

**FUNDAÇÃO PEDRO LEOPOLDO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

**Joelson de Figueiredo Fernandes**

**ALAVANCAGEM FINANCEIRA E RISCO DE MERCADO: um estudo aplicado ao  
setor siderúrgico brasileiro**

**Pedro Leopoldo**

**2013**

**Joelson de Figueiredo Fernandes**

**ALAVANCAGEM FINANCEIRA E RISCO DE MERCADO: um estudo aplicado ao  
setor siderúrgico brasileiro**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Administração, da Fundação Pedro Leopoldo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Gestão da Inovação e Competitividade.

Linha de Pesquisa: Competitividade e Marketing

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lamounier  
Locatelli

**Pedro Leopoldo**

**2013**

338.4336362  
F362e

FERNANDES, Joelson de Figueiredo

Estrutura de capital das empresas do sistema siderúrgico brasileiro : efeitos da alavancagem através de Beta Botton Up / Joelson Fernandes Figueiredo.

- Pedro Leopoldo : FPL, 2013.

88 p.

Dissertação Mestrado Profissional em Administração.  
Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo – FPL , Pedro Leopoldo, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lamounier Locatelli

1. Estrutura de Capital. 2. Risco. 3. Equação Hamada.  
4. Beta Botton Up.

I.LOCATELLI, Ronaldo Lamounier, orient.

II. Título.

CDD: 338.4336362

## FOLHA DE APROVAÇÃO


**Título da Dissertação: "ALAVANCAGEM FINANCEIRA E RISCO DE MERCADO: um estudo aplicado ao setor siderúrgico".**

**Nome do Aluno: JOELSON DE FIGUEIREDO FERNANDES**

Dissertação de mestrado, modalidade Profissionalizante, defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade Pedro Leopoldo, aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ronaldo Lamounier Locatelli – Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Tarcísio Afonso

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wendel Alex Castro Silva

Pedro Leopoldo (MG), 27 de agosto de 2013.

Ao “pedaço de mim”: Pedro. Meu filho tão querido e amado. Aos meus pais Artur e Zeli e aos meus irmãos: Julio, Jocenir e Jucemara, por serem [todos] a fonte de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A meu pai Artur e minha mãe Zeli pela base dos ensinamentos de como lidar com o amor e respeito à vida.

A meus irmãos: Julio, em sua aparente distância, porém presente carinho, atenção e fraternidade; Jocenir, por sua maneira de me proteger e amar; Jucemara, por seu jeito de mãe/irmã/amiga que sempre me fez bem. Amo vocês!

Ao meu filho, meu porto seguro, força motriz de minha vida. Apesar da tenra idade, agradeço sua enorme paciência, amor e carinho comigo durante esta jornada e, certamente, as que virão.

Aos meus amigos [impossível listá-los aqui], pela fidelidade, carinho, atenção, paciência, dedicação e lenitivos ombros. Vocês fazem parte de mim.

Ao meu orientador professor Dr. Ronaldo Lamounier Locatelli, não só por sua orientação, mas também por sua acolhida, sua amizade, seus ensinamentos compartilhados e sua confiança depositada em mim.

Aos meus professores Doutores Giroletti, Tarcísio, Edson Lara, Jorge Tadeu, Heloísa, Mauro Calixta, Vera Cançado, Maria Celeste, José Antônio Neto, pela oportunidade da convivência e os ensinamentos compartilhados.

Aos colegas de sala de aula, minha querida “Favela”: Breno, Dario, Edilson, Érica, Fernanda, Jocimar, “Seu” Jorge, Jurema, Luiz, Marcelo, Natália, Paola, Paula, Renato e Romana, por terem tornado agradável o fardo dos sábados longe da família e em outros dias mais.

Aos colegas que me elegeram representante dos alunos durante o curso de mestrado.

Às funcionárias Jussara Batista, Claudia Ismênia e Edna Marta pela dedicação, carinho e esmero com que cuidaram de nós alunos.

Aos meus colegas de trabalho do Banco do Brasil, pela colaboração e paciência em me ouvir falando sobre o tema.

O poeta Luiz Vaz de Camões escreveu seus poemas no século XVI. O soneto abaixo demonstra que a preocupação pela medição da alavancagem sempre foi tema recorrente em várias áreas do saber.

*“Quem vê, Senhora, claro e manifesto,  
O lindo ser de vossos olhos belos,  
Se não perder a vista só com vê-los,  
Já não paga o que deve a vosso gesto.  
Este me parecia preço honesto;  
Mas eu, por de vantagens merecê-los,  
Dei mais vida e alma por querê-los,  
Donde já me não fica mais resto.  
Assim que alma, que vida, que esperança  
E que quanto for meu, é tudo vosso;  
Mas de tudo o interesse eu só o levo;  
Porque é tamanha bem-aventurança  
O dar-vos quanto tenho e quanto posso,  
Que quanto mais vos pago, mais vos devo.”*

*(Luís Vaz de Camões)*

## RESUMO

O risco e a estrutura de capital das empresas são assuntos que despertam interesse tanto dos profissionais de mercado, quanto dos pesquisadores acadêmicos. A partir das contribuições seminais de Modigliani e Miller (estrutura de capital e uso de dívida) e de Sharpe e Markowitz (risco e retorno) foram desenvolvidas teorias e novos métodos de análise que permitem um tratamento mais compreensivo e adequado desses temas. Esta dissertação incorpora os avanços apresentados na área de finanças corporativas e teve por objetivo analisar o risco de mercado do setor siderúrgico do país, com ênfase nas implicações decorrentes da alavancagem financeira. Foi empregado o modelo que quantifica riscos de mercado mediante o cálculo de beta alavancado. Foram analisados os efeitos do uso da dívida no risco de mercado de cada uma das empresas objeto da amostra. Ao adotar o modelo de bottonup, o estudo quantificou o risco da indústria siderúrgica como um todo, consoante a estrutura de capital média do setor. A dissertação utilizou uma abordagem quantitativa baseada na análise de regressão para estimar os betas alavancados, sendo empregado o método dos mínimos quadrados ordinários. Quando necessário, utilizou-se o modelo condicional conhecido, também, como GARCH-M. Os resultados alcançados sinalizam para um risco potencialmente maior do setor siderúrgico do que o risco da carteira de mercado (IBOVESPA). Foram feitas análises de sensibilidade do beta em relação ao endividamento das empresas e os resultados dão sustentação à hipótese de que maior alavancagem potencializa os riscos do negócio, mas não autorizam propugnar que as empresas usem mais capital próprio e deixem de explorar os resultados advindos do uso de dívida na geração de valor. O objeto da pesquisa é mais restrito, objetivou quantificar o risco de mercado de empresas siderúrgicas e os efeitos advindos de escolhas alternativas de formas de financiamento, que são importantes elementos e que devem ser considerados em qualquer análise de investimento e estratégia financeira.

Palavras-chave: Estrutura de capital, Risco, Beta alavancado, Beta bottonup.



## ABSTRACT

The enterprise risk and its capital structure are two issues that still draw attention from both professionals and scholar researchers. Starting with seminal works by Modigliani and Miller (capital structure and debt usage) as well as the ones by Sharpe and Markowitz (risk and yields), theories and new analysis methods have been developed in order to provide a more comprehensive and adequate treatment toward those themes. This thesis embodies the progress made in the corporate finance field and aims to analyze the steel sector market risk in the country, with emphasis on the implications of financial leverage. A model that quantifies market risk - by calculating the levered beta - has been here applied. And so have been analysed the effects of debt usage in the market risk of each selected enterprise. By adopting the bottomup model, the study has quantified the steel industry risk as a whole - in accordance with the industry average capital structure. The essay has used a quantitative approach based on regression analysis to estimate the levered betas, and applied the method of ordinary least squares (OLS). Whenever needed, the conditional model - known also as GARCH-M - was then taken. The results have indicated a potentially higher risk to the steel industry rather than the portfolio market (Bovespa Index). Sensitivity analyzes to beta, in relation to the indebtedness of firms, have been made and the results do support the hypothesis which states that a higher leverage approach enhances the business risk, but do not authorize advocate that firms use more equity and stop using the results from debt usage on value generation. The research object of this study is restricted to quantifying the market risk of the steel companies and the effects arising from alternative choices when it comes to other financing options. Important elements which should indeed be considered in any investment and financial strategies analysis.

Keywords: capital structure, risk, leveraged beta, beta bottomup.

## Lista de Gráficos

Gráfico 01: Reta da regressão entre os retornos de mercado e retornos das ações.....	32
Gráfico 02: <i>Security Market Line</i> – SML .....	34
Gráfico 03: Produção de aço bruto no Brasil.....	50
Gráfico 04 : Distribuição Setorial do Consumo de Produtos Siderúrgicos - 2012.....	51
Gráfico 05: Resíduos da regressão do modelo tradicional – Gerdau.....	55
Gráfico 06: Resíduos da regressão do modelo tradicional - USIMINAS.....	59
Gráfico 07: Resíduos da regressão do modelo tradicional – CSN.....	62
Gráfico 08: Risco sistemático e risco não sistemático diversificável.....	78
Gráfico 09: Retorno das Ações A e B .....	79
Gráfico 10: Linhas de tendências das ações A e B .....	80
Gráfico 11: Correlações perfeitas entre ativos A e B .....	88
Gráfico 12: Correlações negativas entre ativos A e B.....	88
Gráfico 13: Sem correlações entre ativos A e B.....	89

## Lista de Tabelas

Tabela 01 – Estimativas de Beta da Gerdau S.A. ....	53
Tabela 02: Teste Breusch-Godfrey para Verificação de Autocorrelação - Gerdau* ....	54
Tabela 03: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade - Gerdau* .....	56
Tabela 04: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – Gerdau* .....	57
Tabela 05: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade - Gerdau * .....	57
Tabela 06: Estimativas de Beta da USIMINAS.....	58
Tabela 07: Teste Breusch-Godfrey: Verificação de Autocorrelação – USIMINAS ....	59
Tabela 08: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade– USIMINAS* .....	59
Tabela 09: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – USIMINAS .....	60
Tabela 10: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade– USIMINAS	60
Tabela 11: Estimativas de Beta da CSN .....	61
Tabela 12: Teste Breusch-Godfrey para Verificação de Autocorrelação– CSN* .....	61
Tabela 13: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade - CSN.....	62
Tabela 14: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – CSN.....	62
Tabela 15: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade– CSN.....	63
Tabela 16: Betas das empresas Gerdau, Usiminas e CSN.....	63
Tabela 17: Betas em diferentes níveis de alavancagens financeiras da Gerdau .....	65
Tabela 18: Betas em diferentes níveis de alavancagens financeiras da Usiminas.....	66
Tabela 19: Cálculo do Beta Setorial Não Alavancado: método <i>bottonup</i> .....	66
Tabela 20: Cálculo do índice Dívida/Capital Próprio do Setor .....	67
Tabela 21: Cálculo do Beta <i>Bottonup</i> do Setor .....	67
Tabela 22: Retornos das ações “A” e “B”. .....	79
Tabela 23: Desvio padrão da Ação A .....	81
Tabela 24: Desvio padrão da Ação B .....	82
Tabela 25: Cenários para probabilidade de ocorrência.....	83
Tabela 26: Médias ponderadas dos retornos das ações .....	83

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contextualização do tema.....	14
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral .....	17
1.2.2 Objetivos Específicos .....	17
1.2 Justificativa.....	18
2 UMA REVISÃO SELETIVA DA LITERATURA TEÓRICA .....	20
2.1 Riscos e Retornos .....	20
2.2 O Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM) .....	26
2.3 A Estrutura de Capital e o Uso de Dívida .....	35
2.4 A Alavancagem e o Beta da Empresa .....	40
2.5 Betas Bottonup .....	43
3 METODOLOGIA.....	45
3.2 Dados e Procedimentos Metodológicos .....	47
3.3 Breve Descrição do Setor Siderúrgico e a Seleção da Amostra .....	50
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	53
4.1 O Beta das Empresas do Setor Siderúrgico Brasileiro .....	53
4.1.1 O Risco Sistemático da Gerdau S.A.....	53
4.1.2 O Risco Sistemático das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A.....	58
4.1.3 O Risco Sistemático da Companhia Siderúrgica Nacional S/A .....	61
4.2 Os Efeitos da Alavancagem Financeira Sobre os Betas .....	63
4.2.1 Cálculos do Beta não alavancado da empresa Gerdau S.A. ....	64
4.2.2 Cálculo do Beta não alavancado da empresa Usiminas .....	65
4.3 Alavancagem, Riscos e Custo do Capital Próprio no Setor Siderúrgico.....	66
4.3.1 O Uso de Beta <i>Bottonup</i> para Mensurar Riscos .....	66
5 CONCLUSÕES.....	70

REFERÊNCIAS .....	73
ANEXO .....	78
1. O Cálculo do Risco.....	78
2. O Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) .....	89

## **1 INTRODUÇÃO**

A especialização do mercado de capitais no mundo exige das empresas o uso de tecnologias e métodos apropriados para modelar riscos, pois estes são levados em consideração, tanto por investidores propensos a adquirir ações das corporações, quanto pelas instituições que fornecem créditos de longo prazo (Ross, Westerfield e Jaffe, 2010).

Para Damodaran (2009), as modernas teorias de finanças passam, pela observação do risco do investimento e suas possíveis consequências em um futuro projetado mediante o uso de métodos e ferramentas econométricas. A escolha do método ou da ferramenta adequada para a elaboração de cenários é condição fundamental para a análise da viabilidade financeira de qualquer investimento.

Neste trabalho, serão aplicados métodos que relacionam o risco do investimento com a estrutura de capital da empresa, resultando numa ferramenta eficiente para a identificação da viabilidade financeira do investimento.

### **1.1 Contextualização do tema**

O capitalismo tem como pilar motriz a livre iniciativa. Este fato fomenta os contratos de compra e venda. Estes ainda, ficam com o compromisso de efetuar-los em um determinado local. Historicamente, a criação de novas formas de produção de mercadorias e o fornecimento de serviços permeiam o cotidiano de cada nação. Desta forma, o capitalismo identifica-se como uma economia de mercado, pois a livre iniciativa é o agente de transformação da sociedade, sendo os incentivos decorrentes da busca pelo lucro e satisfação das necessidades dos consumidores.

A “globalização”, intensificada a partir da década de 90 do século passado, alterou o cenário geopolítico mundial e deu fôlego à internacionalização e a uma nova reabilitação aos papéis dos mercados (Fleurier, 2004). A globalização ampliou o mercado de bens e os consumidores têm maior liberdade de escolha e novas alternativas para adquirir produtos alicerçados nos pilares de baixa de custos. O mercado financeiro e de capitais foi, também, expandido e os

investidores se veem rodeados de vários tipos de ativo financeiro, que não extrapolam as fronteiras regionais.

No cenário acima, seguindo Fleurier (2004), as empresas adequaram-se à realidade de baixar os custos, obrigando-se a contrair, cada vez mais, empréstimos de capitais de terceiros ou abertura de capitais através das ofertas públicas (PO). O mercado financeiro, assim, desenvolve uma importante função social da estabilização do emprego. Mas o autor prossegue afirmando que, conforme a situação de capitalização da empresa, elas estão sujeitas aos altos e baixos da economia.

Para Hicks (1969), os mercados de capitais foram uma mola propulsora que faltava desde a revolução industrial. Grandes projetos de longa duração, para ele, só foram possíveis com a agregação de diversas poupanças individuais, e estas passaram a ser garantidas pela emissão de papéis, transformando os poupadores em detentores de ativos reais.

No mesmo sentido, Fleurier (2004, p. 1), comenta que os mercados de capitais “... são o meio principal para financiar empresas de qualquer tamanho e aplicar as poupanças individuais. São elementos vitais para estimular o crescimento”.

Nos últimos decênios, em especial desde 1980, segundo Krugman (2009) e Berk, Demarzo e Harford (2010), o investimento em ações foi muito bem remunerado devido às altas rentabilidades obtidas pelas empresas. Investir em papéis de risco, que transformavam os seus detentores em proprietários de parcelas das empresas “... foi muito bom, ao menos para quem estivesse disposto a comprar e guardar” (Krugman 2009, p. 153).

Para Krugman (2009), a “Grande Moderação”, época entre 1930 e 1980, caracterizou-se por menores investimentos em ativos de risco, devido à memória recente da grande crise. Porém, com as inflações baixas e sem recessões graves, o “medo” foi dando lugar aos investimentos mais acentuados em ações (Krugman 2009, p.153).

Para demonstrar a alta rentabilidade de aplicações em ações e a exuberância do mercado de capitais nos EUA desde a década de 20, Berk, Demarzo e Harford, (2010, p. 352 e 353) compararam o retorno possibilitado pelas ações com outros investimentos. De acordo com os dados compilados pelos autores, se um investidor tivesse comprado US\$ 100,00 (cem dólares)

em ações de uma carteira de pequenas empresas em 1925, em 2010 contabilizaria um montante um pouco acima de US\$ 10 milhões. Enquanto uma aplicação no mesmo valor em Treasury Bill, Letras do Tesouro dos EUA de três meses, sendo reinvestida sucessivamente resultaria em apenas US\$ 2.107.

A Hipótese da Eficiência de Mercado (HEM), segundo Callado et al. (2010, p. 7), “... tem significativa relevância devido à busca da compreensão do comportamento dos mercados acionários, bem como aos seus desdobramentos gerados a partir da ampliação do escopo de investigação da área de finanças”.

A relação entre retorno das ações e as variáveis macroeconômicas tem sido um *approach* para entender o comportamento das séries históricas dos preços das ações, a fim de proporcionar melhor visão da precificação dos papéis expostos aos riscos dos mercados, pois:

Sem números, não há vantagens nem probabilidades; sem vantagens e probabilidades, o único meio de lidar com o risco é apelar para os deuses e o destino. Sem números, o risco é questão de pura coragem (Bernstein, 1997. P.23).

Ao longo do tempo, especialistas da área de finanças procuram mostrar que há relação entre risco e retorno, e que os investimentos, em geral, não estão livres de risco, e por isto mesmo devem ser avaliados e previstos adequadamente. Entretanto, segundo Dimson (1997), até os anos 60 não havia consenso como incorporar riscos nas análises de investimento, mas isto foi superado pelo modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM) de Sharpe, elaborado a partir de contribuições seminais de Markowitz e Tobin.

A relação entre risco e retorno com a estrutura de capitais de uma empresa começa a ser tecnicamente instrumentalizada com o trabalho de Markowitz (1952), que apresentou métricas estatísticas como ferramenta de análise. Modigliani e Miller (1958 e 1963) lançam ideias de como são estruturados capitais numa organização e suas repercussões no valor delas. Sharpe (1964) publica outro estudo seminal, “Capital assetprices: a theory os Market equilibrium”, onde detalha um modelo para ser aplicado ao mercado financeiro, conhecido pela sigla CAPM, que consiste em um “modelo de precificação de ativos de capital baseado em um conjunto de previsões relacionadas ao retorno esperado de equilíbrio sobre ativos de risco” (Bodie, Kane e Marcus, 2010).



Dimson (1997) ressalta a simplicidade do CAPM, pois o modelo baseia-se em apenas um fator que gera o risco e que afeta os retornos médios dos ativos, chamado de Beta. A ideia central do CAPM é que há dois tipos de risco: sistemático e não-sistemático. Este é um risco específico da empresa e pode ser suprimido pela diversificação de ativos, e, portanto, não demanda um prêmio de risco. Aquele não pode ser evitado por ser um risco de mercado: é não-diversificável e, por isto mesmo, exige um prêmio de risco por parte dos investidores (Dimson, 1997).

Este trabalho é norteado para quantificar o custo do capital próprio mediante essa abordagem, o que demanda a identificação de riscos e a estimativa de Beta. Sabe-se, contudo, que a estrutura de capital e o grau de endividamento têm implicações sobre os riscos percebidos por investidores/credores, de tal forma que o custo do capital próprio, consoante seus riscos, pode variar dependendo da alavancagem utilizada pela empresa. Assim sendo, é recomendável que se calcule o Beta alavancado e desalavancado para retratar as possibilidades de diferentes estratégias financeiras.

Trata-se de um trabalho empírico, e para tal foi selecionado como estudo de caso o setor siderúrgico, representando por importantes empresas brasileiras, durante o período compreendido entre 2011 e 2012.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é quantificar o risco de mercado das empresas siderúrgicas brasileiras e analisar o efeito exercido pela estrutura de capital e uso de capital de terceiros.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Quantificar os riscos de mercado mediante o cálculo dos betas alavancados de empresas do setor siderúrgico;
- b) Identificar o efeito da alavancagem nos riscos de empresas do setor siderúrgico;
- c) Quantificar os betas “Bottonup” do setor siderúrgico brasileiro;
- d) Quantificar o efeito da estrutura de capital (uso de dívida) no risco de mercado do setor siderúrgico brasileiro.

## 1.2 Justificativa

O que se pretende analisar neste trabalho é, portanto, o comportamento do fator risco, o que será feito pelo uso dos conceitos beta alavancado (que retrata a estrutura de capital da empresa) e beta desalavancado (admitindo-se a hipótese de uso apenas de capital próprio sem recorrer a qualquer fonte de empréstimo oneroso).

Haugen (2000, p. 156, citado por Andreazza, p. 5, 2003) reforça a necessidade de estudos das previsões dos retornos dos investimentos, a saber:

Os investidores não pagam pela elegância: pagam pelo poder de previsão. Os diretores-presidentes acham que elegância é irrelevante. Eles pagam para ter poder de previsão. O que conta, enfim, é a eficácia, não a aparência de perfeição. Portanto, no fim é quase certo que o poder de previsão triunfe sobre a soberba da elegância. (Haugen, 2000, p. 156, citado por Andreazza, p. 5, 2003)

Há, portanto, espaço para estudos que busquem evidências de previsões, através de modelos econométricos, afim de melhor responder os anseios dos investidores.

O tema de retorno propiciado aos investidores tem merecido grande destaque na literatura relativa à teoria de finanças corporativas. Diferentemente de um “passado morto”, ou de um fenômeno físico acontecido, o retorno de um ativo não é uma constante nos investimentos.

A estimativa de beta com dados recentes fornece uma *proxy* interessante sobre o riscos atuais das empresas e do setor siderúrgico como um todo. E, também, a implicação do nível de endividamento no movimento do fator de risco nessas empresas.

A escolha de empresas do setor siderúrgico como foco de análise se deve ao fato desse setor ser muito importante como indutor do crescimento econômico, devido à sua grande relação com outros segmentos da economia, seja como comprador de insumos (interligação para trás) ou como fornecedor de produtos para posterior transformação (interligação para frente). Locatelli (1985) situa a metalurgia (setor no qual se insere a siderurgia) como a segunda indústria mais importante do país nestes aspectos de geração de demanda e oferta intersetorial (*linkages*), o que lhe confere o status de um setor-chave da economia (*Key Sector*).

Ademais, a indústria siderúrgica vem passando por momentos turbulentos, devido tanto à crise econômica internacional, que afeta as exportações brasileiras, como também pela aguda concorrência internacional no mercado doméstico, em especial pela entrada de novo *player* do mercado, a China.

Assim sendo, discussões sobre a estrutura de capital e os riscos associados a ela são de grande relevância para a definição de estratégias de crescimento sustentado das empresas deste setor estratégico.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo esta breve introdução, que contextualiza o tema e especifica os objetivos da pesquisa. O capítulo 2 é dedicado à revisão da literatura e apresentação dos marcos teóricos referentes ao tema de riscos, alavancagem e precificação de ativos, conforme desenvolvido pela moderna teoria de finanças. No capítulo 3, desenvolve-se a metodologia utilizada na pesquisa, especificando a classificação e tipologia, assim como os procedimentos utilizados para atingir os objetivos do trabalho. O capítulo 4 contém a apresentação e análise dos resultados, detalhando-se os coeficientes encontrados para os betas das empresas, discutidas a relevância dos modelos testados e as implicações da estrutura de capital, nos riscos percebidos. E, finalmente, no capítulo 5, são apresentadas as considerações finais, as limitações da pesquisa e as sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

## 2 UMA REVISÃO SELETIVA DA LITERATURA TEÓRICA

### 2.1 Riscos e Retornos

As teorias de finanças, especialmente aquelas voltadas para as empresas, apresentaram importantes evoluções a partir da década de 1950. Mais investigativas e instrumentais, tais teorias mudam a visão da função das finanças nas corporações. Elas propõem uma abordagem mais quantitativa dos efeitos nos retornos esperados nas decisões de investimentos e na avaliação de empresas. Até então, tinham como função principal fornecer elementos para lastrear as captações segundo as melhores práticas, visando sempre a redução de custos.

As questões levantadas a partir da metade do século XX por autores como Duran (1952), Markowitz (1952), Modigliani e Miller (1958), Sharpe (1964), Fama (1970), Ross (1976), Jensen e Meckling (1976), dentre outros, circundam uma tentativa de respostas sobre estrutura de capital e sobre os efeitos desta no risco, retorno do investimento e no valor da empresa.

O entendimento do “risco” tornou-se de suma importância para o bom funcionamento das corporações nos mercados. Para tanto, mister se faz o juízo deste conceito para lastrear os entendimentos das tentativas de respostas dos estudiosos para a questão do binômio “risco/retorno”.

Bernstein (1997) indica que a palavra “risco” vem do italiano antigo “riscare”, isto é, arriscar. Segundo “*The online etymology dictionary*”, a palavra risco também tem origem francesa, mas a origem italiana vai ao encontro da definição de Bernstein, sendo a tradução livre do texto abaixo, em grifo, no sentido de “funcionando no perigo”:

**risk** (n.) 1660s, *risque*, from Fr. *risque*, from It. *risco*, *rischio* (modern *rischio*), from *riscare* “**run into danger**,” of uncertain origin. The Anglicized spelling first recorded 1728. Sp. *riesgo* and Ger. *Risiko* are Italian loan-words. The verb is from 1680s. Related: *Risked*; *risking*. *Risk aversion* is recorded from 1964; *risk factor* from 1971; *risk management* from 1963; *risk taker* from 1944. (disponível em <http://www.etymonline.com>, consultado em 06 de abril de 2012 – **nosso grifo**)

No uso atual, esse termo passa a ideia de que o controle dos riscos é a principal característica que distingue as organizações modernas, daquelas datadas até meados do século XX. A descoberta de técnicas e métodos de colocar o futuro em favor do presente, substituindo impotência perante o destino por administração do risco, torna-se o desafio à oportunidade. O autor segue afirmando que a humanidade não é passível à natureza, pois outrora o futuro era pertencente aos deuses e aos oráculos. Porém atualmente, nos negócios não é a essa mística que se dirige o cálculo de eventos a serem previstos.

A ideia de vislumbrar o futuro e optar por várias alternativas é fato central das sociedades modernas contemporâneas. A administração do risco pode-se guiar por uma gama de decisões, desde a alocação da riqueza até o uso de cintos de segurança. Sem o domínio das probabilidades, alguns fatos jamais poderiam ter sido concretizados, como a construção de grandes pontes, a viagem para o espaço, a existência de seguros que cobrem patrimônios, os mercados de capitais, entre outros eventos modernos.

Bernstein (1997) conclui que há impossibilidade de previsão efetiva, completa do futuro. No entanto, valer-se das ferramentas e técnicas para apadrinhar-se dos números como diretivos às decisões é algo factível e concreto.

Risco, segundo Damodaran (2004, p. 141) “é a probabilidade de recebermos com retorno sobre um investimento algo inesperado”. O autor segue sua definição com apresentação do ideograma chinês para risco, formado de duas partes: a primeira como o “perigo” e o segundo a “oportunidade”. Tem-se uma metáfora de uma moeda com seus dois lados: “perigo” e “oportunidade”. Deste modo, o risco pode ser considerado um fator que possivelmente acontecerá, e assim, influenciará na rentabilidade/retorno ou, na outra face, que não acontecerá e igualmente influenciará na rentabilidade. Resta saber o lado em que o fato irá caracterizar-se e dependerá de sua natureza tender para o perigo ou para a oportunidade.

Outros autores seguem a etimologia da palavra risco, como exposto acima, tendência de indicar na definição de risco a probabilidade de perda ou mudança em relação ao ganho previsto. Este é o caso de Gitman (1997, p. 202), para quem risco é “a probabilidade de prejuízo financeiro ou, mais formalmente, a variabilidade de retornos associados a um determinado ativo”. Este autor focaliza somente o ponto de perda financeira, seguindo

somente a etimologia da palavra. Outros autores como Costa, Costa e Alvin (2011, p. 236), salientam o fato de haver risco “quando são reconhecidos os estados futuros que se possam ocorrer e suas respectivas probabilidades de ocorrências”, ou seja, para eles, na mesma direção de Damodaran (2004), o risco implica as duas faces da moeda (perigo e oportunidade).

Brighan, Gapenski e Ehrhardt (2001, p. 175) definem risco da seguinte maneira:

Risco é definido no dicionário Webster's como “um perigo; exposição a perdas ou injúria”. Portanto, risco refere-se à chance de que algum evento desfavorável irá ocorrer. Se você se dedicar ao *skydiving*, você estará expondo sua própria vida – o *skydiving* é arriscado.

Nesta última definição, os autores não optam pela indicação da qualificação de perigo ou oportunidade. Para esses autores, a impossibilidade de previsão efetiva, como definida por Bernstein pode ser relativizada pelo trabalho de previsão daquilo que é passível de ser previsto.

Já para Sandroni (2008), o risco é uma situação condicional para um investidor, na qual tem probabilidades de incertezas ou possibilidades econômicas.

Uma ilustração das definições acima pode ser fixada com a possibilidade hipotética de acontecimento de um terremoto na cidade de Tóquio. Geologicamente sabe-se que a região do Japão é propícia ao acontecimento, na probabilidade de 70% de ocorrer, ao menos no período de um ano, um terremoto de magnitude de 9 graus na escala *Richter*. Assim, se uma empresa de engenharia, com tecnologias de edificações resistentes a terremotos, define como uma oportunidade para desenvolver seus estudos e produções nesta região, isso pode ser considerado uma oportunidade de fazer um laboratório nas ocorrências de terremotos reais para testar seus produtos. Já outra empresa sem estas tecnologias provavelmente não escolherá Tóquio como lugar para desenvolver suas produções, uma vez que terremoto (fator influenciador) será um “perigo” para seus projetos.

Ao explanar outros matizes do risco, deve-se notar a existência de outros componentes. Historicamente, na cidade de Arco Verde (PE) há possibilidade de ocorrer seca durante alguns

meses do ano e não há registros de terremotos significativos. Pode-se dizer que possivelmente o fator “seca” acontecerá nestes meses, e possivelmente não ocorrerá terremotos. As residências da região sofrerão na mesma intensidade o fator “seca”, caso ocorra. Mas não há como diferenciar este fator, pois não há como fazer chover, por exemplo, somente nas casas 17 e 58 da cidade. Neste contexto, não há gerência ou influência de fatores provocados pelo homem e não há como individualizar este fator para algumas unidades desta região.

Damodaran (2004) conceitua este tipo de risco como “não-diversificável”, compreendido como sendo aquele risco que afeta os investidores ou sua maioria e que advém em função de todo mercado. Berk, Demarzo e Harford (2010) conceituam este tipo de risco como “risco comum”, e acrescenta que é aquele com perfeita correlação (seca) com todos os membros do conjunto considerado (residências). Ross, Westerfield e Jaffe (2010) abrangem nesse conceito aqueles fatores advindos de todo o sistema, o mercado, denominando-o de “risco sistemático” ou “risco de mercado”.

Assim, o fator “seca”, indicado no exemplo acima, pode ser considerado um risco sistemático, abarca o universo em questão e não somente a amostra dele. Ainda na mesma direção, o risco da empresa “A”, no investimento em Tóquio também seria sistemático, porém o fator favorável era o de acontecer; já em Arco Verde (PE) o fator favorável seria o de não acontecer.

Voltando para o exemplo de Arco Verde (PE), o fator insegurança traduz a possibilidade de as residências serem furtadas. Porém, nesta possibilidade, é medido o fato de não ocorrer devido a componentes/agentes de segurança que a residência possui, tais como: sistema de TV fechada, muros altos, cercas elétricas, alarmes, vigilância, entre outros elementos. Neste tipo de risco, é verificada a quantidade de ocorrência destes itens de segurança para formar a possibilidade de burlá-los para o ilícito se fazer presente. Aquela residência que somar mais itens será mais segura e a probabilidade de ser furtada será menor do que aquela que tem menos itens. Deste modo, há várias possibilidades de combinações de segurança para não ocorrer o furto. Nota-se que um leque de possibilidades incide, diferentemente, de residência em residência. O fator de pertencer àquela cidade, como no outro caso da seca, não é mais importante. Cada unidade da cidade (universo estudado) sofrerá influências diferentes deste risco em questão.

Damodaran (2009) conceitua este tipo de risco como “diversificável”, pois influenciam individualmente a empresa ou um grupo de empresa, mas nunca o mercado como um todo. Pode-se chamar este tipo de risco como idiossincrático, uma vez que é um risco que influencia individualmente, de forma singular aquela unidade do universo em questão.

Para Damodaran (2009), um investidor tem de seguir o pressuposto de pagar o preço que vale. Dentro deste preço está um risco, quase sempre, proporcional ao retorno do investimento. No livro “Os Axiomas de Zurique”, o autor, Max Gunther (2008) conclui, no primeiro axioma, “O 1º Grande Axioma: do risco”, que “não tenha medo de arriscar um pouco. Alto risco significa alto retorno (quem não morre não vê Deus)”. Logo, todo investidor quer investir uma quantia por um determinado tempo e espera por uma remuneração mais uma recompensa pelo risco corrido, montando um retorno total no final do prazo.

Segundo Goetzmann (1997), citado por Pamplona (1997), “historicamente os retornos de ativos com maior risco têm sido superiores àqueles de menor risco ou livres de risco”. Pode-se explicar esta relação através do fato de que o retorno maior, ao menos uma de suas partes, é uma espécie de pagamento pelo risco da operação.

No intuito de minimizar o risco de um investimento, e sempre se tem a ideia de que se há risco, há possibilidade de não haver retorno, então se usa o mecanismo de diversificação de risco em vários investimentos para que um risco compense outro. Com riscos diferentes (possibilidades diferentes), a possibilidade de não retorno pode ser diluída entre o conjunto dos riscos, de modo que o risco total dos investimentos seja menor do que o risco individual.

Neste sentido, pode-se imaginar uma convenção anual de gestores uma rede varejista hipotética na cidade de São Paulo (SP).

Uma alternativa ao transporte dos funcionários é contratar um ônibus para transportá-los das lojas existentes no percurso desde Belém (PA) até São Paulo (SP). Ocorre que a exposição à possibilidade de que este ônibus sofra um acidente com todos eles é real. Do ponto de vista administrativo, o afastamento destes gerentes seria inviável para este grande número de lojas, ocasionando um alto risco administrativo para esta rede.

Uma saída para esta rede é a diversificação do risco administrativo.



Uma alternativa para esta diversificação é a contratação de veículos que levam grupos pequenos de gestores. Assim, a possibilidade acontecer acidentes com estes veículos e causar um risco administrativo para a rede diversifica-se na medida em que, caso ocorra acidentes, terá de ser vários acidentes para que chegue ao mesmo número de elementos (gestores) do que caso ocorresse apenas um com veículo com vários elementos.

No mesmo norte de diversificação, Harry Markowitz usa técnicas estatísticas para adoção de um estudo para diversificação de riscos em carteiras de ações, resultando no estudo seminal de 1952, que recebeu o título de “Moderna Teoria de Portfólio”.

Beneficiando-se deste estudo pode-se indagar: se o objetivo do investidor é obter retorno sobre ações, como ele deve selecionar sua carteira de ativos (portfólio)?

Sabe-se que empresas com maior probabilidade de pagar mais dividendos e/ou de exibir valorização de seus ativos (em função dos lucros atuais ou esperados) proporcionará, em média, maior retorno ao investidor do que outra com pior desempenho previsto. Assim, aqueles investidores que têm menor aversão ao risco abrem mão da “segurança” do investimento e investem em empresas (ativos) mais arriscadas. Todavia, como contrapartida, são candidatos a receber um “prêmio de risco”.

A diversificação de portfólio é a forma adequada de mitigar risco, sendo que este se dá pela probabilidade de ocorrência de retornos indesejados.

Há um ditado popular associado à ideia de diversificação de portfólios: “não se deve colocar todos os ovos numa única cesta”. Neste caso, é aconselhado a colocar certa quantidade do produto em cestas diversas, pois caso aconteça algum acidente com uma cesta, existem ovos nas outras cestas, e nem tudo estará perdido. E, mesmo acontecendo algum imprevisto com todas as cestas, a possibilidade de quebrar todos os ovos é menor do que a possibilidade de acontecer a quebra de todos os ovos, quando estes se encontram em uma único recipiente.

Partindo deste dito popular para uma formulação mais científica, a diversificação de portfólios envolve um movimento de “proteção” do retorno do investimento. No momento em que se escolhem vários ativos para investir, conseqüentemente distribuindo o volume aplicado, age-

se no mesmo sentido de procurar várias cestas para colocar os ovos, pois, caso haja frustração nos retornos de alguns ativos, um retorno razoável da carteira poderia estar assegurado pelo desempenho superior de outros ativos.

Para que esta diversificação seja eficiente, devem ser usadas ferramentas estatísticas que medem a possibilidade de ocorrer determinado retorno, com base na média ponderada dos retornos passados referentes à carteira escolhida. Assim, quanto maior é a dispersão dos retornos da carteira em relação a sua média, maior é o grau de risco da carteira. Quanto menor for a volatilidade dos retornos, menor é a probabilidade de frustração de expectativas em relação aos retornos (previstos).

## **2.2 O Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM)**

Markowitz (1952) aborda de forma sistemática e racional a diversificação de carteiras com base na medição do risco e sua relação com o retorno esperado dos papéis que a compõem. O autor apresenta o processo de escolha do portfólio em dois estágios:

O primeiro estágio começa com a observação e experiência e termina com crenças sobre os desempenhos futuros de títulos disponíveis. O segundo estágio começa com as crenças relevantes sobre desempenhos futuros e termina com a escolha da carteira. Este trabalho se preocupa com o segundo estágio. **(tradução livre)**<sup>1</sup> (Markovitz, 1952, p. 77).

Tal teoria baseia-se na escolha de papéis para composição de uma carteira de modo que aumente a rentabilidade e minimize o risco e, deste modo, tenha o atributo de ser uma “carteira eficiente”, situação em que não se consegue aumentar a rentabilidade sem que haja aumento do risco. Markowitz (1952) usa as métricas estatísticas de desvio padrão e variância com medidas de riscos dos papéis. A rentabilidade da carteira reflete a rentabilidade individual daqueles que a compõem. Entretanto, a soma dos riscos individuais dos ativos é

---

<sup>1</sup> “The process of selecting a portfolio may be divided into two stages. The first stage starts with observation and experience and ends with beliefs about the future performances of available securities. The second stage starts with the relevant beliefs about future performances and ends with the choice of portfolio. This paper is concerned with the second stage.” Markovitz (1952, p. 77).

maior do que o risco global da carteira, devido ao processo de diversificação. Neste sentido, o risco individual não é considerado *per se*, mas ele é avaliado pela sua contribuição para o risco global da carteira.

Para Brealey, Myers e Allen (2008), o risco pode ser explicado, corriqueiramente, pelas medidas do desvio padrão ou a variância. E, na mesma linha de pensamento, Berk, Demarzo e Harford (2010, p. 367) ressaltam que a “...volatilidade (desvio-padrão) parece ser uma medida razoável do risco”.

A comparação entre os diversos riscos e retornos dos componentes de uma carteira faz com que seja obtida uma fronteira eficiente entre o máximo de retorno que o ativo possa dar no menor risco possível, assim a rentabilidade da carteira é uma função do respectivo nível de risco. O composto das fronteiras eficientes de cada item da carteira implicará na fronteira eficiente global da carteira.

Para Bodie, Kane e Marcus (2010), o modelo de Markowitz é justamente a primeira etapa da administração da carteira de títulos, a saber:

A principal idéia por trás do conjunto de fronteiras de carteiras de risco está no pressuposto, em qualquer nível de risco, do interesse concentrado exclusivamente na carteira com maior retorno esperado. Como alternativa, a fronteira seria o conjunto de carteiras que minimizem a variância, tendo como alvo qualquer retorno esperado. (Bodie, Kane e Marcus, 2010, p. 212).

Ross, Westerfield e Jaffe (2010) afirmam que o retorno esperado de uma carteira de mercado é composto do somatório do prêmio de risco e a taxa livre de risco. O investidor espera no bojo do retorno um componente sem risco, a taxa livre de risco. Mas por outro lado espera também uma taxa de recompensa por ter assumido algum risco possível por este mesmo investimento, o prêmio de risco.

A taxa livre de risco é uma taxa que o investidor estima ganhar, líquido e certo, no seu investimento. É “geralmente estimada pelo retorno esperado de uma letra de tesouro” (Ross, Westerfield e Jaffe, 2010, p. 230). No Brasil, fala-se de taxa livre de riscos percentuais advindos da Poupança ou do rendimento de um Título do Tesouro Nacional.

Em um investimento com o retorno total, entende-se, então, que há a taxa livre de risco somada a uma taxa de prêmio de risco. Logo, para se achar o prêmio de risco, basta separá-lo do rendimento esperado total descontando a taxa livre de risco.

Como já elucidado, uma carteira de ativos fica exposta ao risco do mercado, o sistemático. Os retornos da carteira serão afetados por esta exposição, variando conforme a sensibilidade desta carteira em relação à carteira de mercado.

Esta medida de sensibilidade de uma carteira em relação à carteira de mercado é conhecida como *Beta*, podendo ser assim definida:

O beta ( $\beta$ ) de um grupo de ações é a variação percentual que esperamos em seu retorno para cada variação de 1% no retorno de mercado. (Berk, Demarzo e Harford, 2010, p. 395)

Neste sentido, relaciona-se a medição das variações do risco sistemático (carteira de mercado/*benchmark*) com a variação do risco da carteira de ativos a fim de obter, assim, uma relação de risco padronizada para a carteira.

Por sua natureza relativa (percentual), o resultado da covariância como um dado isolado, não descreverá maiores significados. Uma covariância de 40% de um determinado ativo de mercado não contribui com mais dados para uma base de decisão. Porém, a divisão entre a covariância do ativo em relação à variância da carteira de mercado “... produz uma medida de risco chamada Beta do ativo” (Damadoran, 2009, p. 71).

$$\text{Beta do ativo } i = \frac{\text{covariância do ativo } i \text{ em relação á carteira de mercado}}{\text{Variância da carteira de mercado}} = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (1)$$

Young e O’Byrne (2003, p. 152) enfatizam que o beta é uma medida do risco sistemático, “... que não pode ser diversificado”.

Para efeito de padrões de comparação, considera-se o beta do mercado como sendo 1. Assim é possível comparar o beta do ativo, análogo à carteira, ( $\beta_i$ ) com o beta do mercado ( $\beta_m$ ):

$\beta_i > \beta_m \rightarrow$  a carteira é mais sensível às mudanças do mercado.

$\beta_i < \beta_m \rightarrow$  a carteira é menos sensível às mudanças do mercado.

$\beta_i = \beta_m \rightarrow$  a carteira tem a mesma sensibilidade que o mercado.

A precificação de um ativo é assunto de relevância nas publicações científicas há décadas, e, de acordo com Fama e French (2007), a origem deve ser buscada nos estudos de Sharpe e Lintner:

O modelo de precificação de ativos de capital (CAPM) de William Sharpe (1964) e John Lintner (1965) marca o nascimento da teoria da precificação de ativos (tendo resultado no agraciamento de Sharpe com o Prêmio Nobel, em 1990). Quatro décadas após, o CAPM ainda é largamente utilizado em aplicações como a estimativa do custo do capital das empresas e a avaliação de carteiras. (Fama e French, 2007, p. 104)

A existência de uma relação linear entre o risco e o retorno proposta por Sharpe (1964) e Lintner (1965) foi, sem sombra de dúvidas, influenciada pelos estudos de Markowitz (1952). Com as condições pressupostas de que o investidor é racional e que a carteira/papel em questão já está diversificada, implicando que está presente somente o risco sistemático, os autores sustentam que o retorno total do ativo é composto por um retorno sem risco e outro ponderado por um Beta.

French (2003) coloca dúvidas sobre a autoria do modelo CAPM, uma vez que ele afirma, categoricamente, que Treynor (1961 e 1962) já abordara o assunto anos antes da publicação por Sharpe (1964). Diz ele:

‘Valor de Mercado, Tempo e Risco’ (Treynor, 1961) e ‘Em direção a uma teoria do valor de ativos de risco de mercado’ (Treynor, 1962) foram distribuídos durante a década de 1960 em forma de apostilas, nunca foram publicados em um Jornal Acadêmico ou Jornal. [...] No entanto, enquanto os economistas financeiros inicialmente creditavam a Mr. Treynor sua inovação, a teoria ‘Treynor CAPM’ não teve um amplo alcance público. Isso, aparentemente, é a razão pela qual Mr. Treynor não é consistentemente reconhecido como um dos primeiros elaboradores do CAPM.<sup>2</sup> (*tradução livre*) (French, 2003, p. 60)

---

<sup>2</sup> “ ‘Market Value, Time, and Risk’, Treynor (1961), and ‘Toward a theory of market value of risky assets’, Treynor (1962) - which were circulated during the 1960s in mimeographed draft form but have never been

Deixando de lado esta controvérsia sobre a paternidade do modelo, é preciso reconhecer, como o faz Dimson (2001), que o CAPM descreve de forma elegante e simples como são precificados os ativos financeiros e demonstra que o retorno está linearmente relacionado com seu risco, o Beta<sup>3</sup>.

Para o cálculo da taxa requerida de retorno de um ativo, são necessárias três informações: a taxa de juros sem risco; o beta do investimento e o prêmio de risco do mercado de ações (Dimson, 2001, p. 21).

Nas palavras de Santos e Fontes (2011, p. 2):

O CAPM diz que o investidor quer ser remunerado apenas pelo risco de mercado ao qual está exposto, e que este risco pode ser medido pelo Coeficiente Beta, cujo valor depende de como os retornos do ativo variam em conjunto com os retornos da carteira de mercado. (Santos e Fontes, 2011, p. 2)

Para Bodie, Kane e Marcus (2010), o CAPM é testável em condições pré-definidas. Para existência do modelo é necessário a existência das condições:

Um modelo consiste em (i) conjunto de pressupostos, (ii) manipulação desses pressupostos visando o desenvolvimento lógico-matemático do modelo e (iii) conjunto de prognósticos. (Bodie, Kane e Marcus, p. 296, 2005)

Nestas condições acima, segundo os autores, é possível o teste do modelo em duas formas: (i) “normativa” e (ii) “positiva”. Na primeira, são testados os pressupostos do modelo, enquanto na segunda são testados os prognósticos. Ressalta ainda o autor que se os pressupostos são verdadeiros, a manipulação lógico-matemática levará ao correto prognóstico. Porém, “na maioria dos casos, assim como no caso do CAPM, pressupostos são reconhecidamente inválidos” (Bodie, Kane e Marcus, p. 296, 2005). Esta afirmação é explicada pelos autores

---

published in an academic or practitioner journal. [...] however, while financial economists initially credited Mr. Treynor for his innovation, the Treynor CAPM has not enjoyed a broad public reach. this apparently, is the reason Mr. Treynor is not consistently recognized as one of the primary architects of the CAPM.

sob o pensamento de que há uma simplificação da realidade, assim, conta-se com pressupostos “não verdadeiros”.

Contudo, Bodie, Kane e Marcus (2005) afirmam que seria impossível relacionar a complexidade do mercado com um modelo solucionável; assim, espera-se que a escolha dos pressupostos simplificados torne o modelo “robusto”. A robustez é dada a um modelo “em relação a algum pressuposto se seus prognósticos não forem sensíveis demais à violação do pressuposto” (Bodie, Kane e Marcus, p. 296, 2005).

Os modelos são julgados pelos sucessos dos prognósticos empíricos; assim, os testes são quase sempre positivos. A falta de realismo dos prognósticos dificulta o teste normativo. “O teste positivo seria realmente o teste de robustez do modelo relativamente aos seus pressupostos”.

Sharpe (1964) originalmente assume dois pressupostos para existência do modelo, limitando sua existência somente se:

A fim de obter condições para o equilíbrio no mercado de capitais, invocamos dois pressupostos. Primeiro, assumimos uma taxa pura de interesse comum, com todos os investidores capazes de tomar emprestado ou emprestar fundos em igualdade de condições. Em segundo lugar, assume-se homogeneidade das expectativas dos investidores: os investidores são assumidos para chegar a acordo sobre as perspectivas de vários investimentos - os valores esperados, desvios-padrão e coeficientes de correlação. (*tradução livre*)<sup>4</sup> (Sharp, 1964, p. 434)

Contudo, Grinblatt e Titman (2005) atribuem uma visão mais direcionada aos cálculos do beta, o da variância e covariância, a saber:

A maior lição que se pode tirar do CAPM é que a variância de uma ação com relação a ela mesma não é um determinante importante do seu retorno esperado. O que importa é o Beta de mercado da ação, um componente que mede a covariância

---

<sup>4</sup> In order to derive conditions for equilibrium in the capital market we invoke two assumptions. First, we assume a common pure rate of interest, with all investors able to borrow or lend funds on equal terms. Second, we assume homogeneity of investor expectations: investors are assumed to agree on the prospects of various investments - the expected values, standard deviations and correlation coefficients.

do retorno da ação com o retorno do índice de mercado, cuja escala é feita de acordo com a variância do índice. (Grinblatt e Titman, 2005, p. 154).

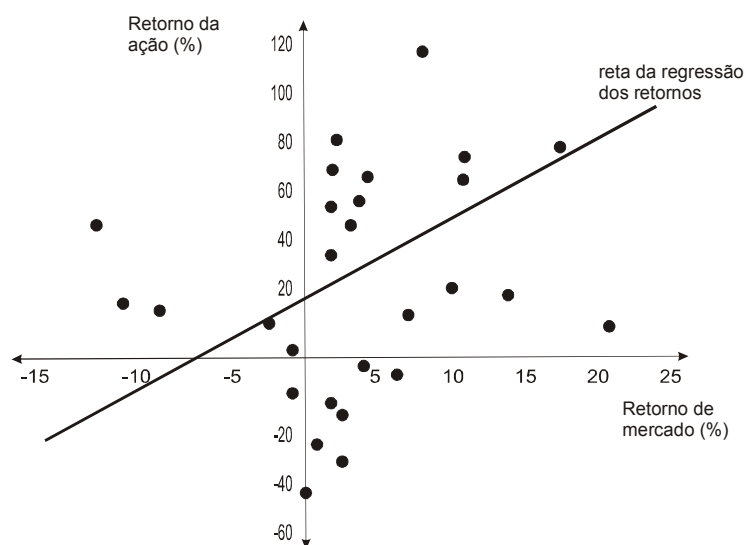
Grinblatt e Titman (2005) ressaltam três pressupostos para análise de retorno baseado em média e variância, como segue:

1. Os investidores se preocupam somente com a média e a variância do retorno de suas próprias carteiras. 2. Os mercados não têm atrito. [...] 3. Os investidores têm expectativas homogêneas, o que significa que todos eles obtêm as mesmas conclusões sobre as médias e os desvios-padrão de todas as carteiras possíveis. (Grinblatt e Titman, 2005, p. 155)

Os autores ainda ressaltam que o pressuposto das “expectativas homogêneas” significa que “os investidores não tentarão ganhar vantagem sobre outro investidor” (Grinblatt e Titman, 2005, p. 155).

Em última análise, o CAPM é derivado de uma regressão das inferências observadas quanto à carteira de mercado e às ações, mediante a qual se estima o beta (Gráfico 01).

**Gráfico 01: Reta da regressão entre os retornos de mercado e retornos das ações**





O CAPM, portanto, pode ser descrito da seguinte forma:

$$R_i = R_f + \beta \times (R_m - R_f) \quad (2)$$

Onde:

$R_i$  = retorno esperado de um ativo

$R_f$  = Taxa livre de risco

$\beta$  = beta do título

$R_m$  = Retorno esperado do mercado

De acordo com Ross, Westerfield e Jaffe (2010, p. 231) “como o retorno médio do mercado tem sido superior à média da taxa livre de risco durante períodos bastante longos, presume-se que  $R_m - R_f$  seja positivo”.

Na hipótese de  $\beta = 0$ , o retorno esperado do título é igual à taxa livre de risco. Na hipótese de  $\beta = 1$ , o retorno esperado do título é igual ao retorno esperado do mercado.

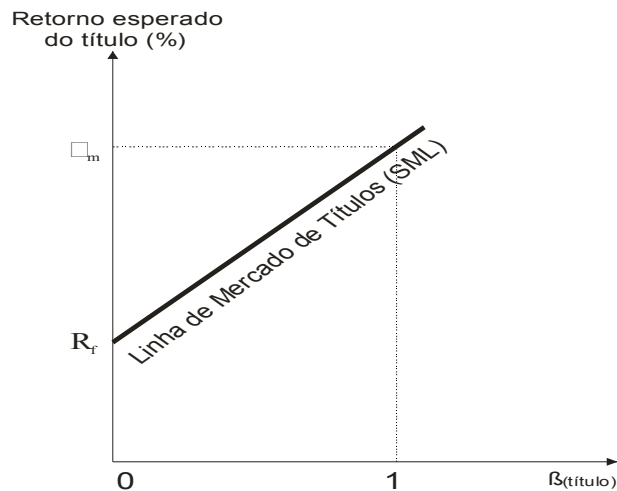
O resultante da equação acima pode ser descrito por uma reta ascendente chamada “linha de mercado de títulos” (*Security Market Line - SML*)<sup>5</sup>, sendo o coeficiente de inclinação igual a  $R_m - R_f$  (Ross, Westerfield e Jaffe, 2010).

Outro ponto a ser notado é o segmento da reta que vai do ponto de interseção nas ordenadas, começa no retorno livre de risco e vai até o retorno médio de mercado quando o beta for igual a 1, evidenciando o exposto na segunda hipótese de  $\beta = 1$  (Gráfico 02).

---

<sup>5</sup> Utilizaremos a sigla SML por ser de uso consagrado.

**Gráfico 02: *Security Market Line – SML***



O CAPM tem sido questionado, tendo em vista que a volatilidade da carteira de mercado pode não ser capaz de explicar uma parte substancial do risco sistemático.

Ross, Westerfield e Jaffe (2010), French (2003), Grinblatt e Titman (2005) e os próprios Sharpe (1964) e Lintner (1965) colocam questionamentos sobre as condições rígidas, tanto da carteira quanto do mercado, que são necessárias para o modelo descrever o comportamento entre o risco e retorno proposto.

Bonomo (2010) compila certas condições restritivas que podem não ser atendidas:

[...] é obtido das condições de primeira ordem para que um portfólio seja de fronteira e das condições de *marketclearing*. [...] Neste caso, a condição de *marketclearing* implica que o portfólio de mercado seja uma combinação convexa dos portfólios ótimos escolhidos na alocação ótima dos indivíduos e que, conseqüentemente, seja também um portfólio de fronteira. [...] o portfólio de mercado é identificado como um portfólio de fronteira. (Bonomo, p. 18, 2010)

A eficácia do CAPM tradicional seria alcançada na hipótese de uma economia em equilíbrio, já as versões condicionais do CAPM valeriam também em situações onde há desequilíbrio das variáveis macroeconômicas.

Basu e Stremme (2007) salientam que as estimativas do CAPM no período pós-1980 são frágeis e explicam apenas uma pequena parte dos riscos sistemáticos ( $r^2$  de cerca de 10%).

Anderson, Edilson e Dariane (2010) fazem coro às críticas ao modelo, pelas dificuldades em identificar os fatores que influenciam os riscos sistemáticos.

É oportuno lembrar que, segundo Costa Jr., Menezes e Asrilhant (1994), a inconveniência de se usar o CAPM reside na dificuldade de se estimar o coeficiente de risco sistemático da ação (beta). (Anderson, Edilson e Dariane, p. 180, 2010)

Segundo French (2003, p. 65) não há no mercado um portfólio único ideal, o que abre caminho para pesquisar outras fontes capazes de influenciar o retorno de um ativo. Neste aspecto, Ross (1976) formulou a Teoria de Precificação por Arbitragem (The Arbitrage Theory of Capital Asset Price – APT), sendo que a sensibilidade do ativo em relação à carteira de mercado (beta) é apenas um dos fatores explicativos do desempenho de um ativo,

Não obstante essas críticas, autores conceituados de finanças corporativas sustentam que o “beta não está morto”, e que o modelo alternativo de APT não diz nada sobre quais são efetivamente os outros fatores que afetam os retornos dos ativos. E por esta razão, o CAPM “... continua muito popular e amplamente utilizado na avaliação das companhias” (Dimson, 1997, p.17).

### **2.3 A Estrutura de Capital e o Uso de Dívida**

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2010, p.27), “a estrutura de capital indica as proporções de financiamento com capital próprio e capital de terceiros de curto e de longo prazo”. A estrutura de capital pode servir de instrumento para alavancagem financeira e, assim, captar mais recursos para investimentos na empresa.

Esta ideia foi explorada, inicialmente, em meados do século XX. Duran (1952) alerta para a necessidade de revisão do então objetivo da Teoria de Finanças, o de que o empresário teria de maximizar o lucro. Em sua revisão, este autor afirma que é fundamental maximizar o valor do investimento na empresa. Para tanto, ressalta as supostas razões para o incremento do ativo na empresa, que transcendem os motivos pecuniários e agrupam-se também nas razões morais

e culturais do empresário. Ainda que o presente estudo não lide com razões extras pecuniárias, deve-se ressaltar que isso faz parte do contexto da teoria de Duran.

Nas palavras do autor:

Em vez de aceitar o ditado comum de que o interesse do empresário é maximizar sua renda, este trabalho conta com a proposta alternativa que o empresário deve tentar maximizar a sua riqueza. Esta alternativa tem a vantagem de uma maior flexibilidade, e por essa razão, evita erros que podem resultar em forçar o princípio da maximização de rendimento em situações para as quais são estritamente inaplicáveis. (*Tradução livre*) (Duran, 1952 p. 216)<sup>6</sup>

A ideia de mudar o foco da elevação da renda do empresário para a elevação da riqueza da empresa passa pelo estudo dos fluxos futuros atualizados à data presente. Duran (1952) escreve: “A afirmação: ‘O empresário tenta maximizar sua renda’, foi mudado para ‘O empresário tenta maximizar o valor descontado do seu rendimento futuro’” (*tradução livre*)<sup>7</sup> Duran (1952, p. 217).

Este movimento baseia-se nos custos projetados durante um determinado período e trazidos na data focal para serem comparados aos investimentos atuais planejados e para a verificação de que tais investimentos trarão um retorno marginal maior do que as taxas de juros cobrados nestes financiamentos.

Ainda segundo Duran (1952), a taxa de juros é fator estratégico para o incentivo ou desincentivo de investimentos: “a taxa de juros desempenha o papel estratégico de alternadamente incentivar ou não incentivar o investimento” (*tradução livre*)<sup>8</sup> (Duran, 1952, p. 239).

---

<sup>6</sup> Instead of accepting the common dictum that the businessman's interest is to maximize his income, this paper counters with the alternative proposal that the businessman should try to maximize his wealth. This alternative has the advantage of greater flexibility, and for this reason it avoids errors that may result from forcing the principle of maximizing income on situations to which it is strictly inapplicable.

<sup>7</sup> The statement, "The businessman tries to maximize his income," was changed to read, "The businessman tries to maximize the discounted value of his future income."

<sup>8</sup> Rate plays the strategic role of alternately encouraging and discouraging investment.

Além destas ideias, Duran (1952) aborda alguns métodos para capitalizar ganhos. Ele diferencia-os entre si sob o ponto de vista dos descontos sobre a receita operacional líquida (método NOI) ou lucro líquido (método NI), ambos apresentados em seu artigo.

No Método NOI capitaliza-se a receita operacional líquida e subtrai-se a dívida, a saber:

Receita operacional	\$ 2.000.000,00
Taxa de capitalização (10%)	\$200.000,00
Valor total da Companhia	\$ 2.200.000,00
Dívida total	\$ 500.000,00
Valor ações ordinárias (total)	\$ 1.700.000,00
Valor unitário por ação (170.000)	\$ 10,00

Já no Método NI, a capitalização é efetuada após apuração do lucro líquido, como segue:

Receita operacional	\$ 2.000.000,00
Dívida total	\$ 500.000,00
Valor ações ordinárias (total)	\$ 1.500.000,00
Taxa de capitalização (10%)	\$ 150.000,00
Valor total da Companhia	\$ 1.650.000,00
Valor unitário por ação (170.000)	\$ 9,70

O uso de um método ou outro dependerá, segundo orientação de Duran (1952), da ocasião e outros fatores levantados na realidade da empresa.

Os efeitos do Imposto de Renda são tratados separadamente dos métodos acima. Duran (1952) afirma que “desde que o interesse de títulos seja uma despesa dedutível, a empresa pode obter vantagens fiscais definidas pelo financiamento através de obrigações” (*tradução livre*)<sup>9</sup> (Duran, 1952, p. 235).

Para completar o pensamento acima, tais benefícios se originariam da dedução do financiamento dos títulos como uma obrigação, reduzindo-se, portanto, a base para o imposto

---

<sup>9</sup> Since bond interest is a deductible expense, the corporation can attain definite tax advantages by bond financing

de renda. Duran (1952) salienta que a diferença entre os dois métodos de apuração de retorno (NOI e NI) é fortemente influenciada pelo Importo de Renda.

O rompimento ao pensamento dos então chamados tradicionalistas aconteceu com base nas incertezas que permeavam as decisões de investimentos, bem como riscos em relação ao retorno, porque até então não se tinha instrumental analítico capacitado a avaliar uma medida satisfatória do risco advindo do retorno esperado num determinado investimento. Tinha-se uma ideia empírica no mercado de que um investimento com maior risco exigia uma recompensa maior (retorno), porém sem respostas analíticas muito precisas. Como visto acima, H. Markowitz instrumentalizou a medida do risco nos investimentos e a diversificação dele para dirimir possíveis não retornos.

Os acontecimentos teóricos do início da década de 1950, explicitados acima, marcaram o início de uma nova política de endividamento das empresas calcada numa nova estrutura de capitais. Para Berk, Demarzo e Harford (2010, p. 496), “as proporções relativas de dívidas, ações e outros títulos que uma empresa tem em circulação constituem sua *estrutura de capital*”.

Naquela nova política, tinha-se a ideia empírica de que a empresa com maior saúde financeira contraía financiamentos mais baratos em instituições financeiras.

O mecanismo formado por esta nova política usa como engrenagem o movimento dialético entre o aumento do valor da empresa e a fragilização de sua saúde financeira. Neste movimento, o estudo analítico do risco se faz motriz para o retorno dentro uma empresa sob novas nuances da estrutura de capital.

Para Famá e Grava (2000), demonstra-se que “a formulação explícita da estrutura de capital, por meio de uma política de endividamento, desenvolveu-se, realmente, a partir do estudo de Modigliani e Miller (M&M) em 1958” (Famá; Grava, 2000, p. 28).

Em 1958, Franco Modigliani e Merton Miller (M&M) lançam novas questões sob estes aspectos da estrutura de capital. Afirmam que não há estrutura ótima de capital, uma vez que o valor da empresa independe da forma como é financiado.

O trabalho de M&M é considerado um marco, “um ponto de partida das finanças modernas. [...] Antes de MM, o efeito do endividamento sobre o valor da empresa era considerado complexo e tortuoso” (Ross, Westerfield e Jaffe, 2010, p. 324). A afirmação que cunharam em seu artigo, conhecida como Proposição I, contradizia a visão tradicionalista que pregava a existência de uma estrutura ótima de capital:

O valor de mercado de qualquer empresa é independente da sua estrutura de capital e é dado pelo retorno esperado das taxas próprias da classe em que a empresa está inserida.<sup>10</sup> (*tradução livre*) (Modigliani; Miller, 1958, p. 268).

Cabe ressaltar que, nesta proposição, considera-se “classe” o setor a que a empresa pertence. Empresas da mesma classe estão sujeitas ao mesmo nível de risco.

Na Proposição II, o retorno esperado pelos acionistas é maior na medida em que o endividamento aumenta.

Para Ross, Westerfield e Jaffe (2010, p. 325), nesta Proposição II, “MM argumenta que o retorno esperado de uma ação está positivamente relacionado ao grau de endividamento, pois o risco para os acionistas cresce com o endividamento”.

Para exemplificar a situação imaginada por M&M, toma-se por padrão uma pizza. Imagina-se que a pizza é composta de duas fatias, a fatia que representa o capital próprio e a fatia que representa o capital de terceiros. Não importa o tamanho das fatias, a junção delas será sempre o exato tamanho da pizza.

Em 1963, após críticas de estudiosos, como Duran (1962), M&M reveem suas argumentações e têm como principal argumento, diferentemente de 1958, o reconhecimento da influência dos impostos na composição do preço final, como afirmam Berk, Demarzo e Harford (2010, p. 510):

O valor total da empresa alavancada excede o valor da empresa sem alavancagem devido ao valor presente das economias tributárias da dívida:  $V^L = V^U + PV$

---

<sup>10</sup> The market value of any firm is independent of its capital structure and is given by capitalizing its expected return at the rate  $p_k$  appropriate to its class.

(dedução tributária das despesas com juros). (Berk, Demarzo e Harford, 2010, p. 510)

Em meados da década de 1980, Myers (1984) efetuou pesquisas empíricas e afirmou que as empresas adotam uma "ordem hierárquica" para decisões de financiamento, a saber:<sup>11</sup>

1. As empresas preferem financiamentos internos.
2. As empresas buscam recursos entre as distribuições de dividendos e os investimentos de oportunidades.
3. Financiamentos através do fluxo de caixa gerado internamente, o saldo de caixa ou carteira de títulos negociáveis.
4. Financiamento externo, "não há *mix* bem definido de endividamento", pois depende da realidade de cada empresa.

## 2.4 A Alavancagem e o Beta da Empresa

O conceito de alavancagem advém de uma lei física que transmite a ideia de que em uma alavanca, quanto maior a "distância de ação (DA) em relação à distância de resistência (DR), medidas a partir de um ponto de apoio (PA), maior será a vantagem mecânica (VM). Assim, pode-se escrever:

$$VM = DA/DR \quad (3)$$

Metaforicamente, em finanças, faz-se a relação entre capital próprio e capital de terceiros. Toma-se a DR como capital próprio, e DA como capital de terceiros, e a VM como a relação entre estes tipos capitais, chegando por fim, à estrutura de capitais da empresa.

---

<sup>11</sup> 1. Firms prefer internal finance. 2. They adapt their target dividend payout ratios to their investment opportunities, although dividends are sticky and target payout ratios are only gradually adjusted to shifts in the extent of valuable investment opportunities. 3. Sticky dividend policies, plus unpredictable fluctuations in profitability and investment opportunities, mean that internally-generated cash flow may be more or less than investment outlays. If it is less, the firm first draws down its cash balance or marketable securities portfolio. 4. If external finance is required, firms issue the safest security first. That is, they start with debt, then possibly hybrid securities such as convertible bonds, then perhaps equity as a last resort. In this story, there is no well-defined target debt-equity mix, because there are two kinds of equity, internal and external, one at the top of the pecking order and one at the bottom. Each firm's observed debt ratio reflects its cumulative requirements for external finance.



O uso de capital de terceiros “alavancaria” os negócios, resultando em um valor final pecuniário da empresa maior do que possibilitado pelo uso apenas de capital próprio. Neste sentido, o grau de alavancagem é dado pela relação entre capital de terceiros e capital próprio, e quanto mais capital de terceiros for empregado em relação ao capital dos acionistas, mais alavancada está a situação financeira da empresa.

Entretanto, conforme salienta Gitman (1997, p.16), a alavancagem financeira tem implicações nos riscos, pois os custos decorrentes do uso de capital de terceiros têm de ser pagos, qualquer que for o desempenho operacional da empresa.

Este movimento de endividamento (alavancagem) pode levar a empresa às “tensões financeiras”, que emergem “quando os compromissos para com os credores não são satisfeitos, ou o são com dificuldades” (Brealey, Myers e Allen, 2008, p. 418). E, segundo os autores, “... por vezes, significa apenas ‘patinar’ sobre gelo fino”.

Kraus e Litzenberger (1973), Myers (1984), Fama e French (2002) desenvolveram o tema das tensões financeiras advindas da alavancagem da empresa, e procuram fornecer subsídios sobre as implicações dessas tensões sobre a estrutura ótima de capital.

Myers (1984) sustenta que há uma hierarquia no financiamento o financiamento das atividades deve começar pela retenção de lucros, seguido de dívidas com terceiros e emissão de ações como última possibilidade. Algumas pesquisas empíricas, como a desenvolvida por Ghosh e Cai (1999), têm oferecido suporte a esta proposição conhecida como “*peckingorder*”, e mostrado que as empresas seguindo a ideia de uma hierarquia convergem para a indústria média.

Entretanto, conforme salientado por Modigliani e Miller (1963), as imperfeições de mercado, decorrentes do benefício fiscal pelo endividamento, introduzem um importante viés em favor da alavancagem. Os juros pagos aos credores que são descontados antes do pagamento do imposto condicionam a estrutura de capital de empresas e este fenômeno é reconhecido, dentre outros, por Damodaran (2004), Grinblatt (2005), Bodie, Kane e Marcus (2010) e Ross, Westerfield e Jaffe (2010).

Já em 1972, o Professor Robert Hamada publicou importante estudo que procura relacionar dois fatores cruciais da teoria moderna de finanças: o risco financeiro (sistemático) oriundo do CAPM de Sharpe, e a alavancagem da empresa explicitada por M&M. O autor descreve o objetivo de seu trabalho da seguinte forma:

“If the MM theory is validated by this procedure, then the final purpose of this study is to demonstrate a method for estimating the cost of capital of individual firms to be used by them for scale-changing or nondiversifying investment projects.” (Hamada, 1972, p. 436).

Ao final conclui que o uso das teorias são válidas:

“To determine whether the MM theory is correct, a number of tests on a contrasting implication of the MM and "traditional" theories of corporation finance were performed. The data confirmed MM's position, at least vis-a-vis our interpretation of the traditional theory's position. This should provide another piece of evidence on this controversial topic.” (Hamada, 1972, p. 451).

A equação de Hamada pode ser assim apresentada:

$$\beta_L = \beta_U [1 + (1 - T) \emptyset] \quad (4)$$

Sendo

$\beta_L$  o risco da empresa com alavancagem, beta alavancado;

$\beta_U$  o risco da empresa sem dívidas, beta desalavancado;

T a alíquota do tributo.

$\emptyset$ , também conhecido como grau de alavancagem, é a relação da dívida (D) sobre o capital próprio (E) da empresa.

Contudo, Hamada (1972) alerta para alguns pressupostos que devem ser atendidos para que a equação seja válida, a saber:

- i) Se a empresa tem correção constante de alavancagem, a equação perde sua fidelidade ao seu objetivo;
- ii) Quando considerado  $\beta_U$ , pressupõe-se que o pagamento de juros e principais de dívidas é negligenciado; e

iii) A taxa de tributação é considerada constante.

De acordo com a fórmula proposta por Hamada (1972), espera-se que a alavancagem aumente e os investidores em ações sustentem as crescentes parcelas do risco de mercado da empresa, levando a betas maiores. O fator oposto, na equação, mede a dedutibilidade fiscal dos pagamentos de juros (Damodaran, 2009, p. 201).

Ainda de acordo como (Damodaran, 2009, p. 201), o beta não-alavancado de uma empresa é determinado pelos tipos de negócio em que ela opera e sua alavancagem operacional, enquanto que o beta alavancado é determinado tanto pelo risco da atividade como pela quantidade do risco da alavancagem financeira adotada. O autor acrescenta, ainda, que o custo da dívida de uma empresa é uma função do seu risco de inadimplência. Assim, à medida que a empresa toma mais dívida em relação ao patrimônio líquido, aumentam os riscos de inadimplência e, conseqüentemente, um custo adicional de capital é requerido.

A alavancagem financeira é uma variável que aumenta o risco e seu efeito é ajustado ao beta de um ativo ou de uma de uma carteira de ativos (Ross, Westerfield e Jaffe, 2010; Damodaran, 2004; BrighamErhardt, 2006; Brealey Myers, 1998; Hamada, 1972; Copeland, 2002; Martelancet al., 2005).

Odaet al. (2005), citado por Raifur e Souza (2011), em estudo empírico sustentam que no mercado brasileiro 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.

## **2.5 Betas Bottonup**

Segregar os betas em seus riscos de negócios e seus componentes de alavancagem financeira fornece uma maneira alternativa de estimá-los, de forma que os preços passados são

desnecessários, para uma empresa, individualmente, ou um ativo, na estimativa do seu beta. O beta de dois ativos relacionados é uma média ponderada do beta individual de cada um dos ativos, com a ponderação baseada no valor de mercado. Conseqüentemente, o beta para uma empresa é a média ponderada dos betas de todos os diferentes negócios da empresa (Damodaran, 2009, p. 201).

O autor explica que os betas estimados por esse processo são chamados de betas *bottomup* e para sua estimativa as etapas abaixo devem ser seguidas:

- Etapa 1: Identificar o (s) negócio (s) em que a empresa atua;
- Etapa 2: Encontrar outras empresas negociadas publicamente, em cada negócio, e obter os betas de suas regressões, usando-os para calcular o beta médio para as empresas;
- Etapa 3: Estimar o beta médio não-alavancado, para o negócio, desalavancando o beta médio para empresas pelo seu índice médio de dívida/capital próprio ou alternativamente estimar o beta não-alavancado, para cada empresa, e, então calcular a média dos betas não-alavancados, sendo que a primeira abordagem é a preferível, porque a desalavancagem errônea do beta de uma regressão agravará o erro.
- Etapa 4: Estimar o beta não alavancado para empresa analisada, tomando uma média ponderada de betas não-alavancados para os negócios em que ela atua, usando-se proporção do valor da empresa obtido de cada negócio, com uso de ponderações. Essa média ponderada é chamada de beta não-alavancado *bottomup*.
- Etapa 5: Finalmente, estimar os valores correntes de mercado das dívidas e do patrimônio líquido da empresa, utilizando o índice D/E para estimar um beta alavancado.

A utilização dos betas *bottomup* representa uma melhoria significativa em relação aos betas das regressões e extraímos de Damodaran (2009, p. 201-02) os motivos deste desempenho.

Em primeiro lugar, embora cada beta de regressão seja estimado com erro-padrão, a média entre os diversos betas das regressões tem um erro padrão muito mais baixo, devido ao fato de que um alto erro-padrão na estimativa de um beta indica que este pode ser significativamente

mais alto ou mais baixo do que o beta real; quando se calcula a média obtém-se um beta médio, que é mais preciso do que os betas individuais que entram no cálculo.

$$\text{O Erro padrão (beta } \textit{bottonup}) = \frac{\text{Erro médio padrão}_{(\textit{empresa compatível})}}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Em que o  $n$  é o número de empresas na amostra.

Em segundo lugar, pode-se adaptar um beta *bottonup* para refletir as mudanças reais na composição dos negócios da empresa e as mudanças esperadas no futuro.

Em terceiro lugar, os betas *bottonup* não mais dependem dos preços históricos das ações. Embora sejam necessários para obter betas de empresas comparáveis, tudo o que é necessário para análise da empresa é um detalhamento dos negócios em que ela atua.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da Pesquisa

A ciência é uma atividade humana que se distingue das outras pelo seu método sistematizado de fazê-la. Eco (2007) distinguiu este processo em três momentos: primeiro valoriza o papel do indivíduo na estrutura da criação científica. Há necessidade da existência de uma predisposição do indivíduo em fazer o trabalho científico. Num segundo momento, o objeto. Há necessidade de um estudo objetivo e analítico para que se chegue a uma possível descoberta almejada. E num terceiro momento, um movimento que mescla os dois primeiros e ao mesmo tempo dá outros aspectos para que o processo de ciência fique circunscrito num “empobrecimento da teorização geral e especial” (Eco, 2007 p. 14). Assim, o autor afirma que “não há metodologia de investigação com fim em si, divorciada da metodologia especial e geral” (Eco, 2007, p. 14). Concluindo o terceiro momento do processo, Zubizarreta citado por Eco (2007) afirma que “o estudar, o escrever ou o investigar só se aprende no exercício destas tarefas” (Zubizarreta, citado por Eco 2007, p. 14).

De acordo com Gil (2002, p. 17), pode-se definir pesquisa como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Santos (2006, p. 77) acrescenta:

Denominam-se procedimentos (ou metodologia) as atividades práticas necessárias para aquisição dos dados com os quais se desenvolverão os raciocínios que resultarão em cada parte do trabalho final. [...] A pergunta que norteia a montagem de procedimentos é: “que atividades concretas devo desenvolver para obter dados/informações necessárias para o desenvolvimento de cada objetivo específico?”.

Na construção do texto técnico-científico, a autonomia intelectual, que tem como fim o pensamento, é notada pelos procedimentos adotados quantos as definições prévias de seus objetivos e como são alcançados. Na construção daquele texto, procede-se a métodos, meios e fins que os originam em pesquisas. Dentro do signo pesquisa, define-se, segundo Minayo (1999), nas seguintes palavras:

Entende-se pesquisa como um processo no qual o pesquisador tem “uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente”, pois realiza uma atividade de aproximações sucessivas da realidade, sendo que esta apresenta “uma carga histórica” e reflete posições frente à realidade. (Minayo, 1999, p.23)

Com objetivo de investigação do problema apresentado e para alcance dos objetivos propostos, essa pesquisa pode ser classificada, de acordo com Vergara (2003), em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios de investigação.

Quanto aos fins, a pesquisa é descritiva, pois se leva em consideração o fato de que ela pretende obter e investigar os dados referentes ao Setor Siderúrgico. Descritiva, mostra o setor que se insere em um determinado mercado, o brasileiro de ações. Outro ponto é apresentar o histórico do Setor no período recente, descrevendo-o através dos dados pesquisados e através dos testes econométricos apresentados.

Segundo Gil (2002, p. 42), “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Para Raupp e Beuren (2003, p. 81), citados por Andrade (2002), continuam a linha que “a pesquisa descritiva preocupa-se em observar os fatos, registrá-los, analisá-los, classificá-los e interpretá-los, e o pesquisador não interfere neles”.

Quanto aos meios, o presente trabalho é documental, uma vez que utiliza dados extraídos de documentos publicados no banco de dados da Economática, todos a respeito do objeto que a pesquisa se propõe a investigar. Em se tratando de documentos publicados, Gil (2002) estabelece sua diferença com relação à pesquisa bibliográfica:

A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes/Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. (Gil, 2002, p. 45)

Segundo Richardson (1999, p.85), pode ser utilizado “como material de estudo qualquer forma de comunicação, usualmente documentos escritos, como livros, periódicos, jornais, mas também se pode recorrer a outras formas de comunicação”.

Sobre as técnicas utilizadas em um estudo de caso, Yin (2001, p.26) mostra duas fontes para tal: “observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas com as pessoas neles envolvidas”. Neste trabalho serão observadas as variações dos preços das ações das empresas do setor siderúrgico brasileiro e confrontadas com a variação do retorno do mercado (*proxy*) brasileiro de ações, no período de 2011 e 2012, a fim de embasar as análises pertinentes.

### **3.2 Dados e Procedimentos Metodológicos**

O tratamento de dados, segundo Bardin (1997, p. 31) “é um conjunto de técnicas de análise das comunicações. [...] não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos

mercado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto”. Minayo (1999, p. 74) destaca duas funções na aplicação dessa técnica: a verificação de hipóteses ou questões e a descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos, indo além das aparências do que está sendo comunicado.

Para Bardin (1997), o tratamento do conteúdo consiste na ordenação, classificação em categorias e análise interpretativa. De acordo com Minayo (1999, p. 69) a análise de conteúdo deve estabelecer uma compreensão dos dados coletados, confirmar ou não os pressupostos da pesquisa e/ou responder às questões formuladas, e ampliar o conhecimento sobre o assunto pesquisado, articulando com o contexto cultural da qual faz parte.

Consoante os objetivos da dissertação devem ser estimados os riscos de mercado, sendo estes expressos pelo beta, conforme a equação descrita a seguir:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{V(R_m)} \quad (6)$$

Onde  $\text{Cov}(R_i, R_m)$  é a covariância entre os retornos do ativo  $i$  ( $R_i$ ) e os retornos da carteira de mercado ( $R_m$ ), e  $V(R_m)$  é a variância da carteira de mercado.

O beta estimado de forma tradicional é dado então por uma equação de regressão que associa o retorno de um ativo (em %) aos retornos do índice de mercado (também em %).

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \epsilon_t \quad (7)$$

Sendo:

$Y_t$  é a variável dependente, retornos das ações da empresa;

$X_t$  é a variável independente, isto é, o retorno da carteira de mercado. Uma proxy utilizada para refletir a carteira de mercado no país, também empregada neste estudo, é o IBOVESPA;  
 $\alpha$  é o intercepto da reta de regressão, que indica o valor médio da variável dependente quando a variável independente for igual a zero;

$\beta$  é o coeficiente angular da reta de regressão, que indica a intensidade da relação entre a variável dependente e a independente;



$\epsilon_t$  é o termo de erro da regressão, ou perturbação estocástica, indicando a diferença entre o valor observado e o valor estimado da variável dependente (14).

Conforme salienta Gujarati (2000), a relação é estocástica, ou seja, os valores não podem ser previstos exatamente com base nos valores da variável independente, mas sim estimados, e por isto há a presença de um erro aleatório. Nesse sentido, o modelo clássico de regressão contém pressupostos básicos acerca da distribuição de probabilidade o erro aleatório:

- i) Normalidade: o  $\epsilon_t$  tem distribuição normal;
- ii) Média zero:  $E(\epsilon_t) = 0$ ;
- iii) Homoscedasticidade: a variância do erro deve ser a mesma para todas as observações,  $E(\epsilon_t)^2 = \sigma^2$ ;
- iv) Não existência de correlação serial: o erro de um período não afeta o erro do (s)período (s) subsequente (s),  $E(\epsilon_t, \epsilon_t) = 0$ .

No presente estudo, será utilizado o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para estimar os coeficientes, e apresentados os testes de correlação serial dos erros (autocorrelação) e de homoscedasticidade (variância constante dos erros da regressão). Se essas hipóteses não forem atendidas, deverão ser empregados métodos alternativos para corrigir o problema. Não serão apresentados testes em relação à normalidade e a média do erro, pois em amostras grandes a violação dos pressupostos não acarretam grandes problemas.

A unidade de análise deste trabalho em questão são as variações diárias dos preços das ações preferenciais de empresas do setor siderúrgico brasileiro no período de 2011 a 2012, totalizando 495 cotações. Além dos preços das ações, foi necessário levantar os dados diários do IBOVESPA para o mesmo período, e os referentes à estrutura de capital e o valor das empresas da amostra. Tendo em vista limitações de dados, foi selecionado um número reduzido de empresas para compor a amostra na qual se baseia esta dissertação, sendo a descrição das empresas tema da próxima seção.

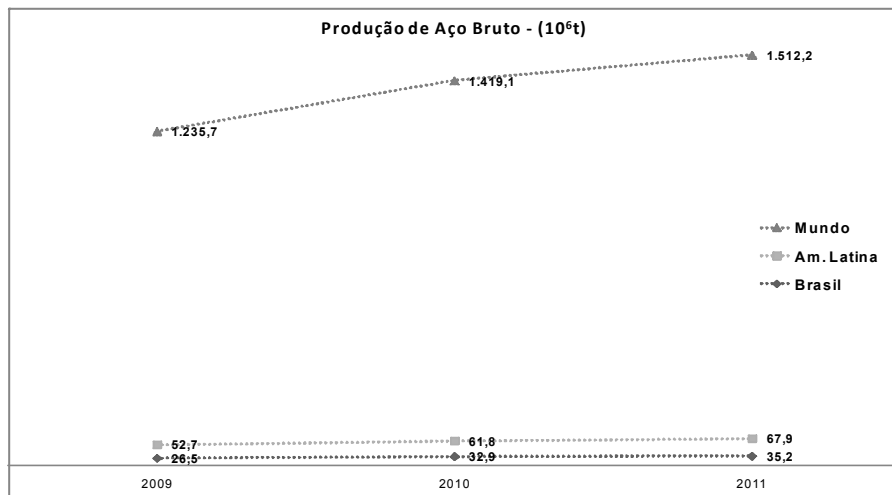
Todos os dados básicos necessários para análise foram levantados junto ao banco de dados da Económica, e para a análise quantitativa foi empregado o software Eviews 6.0.

### 3.3 Breve Descrição do Setor Siderúrgico e a Seleção da Amostra

Conforme salientado, o foco da análise são empresas do setor siderúrgico, que têm uma grande inserção no sistema econômico, pois o aço é usado na fabricação de vários produtos que são essenciais no dia a dia das pessoas. É importante insumo na indústria automobilística, de eletrodomésticos, móveis, máquinas e equipamentos e na construção civil, dentre outras. O setor se destaca, também, na geração de divisas e na criação de empregos e, conseqüentemente, pela capacidade de gerar renda para as famílias.

Segundo o Instituto de Aço do Brasil (IAB), em seu relatório de sustentabilidade no ano de 2012, a demanda doméstica absorveu cerca de 80% do total de aço produzido pela indústria brasileira. A participação das exportações reduziu nos anos mais recentes, reflexo da crise internacional a partir de 2008 e, conseqüentemente, do excesso de capacidade instalada nos países produtores. Entretanto, o setor vem se recuperando, conforme pode ser visto no Gráfico 03.

**Gráfico 03: Produção de aço bruto no Brasil**



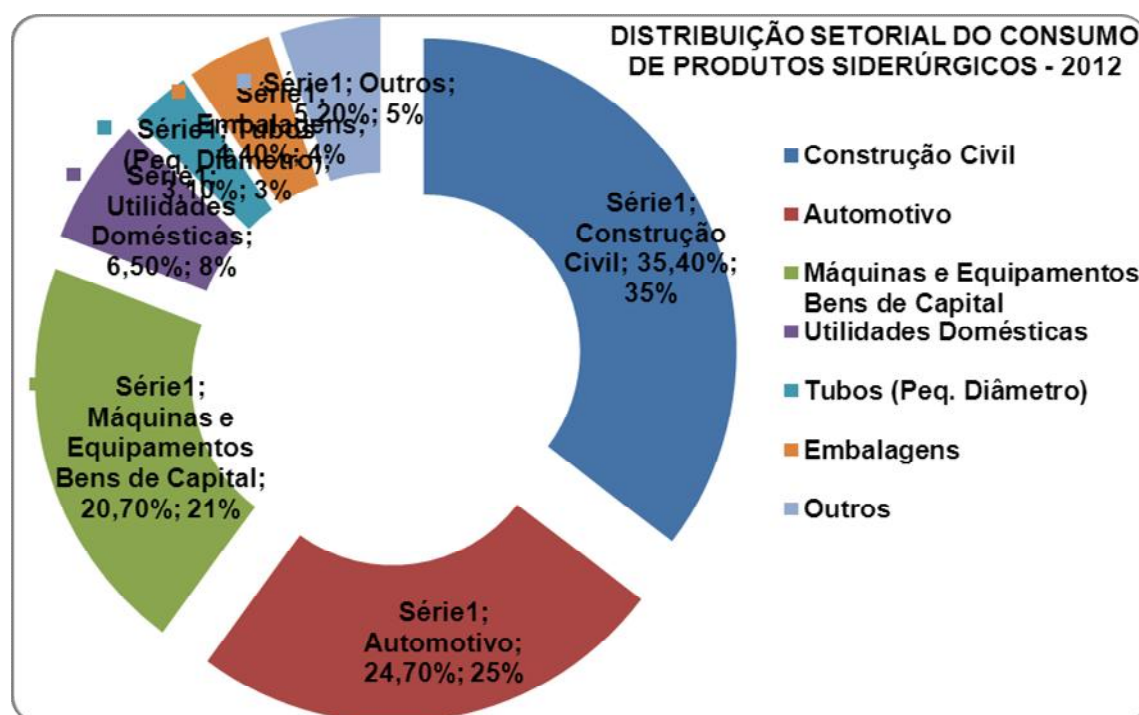
Fonte: Aço Brasil/ALACERO/worldsteel

Segundo o estudo “Importância Estratégica do Aço na Economia Brasileira”, da Fundação Getúlio Vargas (2011), o setor produziu, em 2010, um total de R\$ 146,8 bilhões, ou seja, cerca de 4% do produto interno bruto do país.

No ano de 2011, as exportações de aço brasileiras atingiram 3,3% do montante exportado pelo país, representadas por 10,8 milhões de toneladas, que geraram US\$ 8,4 bilhões de divisas. As importações do setor, correspondentes a 2% das importações totais brasileiras, somaram naquele ano 4,6 bilhões de dólares e um total de 3,8 milhões de toneladas de produtos. O resultado foi um saldo positivo no comércio, sendo que os produtos siderúrgicos foram responsáveis por 12,9% do superávit da balança comercial do país (IAB, 2013).

O Brasil fechou o ano de 2012 produzindo em torno de 2,3% da produção mundial, número que coloca o país no 9º lugar como produtor mundial de aço.

**Gráfico 04 : Distribuição Setorial do Consumo de Produtos Siderúrgicos - 2012**



Fonte: Instituto Aço Brasil (2013).

Domesticamente, a construção civil é o setor que mais absorve produtos oriundos da siderurgia, mas são igualmente importantes as demandas provenientes da indústria automobilística e de máquinas e equipamentos (Gráfico 04). Há um número considerável de empresas no setor, com maior concentração em Minas, mas outros estados do Sudeste e a região Norte também se destacam no cenário nacional. O setor é caracterizado por empresas

“não integradas”, representadas, principalmente, por pequenas e médias empresas produtoras de gusa, e por grandes empresas que detém as três fases na produção do aço (gusa, produção e laminação do aço) e por isso são conhecidas como empresas “integradas”. O segundo grupo é composto de um número relativamente reduzido de empresas, sendo que apenas três delas é de capital aberto com ações negociadas na BOVESPA: Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A (USIMINAS), Companhia Siderúrgica Nacional S/A (CSN) e Siderúrgica Gerdau S.A. (Gerdau S.A.).

A dissertação se endereça ao grupo de empresas integradas, e tem por objetivo quantificar os riscos e os efeitos da alavancagem e do uso de capital de terceiros no custo de financiamento setorial. Assim sendo, consoante o referencial teórico apresentado no capítulo anterior, serão estimados os betas das três empresas cujas ações são transacionadas no BOVESPA, e apurados o beta *bottomup* a partir destes resultados, que permitirão ter um retrato sobre os riscos setoriais. Estes riscos condicionam as taxas requeridas de retornos pelos acionistas, sendo estas apuradas nesta dissertação pela aplicação do CAPM, que fornecerá números referentes aos custos de financiamento da expansão e da construção de novas usinas no país.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo desta dissertação é analisar o risco de mercado de empresas siderúrgicas e os efeitos exercidos pela estrutura de capital no custo de financiamento do setor. Conforme detalhado no capítulo teórico serão utilizados modelos que tornam necessários o cálculo do risco sistemático (beta), medido de acordo com as formulações de Sharpe (1964) e Markowitz (1952). Tendo em vista o número reduzido de empresas com ações negociadas na BOVESPA devem ser quantificados os betas desalavancados, para retratar as condições de risco do setor como um todo.

Para alcançar os objetivos propostos pela dissertação, o primeiro passo consiste em estimar o risco sistemático (beta) alavancado das três empresas da amostra e verificar sua consistência estatística. A partir daí será investigado o papel exercido pelo uso de dívida no risco de mercado, o que implica em quantificar o beta desalavancado. E, finalmente, mediante o emprego da formulação *betabottonup* será apresentado o risco de mercado do setor siderúrgico – empresas integradas, sendo este função das decisões envolvendo a estrutura de capital.

### 4.1 O Beta das Empresas do Setor Siderúrgico Brasileiro

#### 4.1.1 O Risco Sistemático da Gerdau S.A.

Os resultados para a Gerdau S.A. estão retratados na Tabela 01, que contém os coeficientes estimados e os principais testes estatísticos.

**Tabela 01 – Estimativas de Beta da Gerdau S.A.**

**Variável Dependente Retorno (%) das Ações Ordinárias da Gerdau \***

Variável	Coeficientes	Erro padrão	Estatística t	Prob.
C	5,18(10 <sup>-5</sup> )	0,000625	0,082872	0,934
IBV	1,239074	0,042792	28,95556	0,000000
R <sup>2</sup> = 0,62972		R <sup>2</sup> ajustado = 0,628969		
F= 838,4247		D-W= 1,832137		

Nota: \* Número de observações 495.

Fonte: Dados da pesquisa.

Constata-se que o valor de  $\beta$  é 1,2390, sendo o coeficiente estatisticamente significativo. Ressalta-se que é comumente aceita como válida a relação com níveis de significância até 5%. Colocado em outros termos, o que está sendo testado é a chamada Hipótese nula ( $H_0$ ), que é estabelecida neste caso como  $\beta = \text{zero}$ . Como rejeitamos esta hipótese em favor da hipótese alternativa ( $\beta \neq \text{zero}$ ), aceitamos que  $\beta$  é igual ao valor fornecido pela regressão, isto é,  $\beta = 1,239074$ .

Ao aceitar esta hipótese alternativa, podemos cometer o chamado Erro do Tipo 1, que é rejeitar  $H_0$  quando este é verdadeiro, mas a possibilidade é no presente caso é praticamente nula, haja vista o valor da probabilidade apresentada na Tabela 01.

Como o  $\beta$  é da ordem de 1,239, há indicação que a sensibilidade dos retornos da Gerdau é maior do que a da carteira de mercado (IBOVESPA). Assim, quando o IBOVESPA apresenta uma elevação, por exemplo, de 10%, espera-se que os retornos proporcionados pela Gerdau aos seus investidores subam um pouco mais: 12,39%. Ao contrário, quando há uma queda no mercado, de -7%, a retração das ações da Gerdau S.A. é maior, aproximadamente de -8,67%.

Quanto ao ajuste de modelo,  $R^2$  ajustado de 0,6289, ele é elevado, e bem maior do que é obtido, em geral, nas análises de  $\beta$ , no país e internacionalmente. Isto significa que o risco sistemático consegue explicar 63% do risco de mercado da empresa.

De qualquer forma, existem outros fatores que não foram considerados no modelo, e que ajudariam a explicar melhor os retornos proporcionados pelas ações da Gerdau. A regressão é válida, o que é confirmado pela estatística F, altamente significativa.

Para verificar se existe autocorrelação dos resíduos da regressão foi utilizado o Teste de Breusch-Godfrey (Tabela 02).

**Tabela 02: Teste Breusch-Godfrey para Verificação de Autocorrelação - Gerdau\***

Estatística F	1,773151	Prob. F (2,491)	0,1709
Nº Obs x $R^2$	3,549556	Prob. Qui-quadrado (2)	0,1695

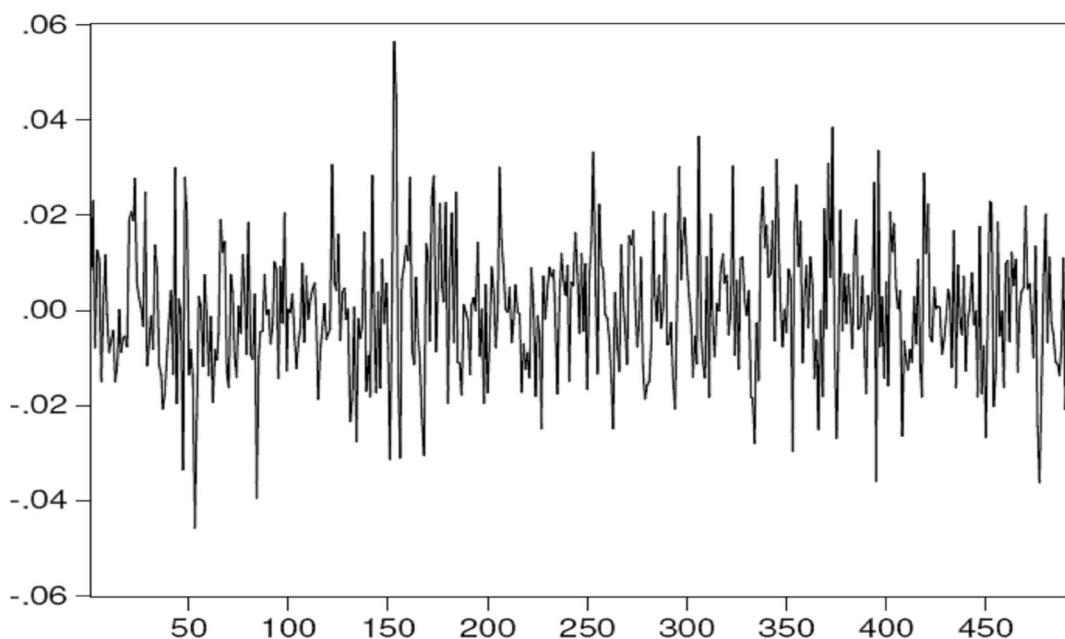
Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se observar que há correlação serial dos erros, visto que a probabilidade de significância referente ao teste F é maior do que o nível de 5%. Portanto, deve-se aprofundar com a análise, pois uma hipótese importante e na qual se baseia a estimativa está sendo violada.

O Gráfico 05 mostra os resíduos da regressão estimada. Pode-se verificar uma grande volatilidade, mas que ela observa certo padrão, de tal maneira que em alguns períodos a volatilidade é alta e em outros é mais baixa. Em consequência, a volatilidade alta dos erros tende ser seguida por igualmente altas volatilidades. Quando há mudança no padrão, a redução da volatilidade promove nos períodos seguintes, também, menores oscilações nos erros. Este fato sugere que a série de erros possui heteroscedasticidade, ou seja, que a variância dos erros não é constante.

**Gráfico 05: Resíduos da regressão do modelo tradicional – Gerdau**



Fonte: Dados da pesquisa.

Quando ocorre heteroscedasticidade, os estimadores continuam sendo não tendenciosos, mas deixam de ser eficientes. Isto viola os pressupostos básicos do modelo de regressão, pois na construção de intervalos de confiança para a elaboração dos testes de hipótese, os intervalos poderão ser mais largos ou estreitos do que os corretos.

Assim sendo, foi realizado o Teste de White para testar a presença ou não de heteroscedasticidade, e os resultados estão descritos na Tabela 03.

**Tabela 03: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade - Gerdau\***

Estatística F	7,20315	Valor de P	0,0008
Nº Obs x R <sup>2</sup>	14,08181	Valor de P	0,0009

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Teste White consiste em estimar uma regressão auxiliar dos erros elevados ao quadrado em relação à variável explicativa, seus quadrados e produtos cruzados. Multiplica-se o R<sup>2</sup> dessa regressão auxiliar pelo número de observações e compara-se com a distribuição Qui-quadrado, com  $\rho$  graus de liberdades, sendo  $\rho$  o número de coeficientes estimados na regressão auxiliar (Vide, Gujarati, 2000).

Pode-se verificar, pelos dados da Tabela 03, a presença de heteroscedasticidade, pois a H<sub>0</sub> do teste postula a existência de homoscedasticidade, isto é, a variância constante dos erros da regressão. Entretanto, os testes não permitem aceitar esta hipótese, pois a probabilidade de erro é menor do que 5%. Como H<sub>0</sub> é rejeitada, deve ser aceita a hipótese alternativa, isto é, existe a presença de heteroscedasticidade, o que indica que os erros não apresentam variância constante.

Este resultado não é surpreendente e está em linha com os encontrados em outros estudos empíricos que reportam a existência de efeitos ARCH nas séries financeiras, em especial na variação das cotações de ações (no caso brasileiro, vide Bonomo, 2010; e Araújo, Bressan, Bertucci e Lamounier, 2004).

Dada a heteroscedasticidade, presença de ARCH no modelo testado, deve-se usar uma forma de estimação alternativa. A literatura indica o uso do Modelo ARCH-M, modelo condicional, que considera os efeitos ARCH e inclui, também, como variável dependente a volatilidade condicional estimada por um modelo GARCH (1 1). Este procedimento gera duas equações: uma referente à volatilidade, equação da variância; e outra dedicada à estimativa condicional, equação da média, e elas estão apresentadas na Tabela 04 (para mais detalhes sobre este teste vide Gujarati, 2010 e Bonomo, 2010).



Verifica-se na Tabela 04 que os efeitos ARCH e GARCH mostram-se presentes no modelo, e de fato precisavam ser corrigidos.

**Tabela 04: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – Gerdau\***

Equação da variância				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	5,74E-05	3,39E-05	1,691444	0,0908
ARCH	0,101775	0,05068	2,00818	0,0446
GARCH	0,596948	0,204025	2,925854	0,0034
Equação da média				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	-0,00961	0,008098	-1,18709	0,2352
IBV	1,271152	0,034388	0,369649	0,0000
$\sigma_{it}$	0,710842	0,598119	1,188461	0,2347
R <sup>2</sup> = 0,631166		R <sup>2</sup> ajustado = 0,627394	Estatística F = 167,3596	

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação aos coeficientes obtidos pela estimativa GARCH-M- equação da média – os resultados indicam que o *beta* estimado mantém-se estatisticamente significativo, com o valor de 1,271152, um pouco mais elevado do que o estimado pelo método de MQO. Confirma-se a relação estatisticamente significativa entre os retornos do IBOVESPA e os da Gerdau S.A. O poder de explicação da regressão é, aproximadamente, de 62,73%, sendo ligeiramente inferior ao da estimativa usando MQO, mas o ajustamento é alto e o modelo é válido, tendo em vista os valores observados para a estatística T.

Ao se incluir a volatilidade condicional como variável explicativa dos retornos da Gerdau no modelo de regressão, obteve um coeficiente para esta variável ( $\sigma_{it} = 0,710842$ ), mas ela é estatisticamente insignificante. Entretanto, a inclusão desta variável propiciou controlar os efeitos ARCH na equação da média, e isto pode ser visto pelo Teste ARCH-M (Tabela 05).

**Tabela 05: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade - Gerdau \***

Estatística F	0,0344462	Prob. F (1,492)	0,8528
Nº ObsxR <sup>2</sup>	0,034602	Prob. Qui-quadrado (1)	0,8524

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se na Tabela 05 que com a adoção do Modelo GARCH-M pode-se rejeitar a existência de heteroscedasticidade.

Tendo em vista estas considerações será adotado, neste estudo, o valor de  $\beta = 1,271152$  referente à empresa Gerdau, estimado pelo modelo condicional GARCH-M, por ser mais robusto.

#### 4.1.2 O Risco Sistemático das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A

As tabelas seguintes apresentam os mesmos testes aplicados aos retornos da USIMINAS.

**Tabela 06: Estimativas de Beta da USIMINAS**

**Variável Dependente Retorno (%) das Ações Ordinárias da USIMINAS\***

Coeficientes	Erro padrão	Estatística t	Prob.
-0,000138	0,001072	-0,128939	0,8975
1,289219	0,073433	17,55642	0,0000
R <sup>2</sup> = 0,384694		R <sup>2</sup> ajustado = 0,383446	
F= 308,2277		D-W= 1,721378	

Obs. <sup>1</sup> Número de observações 495.

Fonte: Dados da pesquisa.

O coeficiente da variável IBOVESPA (variação) estimado é da ordem de 1,2892 e significativo. Este coeficiente que reflete o beta é, também, superior à unidade, que é um reflexo que os retornos das ações da empresa são mais voláteis do que os da carteira de mercado.

Embora a regressão estimada seja válida, o modelo tem um poder explicativo menor, conforme mostrado pelo  $r^2$  ajustado, e o risco sistemático contribui com apenas 38% do risco da empresa.

Foi testada, também, a presença de autocorrelação, mas os resultados mostram que os erros não se relacionam (Tabela 07).

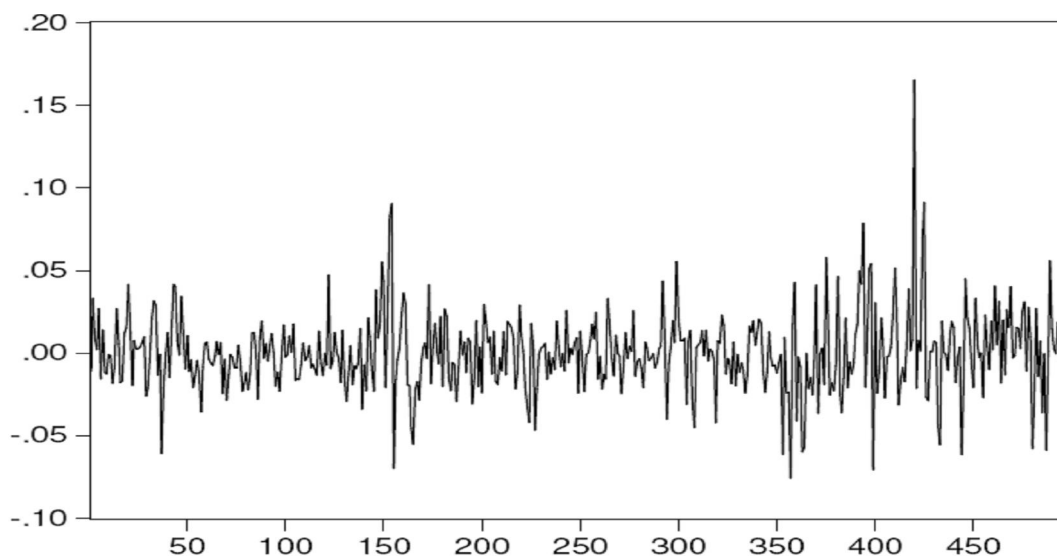
**Tabela 07: Teste Breusch-Godfrey: Verificação de Autocorrelação – USIMINAS**

Estatística F	5,730339	Prob. F (2,491)	0,035
Nº ObsxR <sup>2</sup>	11,29051	Prob. Qui-quadrado (2)	0,035

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 06 mostra o comportamento dos resíduos da regressão estimada e o movimento aponta para certo padrão de volatilidade, de tal maneira que em alguns períodos ela é alta, e em outros é mais baixa. Nota-se que a volatilidade alta dos erros tende ser seguida por igualmente altas volatilidade. Este fato sugere que a série de erros possui heteroscedasticidade, ou seja, que a variância dos erros não é constante. As estatísticas apresentadas na Tabela 08 confirmam que a variância dos erros não é constante.

**Gráfico 06: Resíduos da regressão do modelo tradicional - USIMINAS**

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 08: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade– USIMINAS\***

Estatística F	7,38433	Prob. Qui-quadrado (2)	0,0007
Nº ObsxR <sup>2</sup>	14,42569	Prob. Qui-quadrado (2)	0,0007

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim sendo, para controlar a presença de ARCH na série dos resíduos da regressão, estimou-se o modelo condicional ARCH-M, incluindo, também, como variável dependente a volatilidade condicional estimada por um modelo GARCH (1 1).

**Tabela 09: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – USIMINAS**

Equação da variância				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	1,19E-05	3,07E-06	3,870636	0,0001
ARCH	0,075694	0,014949	5,063485	0,00
GARCH	0,907215	0,013371	67,85071	0,00
Equação da média				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	-0,004694	0,004033	-1,163882	0,2445
IBV	1,227017	0,058116	21,11314	0,00
$\sigma$	0,169436	0,197192	0,859243	0,3902
R <sup>2</sup> = 0,384204		R <sup>2</sup> ajustado = 0,377908	Estatística F = 61,0189	

Nota: \* Número de observações 495.

Fonte: Dados da pesquisa.

No caso da USIMINAS, o coeficiente beta apresentou um pequeno decréscimo, situando-se em 1,227017. A variável volatilidade ( $\sigma$  = 0,169436) mostrou-se, também, não significativa (Prob.= 0,3902).

**Tabela 10: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade– USIMINAS**

Estatística F	0,038770	Prob. F (1,492)	0,844
Nº ObsxR <sup>2</sup>	0,038925	Prob. Qui-quadrado (1)	0,8436

Fonte: Dados da Pesquisa.

Verifica-se na Tabela 10, pelo Teste ARCH-LM, que o uso do modelo condicional e a introdução da volatilidade dos erros como variável explicativa no modelo contribuem para controlar os efeitos ARCH, sendo afastada a presença de heteroscedasticidade nos resíduos da estimativa.

Portanto, o modelo condicional usado para calcular o beta para a USIMINAS é mais recomendado, de tal forma que o coeficiente beta a ser utilizado é da ordem de 1,227017.

### 4.1.3 O Risco Sistemático da Companhia Siderúrgica Nacional S/A

As tabelas seguintes apresentam os mesmos testes aplicados à Gerdau e USIMINAS

**Tabela 11: Estimativas de Beta da CSN**

**Variável Dependente Retorno (%) das Ações Ordinárias da CSN\***

Variável	Coefficientes	Erro padrão	Estatística t	Prob.
C	-0,000867	0,000736	1,177922	0,2394
IBV	1,333355	0,05042	26,44476	0,00
R <sup>2</sup> = 0,586522			R <sup>2</sup> ajustado = 0,585684	
F= 699,3252			D-W= 1,981671	

Nota: \* Número de observações 495.

Fonte: Dados da pesquisa.

O coeficiente que mede a influência do IBOVESPA é significativo, sendo que a magnitude do Beta é de 1,33. Este coeficiente que reflete o *beta* é o mais elevado das três empresas analisadas. O modelo tem um bom poder de explicação, sendo que risco sistemático responde por cerca de 58% na variação do risco total.

Entretanto, devem ser analisados outros aspectos, antes de aceitar este coeficiente beta como válido. Para verificar a consistência das estimativas, foi testada a presença de autocorrelação, e os resultados mostram que os erros não se relacionam.

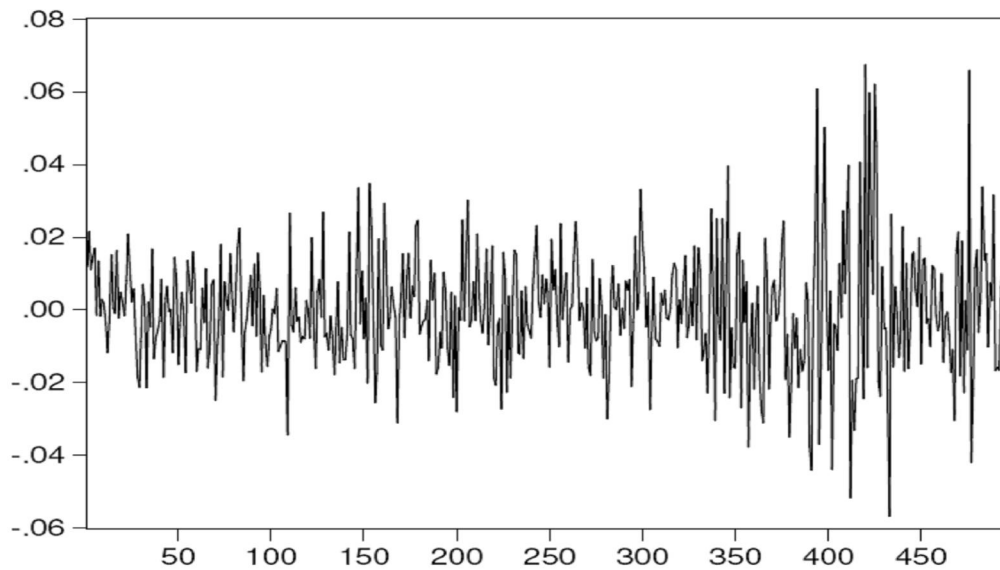
**Tabela 12: Teste Breusch-Godfrey para Verificação de Autocorrelação– CSN\***

Estatística F	0,468335	Prob. F (2,491)	0,6263
Nº ObsxR <sup>2</sup>	0,942502	Prob. Qui-quadrado (2)	0,6242

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 07 mostra os resíduos da regressão estimada, e como nas outras empresas, o movimento aponta uma volatilidade de tal maneira que em alguns períodos ela é alta, e em outros é mais baixa. Quando há, por exemplo, redução da volatilidade, ela promove nos períodos seguintes, também, menores oscilações nos erros. Este fato sugere que a série de erros possui heteroscedasticidade, ou seja, que a variância dos erros não é constante (Tabela 13).

**Gráfico 07: Resíduos da regressão do modelo tradicional – CSN**

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 13: Teste White para Verificação de Heteroscedasticidade - CSN**

Estatística F	4,169810	Prob. F (2,492)	0,016
Nº ObsxR <sup>2</sup>	8,250619	Prob. Qui-quadrado (2)	0,0162

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim sendo, para controlar a presença de ARCH na série dos resíduos da regressão, estimou-se o modelo condicional ARCH-M, incluindo, também, como variável dependente a volatilidade condicional estimada por um modelo GARCH (1 1).

**Tabela 14: Estimação do Modelo Condicional – GARCH-M – CSN**

Equação da variância				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	1,05E-05	5,96E-06	1,757926	0,0788
ARCH	0,108445	0,038475	2,818604	0,0048
GARCH	0,85192	0,054013	15,77236	0,00
Equação da média				
Variável	Coefficiente	Erro padrão	Z Estatística	Prob.
C	-0,001771	0,002911	-0,608545	0,5428
IBV	1,25996	0,045546	27,6634	0,0000
Σit	0,078446	0,202416	0,38755	0,6983
R <sup>2</sup> = 0,584974		R <sup>2</sup> ajustado = 0,58073		Estatística F = 137,8477

Nota: \* Número de observações 495.

Fonte: Dados da pesquisa.

No caso da CSN, o coeficiente beta apresentou um pequeno decréscimo, situando-se em 1,25996. A variável volatilidade ( $\sigma^2 = 0,078446$ ) mostrou-se, também, não significativa (Prob.= 0,6983).

**Tabela 15: Test ARCH-LM para Verificação de Heteroscedasticidade– CSN**

Estatística F	0,084801	Prob. F (1,492)	0,771
Nº ObsxR <sup>2</sup>	0,085131	Prob. Qui-quadrado (1)	0,7705

Nota: \*Variável dependente: Resid.

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se na Tabela 15, pelo Teste ARCH-LM, que o uso do modelo condicional e a introdução da volatilidade dos erros como variável explicativa no modelo contribuem para controlar os efeitos ARCH, sendo afastada a presença de heteroscedasticidade nos resíduos da estimativa. Portanto, o modelo condicional usado para calcular o beta para a CSN é mais recomendado, de tal forma que será utilizado o beta de 1,25996 nas análises referentes a esta empresa.

A Tabela 16 apresenta os valores dos betas que serão usados nas análises posteriores.

**Tabela 16: Betas das empresas Gerdau, Usiminas e CSN**

Empresa	Beta	Divida/Capital Próprio*
GERDAU S.A.	1,2716	0,51
USIMINAS	1,227	0,37
CSN	1,2599	3,35

Nota: \* Estrutura de capital existente no ano de .

Fonte: Tabelas 01; 06 e 11. e dados da dissertação.

## 4.2 Os Efeitos da Alavancagem Financeira Sobre os Betas

Neste item, efetua-se análise do comportamento do risco na desalavancagem e alavancagem nas empresas. A análise é baseada na formulação de Hamada (1972) e nas sugestões contidas em Damodaran (2009), ambas apresentadas no referencial teórico.

Os betas alavancados foram estimados na seção anterior e estão presentes na Tabela 16, sendo que os indicadores das alíquotas de impostos corporativos ( $t$ ) e o índice dívida por capital próprio ( $D/E$ ) foram obtidos diretamente no banco de dados da Economatica.

Registra-se que um dos propósitos deste estudo é verificar o efeito de endividamento no risco do setor siderúrgico como um todo. Conforme discutido no referencial teórico, devem ser selecionadas empresas comparáveis para que se possam extrapolar os dados para o setor. Assim, sendo para o cálculo do beta setorial não serão considerados os resultados da CSN, pois a estrutura de capital desta empresa revela uma alavancagem muito elevada ( $D/E = 3,35$ ) e que se encontra fora do padrão setorial. Desta forma, a utilização do beta da CSN na metodologia Beta *Bottomup* poderia introduzir viés na análise.

Lembrando que o beta alavancado ( $\beta_L$ ) tem uma relação direta com o uso de dívida, sua expressão segue a forma:

$$\beta_L = \beta_U [1 + (1 - t)(D/E)] \quad (8)$$

Consequentemente, o beta não alavancado ( $\beta_U$ ) pode ser facilmente encontrado, a partir das informações de betas alavancados estimados, da alíquota de Imposto de Renda e da estrutura de capital da empresa.

$$\beta_U = \beta_L / [1 + (1 - t)(D/E)] \quad (9)$$

#### 4.2.1 Cálculos do Beta não alavancado da empresa Gerdau S.A.

Ao introduzir os dados na equação referente ao beta não alavancado, obtém-se o resultado para a Gerdau de um beta não alavancado da ordem de 0,95.

$$\beta_U = 1,2716 / [1 + (1 - 0,34)(0,51)] = 0,9514$$

Este beta retira o efeito do uso de capital de terceiros nos riscos percebidos da empresa, que como se viu, provoca tensões é da origem ao surgimento do “custo de dificuldades



financeiras”. Portanto, o beta de 0,95 pode ser considerado o risco operacional, uma vez que foi construído com a hipótese de uma estrutura de capital baseada apenas no uso de capital próprio.

Pode-se simular quais seriam os riscos da empresa mediante o uso de diferentes níveis de alavancagem financeira. Para este fim, partiu-se de alavancagem zero, evoluindo para uma estrutura de capital que contém a mesma proporção de capital dos acionistas e de terceiros (Tabela 17). Neste último caso o risco sistemático da Gerdau (beta) poderia ser da ordem de 1,58.

**Tabela 17: Betas em diferentes níveis de alavancagens financeiras da Gerdau**

D/E(%)	Betas	Efeitos da alavancagem
0	0,95	0,00
25	1,11	0,14
50	1,26	0,12
75	1,42	0,11
100	1,57	0,11

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a relação risco *versus* endividamento não apresenta uma proporção linear uma ao usar percentuais maiores de dívida. O comportamento do efeito da alavancagem na empresa gera um aumento proporcionalmente menor do beta.

#### 4.2.2 Cálculo do Beta não alavancado da empresa Usiminas

Foram estimados, igualmente, os efeitos do endividamento nos riscos da Usiminas. Deve-se notar que Usiminas e Gerdau possuem o mesmo risco de mercado, betas alavancados, consoantes às estimativas apresentadas nesta dissertação. É interessante observar que o beta operacional da Usiminas é ligeiramente superior ao da Gerdau (3% de diferença).

$$\beta_{U(Usiminas)} = 1,2270 / [1 + (1 - 0,34)(0,37)] = 0,9862$$

**Tabela 18: Betas em diferentes níveis de alavancagens financeiras da Usiminas**

D/E(%)	Betas	Efeitos da alavancagem
0	0,98	0,00
25	1,10	0,14
50	1,26	0,13
75	1,41	0,11
100	1,63	0,11

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 18 retrata o beta para diferentes níveis de alavancagem financeira na Usiminas. Em 2012 sua estrutura de capital apresentava uma relação Dívida/Capital Próprio de 0,37, e esta situação resultava em um beta de 1,2270. De acordo com as estimativas, caso a empresa adotasse uma estratégia financeira mais ariscada quanto ao uso de dívida, por exemplo, usando na mesma proporção capital próprio e de terceiros, o risco sistemático poderia atingir a magnitude de 1,64.

### 4.3 Alavancagem, Riscos e Custo do Capital Próprio no Setor Siderúrgico

#### 4.3.1 O Uso de Beta *Bottonup* para Mensurar Riscos

Pode-se calcular o beta de um setor, utilizando os betas de empresas do mesmo segmento. Desta forma, para visualizar o nível de risco setorial basta mensurar o beta desalavancado das empresas representativas, e em seguida utilizar o nível de endividamento médio do segmento, para obter o beta alavancado (risco setorial).

A tabela 19 apresenta o beta do setor siderúrgico, que foi obtido pelo método *bottonup*, utilizando como ponderação dos betas das empresas o valor de mercado correspondente. Verifica-se que o beta desalavancado do setor, segundo esta abordagem, é da ordem de 0,9643.

**Tabela 19: Cálculo do Beta Setorial Não Alavancado: método *bottonup***

Empresas	Valor de Mercado (Milhões R\$)	Fator de Ponderação	Betas de Empresas Compatíveis	Beta <i>Bottonup</i>
	(A)	(B)	(C)	(D) = (BxC)

Gerdau	28.293.407	0,63	0,9514	0,5994
Usiminas	16.824.840	0,37	0,9862	0,3649
Total	45.118.247	1		0,9643

Fonte: Dados da pesquisa.

Para calcular o efeito da alavancagem, decorrente do uso de dívida, deve-se utilizar a estrutura de capital do setor que é resultado da média ponderada da relação D/E das empresas utilizadas na análise. No caso do setor siderúrgico brasileiro, representado pelas empresas Gerdau e Usiminas, o índice médio de dívida é de 0,48 (Tabela 20).

**Tabela 20: Cálculo do índice Dívida/Capital Próprio do Setor**

Empresas	Valor de Mercado (Milhões R\$) ano 2012 (A)	Fator de Ponderação (B)	Relação D/E (ano 2012) (C)	Relação D/E Ponderada (D = BxC)
Gerdau	28.293.407	0,63	0,51	0,32
Usiminas	16.824.840	0,37	0,44	0,16
Setor	45.118.247	1,00		0,48

Conhecido o beta não alavancado e a estrutura de capital do setor, bem como a alíquota de imposto, que no presente caso considerou-se da ordem de 34% que a alíquota que se aplica às grandes empresas (admitindo-se que elas geram lucros compatíveis com o seu porte), pode-se facilmente quantificar o risco do setor utilizando a equação do beta alavancado. Os resultados para o setor siderúrgico brasileiro – empresas integradas – encontram-se na Tabela 21.

**Tabela 21: Cálculo do Beta *Bottonup* do Setor**

Dívida/Capital Próprio (%)	Beta Setorial
0	0,9643
48	1,2698
75	1,4416
100	1,6007

Considerando a estrutura de capital recente do setor – mediante proxy das empresas analisadas – o beta alavancado situa-se em 1,27, que é bem superior ao que foi estimado para uma situação de uso apenas de capital próprio. Este resultado reflete o entendimento que a alavancagem financeira multiplica o risco subjacente ao negócio. Desnecessário dizer que

empresas em mercados de alto risco devem ser parcimoniosas no uso de alavancagem financeira.

#### 4.3.2 O Custo de Capital Próprio no Setor Siderúrgico

Estimados os riscos de mercado subjacentes ao negócio, pode-se quantificar o retorno requerido para um investimento no setor. Para usar o CAPM, conforme detalhado no referencial teórico, é necessário dispor de duas informações adicionais, além do beta que foi objeto de exaustivas análises no presente estudo: a taxa livre de risco e o prêmio de risco do mercado de capitais.

A taxa livre de risco é fornecida por um título soberano, e no caso do Brasil pode ser adotada a remuneração da NTN-B com vencimento em 2035, que rende IPCA = 5,81% ao ano. Admitindo que ao longo do período a inflação possa situar-se em torno do centro da meta atual, isto é, 4,5% ao ano, a taxa livre de risco é da ordem de 10,5%.

O prêmio de risco exigido é assunto mais controverso, mas se aceita que ele pode ser estabelecido em torno de 5 por cento, que é o que a taxa aplicada nos investimentos dos EUA (vide Damodaran, 2009; e Póvoa, 2012).

Assim sendo, aplicando-se estes dados na equação do CAPM, tem-se:

$$R_i = R_f + \beta (R_m - R_f) = 10,5\% + 1,27 (5\%) = 16,85\%$$

Este é o custo de capital próprio ajustado ao risco para projetos do setor, considerando uma alavancagem (D/E) em torno de 50%. Estes custos consideravelmente elevados relacionam-se aos riscos do setor siderúrgico, que vem passando por grandes turbulências, decorrentes tanto da crise internacional que resultou em uma capacidade produtiva ociosa na indústria, como pela aguda concorrência representada por produtos chineses, um novo *player* no mercado de aço.

Obviamente, para se obter o custo de oportunidade do capital, que é a taxa de desconto a ser utilizada em qualquer análise de investimento, deve-se identificar a origem do capital, que pode ser capital dos acionistas (lucros retidos ou nova emissão de ações), ou provenientes de dívida (capital de terceiros). Após esta identificação, aplica-se a fórmula do WACC (vide anexo desta dissertação), que leva em consideração as taxas referentes a cada tipo de capital, a estrutura de capital e os benefícios fiscais decorrentes de redução no imposto de renda a ser recolhido ao tesouro.

Como se discutiu, o beta alavancado reflete o risco do setor, já considerada a alavancagem financeira que multiplica o risco subjacente ao negócio. No caso do setor siderúrgico, considerou-se uma estrutura de capital que emprega em torno de 70% de capital próprio e 30% de recursos de terceiros ( $D/E = 48\%$ ), o que resultou em um *beta de 1,27*. Introduzindo este beta no CAPM, e consideradas as demais variáveis do modelo, chegou-se a um custo de capital próprio de 16,85%.

Caso seja utilizada uma estratégia financeira que altere a estrutura de capital deve-se fazer um ajuste no beta alavancado, para refletir o risco, com o entendimento de que maior alavancagem aumenta o “custo de dificuldades financeiras” e isto é refletido no beta correspondente.

## 5 CONCLUSÕES

A estrutura de capital e a alavancagem financeira são temas importantes na tomada de decisão corporativa, podendo ser fatores decisivos na trajetória de uma empresa. Uma decisão acertada de financiamento pode gerar valor para os acionistas, aumentar a competitividade e garantir maior fatia de mercado para a empresa.

Esta dissertação abordou estes temas que despertam grande interesse de analistas financeiros e gestores a partir das contribuições teóricas de Modigliani & Millere de Sharpe & Markowitz. Consoante essas teorias o fator risco foi considerado, neste trabalho, como indicativo do comportamento dos retornos do ativo do setor estudado em relação à carteira de mercado. Foram mensurados os riscos sistemáticos do setor siderúrgico, e que foram nesta dissertação representadas pela Usiminas, Gerdau e CSN, mediante o cálculo de beta na forma clássica, bem como o cálculo de beta desalavancado *bottomup*.

A dissertação adotou uma abordagem quantitativa, sendo estimadas regressões baseadas em séries temporais das variações de preços das ações preferenciais das empresas do setor siderúrgico e da *proxy* da carteira de mercado (índice IBOVESPA). Os dados refletem os preços das cotações diárias no período de 01 de janeiro de 2011 até 31 de dezembro de 2012, que foram levantados no site da *Economática*. As regressões e os testes estatísticos pertinentes foram feitos com o uso do software *Eviews 6.0*.

Nas estimativas utilizando o método de mínimos quadrados ordinários as séries de erros dos resíduos das regressões estimadas exibiram heteroscedasticidade, tornando necessário usar o modelo ARCH-M. Este modelo permite calcular o beta condicional, que considera os efeitos ARCH, podendo ser incluída, também, como variável dependente na regressão a volatilidade condicional estimada por um modelo GARCH. E este procedimento foi usado nesta dissertação.

Os betas alavancados encontrados para as três empresas foram bem similares, sendo o mais baixo, da ordem de 1,23, referente à Usiminas, e o mais elevado o da Gerdau, cujo valor do coeficiente foi estimado em 1,27. O beta da CSN foi praticamente da mesma magnitude do da Gerdau, ou seja, beta de 1,26.

Esses resultados sinalizam para um risco potencialmente maior do setor siderúrgico do que o risco da carteira de mercado (IBOVESPA). Assim, por exemplo, quando os retornos da carteira de mercado variam, digamos, em 1%, os retornos das empresas siderúrgicas aumentam em cerca de 1,25%.

Outro objetivo deste estudo foi o de analisar o efeito de endividamento no risco do setor siderúrgico como um todo. Para isto devem ser selecionadas empresas comparáveis para que se possam extrapolar os dados para o setor. Foram desconsiderados os dados da CSN, pois a estrutura de capital desta empresa é bem distinta das outras duas empresas presentes na amostra. A introdução da CSN poderia introduzir viés na análise, uma vez que sua alavancagem financeira é elevada e fora do padrão setorial.

Inicialmente, calculou-se o beta desalavancado, o que implica em admitir que o capital investido na empresa seja todo suportado pelos acionistas. Quando o risco financeiro é zero, resta somente o risco operacional, ou seja, o risco que a empresa enfrenta de não conseguir levar adiante a produção. À medida que a empresa se endivida e usa capital de terceiros, o risco financeiro é somado ao risco operacional, constituindo o risco total da empresa, sendo este reflexo, também, de uma estrutura de capital com alavancagem financeira.

O beta *bottomup* desalavancado do setor foi de 0,95. Considerando o índice de alavancagem médio da amostra utilizada, cuja relação dívida/capital próprio é de 0,48, foi encontrado um beta de 1,25. Caso fosse adotada alavancagem mais agressiva, por exemplo, índice (D/E) da ordem de 0,70, o beta poderia elevar-se para 1,57.

Estes resultados mostram que a alavancagem financeira multiplica o risco subjacente ao negócio. Entretanto, os resultados apresentados nesta dissertação indicam que ao elevar o uso de capital de terceiros o risco aumenta, mas a variação não é linear e o risco sobe proporcionalmente menos do que a variação do índice de alavancagem.

Sugere-se a realização de novos estudos para aprofundar esta análise, com cálculos para verificação de correlação dos movimentos de alavancagem e do risco do setor.

O modelo proposto para mensurar o risco do setor siderúrgico pode ser ampliado, também, com amostras que contenham maior número de empresas e que sejam segmentadas em diferentes segmentos do setor metalúrgico: por exemplo, produção de gusa, fundições etc.

Por fim, indica-se a possibilidade de efetuar a comparação de empresas (e, também, do setor siderúrgico como um todo) brasileiras com as de outras importantes regiões produtoras de aço como as da Europa, EUA e Ásia. A metodologia aplicada neste trabalho é facilmente adaptada para outros mercados e permite comparações robustas entre eles.



## REFERÊNCIAS

ANDREAZZA, Armando. Avaliação e desempenho do modelo de fator de retorno esperado no Brasil. *Dissertação de mestrado apresentada no programa de Pós-Graduação em Economia* – Faculdade de Ciências Econômicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2003.

ANDREZO, Andrea F.; LIMA, Iran S. *Mercado Financeiro: aspectos históricos e conceituais*. São Paulo: Thomson Learning, 2002.

ARAÚJO, Daniel L.; BRESSAN, Aureliano A.; BERTUCCI, Luiz A.; LAMOUNIER, Wagner M. O risco de mercado do agronegócio brasileiro: uma análise comparativa entre os modelos CAPM e GARCH-M. *Revista Gestão.Org.v. 2, n. 3, p. 207-220, set./dez. 2004*.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1997.

BASU, D., OOMEN, R., STREMMER, A. International Diversification and Return Predictability: Optimal Dynamic Asset Allocation. *Journal of Business Finance & Accounting*, 37, p. 1008-1025, 2010. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 10/05/2013.

BERK, Jonathan; DEMARZO, Peter; HARFORD, Jarrad. *Fundamentos de finanças empresariais*. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BERNSTEIN, Peter L. *Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco*. São Paulo: 2ª Ed. Editora Campus, 1997.

BODIE, Zvi. KANE, Alex. MARCUS, Alan J. *Investimentos*. 8ª Ed. Porto Alegre: AMGH. 2010.

BONOMO, Marco (org.). *Finanças aplicadas ao Brasil*. 2 ed. São Paulo: FGV Editora. 2010.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C.; ALLEN, Franklin. *Princípios de Finanças Corporativas*. 8ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BRIGHAN, Eugene F.; GAPENSKI, Louis C.; EHRHARDT, Michael C. *Administração Financeira: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2001.

CALLADO, Antonio André Cunha. CALLADO, Aldo Leonardo Cunha. MÖLLER, Horst Dieter. LEITÃO, Carla Renata Silva. *Relações entre os retornos das ações e variáveis*

macroeconômicas: um estudo entre empresas do setor de alimentos e bebidas através de modelos APT. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*. Rio de Janeiro, V. 5, nº 1, jan/jun 2010.

CATAPAN, Anderson. CATAPAN, Edilson A., CATAPAN, Dariane. *Cálculo do custo de capital: uma abordagem teórica*. Revista Economia & Tecnologia - Ano 06, Vol. 23 - Outubro/Dezembro de 2010.

COSTA, Luiz Guilherme Tônico Aboim; COSTA, Luiz Rodolfo Tônico Aboim; ALVIM, Marcelo Arantes. *Valuation: Manual de Avaliação e Reestruturação Econômica de Empresas*. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DAMODARAN, Aswath. *Avaliação de Investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

DAMODARAN, Aswath. *Finanças Corporativas: Teoria e prática*. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

DIMSON, Elroy. Orçamento de Capital: uma maneira beta de realizá-lo. In *Dominando Finanças*, org. Financial Times, Makron Books, São Paulo, 2001.

ECO, Umberto. *Como se faz uma tese em ciências humanas*. Lisboa: Editora Presença, 2007.

ENGLE, Robert F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, Vol. 50, No. 4 (Jul., 1982), pp. 987-1007. Publicação de The Econometric Society, disponível em <http://www.jstor.org/stable/1912773>. Acesso em 10/06/2013.

FAMA, Eugene F. FRENCH, Kenneth R. O modelo de precificação de ativos de capital: teoria e evidências. *Revista RAE*, São Paulo, v. 47 2007, p.103 – 118.

FLEURIET, Michel. *A arte e a ciência das finanças: uma introdução ao mercado financeiro*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

FRENCH, Craig W. The treynor capital asset pricing model. *Journal of Investment Management*, v. 1, nº 2 (2003) pp. 60-72.

GHOSH, A.; CAI, F. Capital structure: new evidence of optimality and pecking order theory. *American Business Review*, v.18, p. 32-38, 1999. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 10/06/2013.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, Lawrence J. *Princípios de Administração Financeira*. 7 ed. São Paulo: Harbra, 1997.

GLASER, Barney G. and STRAUSS, Anselm L. *The Discovery of Grounded Theory – strategies of qualitative research*. London (UK): AldineTransaction, 1967. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 12/06/2013.

GRINBLATT, Mark. TITMAN, Sheridan. *Mercados Financeiros & Estratégia Corporativa*. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GUJARATI, Damodar N., *Econometria básica*. 3Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

GUNTHER, Max. *Os Axiomas de Zurique*. 20ª Ed. São Paulo: Record, 2008.

HAMADA, Robert S., The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks. *Annual Meeting of the American Finance Association*, New Orleans, Louisiana, December 27- 29, 1971 (May, 1972), pp. 435-452. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 05/02/2013.

HICKS, J.R. *A Theory of Economic History*, Oxford, Clarendon Press, 1969.

Instituto Aço Brasil. *Relatório de sustentabilidade* 2012. Disponível em <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em 04/06/2013.

KRAUS, A. LITZENBERGER, R.H. A State-Preference Model of Optimal Financial Leverage, *Journal of Finance*, September 1973, pp. 911-922. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 05/02/2013.

KRUGMAN, Paul R. *A crise de 2008 e a economia da depressão* Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

LIMA, Iran Siqueira; LIMA, Gerlando Augusto Sampaio Franco; PIMENTEL, Renê Coppe; coordenadores. *Curso de Mercado Financeiro: tópicos especiais*. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, Tela Cristiane Sasso; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na produção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista Katálysis*. Florianópolis, v. 10, 2007, p. 37-45.

LINTNER, J. Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification. *Journal of Finance*. 20, Dez. 1965, p.587-616. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 06/04/2013.

LOCATELLI, Ronaldo Lamounier, *Industrialização, Crescimento e Emprego: Uma Avaliação da Experiência Brasileira*. Série PNPE, Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985.

MARCONI, Marina de A. e LAKATOS, Eva M. *Metodologia do Trabalho Científico*. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTELANC, Roy *et al.* *Avaliação de empresas: um guia para fusões & aquisições e gestão de valor*. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

MARTINS, Gilberto de A. *Manual para elaboração de Monografias e Dissertações*. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MAYO, Herbert B. *Finanças Básicas*. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 14ª Ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

MORETTIN, Luiz Gonzaga. *Estatística Básica: Probabilidade e Inferência*. São Paulo: Pearson Pratices Hall, 2010.

MYERS, Stewart C. The capital structure puzzle. *Journal of Finance*. Cambridge, v. 39, n. 3, p. 575-594, 07/1984. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 01/03/2013.

PAIVA, Antônio Fabiano de. *Estatística* – vol. 1 e 2. Belo Horizonte: UFMG, 1981.

PAMPLONA, Edson de O. *Um Estudo do Modelo Arbitrage Pricing Theory (APT) Aplicado na Determinação da Taxa de Descontos*. 17º ENEGEP. Gramado, RS, outubro de 1997. Em co-autoria com Vinícius Montgomery.

PÓVOA, Alexandre. *Valuation: Como Precificar Ações*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 2012.

ROSS, Stephen A. The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic theory*. nº 13, p. 341 – 360. 1976. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 01/12/2012.

ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey E. *Administração Financeira* 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SANDRONI, Paulo. *Dicionário de administração e finanças*. Rio de Janeiro: Record, 2008.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. *Metodologia Científica e a Construção do Conhecimento*. 6ª Ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006

SANTOS, José Odálio. FONTES, Ricardo José Silva. Análise da Relação entre o Coeficiente Beta, o Índice de Alavancagem D/E e a Taxa de Retorno de Ações Ordinária de uma Amostra de Empresas listadas no Ibovespa. *Revista Contabilidade Vista & Revista*. Belo Horizonte. V. 22, n. 4 (2011).

SHARPE, W. F., Capital Asset Prices - A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance* 19, Set. 1964, p. 425-442. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 10/12/2012.

SOUSA, Almir Ferreira de; RAIFUR, Léo. A alavancagem financeira e os efeitos no beta: um estudo das empresas do setor de metalurgia e siderurgia listadas na Bovespa. RC&C. *Revista de Contabilidade e Controladoria*, v. 3, p. 6-26, 2011.

VASCONCELLOS, Marco A. S. de. *Economia: micro e macro*. São Paulo: Atlas, 2000.

VERBEEK, M. *A guide to modern econometrics*. 2ª Ed. London: Wiley, 2004. Disponível em <http://www.jstor.org>. Acesso em 04/01/2013.

VERGARA, Sílvia C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2003.

YIN, Robert K. *Estudo de caso – planejamento e métodos*. São Paulo: Bookman, 2001.

YOUNG, S. David. O'BYRNE, Stephen F. *EVA e gestão baseada em valor: guia prático para implementação*. Porto Alegre: Bookman, 2003.

## ANEXO

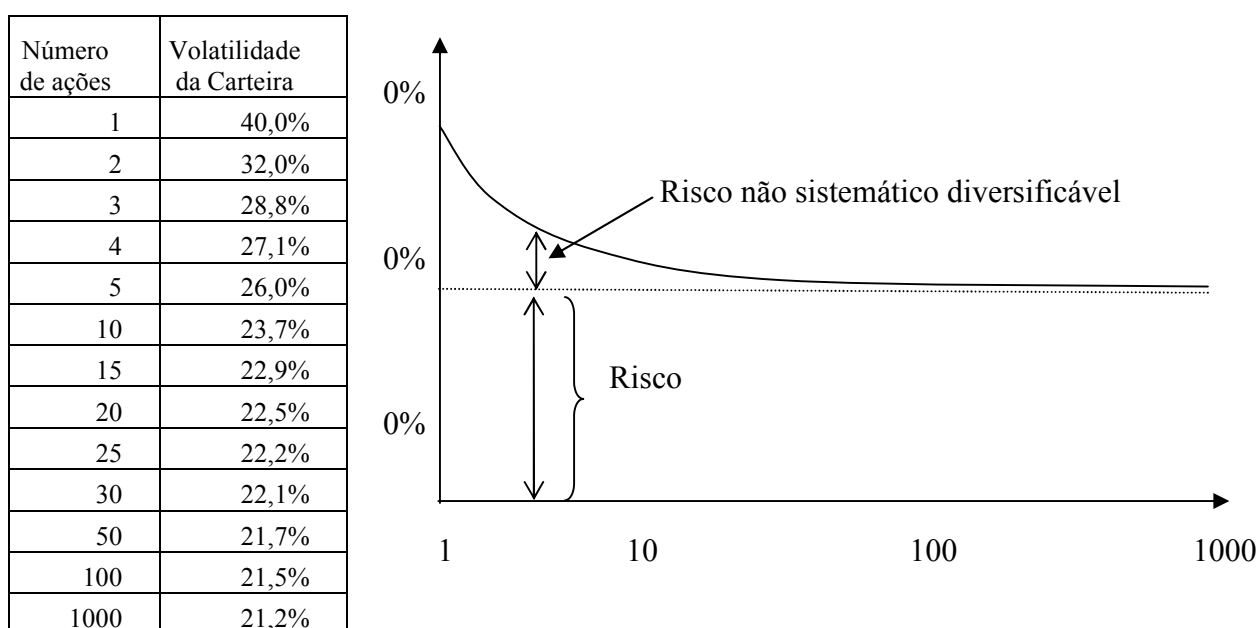
### 1. O Cálculo do Risco

Considerando que todo papel tenha volatilidade, logo toda carteira terá volatilidade, e ela está sujeita a dois tipos de riscos: risco não sistemático (diversificável) e risco sistemático (não diversificável) (Damodaran, 2009).

Segundo Berk, Demarzo e Harford (2010, p. 391), “observa-se que a volatilidade diminui à medida que aumenta o número de ações na carteira. Contudo, numa carteira muito grande, o risco sistemático (de mercado) permanece”.

No Gráfico 08, é evidenciado um caso empírico oferecido por Berk, Demarzo e Harford (2010, p. 391), no qual demonstra a afirmação da permanência do risco sistemático na carteira e o comportamento da volatilidade do risco diversificável que tenderá a zero com o aumento do número de ações.

**Gráfico 08: Risco sistemático e risco não sistemático diversificável**



FONTE: Adaptado de Berk, Demarzo e Harford(2010, p. 391)

Uma forma adequada para se mensurar o risco é o desvio padrão, que retrata a “dispersão em termos de um valor médio” (Mayo, 2008, p. 118).

Esta medida é usada para averiguar o risco de um papel, pois mede a dispersão dos retornos em torno de sua média, assim quanto mais alta for a dispersão dos resultados deste papel, maior é o risco esperado. O desvio padrão centrado numa média com pouca dispersão traduz melhores condições de descrever o comportamento futuro do papel. Por outro lado, um desvio padrão acentuado (amplo) pode traduzir dificuldades de previsão de comportamento do papel.

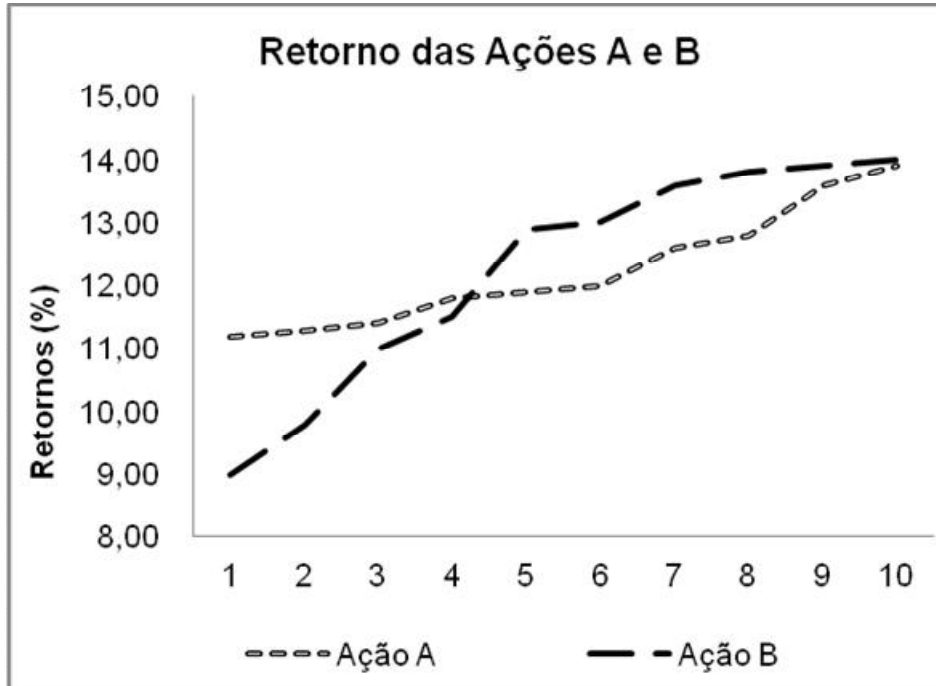
No exemplo a seguir, Tabela 22, pode-se visualizar a situação descrita acima:

**Tabela 22: Retornos das ações “A” e “B”.**

Ano	Retorno (%)	
	Ação A	Ação B
1	11,2	9
2	11,3	9,8
3	11,4	11
4	11,8	11,5
5	11,9	12,9
6	12	13
7	12,6	13,6
8	12,8	13,8
9	13,6	13,9
10	13,9	14
Retorno Médio	12,25	12,25

Fonte: Dados do autor.

**Gráfico 09: Retorno das Ações A e B**



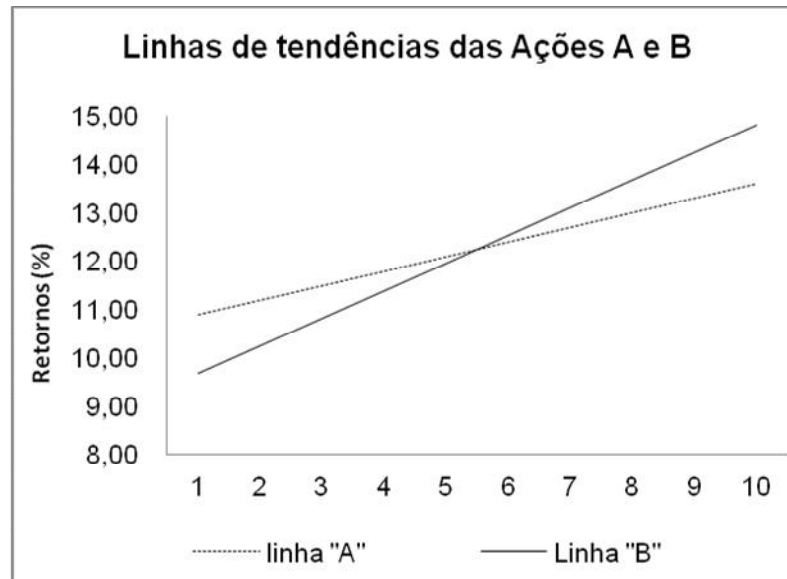
Fonte: Dados do autor.

No período exemplificado acima, o retorno médio do período é o mesmo, mas os retornos anuais são diferentes. Os retornos individuais da ação “A” foram mais próximos da média, já os retornos da ação “B” foram mais distantes do retorno médio.

Mesmo obtendo o mesmo desempenho de um retorno médio de 12,25% nos dez anos analisados, a ação “B” é mais arriscada do que “A”. Mayo (2008) comenta que esta afirmação é verdadeira “pelo bom senso”. Porém, conforme salientam Berk, Demarzo e Harford (2010), quanto maior a volatilidade das ações, maior o retorno requerido pelo investidor e maior o prêmio de risco. Usando a análise gráfica e ajustando curvas de tendências, pode-se verificar que a ação “B” é mais arriscada pelo fato de sua linha de tendência ser mais inclinada do que “A” (Gráfico 10).

**Gráfico 10: Linhas de tendências das ações A e B**





Fonte: Dados do autor.

Para cálculo do desvio padrão dos retornos devem-se seguir os seguintes passos:

- 1) Elevar as diferenças ao quadrado;
- 2) Somar os quadrados das diferenças;
- 3) Dividir tal soma pelo número de observações menos 1;
- 4) Extrair a raiz quadrada.

Assim, obtém-se o desvio padrão (risco) de qualquer ativo, a saber:

**Tabela 23: Desvio padrão da Ação A**

Retorno Individual	Retorno Médio	Diferença (passo 1)	(Diferença) <sup>2</sup> (passo 2)
11,2	12,25	-1,05	1,1
11,3	12,25	-0,95	0,9
11,4	12,25	-0,85	0,72
11,8	12,25	-0,45	0,2
11,9	12,25	-0,35	0,12
12,0	12,25	-0,25	0,06
12,6	12,25	0,35	0,12
12,8	12,25	0,55	0,3
13,6	12,25	1,35	1,82
13,9	12,25	1,65	2,72

Fonte: cálculos do autor.

Soma dos quadrados da diferença (passo 3) = 8,09

Passo 4

Esta soma dividida por n° de observações menos 1

$$\frac{8,09}{10-1} = 0,90$$

Passo 5

Extraír raiz quadrada deste resultado

$$\sqrt{0,90} = 0,95$$

Desvio Padrão = é dado na mesma unidade da variável: ou seja, 0,95%.

**Tabela 24: Desvio padrão da Ação B**

Retorno Individual	Retorno Médio	Diferença (passo 1)	(Diferença) <sup>2</sup> (passo 2)
9	12,25	-3,25	10,56
9,8	12,25	-2,45	6
11	12,25	-1,25	1,56
11,5	12,25	-0,75	0,56
12,9	12,25	0,65	0,42
13	12,25	0,75	0,56
13,6	12,25	1,35	1,82
13,8	12,25	1,55	2,4
13,9	12,25	1,65	2,72
14	12,25	1,75	3,06

Passo 3

Soma dos quadrados da diferença (passo 3) = 26,69

Passo 4

Esta soma dividida por número de observações menos 1

$$\frac{26,69}{10-1} = 3,30$$

Passo 5

Extraír raiz quadrada deste resultado

$$\sqrt{3,30} = 1,82$$

Desvio Padrão = 1,82%

Os resultados denotam que:

Na ação “A”, as variações padrões médias estão compreendidas entre 11,30% e 13,20%; já na ação “B” compreendem entre 10,43% e 14,07.

A maior amplitude novamente é verificada para a ação “B”, com um desvio padrão de 1,82%, contra 0,95% da ação “A”.

A mesma metodologia pode-se usar em movimentos para previsões associadas a probabilidades de ocorrências conforme entendimentos e análises de cenários projetados para retornos esperados.

Considerando a ação “A”, supõe-se que um investidor após análise, indique o seguinte cenário para ocorrência de retornos:

**Tabela 25: Cenários para probabilidade de ocorrência**

Cenário	Probabilidade de ocorrência	Retorno individual esperado	Retorno médio esperado
A	25%	16%	13,50%
B	45%	13%	13,50%
C	20%	14%	13,50%
D	10%	11%	13,50%

Usando a mesma metodologia para o cálculo, notando um fator ponderativo, “probabilidade de ocorrência”, encontra-se o desvio padrão da ação “A” de 1,54%, previsto para os cenários acima.

Nestes termos, o fator de dispersão é de 1,54% nos aspectos fixados nos cenários, e mesmo com a influência de cenários diferentes, o retorno individual esperado variará na ponderação média 1,54% a maior ou a menor.

Ainda pode-se expandir o raciocínio para uma carteira e não um papel isolado. Uma carteira também tem um retorno médio e um desvio padrão calculado na mesma sistemática apresentada acima.

**Tabela 26: Médias ponderadas dos retornos das ações**

Ação	Retorno (%)	Peso	Média Ponderada
1	7,40%	18%	1,33%
2	8,20%	11%	0,90%
3	9,10%	13%	1,18%
4	12%	9%	1,08%
5	13,50%	30%	4,05%
6	14%	19%	2,66%
Somatório das médias			11,21%

Logo, a carteira acima tem um retorno médio de 11,21%.

Generaliza-se o cálculo acima na equação de retorno abaixo:

$$r_p = \omega_1(r_1) + \omega_2(r_2) + \dots + \omega_n(r_n) \quad (10)$$

Onde:

$r_p$  = retorno da carteira

$\omega_n$  = fator de ponderação

$r_n$  = retornos dos ativos individualizados

A medida de risco da carteira tende a considerar os movimentos individuais de cada ação. Verifica-se se tais papéis são mais sensíveis do que outros no conjunto interno da carteira. Se um determinado grupo de ações ou setores do conjunto das ações são mais sensíveis a crises por exemplo. Se as sensibilidades são diferentes, e os pesos dos papéis nas carteiras são diferentes, tais movimentos são medidos em comparação à carteira e está descrita em um determinado mercado.

A inclusão de um ativo numa carteira acrescenta certo nível de risco, o que ele traz de seu individual. A composição de uma carteira com vários ativos, neste sentido, será medida relativamente ao risco de mercado.

Para medir este movimento, considera-se que a distribuição de resultados individuais de cada ação é uma inferência nova e que necessita ser agrupada à distribuição, a fim de acertar o movimento da média do grupo de inferências. Assim, considera-se esta uma medida da média

da distância da inferência à média da distribuição. Desta forma obtém-se uma medida de um desvio padrão médio.

Paiva (1981, p. 63) aponta duas dificuldades nesta forma: a primeira é que “esta medida é inútil por suposta medida de dispersão”. Ainda que o fato da soma das distâncias seja nulo, há sua importância para a média aritmética, uma vez que descreve o centro da distribuição de dados. Desta forma, a medida torna-se nula pela soma das distâncias em seus sinais originais. Contudo, esta influência pode ser eliminada pela soma dos valores absolutos ou a soma de seus quadrados. Segundo Paiva (1981, p. 63), “o problema gerado pela soma nula foi superado pela adoção da soma dos quadrados dos desvios”.

A segunda é formada pelo denominador desta medida média. Forma-se então o “número de graus de liberdade do sistema” (Paiva, 1981, p. 64) que sinteticamente, descreve uma consequência no sistema em estudo de uma inferência nova, a enésima, pois não é um valor já fixado no sistema, como os outros termos (n-1).

Com estes argumentos, afirma-se que a variância ( $\sigma^2$ ) é uma medida da média da distância da inferência ao centro da distribuição, a média. Ou ainda, a média do desvio padrão.

Para Morettin (2010), “à medida que dá o grau de dispersão (ou de concentração) de probabilidade em torno da média é a variância” (Morettin, 2010, p. 52).

A afirmação acima traduz a ideia necessária para entendimento desta medida estatística e seu uso como medida de risco. Esta medida descreve o quanto, em média, as inferências se aproximam, concentra-se, de uma média da série.

A variância descreve a seguinte formulação:

$$\sum_{i=1}^{72} \frac{(j-x^2)}{(n-1)} \quad (11)$$

Na interpretação do resultado da variância, há dificuldade de comparação com possíveis outras medidas, pois é um resultado quadrado. Assim, se as observações/inferências, têm

unidades de medidas em moedas, graus Celsius, metros etc., a variância terá seu resultado em moedas ao quadrado, graus Celsius ao quadrado, metros ao quadrado. Explicitando a dificuldade de comparação entre as unidades.

Para eliminar este problema e considerando que a variância é uma medida média, se transformá-la em um padrão, a compreensão facilitará a interpretação da situação.

Neste contexto, Paiva (1981, p. 67), afirma que “ao valor positivo da raiz quadrada da variância dá-se o nome de desvio-padrão”.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (12)$$

Voltando à teoria das carteiras, Damodaran (2009) divide os investimentos em dois segmentos: um contém os investimentos sem risco e, outro, a carteira de mercado. O risco adicionado à carteira pelo ativo entrante é considerado um risco adicional. Trata-se esta adição como um acerto da variância já existente.

Variância antes da inclusão do papel  $i$

$$\sigma_m^2 \quad (13)$$

Variância após a inclusão do papel  $i$

$$\sigma_{m'}^2 = W_i^2 \sigma_i^2 + (1 - W_i)^2 \sigma_m^2 + 2W_i (1 - W_i) \sigma_{im} \quad (14)$$

Dividindo a expressão acima em três partes, explica-se na qual a variância da carteira de mercado após inclusão do ativo ( $\sigma_{m'}$ ) é a resultante das operações, a saber:

O primeiro termo,  $W_i^2 \sigma_i^2$ , é a relação entre o peso do valor do mercado sobre o ativo  $i$  ( $W_i^2$ ) a variância do papel antes de entrar na carteira ( $\sigma_i^2$ ). O segundo e terceiro termos da equação,  $(1 - W_i)^2 \sigma_m^2 + 2W_i (1 - W_i) \sigma_{im}$ , é o resultado do cálculo da influência da entrada do ativo na carteira. Por fim, o termo  $\sigma_{im}$  é a covariância do ativo  $i$  na carteira. O risco adicionado à carteira pela entrada do ativo  $i$ .

A covariância é uma medida estatística que relaciona duas variáveis em seu comportamento entre si. Uma covariância positiva denota movimentos das variáveis na mesma direção ao longo de um determinado período. Já a covariância negativa configura movimentos opostos entre as variáveis. Por fim, se a covariância tender a zero, as variáveis são independentes entre seus movimentos.

Cabe ressaltar que se numa carteira de mercado houver todos ativos desta economia, a primeira parte da equação, o risco do ativo  $i$ , tenderá a zero, pois seria pequeno em comparação ao total do mercado. Por outro lado, a segunda parte tenderá ao risco adicionado à carteira, uma vez que se trata influência da entrada do ativo na carteira. Resta então, o terceiro termo, o risco adicional do ativo  $i$  na carteira (Damodaran, 2009).

A covariância pode ser comparada a correlação entre as variáveis, porém esta última relaciona-se, também, com o desvio padrão delas, perfazendo a expressão abaixo:

$$r_{i,j} = \frac{\text{COV}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (15)$$

Onde:

$r_{i,j}$  = correlação dos retornos entre o ativo  $i$  e o ativo  $j$

$\text{COV}(R_i, R_j)$  = covariância dos retornos entre o ativo  $i$  e o ativo  $j$

$\sigma_i$  = desvio padrão do retorno do ativo  $i$

$\sigma_j$  = desvio padrão do retorno do ativo  $j$

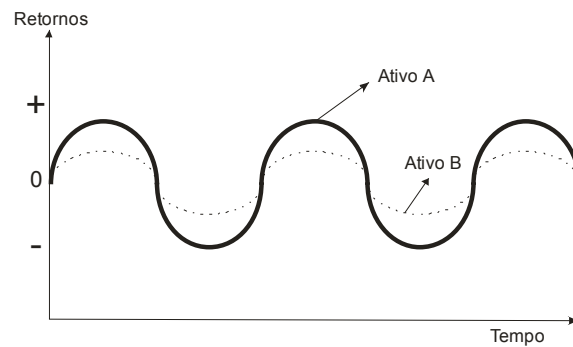
Esta medida dá uma faixa de valores entre um (1) e menos um (-1). Os principais resultados desta medida são representados por três situações, a saber:

$r_{i,j} = 1$  : indica uma correlação perfeita entre os ativos;

$r_{i,j} = 0$  : indica que não há correlação entre os ativos;

$r_{i,j} = -1$  : indica uma correlação negativa perfeita (inversa) entre os ativos.

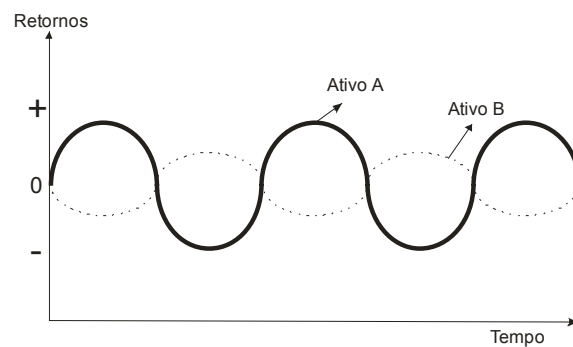
As correlações acima são representadas nos gráficos que seguem. Para tanto se tem dois ativos: “A” e “B”, a saber:

**Gráfico 11: Correlações perfeitas entre ativos A e B**

Fonte: Adaptado de Ross, Westerfield e Jaffe, 2010, p. 211

Na situação acima, descreve-se uma correlação perfeita. É caracterizada pelos retornos dos ativos A e B serem acima da média ao mesmo tempo, assim como são abaixo da média ao mesmo tempo.

Na situação de correlação perfeita, a cada ponto que o ativo A movimentar, a mesma medida o ativo B também movimentar.

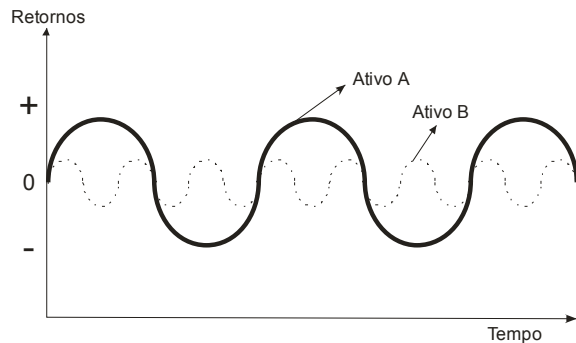
**Gráfico 12: Correlações negativas entre ativos A e B**

Fonte: Adaptado de Ross, Westerfield e Jaffe, 2010, p. 211

A situação acima descreve a correlação negativa, quando a cada retorno de A superior à média, tem-se o retorno, no mesmo tempo, do ativo B inferior à média e vice-versa.



### Gráfico 13: Sem correlações entre ativos A e B



Fonte: Adaptado de Ross, Westerfield e Jaffe, 2010, p. 211

No movimento descrito acima, não há relação entre os ativos A e B. O retorno do ativo A é independente do retorno do ativo B.

## 2. O Custo Médio Ponderado de Capital (WACC)

Uma empresa pode financiar suas atividades usando capital dos acionistas (lucros retidos e emissão de ações) ou se endividando junto ao mercado, e, assim, o custo de capital da empresa deve refletir o uso dessas diferentes fontes de financiamento, sendo os pesos de cada uma dados pelas percentagens no total de recursos empregados. Desta forma, o custo médio ponderado é:

$$WACC = \frac{(E)}{(D + E)} re + \frac{(D)}{(D + E)} rd(1 - t) \quad (16)$$

Sendo:

E = montante de capital próprio;

D = valor da dívida;

re = retorno esperado do capital próprio;

rd = taxa de juros incidente sobre a dívida;

t = alíquota de imposto de renda.