (MARTINS, 2008).

2.6.11 Testes de hipóteses para a existência de regressão linear simples

Martins (2008) escreve que se deve avaliar a qualidade do modelo por meio de inferências estatística após o ajustamento da reta e o cálculo da variância. Para isso, faz-se necessário verificar a existência da regressão linear entre X e Y, colocando-se à prova a hipótese nula $H_0: \beta_1 = 0$ e, como hipótese alternativa, $H_1: \beta_1 \neq 0$. Assim, para que haja regressão de X sobre Y é necessário que a hipótese nula seja rejeitada.

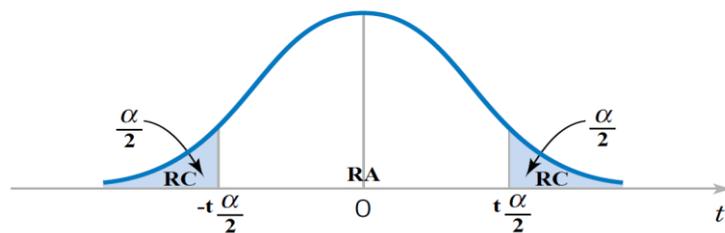
2.6.12 Teste t de Student

Pimentel-Gomes e Garcia (2002) afirmam que o teste de Student, ou teste t, é o mais antigo, mas apesar disso, ainda é útil e aplicável em diversos casos, inclusive para intervalos de confiança para médias ou diferenças de médias.

Martins (2008, p. 321) aponta cinco passos para a que o teste seja realizado:

1. Definir $H_0: \beta_1 = 0$ e $H_1: \beta_1 \neq 0$ (a) ou $H_1: \beta_1 > 0$ (b) ou $H_1: \beta_1 < 0$ (c);
2. Fixar a probabilidade de erro α e escolher a distribuição t com grau de liberdade φ igual à $n - 2$;
3. Construir as regiões de aceitação (RA) e rejeição (RC) de acordo com a hipótese alternativa utilizada, podendo a região de rejeição ser unicaudal ou bicaudal;

Gráfico 1 – Regiões RC e RA para $H_1: \beta_1 \neq 0$



Fonte: Adaptado de Martins (2008, p. 321).

4. Calcular o valor da variável t_{cal} com base nos dados amostrais;

$$t_{cal} = \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 / S_{xx}}}$$

5. Se t_{cal} cair dentro da área de rejeição, então H_0 será uma hipótese falsa e, portanto, H_1 será aceita como verdadeira.

2.6.13 Teste de hipótese F

O teste F é uma das maneiras de escolha entre dois modelos quando variáveis são acrescentadas ou retiradas. Para isso, faz-se uma comparação da soma dos quadrados dos resíduos dos modelos estudados. Dessa maneira, um modelo de regressão linear com β_1 diferente de zero pode ser chamado de modelo não restrito e, com β_1 igual à zero, de modelo restrito (SARTORIS, 2003).

Martins (2008) informa que outra forma de realizar o teste de existência de regressão linear é por meio da análise de variâncias, estudando-se o comportamento das variações totais, explicadas e residuais e aponta cinco passos para se realizar tal teste. Dentre eles, o quarto passo apresenta um quadro de análise das variâncias.

1. Define-se $H_0: \beta_1 = 0$ e $H_1: \beta_1 \neq 0$;
2. Fixa-se a significância α do teste e escolhe-se variável F com grau de liberdade 1 no numerador e $(n - 2)$ no denominador;
3. Determina-se a região de rejeição (RC) e a de aceitação (RA);
4. Monta-se o quadro de análise das variâncias;

Quadro 3 – Quadro de análise de variâncias

Fonte de variação	Soma de Quadrados	Graus de liberdade	Quadrados Médios	Teste F
Devido à variável	$VE = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	1	VE / 1	$F_{cal} = \frac{VE}{S^2}$
Residual	$VR = VT - VE$	$n - 2$	$S^2 = \frac{VR}{(n - 2)}$	
Total	$VT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	$n - 1$		

Fonte: Adaptado de Martins (2008, p. 323).

5. Conclui-se que H_0 é uma hipótese falsa se $F_{cal} > F_{tab}$.

2.6.14 Intervalos de Confiança para a Inclinação e a Interseção

Montgomery e Runger (2009) afirmam que, além dos testes estatísticos de hipóteses em relação aos parâmetros do modelo, a construção de intervalos de confiança é uma maneira importante de se verificar a adequação de um modelo de regressão linear.

Segundo Montgomery e Runger (2009) é possível encontrar estimativas dos intervalos de confiança da inclinação e da interseção da reta, sendo que a largura desses intervalos representa a qualidade global da linha de regressão. Essas estimativas para β_1 e β_0 , sob a suposição de que as observações sejam normais e independentemente distribuídas e com intervalo de confiança de $100(1 - \alpha)\%$, podem ser vistas a seguir:

$$\hat{\beta}_1 - t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{S_{xx}}} \leq \beta_1 \leq \hat{\beta}_1 + t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{S_{xx}}}$$

$$\hat{\beta}_0 - t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{\hat{\sigma}^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]} \leq \beta_0 \leq \hat{\beta}_0 + t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{\hat{\sigma}^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{S_{xx}} \right]}$$

2.6.15 Transformações

Pode-se usar toda a teoria para modelos de regressão linear em modelos aparentemente não lineares desde que seja feita uma transformação adequada, pois certas funções podem ser linearizadas (COSTA NETO, 1977).

Montgomery e Runger (2009) classificam essas funções que podem ser linearizadas como intrinsecamente lineares e Martins (2008) cita três funções principais que podem ser linearizadas: exponencial, potência ou de Cobb-Douglas e hipérbole.

Pode-se demonstrar, nos três exemplos a seguir, a possibilidade de linearização de algumas equações, fazendo $z = 1/x$ no exemplo b, e $Y^* = 1/Y$ em c:

$$\begin{array}{ll} \text{a) } Y = \beta_0 e^{\beta_1 x} \epsilon & \rightarrow \ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 x + \ln \epsilon \\ \text{b) } Y = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{x}\right) + \epsilon & \rightarrow Y = \beta_0 + \beta_1 z + \epsilon \\ \text{c) } Y = \frac{1}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x + \epsilon)} & \rightarrow \ln Y^* = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon \end{array}$$

Na aplicação deste trabalho, utilizou-se uma raiz quadrada para a busca da linearização dos dados coletados. Tal decisão foi feita, pois os dados apresentaram um coeficiente de variação aparentemente alto.

3 USO DO RETORNO SOBRE PATRIMÔNIO LÍQUIDO PARA PREVISÃO DE RETORNO NO MERCADO BRASILEIRO DE AÇÕES

Este capítulo possui como objetivo apresentar a relevância que o indicador retorno sobre patrimônio líquido tem para prever o retorno médio das ações no segmento de construção civil. Será feito um estudo de correlação desse indicador com a valorização das ações em um período de um ano e também uma análise com a média para alguns anos. Por meio desse estudo, será desenvolvido um modelo linear que melhor se encaixe com os dados obtidos.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas, conforme detalhado a seguir:

Etapa 1: Coleta de dados

Nesta etapa foram coletados o lucro líquido e patrimônio líquido das empresas de capital aberto do segmento da construção civil do ano de 2008 a 2011 e as suas respectivas valorizações no mercado de ações do período de 2009 a 2012. Os dados foram coletados a partir do site da BM&FBovespa¹.

Esses dados servem para calcular o retorno sobre patrimônio líquido do período especificado, sendo possível verificar a média para cada empresa durante todo o período e também a média do setor para cada ano. Assim, será analisada a rentabilidade dessas empresas ao longo do tempo e se ela culminará em alguma influência desse indicador no mercado de ações.

O período coletado para a valorização das ações é um ano posterior ao período do ROE. Dessa maneira, pode-se verificar a influência do ROE na valorização após um ano. Busca-se, portanto, ter uma visão a partir do investidor, que possui informações dos indicadores para períodos no passado e que busca ter uma ideia de qual será a valorização das ações no futuro.

¹ BM&FBovespa. **Estatísticas**. São Paulo: BM&FBovespa, 2013. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/shared/lframeHotSiteBarraCanal.aspx?altura=900&idioma=pt-br&url=www.bmfbovespa.com.br/informe/default.asp>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

Etapa 2: Análise de dados

Nesta etapa foram apresentadas tabelas e gráficos para que os dados coletados anteriormente se tornem mais claros e para que seja possível fazer uma análise visual das informações obtidas, que servirão como *insights* a serem levados em conta durante a construção do modelo.

Etapa 3: Desenvolvimento do Modelo

A partir da análise já feita, pode-se desenvolver um modelo que leve em conta as informações obtidas na segunda etapa. Dessa maneira, a modelagem foi direcionada mais rapidamente a um uso de dados que, a princípio, apresentam relação entre si, haja vista que poderia ser uma perda de tempo desenvolver um modelo para dados totalmente independentes.

Será utilizado o programa SPSS como forma de facilitar os cálculos e análises e, assim, ser possível encontrar a equação que melhor se encaixe aos pontos especificados de maneira prática.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesta seção descreve-se a aplicação do método de acordo com as etapas descritas anteriormente.

Etapa 1: Coleta de dados

O lucro líquido e patrimônio líquido foram obtidos e com isso foi possível gerar a tabela 1, que pode ser visualizada a seguir, com o retorno sobre patrimônio líquido durante o período para as empresas do segmento da construção civil.

Tabela 1 – Histórico de retorno sobre patrimônio líquido

	2007	2008	2009	2010	2011	Média
CR2	-1,43%	9,92%	3,97%	10,47%	3,35%	5,26%
CYRELA REALT	20,39%	13,09%	18,93%	14,63%	12,03%	15,81%
EVEN	4,59%	7,57%	14,05%	4,16%	14,60%	8,99%
EZTEC	6,12%	12,93%	17,85%	6,69%	23,33%	13,38%
GAFISA	7,42%	6,82%	9,18%	0,55%	2,82%	5,36%
HELBOR	1,88%	13,27%	18,69%	25,01%	23,47%	16,46%
JHSF PART	6,84%	17,28%	15,99%	19,79%	18,90%	15,76%
JOAO FORTES	4,39%	-1,23%	27,67%	26,75%	16,21%	14,76%
MRV	3,12%	14,89%	14,52%	22,12%	22,24%	15,38%
PDG REALT	5,27%	12,36%	11,50%	13,24%	10,97%	10,67%
RODOBENSIMOB	7,42%	13,79%	4,46%	8,99%	8,12%	8,56%
ROSSI RESID	11,21%	9,58%	9,55%	13,87%	12,20%	11,28%
TECNISA	4,27%	9,47%	12,55%	16,74%	8,85%	10,38%
TRISUL	4,94%	2,09%	11,14%	7,87%	-8,23%	3,56%
Média	6,17%	10,13%	13,58%	13,63%	12,06%	

Fonte: Site BM&FBovespa, adaptado pelo autor.

Também foi coletado o retorno da ação de cada empresa listada na tabela 2 para que seja possível realizar a análise fundamentalista com relação ao mercado durante o mesmo período. A tabela com a valorização das ações pode ser visto a seguir.

Tabela 2 – Histórico de valorização das ações

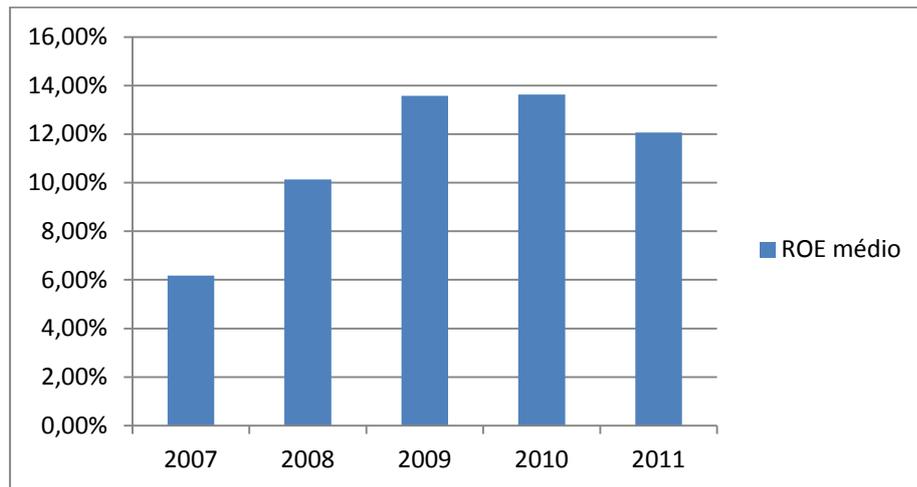
	2008	2009	2010	2011	2012	Média
CR2	-75,40%	88,20%	29,70%	-15,00%	-19,40%	1,62%
CYRELA REALT	-61,90%	170,00%	-8,80%	-30,70%	22,80%	18,28%
EVEN	-82,80%	202,30%	3,30%	-25,90%	57,00%	30,78%
EZTEC	-73,00%	277,60%	70,60%	15,40%	66,80%	71,48%
GAFISA	-68,20%	172,10%	-13,90%	-65,00%	14,30%	7,86%
HELBOR	-75,80%	383,70%	72,70%	2,60%	89,40%	94,52%
JHSF PART	-70,70%	149,20%	-0,90%	65,70%	62,30%	41,12%
JOAO FORTES	-73,10%	220,00%	47,40%	-20,30%	-18,80%	31,04%
MRV	-74,20%	339,00%	13,70%	-30,60%	16,40%	52,86%
PDG REALT	-54,70%	220,50%	18,70%	-40,90%	-41,90%	20,34%
RODOBENSIMOB	-62,80%	137,30%	-6,10%	-31,50%	17,40%	10,86%
ROSSI RESID	-83,20%	312,80%	-1,80%	-44,70%	-39,60%	28,70%
TECNISA	-69,70%	213,50%	8,80%	-7,40%	-17,10%	25,62%
TRISUL	-76,00%	152,00%	23,30%	-58,50%	1,40%	8,44%
Média	-71,54%	217,01%	18,34%	-20,49%	15,07%	

Fonte: Site BM&FBovespa, adaptado pelo autor.

Etapa 2: Análise dos dados

Com os dados coletados foi possível calcular, na etapa anterior, a média de retorno sobre patrimônio líquido das empresas estudadas ao longo do tempo. Assim é possível visualizar essa informação no gráfico abaixo.

Gráfico 2 – ROE médio do setor

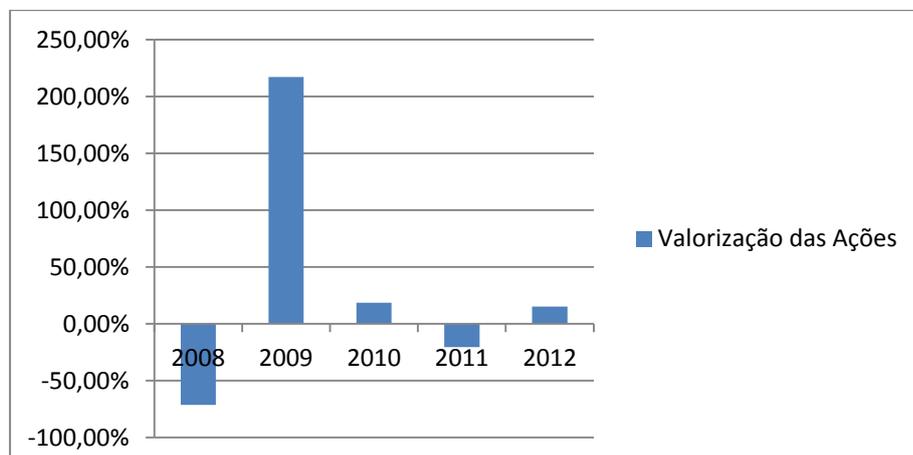


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo gráfico, é possível perceber que o retorno médio sobre patrimônio líquido das empresas estudadas cresceu de 2007 a 2009, ocorrendo uma estabilização e uma leve queda nos anos seguintes. Mesmo em um período de forte crise no mercado de ações, no ano de 2008, em média as empresas do segmento obtiveram um bom indicador com tendência inclusive de alta.

A valorização média das ações no mercado pode ser visualizada no gráfico a seguinte.

Gráfico 3 – Valorização das Ações



Fonte: Elaborado pelo autor.

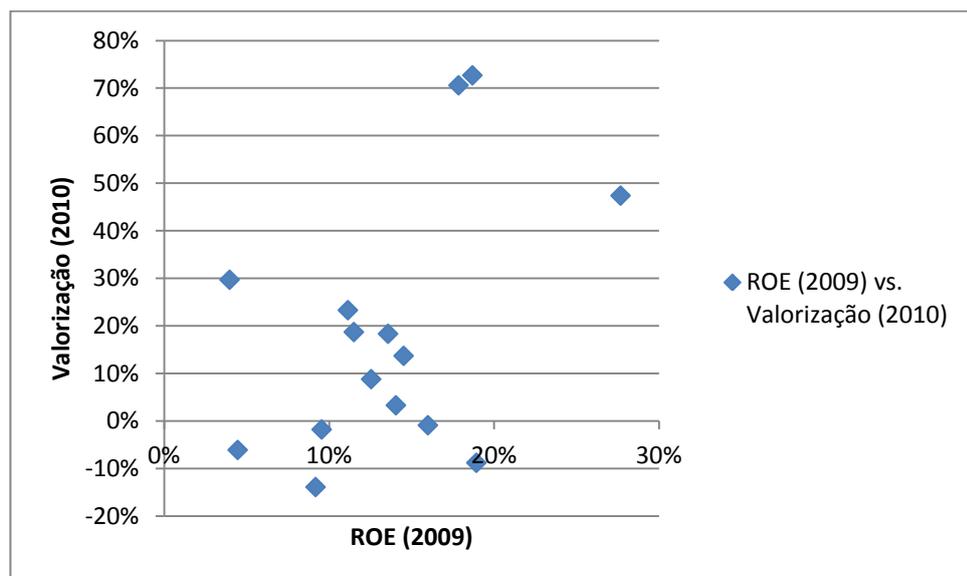
Pelo gráfico de valorização das ações é possível visualizar uma grande alternância de valores. Na crise de 2008 houve uma forte queda, seguida por uma alta incrível no ano seguinte. Os anos que se sucederam tiveram variações relativamente menores aos do período de crise, havendo uma alternância, porcentagens positivas, em 2010 e 2012, e negativa no ano de 2011.

Por meio da comparação do gráfico do retorno sobre patrimônio líquido com relação ao gráfico de valorização das ações, percebe-se que o primeiro é bastante estável, pois sempre se mostrou positivo e com variações relativamente pequenas. O segundo gráfico é bastante volátil, com uma alternância alta entre valores positivos e negativos.

A princípio não se visualiza qualquer relação entre as duas informações, pois o retorno sobre patrimônio líquido não parece influenciar no retorno ao acionista.

Para verificar se existe alguma relação entre esses dados, será feito um gráfico de dispersão, utilizando o retorno sobre patrimônio líquido do final do ano de 2009 com a valorização das ações no ano seguinte, 2010 para cada empresa. Assim, verificar-se-á se o ROE, de alguma maneira, influenciou a valorização das ações após um ano. O gráfico 4 apresenta essa informação.

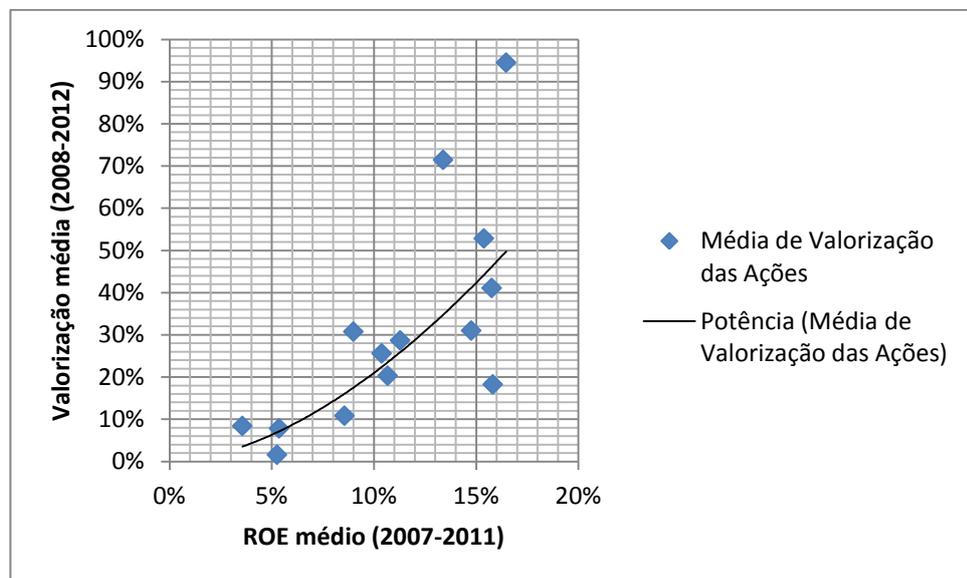
Gráfico 4 – ROE (2009) x Valorização (2010)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico de dispersão para o ano de 2010 também não apresentou nenhum padrão muito claro. Aparentemente não é possível desenvolver qualquer modelo baseado nesses dados. Por isso, será feita uma nova tentativa, mas para um período mais longo. Em vez de verificar para o período de um ano qualquer, será feito o gráfico de dispersão do ROE com a valorização para todo o período estudado, utilizando para isso a média total do período. O gráfico 5 apresenta a nova dispersão.

Gráfico 5 – Média de Valorização x ROE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da utilização da média dos retornos sobre patrimônio líquido das empresas durante todo o período e da média da valorização de suas respectivas ações após um ano, foi gerado um gráfico de dispersão que apresenta visualmente um padrão considerado positivo. Observa-se, pelo gráfico 5, que quanto maior é o retorno médio histórico sobre patrimônio líquido de uma determinada empresa, maior também será a sua valorização média histórica no mercado de ações. Com base nessa informação, obteve-se um *insight* para o desenvolvimento de um modelo que possa prever os resultados no mercado com base no retorno sobre o patrimônio líquido.

Etapa 3: Desenvolvimento do modelo

Antes de desenvolver o modelo propriamente dito, é necessário dividir os dados coletados em dois grupos. O grupo de treinamento, composto por 10 empresas, servirá para calcular a regressão linear, enquanto o grupo de teste, composto por 4 empresas, será o grupo em que o modelo vai ser usado. Dessa maneira, é possível comparar os dados calculados pelo modelo com os dados reais apresentados no mercado, em uma amostra que não foi tomada como base para o desenvolvimento da reta de regressão.

A escolha das empresas que farão parte de cada grupo é importantíssima, pois ela pode gerar um viés ao modelo. Para que isso seja evitado, faz-se necessário a homogeneização dos grupos. Assim, o primeiro grupo deve representar da melhor maneira possível todas as empresas do segmento. Fez-se a escolha, então, das empresas destacadas na tabela 3.

Tabela 3 – Fator Multiplicação entre ROE médio e Valorização Média

EMPRESA	ROE	VAL	ROE x VAL
HELBOR	16,46%	94,52%	15,56%
EZTEC	13,38%	71,48%	9,56%
MRV	15,38%	52,86%	8,13%
JHSF PART	15,76%	41,12%	6,48%
JOAO FORTES	14,76%	31,04%	4,58%
ROSSI RESID	11,28%	28,70%	3,24%
CYRELA REALT	15,81%	18,28%	2,89%
EVEN	8,99%	30,78%	2,77%
TECNISA	10,38%	25,62%	2,66%
PDG REALT	10,67%	20,34%	2,17%
RODOBENSIMOB	8,56%	10,86%	0,93%
GAFISA	5,36%	7,86%	0,42%
TRISUL	3,56%	8,44%	0,30%
CR2	5,26%	1,62%	0,09%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tentativa de homogeneização, foi feito um quadro posto em ordem decrescente pelo fator ROE médio multiplicado pela valorização média das ações e, então, foram escolhidas as empresas de maneira alternada. Essa foi a maneira encontrada para que fosse possível selecionar empresas dispersas a longo de toda a faixa de estudo, não dando um viés, por exemplo, de escolher apenas empresas

com ROE alto ou apenas empresas que tenha uma forte desvalorização. Assim, têm-se empresas que representam tanto ROE e valorização alta, média e baixa, cobrindo toda a faixa de valores encontrados. As empresas a serem testadas, portanto, estariam dentro da faixa coberta pelo modelo, não sendo necessário realizar extrapolações.

Portanto, os grupos ficaram divididos como apresentados pelas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Grupo de treinamento: Empresas utilizadas na modelagem

EMPRESA	ROE	VAL
HELBOR	16,46%	94,52%
EZTEC	13,38%	71,48%
JHSF PART	15,76%	41,12%
JOAO FORTES	14,76%	31,04%
CYRELA REALT	15,81%	18,28%
EVEN	8,99%	30,78%
PDG REALT	10,67%	20,34%
RODOBENSIMOB	8,56%	10,86%
TRISUL	3,56%	8,44%
CR2	5,26%	1,62%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Grupo de teste: Empresas para teste do modelo

EMPRESA	ROE	VAL
MRV	15,38%	52,86%
ROSSI RESID	11,28%	28,70%
TECNISA	10,38%	25,62%
GAFISA	5,36%	7,86%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a escolha das empresas, será feito um modelo de regressão linear utilizando o software SPSS para o grupo de treinamento. As saídas apresentadas pelo SPSS serão mostradas em quadros e analisadas a seguir.

Quadro 4 – Estatística descritiva

	Média	Desvio Padrão	N
Valorização média	0,3284	0,2943	10
ROE médio	0,1132	0,0463	10

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

Esse quadro apresenta a média e o desvio padrão dos dados de entrada (X), ROE médio e dos dados de saída (Y), valorização média. Com essa informação encontra-se o Coeficiente de Variação (CV).

$$CV_y = 0,2943 / 0,3284 = 89,62\%$$

$$CV_x = 0,0463 / 0,1132 = 40,90\%$$

Como o coeficiente de variação da valorização média (Y) foi muito alto, resolveu-se analisar qual transformação seria a mais adequada para que o modelo seja o melhor possível. Por isso, foram testadas algumas transformações e comparadas com relação ao coeficiente de Pearson. Essa análise pode ser visualizada no quadro a seguir:

Tabela 6 – Coeficiente de Pearson para cada transformação

Transformação	Significado	Coef. Pearson
VAL	y	66,40%
R1VAL	$y^{\frac{1}{2}}$	74,40%
R2VAL	$y^{\frac{1}{4}}$	76,89%
R3VAL	$y^{\frac{1}{8}}$	77,23%
R4VAL	$y^{\frac{1}{16}}$	77,13%
LNVAL	$\ln y$	76,84%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela anterior, VAL representa a valorização das médias, enquanto que R1VAL representa a raiz quadrada de VAL, e R2VAL a raiz quadrada de R1VAL e, assim, chega-se até R4VAL, como sendo a raiz quadrada de R3VAL. Também se testa a transformação logarítmica, LNVAL.

Verifica-se que, a partir de R4VAL, o coeficiente de Pearson começa a diminuir e que R3VAL é a transformação que dá o melhor coeficiente. Portanto, resolve-se utilizar essa transformação que apresenta o maior coeficiente. Assim, o novo coeficiente de variação de Y será o seguinte.

$$CV_y = 0,1149 / 0,8291 = 13,85\%$$

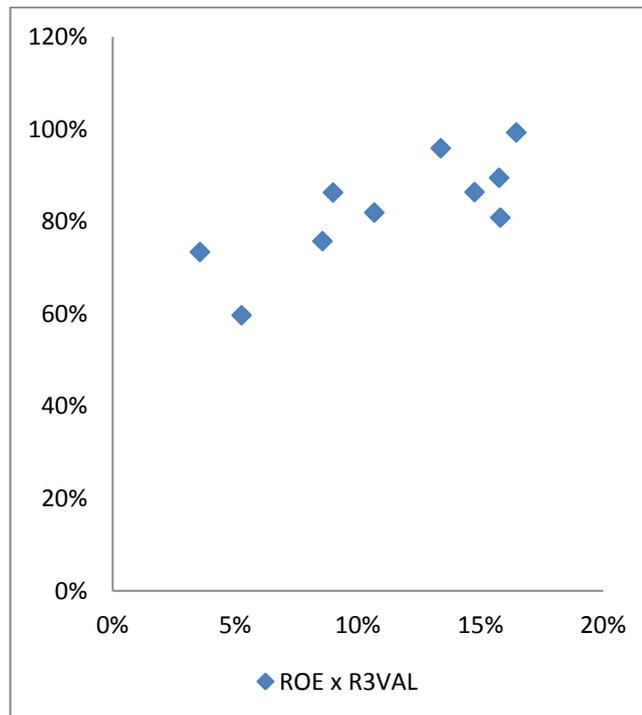
O quadro com os novos dados a serem utilizados para o desenvolvimento do modelo e o gráfico de regressão pode ser visualizado logo a seguir.

Tabela 7 – ROE x R3VAL

ROE	R3VAL
16,46%	99,30%
13,38%	95,89%
15,76%	89,49%
14,76%	86,40%
15,81%	80,86%
8,99%	86,30%
10,67%	81,95%
8,56%	75,77%
3,56%	73,42%
5,26%	59,73%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6 – ROE x R3VAL



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para esses novos dados transformados, o SPSS apresenta os seguintes resultados.

Quadro 5 – Correlação de Pearson

	R3VAL	ROE
R3VAL	1	0,772
ROE	0,772	1

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

Pela Correlação de Pearson do quadro anterior, verifica-se que a correlação entre o ROE e R3VAL do período é de 77,2%. Isso significa que, entre essas duas variáveis, existe uma relação relativamente forte e positiva.

O próximo quadro apresentado pelo SPSS é o seguinte:

Quadro 6 – Resumo do modelo

R	R ²	R ² Ajustado	Erro padrão da estimativa
0,772	0,597	0,546	0,077

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

O quadro anterior apresenta o módulo da Correlação de Pearson, R, e o coeficiente de determinação, R². O coeficiente de determinação do modelo apresentado informa que 59,7% da variação total é explicada pela relação entre X e Y. O R² ajustado não é analisado devido o modelo ser apenas uma regressão linear simples e, portanto, só possui uma única variável independente. O erro padrão de estimativa de σ do modelo é de 7,7%, que poderá ser usado caso seja necessário comparar com outros modelos.

Quadro 7 – ANOVA

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Erro quadrático médio	F	Sig.
1	Regressão	0,071	1	0,071	11,827	0,009
	Residual	0,048	8	0,006		
	Total	0,119	9			

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

Observando-se o quadro ANOVA (acrônimo de *Analysis of Variance*), realiza-se o teste F do modelo, que servirá para avaliar a importância relativa dos resíduos devido à entrada da nova variável, sobre os resíduos da regressão sem esta variável. Este teste é mais útil no caso de regressão múltipla, quando se pretende escolher as variáveis que no conjunto melhoram o modelo. Quanto maior for o valor de F, maior será a evidência da inclusão da variável X no modelo.

Como o valor de significância calculado é menor que o nível de significância adotado ($0,009 < 0,05$), rejeita-se a hipótese de modelo reduzido e conclui-se que o

modelo completo, que contém a variável independente, é melhor que o modelo reduzido e, portanto, existe relação linear entre X e Y.

O próximo quadro apresentado pelo SPSS é o de coeficientes.

Quadro 8 – Coeficientes

Modelo	Coeficientes Originais		t	Sig.	95,0% Intervalo de Confiança		
	β	Erro padrão			Limite Inferior	Limite Superior	
	1	β_0			0,61	0,068	9,04
	β_1	1,92	0,557	3,44	0,01	0,632	3,202

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

Como a significância calculada do ROE médio (β_1) é inferior ao nível de significância ($0,009 < 0,05$), conclui-se que há evidência de relação linear entre o X (ROE) e Y. O modelo então é aprovado pelo teste t para β_1 .

Pelo quadro 8, pode-se verificar, pela coluna dos coeficientes originais, que o modelo será:

$$Y = 0,61 + 1,92 \cdot X$$

Lembrando que Y não é mais a valorização média, mas a raiz oitava da valorização média. Pelo quadro de coeficientes também é possível verificar que existe 95% de confiança β_1 encontrado pertencer ao intervalo [0,632; 3,202].

O próximo quadro apresentado pelo SPSS é o de estatística dos resíduos.

Quadro 9 – Estatística dos Resíduos

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Resíduo Padrão	-1,494	1,167	0	0,943

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

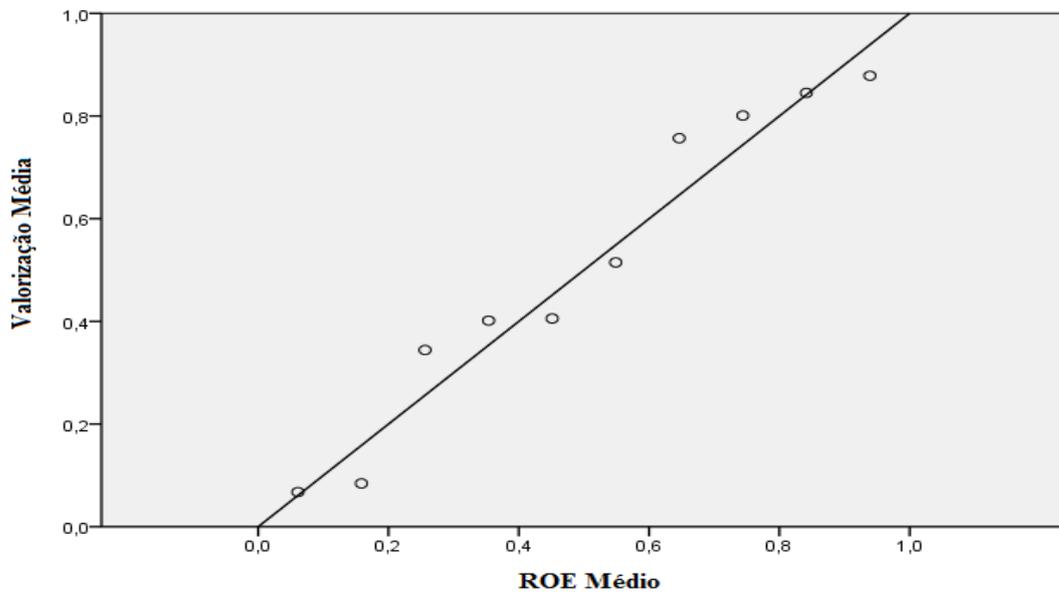
Como o resíduo padrão, *Std Residual*, não apresenta valores abaixo de -3 nem acima de 3, não existem candidatos a *outliers* ou valor influente.

Resta verificar as premissas do modelo para assegurar a sua adequabilidade. As premissas e os gráficos que servirão de auxílio podem ser vistos logo a seguir.

Premissas básicas do modelo:

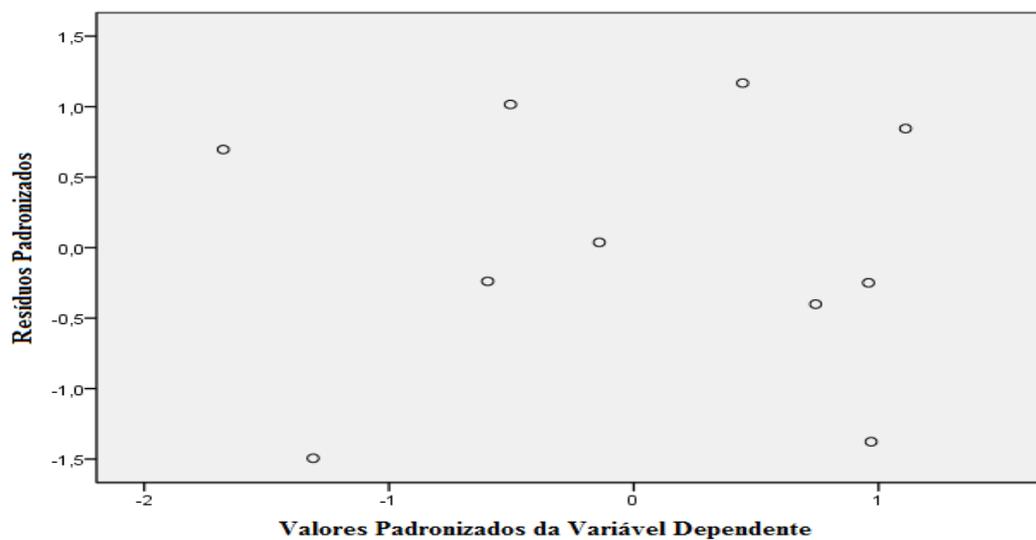
- a) Linearidade;
- b) $\varepsilon_i \sim \text{Normal}$ – Normalidade;
- c) $E(\varepsilon_i) = 0$;
- d) $\sigma_2(\varepsilon_i)$ constante \rightarrow Homocedasticidade;
- e) $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \rightarrow$ Independência.

Gráfico 7 – Gráfico do modelo de regressão linear com dados padronizados



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

Gráfico 8 – Gráfico de dispersão dos resíduos



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do SPSS.

A primeira premissa, de linearidade, é satisfeita, pois passou pelo teste F e, portanto, existe relação linear. O gráfico de resíduos versus valores ajustados também prova satisfazer essa premissa, pois os pontos estão distribuídos sem uma forma definida.

A segunda e terceira premissa, dos itens b e c, também são satisfeitas, pois, pelo gráfico do modelo de regressão, verifica-se que as observações estão na reta ou próxima a ela.

A quarta premissa, homocedasticidade, também não é violada, porque os pontos do gráfico de resíduos não apresentam um padrão de afastamento ou aproximação da média zero.

A quinta premissa também é válida, pois os pontos no gráfico de resíduos estão distribuídos de maneira aleatória. Essa premissa não é violada, porque os pontos não estão distribuídos como retas paralelas, o que significaria que a média dos resíduos estaria variando proporcionalmente a variação da valorização média, demonstrando não haver independência.

Ao realizar a regressão linear, constatou-se que existe uma relação linear significativa entre as variáveis Y (Valorização média das ações) e X (Retorno sobre patrimônio líquido médio), para a amostra estudada. Dessa maneira, é possível estimar a valorização média das ações a partir do retorno sobre o patrimônio líquido médio pelo modelo de regressão linear.

O último passo é comparar a valorização média real com a valorização média calculada pelo modelo encontrado para o grupo de teste. Pode-se visualizar essa comparação pela tabela 8.

Tabela 8 – Comparação entre Y real e Y previsto pelo modelo

EMPRESA	ROE	VAL	R3VAL (Y)	Yprev	Erro
MRV	15,38%	52,86%	92,34%	90,69%	1,79%
ROSSI RESID	11,28%	28,70%	85,55%	82,83%	3,18%
TECNISA	10,38%	25,62%	84,35%	81,11%	3,84%
GAFISA	5,36%	7,86%	72,77%	71,48%	1,76%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao ser comparado o valor real de Y com o valor calculado pelo modelo, verificou-se um erro mínimo de 1,76% para o caso da Gafisa e máximo de 3,84% para a Tecnisa, com uma média de erro de 2,64% para a amostra selecionada.

Pode-se também verificar, na tabela a seguir, o erro obtido após retirar a transformação efetuada para Y, tanto para o real como para o calculado.

Tabela 9 – Comparação entre valorização real e prevista

EMPRESA	VALreal	VALprev	Erro
MRV	52,86%	45,76%	13,43%
ROSSI RESID	28,70%	22,16%	22,80%
TECNISA	25,62%	18,73%	26,88%
GAFISA	7,86%	6,82%	13,29%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que o erro aumenta ao serem comparadas as variáveis originais, sem transformação. Tem-se o erro mínimo de 13,29% para a Gafisa e máximo de 26,88% para a Tecnisa. A média de erro fica em torno de 19,10% para a amostra selecionada para o teste do modelo. Em um mercado volátil como o de ações, que pode apresentar variações altíssimas em curtos períodos de tempo, pode-se considerar esse erro de previsão, no longo prazo, apresentado na tabela 9, como totalmente aceitável, haja vista que ele será utilizado apenas como uma ferramenta complementar de análise.

Como outra forma de análise desses resultados, pode-se compará-los com os erros obtidos caso a transformação utilizada fosse apenas a raiz quadrada da valorização média das ações, também chamada de R1VAL.

Tabela 10 – Comparação entre Y real e Y previsto para R1VAL

EMPRESA	ROE	VAL	R1VAL	Yprev	Erro
MRV	15,38%	52,86%	72,70%	49,93%	31,32%
ROSSI RESID	11,28%	28,70%	53,57%	32,62%	39,10%
TECNISA	10,38%	25,62%	50,62%	28,82%	43,05%
GAFISA	5,36%	7,86%	28,04%	7,63%	72,78%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se perceber que o erro obtido ao desenvolver um modelo com base no domínio da transformação de R1VAL é maior. Ao voltar ao domínio original o erro aumenta mais ainda, chegando a mais de 90% de erro, como se pode notar pela tabela 11:

Tabela 11 – Comparação entre valorização real e calculada para R1VAL

EMPRESA	VALreal	VALcalc	Erro
MRV	52,86%	24,93%	52,84%
ROSSI RESID	28,70%	10,64%	62,92%
TECNISA	25,62%	8,31%	67,58%
GAFISA	7,86%	0,58%	92,59%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa comparação dos erros entre os dois modelos traz a ideia de que a transformação R3VAL trouxe um bom grau de precisão, haja vista apresentar erros consideravelmente menores, pois a sua média de erro (19,10%) é bem inferior à média de erro de outros modelos, como o do R1VAL (68,98%), comprovando que o modelo desenvolvido, para os dados coletados e para o conceito de linearidade, é significativamente útil ao ser utilizado como uma ferramenta complementar de análise de investimentos no mercado de ações para o segmento da construção civil.

4 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi realizar um estudo estatístico do comportamento da valorização média das ações do segmento da construção civil de acordo com o indicador retorno sobre o patrimônio líquido. Para atingir esse objetivo, a pesquisa foi desenvolvida através de uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma aplicação desenvolvida sobre dados coletados diretamente da BM&FBovespa, visando um entendimento maior a respeito do mercado em questão por meio de análises visuais e estatísticas.

Através da pesquisa bibliográfica foi possível entender melhor o comportamento do mercado de ações, com grande volatilidade e incerteza de previsão. Aprendeu-se também que, ao se analisar as cotações no longo prazo, pode-se perceber certo padrão, devido às características de longo prazo do mercado estudado. Foi apresentada também a teoria estatística voltada para análise dos dados empíricos e para a sua modelagem linear.

Por meio da aplicação, pode-se constatar a baixa relação existente entre a valorização das ações e o indicador retorno sobre patrimônio líquido para um curtíssimo prazo, de um ano, e a significativa correlação positiva existente para essas variáveis em um período mais longo. Também foi possível desenvolver um modelo de regressão linear com base em um grupo de treinamento, de 10 empresas, para ser aplicado a um grupo de teste, de 4 empresas, a título de comparação. Verificou-se, ao analisar o comportamento volátil do mercado de ações e realizar comparação com outro modelo, que os erros não foram ruins, dadas às transformações realizadas, entretanto, é importantíssimo salientar que o modelo desenvolvido não deve ser usado para análise de investimento devido a uma série de restrições explícitas e implícitas, e que este trabalho deve ser encarado apenas como um exercício de modelagem.

Em relação a sugestões para trabalhos futuros, seria interessante desenvolver um novo modelo que não fosse linear e que contivesse mais variáveis independentes. Como o mercado de ações é influenciado por uma incontável quantidade de variáveis, o mais prudente seria utilizar outras além do ROE. Assim, talvez seja possível obter um modelo mais preciso.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fábio Portela Lopes de. **Manual do Pequeno Investidor em Ações**. 2013. Disponível em: <<http://opequenoinvestidor.com.br>>. Acesso em: 04 ago. 2013.
- BARROS NETO, Benício de; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BERNARDT, Francisco; NUNES, Maurício Martins. **Correlação entre os indicadores da análise fundamentalista e a variação da cotação de ativos na bolsa de valores de São Paulo**. 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- BOAVENTURA, Rodrigo; SILVA, Antônio Carlos Magalhães da. As variáveis fundamentalistas no apreçamento de ativos nos setores elétrico, siderúrgico e telecomunicações na Bovespa. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 37-50, set./dez., 2010.
- COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. São Paulo: Edgar Blucher, 1977.
- FISHER, Ken; CHOU, Jennifer; HOFFMANS, Lara. **O jeito Ken Fisher de investir: como multiplicar seu dinheiro sabendo o que os outros não sabem**. São Paulo: Saraiva, 2011.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAVEMAN, R. H.; KNOPF, K. A. **O Sistema de Mercado**. São Paulo: Pioneira, 1972.
- KOBORI, José. **Análise fundamentalista: como obter uma performance superior e consistente no mercado de ações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- LUEDERS, Anderson. **Investindo em small caps: um roteiro completo para se tornar um investidor de sucesso**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística geral e aplicada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MATIAS, A. B. **Análise financeira fundamentalista de empresas**. São Paulo: Atlas, 2009.
- MONTGOMERY, Douglas C; RUNGER, George C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- NAGANO, Marcelo Seido; MERLO, Edgard Monforte; SILVA, Maristela Cardoso da. As variáveis fundamentalistas e seus impactos na taxa de retorno de ações no Brasil. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 13-28, maio/dez., 2003. Disponível em:

<http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v6_n2/02_Marcelo.pdf>. Acesso em: 19 set. 2013.

OLIVEIRA, Marcos Paulo Silvério de. **Indicadores Fundamentalistas e sua relação com o retorno futuro de ações no Mercado Brasileiro no período de 2000-2009**. 2011. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PÓVOA, Alexandre. **Valuation**: como precificar ações. 2. ed. São Paulo: Globo, 2007.

SARTORIS, Alexandre. **Estatística e introdução à econometria**. São Paulo: Saraiva, 2003.

SOARES, Eduardo Rosa; GALDI, Fernando Caio. Relação dos modelos DuPont com o retorno das ações no mercado brasileiro. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 22, n. 57, p. 279-298, set./dez., 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v22n57/04.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2013.

BM&FBOVESPA. **Estatísticas**. São Paulo: BM&FBOVESPA, 2013. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/shared/iframeHotSiteBarraCanal.aspx?altura=900&idioma=pt-br&url=www.bmfbovespa.com.br/informe/default.asp>>. Acesso em: 13 ago. 2013.