



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS
CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

ANTONIONY SOARES NEVES

**OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRA DE AÇÕES SEGUNDO MARKOWITZ:
UM ESTUDO DO RISCO ENTRE BLUE CHIPS E SMALL CAPS NO
BRASIL**

**SOUSA - PB
2010**

ANTONIONY SOARES NEVES

**OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRA DE AÇÕES SEGUNDO MARKOWITZ:
UM ESTUDO DO RISCO ENTRE BLUE CHIPS E SMALL CAPS NO
BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Contábeis do CCJS da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Professor Me. Harlan de Azevedo Herculano.

**SOUSA - PB
2010**

**OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRA DE AÇÕES SEGUNDO MARKOWITZ:
UM ESTUDO DO RISCO ENTRE BLUE CHIPS E SMALL CAPS NO BRASIL**

Esta monografia foi considerada adequada para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis e aprovada, em sua forma final, pela Banca Examinadora designada pela Comissão de TCC do Curso de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande.

Sousa/PB, ___ de _____ de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Harlan de Azevedo Herculano
(Orientador – UFCG)

Prof. Msc. Thiago Alexandre das Neves Almeida
(Examinador – UFCG)

Prof. Msc. Valterlin da Silva Santos
(Examinador – UFCG)

**SOUSA/PB
2010.2**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e toda concentração dos meus esforços...

...Aos Meus Pais,

Pelos princípios e valores impostos à minha formação moral.

Por algumas vezes escutei seus conselhos que me falavam o quanto era bom ser criança. Embora já tenha superado meus medos da noite, quando podia chorar, vocês continuam sendo importantes quando me sinto perdido no dia. Muito obrigado pela sua existência. Ainda que eu não seja aquele menino, sinto a necessidade de suas presenças em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus... Pelo conforto nas horas mais difíceis e pelas oportunidades apresentadas durante este processo;

Agradeço a Ana Maria Soares Neves, minha mãe... Por cada dia de vida, me apoiando, incentivando e se dedicando a mim de todas as maneiras imagináveis;

Agradeço a Antonio Neves Lemos, meu Pai... Por toda sua luta para que esse sonho se tornasse realidade. O qual merece uma palavra maior que Pai.

Agradeço a Adirliany Soares Neves, minha irmã... Pela compreensão de minha ausência por todos esses anos.

Agradeço a Emmanuelle Lopes Claudino, minha namorada... Pelo Amor e dedicação destinados a mim durante todos esses anos e estendo esse agradecimento a todos seus familiares pela compreensão e paciência;

Agradeço ao Professor Harlan Herculano de Azevedo, meu orientador... Pelos esforços desprendidos, pelo seu tempo gasto em prol desta causa, e pela amizade que se fez presente;

Agradeço a Professora Thaiseany de Freitas Rêgo... Por todas as exigências feitas para que tudo ocorresse de forma normal dentro dos prazos estabelecidos.

Agradeço aos meus amigos: Demilson, Joaquim, Jackson e Erick... Pela convivência tantas vezes transformada em paciência.

Agradeço a "Família" SEBRAE: Luciano, Rafaella, Kamilla, Mabely, Aellânio e Niedja... Pelos sentimentos que ficarão eternizados.

“É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota”.

(Theodore Roosevelt).

LISTA DE TABELAS

Tabela – 1 Discriminação dos ativos que compõe cada carteira

LISTA DE FIGURAS

- Figura – 1** Amostra de preços de fechamento dos ativos
- Figura – 2** Amostra de cálculo do retorno diário de cada Ativo
- Figura – 3** Composição da Carteira com porcentagens iguais
- Figura – 4** Tela da ferramenta Análise de dados
- Figura – 5** Tela da Covariância
- Figura – 6** Matriz de Covariância ou Correlação entre os pares de Ativos.
- Figura – 7** Variância e retorno de cada Ativo da Carteira
- Figura – 8** Caixa de diálogo do Solver
- Figura – 9** Parâmetros da Carteira de Small Caps
- Figura – 10** Caixa de diálogo do Solver
- Figura – 11** Adicionar restrições da ferramenta Solver
- Figura – 12** Tela de opções do Solver
- Figura – 13** Parâmetros do Solver totalmente preenchido
- Figura – 14** Composição da Carteira de Blue Chips Otimizada
- Figura – 15** Composição da Carteira de Small Caps Otimizada
- Figura – 16** Parâmetros da Carteira Blue Chips Otimizada seguida da diferença no risco e no retorno
- Figura – 17** Parâmetros da Carteira Blue Chips Otimizada seguida da diferença no risco e no retorno

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AMBV4 - Ações Preferenciais da Cia de Bebidas das Américas - AMBEV S/A

BBAS3 - Ações Ordinárias do Banco do Brasil S/A

BICB4 - Ações Preferenciais do Banco Industrial e Comercial S/A

BISA3 - Ações Preferenciais da Brookfield Incorporações S/A

BM&F - Bolsa de Mercados e Futuro

BOVESPA - Bolsa de Valores de São Paulo

CVM - Comissão de Valores Mobiliários

GGBR4 - Ações Preferenciais da GERDAL S/A

LSA - Lei das Sociedades Anônimas

MRFG3 - Ações Ordinárias da Marfrig Alimentos S/A

PETR4 - Ações Preferenciais da PETROBRAS S/A

PL – Programação Linear

RENT3 - Ações Ordinárias da RentaCar S/A

S/A - Sociedades Anônimas

TAMM4 - Ações Preferenciais da TAM S/A

VALE5 - Ações Preferenciais da VALE S/A

LISTA DE SÍMBOLOS

- %** Percentual ou percentagem
- Σ** Somatório
- μ_i** Retorno individual de cada Ativo
- i*** Representação do Ativo -1
- j*** Representação do Ativo -2
- R\$** Valor monetário em moeda corrente nacional
- VAR** Variância da Carteira
- X** Participação do Ativo na Carteira
- σ** Variâncias e covariâncias

RESUMO

Este trabalho discute a importância da gestão do risco e retorno em investimentos de renda variável com abordagem em dois grupos de ações definidos como Blue Chips e Small Caps, o objetivo foi levantar informações relevantes para a tomada de decisão enfatizando a minimização do risco e maximização do retorno. A metodologia utilizada é a descritiva e a quantitativa, utilizando-se ferramentas estatísticas como variância e desvio padrão e outros procedimentos matemáticos como a programação linear com ênfase no modelo de otimização de portfólios apresentado por Herry Markowitz 1952. Em ambas as carteiras, foi constatada uma alocação de recursos onde foi minimizado o risco mantendo-se o maior retorno possível dentro das restrições impostas ao problema. Os resultados da operação nas Blue Chips foi uma diminuição do risco de 6,214% e uma variação positiva do retorno em 18,92%. Nas Small Caps uma diminuição de 2,125% e uma variação positiva no retorno de 6,78%. Concluindo-se que a solução encontrada para a carteira de Blue Chips é bem mais atraente e por isso poderia ser considerada a melhor opção de investimento no período analisado.

Palavras-Chave: Otimização de carteira, risco, renda variável.

ABSTRACT

This work discusses the importance of the administration of the risk and return in investments of variable income with approach in two groups of actions defined like Blue Chips and Small Caps, the objective was to lift important information for the electric outlet of decision emphasizing the minimization of the risk and maximization of the return. The used methodology is the descriptive and the quantitative, being used statistical tools as variance and standard deviation and other mathematical procedures as the lineal programming with emphasis in the model of portfólios otimizacion presented by Herry Markowitz 1952. In both wallets, an allocation of resources was verified where the risk was minimized staying the largest possible return inside of the restrictions imposed to the problem. The results of the operation in Blue Chips were a decrease of the risk of 6,214% and a positive variation of the return in 18,92%. In Small Caps a decrease of 2,125% and a positive variation in the return of 6,78%. being Ended that the solution found for Blue Chips' wallet is much more attractive and for that it could be considered the best investment option in the analyzed period.

Word-key: Wallet Otimizacion, risk, variable income.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Tema e Problema.....	16
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo Geral.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Justificativa.....	17
1.4. Procedimentos Metodológicos.....	18
1.4.1. Tipologia da pesquisa quanto aos objetivos.....	18
1.4.2. Tipologia da pesquisa quanto aos procedimentos	18
1.4.3. Tipologias da pesquisa quanto à abordagem do problema	19
1.4.4. Universo da Pesquisa	19
1.4.5. Procedimento de Coleta de Dados	20
1.4.6. Tratamento dos dados	21
1.4.6.1. Formulação de um Problema de Pesquisa Operacional	21
1.4.6.2. Aplicação em Carteiras Utilizando o Aplicativo Excel	22
1.4.6.2.1. Carteira com Porcentagens Iguais	22
1.4.6.2.2. Processo de Otimização	28
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1. Sociedades Anônimas.....	31
2.1.1. Formas de Captação de Recursos.....	32
2.1.1.1. Financiamento por dívida.....	32
2.1.1.1.1. Debêntures.....	32
2.1.1.1.2. Empréstimos	33
2.1.1.2. Financiamento por Ações	33
2.1.1.2.1. Conceito.....	33

	14
2.1.1.2.2. Espécies ou Tipos de ações	35
2.1.1.2.3. Formas de Emissão.....	36
2.2. Mercado.....	37
2.3. Bovespa.....	38
2.4. Risco	39
2.6. O modelo de Markowitz	41
2.7. Recursos computacionais.....	43
2.8. Seleção dos Ativos	43
3 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	45
3.1 Blue Chips	45
3.2 Small Caps	45
3.3 Comparação das Carteiras.....	46
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

Segundo Vedovelho (2005), quanto mais desenvolvido é o mercado de capitais, maior é a economia de um país, pois oferece maiores recursos para as empresas, que podem aumentar sua produção, gerando empregos e colaborando para o progresso econômico.

Segundo a revista Exame (fev. 2010), assim como o número de investidores, as discussões e publicações destinadas ao mercado de ações crescem de forma acelerada.

Consumidores vão às compras. Empresas produzem e contratam. Grandes negócios são fechados – Eis um retrato do Brasil neste início de 2010. Embora os analistas esperem um ano de volatilidade no mercado, o fato é que a décadas à expectativa em relação a economia brasileira não era tão grande (Revista Exame, fev. 2010).

Este consumo citado pela revista é de fundamental importância para as empresas, pois, quanto maior o consumo maior o lucro e conseqüentemente os dividendos pagos por essas empresas, podendo com isso ter uma valorização de suas ações no mercado. Isso proporcionaria ganhos às empresas e aos investidores.

As aplicações no mercado de ações são impulsionadas pelos bons resultados passados, segundo dados da Revista Exame (2010), depois da arrancada da bolsa no ano de 2009, o Ibovespa subiu 83% e em 2010 começa de um jeito diferente, em que a maioria dos analistas acredita que haja espaço para a valorização, mas ressalta que é preciso separar as ações que subiram demais das que oferecem oportunidades de ganho.

Para Vedovelho (2005) na atual situação econômica do país, com inflação controlada e taxa básica de juros declinante, os títulos de renda fixa têm cedido cada vez mais seu lugar para os títulos de renda variável. Entretanto, quando o assunto é mercado de ações, o grande problema está exatamente na inexperiência da maioria das pessoas em como minimizar o risco desse tipo de investimento. Nesse aspecto é que se justifica a utilização da Pesquisa Operacional, uma vez que sua premissa básica é o auxílio à tomada de decisão.

Segundo Silva (*apud*, Gonsalves Jr., 2002) a utilização do modelo de Markowitz (1952) em uma determinada carteira de ações proporciona ao investidor um risco reduzido, este modelo foi criado em 1952, e resume-se na aplicação de programação linear para uma melhor alocação de recursos em uma operação, neste caso, a participação de cada ativo em relação ao investimento total. A aplicação de programação linear em uma carteira de ações tem como objetivo realocar os recursos investidos em proporções distintas para cada

ativo com o fim de minimizar o risco (variância) e maximizar o retorno. Isso é possível porque as ações apresentam um risco dentro da carteira distinto do risco quando se encontram isoladas. Dentro da carteira seu risco vai depender de como ele se correlaciona com os outros ativos que compõem a carteira.

1.1. Tema e Problema

Segundo Harry Markowitz (1952), o processo de seleção de uma carteira de ações pode ser dividido em dois estágios. O primeiro começa com observação e experiência e termina com opiniões sobre a performance futura dos negócios avaliados. O segundo estágio começa com as opiniões relevantes sobre o futuro e termina com a escolha de uma carteira de ações. Este trabalho é baseado no segundo estágio. Um investidor que esteja no mercado de ações, opções ou obrigações deve, ou pelo menos deveria, buscar o máximo retorno possível de seu investimento, dentro de níveis de risco aceitáveis. Isso parece lógico, já que risco e retorno, em geral, possuem uma correlação positiva entre si, quando um aumenta, o outro aumenta junto, quanto maior for o retorno, maior será o risco e vice-versa. Porém essa relação entre risco e retorno pode ser trabalhada de forma que se consiga, através da diversificação, reduzir o risco de uma carteira a níveis algumas vezes menores que o risco do investimento mais seguro que participa da carteira, dependendo da correlação entre os componentes da carteira. Como será visto neste trabalho, pode-se através da diversificação do investimento, ou seja, composição de uma carteira de investimento, aumentar o retorno esperado mantendo o risco a níveis iguais ou menores que o risco individual de cada ativo.

Estimulado pelas afirmações introdutórias sobre o aumento de investidores no mercado de capitais, as necessidades de administração consciente do risco e as novas perspectivas de mercado, apresenta-se a necessidade pela realização do presente estudo que tem por tema: "Otimização de carteira de ações segundo Markowitz: um estudo do risco entre blue chips e small caps no Brasil", com a finalidade de amparar os investidores em suas decisões.

Considerando a abordagem do tema e com o intuito de dar cunho científico ao presente estudo, surge o seguinte problema de pesquisa: Qual a diferença de risco e do retorno de uma carteira com porcentagens iguais e uma ótima nos grupos blue chips e small caps?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Identificar a diferença do risco e do retorno de uma carteira com porcentagens iguais e uma ótima nos grupos de blue chips e small caps.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Montar uma carteira de blue chips (com cinco empresas);
- Montar uma carteira de small caps (com cinco empresas);
- Coletar as cotações diárias das dez ações no período de janeiro de 2008 a junho de 2010;
- Calcular o retorno médio de cada ativo;
- Distribuir o investimento em proporções iguais para cada ativo;
- Gerar a matriz de correlação dos ativos;
- Apresentar o risco (variância) e o retorno;
- Otimizar as proporções com o fim de minimizar o risco e maximizar o retorno;

1.3. Justificativa

O interesse em maior retorno leva o investidor a buscar novos campos de investimento (mercado de ações, opções, derivativos e etc.), mesmo que, isso signifique correr maior risco. Mas até que ponto e com base em que um investidor correria um maior risco? É nesse ponto, que se faz necessária a análise de dados passados, o uso de modelos consagrados como o de Markowitz (1952), e a projeção de resultados futuros. Para que com base científica um investidor possa correr riscos controlados onde fiquem claros os limites aceitáveis de seus investimentos.

As blue chips, vieram como forma de facilitar as transações do investidor, como essas têm o maior número de negociações na BOVESPA o investidor terá seus investimentos retirados

ou aplicados de forma mais rápida, demonstrando uma maior segurança em relação às outras ações.

Small caps por sua vez, são aquelas ações ou aqueles ativos com menos negociações diárias na bolsa. Dito por alguns investidores como de maior risco, pois menos pessoas negociam esses papéis tornando mais lentas as ações de compra e venda desses ativos.

O modelo de Markowitz (1952) utiliza a programação linear no campo dos investimentos. Segundo Corrar *et al* (2007), este é um dos mais importantes instrumentos do campo da pesquisa operacional, haja visto que fornece um conjunto de procedimentos voltados para tratar problemas que envolvem a escassez de recursos. São passíveis do emprego de programação linear os problemas nos quais se busca a melhor alocação de recursos, com a finalidade de explorar ao máximo os recursos oferecidos atendendo a determinadas restrições, que podem referir-se ao montante ou a forma de distribuição destes.

1.4. Procedimentos Metodológicos

1.4.1. Tipologia da pesquisa quanto aos objetivos

A tipologia da pesquisa quanto aos seus objetivos é denominada como descritiva, baseando-se na definição de Andrade (2002 *apud* Beuren *et al*, 2008), a qual destaca que a pesquisa descritiva preocupa-se em observar os fatos, registrá-los, analisá-los e interpretá-los, e o pesquisador não interfere neles. Assim, os fenômenos do mundo físico e humano são estudados, mas não são manipulados pelo pesquisador. O enquadramento é mantido nessa tipologia pela observação, registro e análise das cotações diárias das ações pesquisadas.

1.4.2. Tipologia da pesquisa quanto aos procedimentos

Neste aspecto a pesquisa é classificada como experimental. Kerlinger (1980) diz que um experimento é um estudo no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas e no qual a influência de todas ou quase todas as variáveis relevantes possíveis são pertinentes ao problema da investigação é reduzida ao mínimo. A principal característica

dos experimentos está na manipulação, em que há uma tentativa deliberada e controlada de produzir efeitos diferentes por meio de diferentes manipulações.

1.4.3. Tipologias da pesquisa quanto à abordagem do problema

Em relação à abordagem do problema a pesquisa é conceituada como quantitativa, visto que utiliza-se de instrumentos estatísticos, a qual é descrita por Richardson (1990, p.70 *apud* Beuren *et all*, 2008, p. 92), como:

Caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.

O modelo utilizado na pesquisa é o estudado por Markowitz (1952) onde se utilizam instrumentos no campo da pesquisa operacional como a programação linear para se atingirem resultados propostos. Bem como porcentagens, covariância e outros meios estatísticos, firmando sua posição como quantitativa.

O início desta pesquisa consiste em coletar o retorno de cada uma das ações em determinado período, possibilitando a mensuração de seu risco, já que este é denominado como a variação ou variância do retorno.

Cada ação tem um risco fora diferente do risco dentro de uma carteira, este é mantido pela proporção (fração) do investimento total destinado a cada ação, assim como sua correlação com os demais ativos da carteira em que está inserido O que resultará essa minimização do risco será a aplicabilidade de programação linear na carteira de ativos, variando a proporção do investimento em cada ativo, que antes seria igualitária para que se mantenha um retorno mínimo esperado definido pelo investidor.

1.4.4. Universo da Pesquisa

O universo aqui explorado é a BM&F Bovespa, ou, os ativos negociados nesta. As carteiras foram montadas baseando-se na divisão de dois grupos conhecidos como blue chips, que tem o maior número de negociações diárias e small caps, que tem o menor número de negociações diárias e selecionadas as amostras com base na diversificação por segmentos, ou seja, a escolha foi aleatória, porém, respeitando-se o ramo de atividade, como petrolífero, minério, bebidas, alimentos, construção e etc. com o intuito de minimizar o risco não-sistemático.

O estudo é realizado com cinco empresas (ações) de maior liquidez e cinco de menor liquidez na BOVESPA no período de janeiro de 2008 a junho de 2010. Serão utilizadas as cotações diárias de cada ação durante todo o ano. A programação linear será aplicada gerando uma minimização do risco e em seguida ocorrerá uma comparação entre as carteiras. As ações selecionadas tanto para a carteira de blue chips quanto às para a carteira de small caps estão discriminadas logo abaixo na tabela 1.

Tabela – 1 Discriminação dos ativos que compõe cada carteira

BLUE CHIPS	PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
SMALL CAPS	RENT3	TAMM4	MRFG3	BICB4	BISA3

Fonte: Site da BOVESPA

1.4.5. Procedimento de Coleta de Dados

A coleta foi feita através de uma ferramenta eletrônica denominada Gfix no dia 02 de setembro de 2010 tendo como última atualização do programa a data de 13 de setembro de 2010.

Os dados expostos como, a variação do valor diário de cada ação, que possibilita a medição do risco através desta variação, foram coletados de fontes eletrônicas como o site da Bovespa, e o programa Gfix, o qual armazena as cotações diárias de todos os ativos negociados na Bovespa. Esta análise é orientada pela mensuração do risco e do retorno e em seguida pela minimização do risco mantendo-se um retorno pré-definido com o uso de programação linear.

Esses dados serão estudados e produzirão projeções de cenários aproximadas para que se possam tomar decisões mais concisas e com bases científicas, proporcionando assim ao

investidor mais segurança advinda destas fontes tão confiáveis na tomada de suas decisões.

1.4.6. Tratamento dos dados

A base de tempo utilizado é a diária, assim todas as análises e os resultados obtidos estão expressos em X% ao dia. Sendo especificado caso contrário.

1.4.6.1. Formulação de um Problema de Pesquisa Operacional

Segundo Wayne (1995, *apud* Gonçalves Jr, 2002), Para se resolver um problema de Pesquisa Operacional utilizando a programação linear, é aconselhável que se siga a seguinte metodologia:

- Definição das variáveis de decisão: são as incógnitas que devem ser determinadas na solução do problema.
- Definição das limitações ou restrições: serve para considerar as limitações físicas do sistema, o modelo deve incluir restrições que limitam os valores possíveis das variáveis de decisão. Normalmente são expressas em forma de equações matemáticas.
- Definição da função objetivo (FO): é uma função que define a medida de efetividade do sistema como uma função matemática de suas variáveis de decisão.

Além de se seguir esses passos, a literatura ainda recomenda que antes da construção de um modelo matemático deve-se responder a 4 perguntas:

- Qual é a medida de efetividade do objetivo? Como será expressa a solução do problema?
- Quais são os fatores sob controle (variáveis controladas)?
- Quais são os fatores não controlados?
- Quais são as relações entre estes fatores e os objetivos?

Depois de formulado o modelo, pode-se partir para a otimização, que significa maximizar ou minimizar a função objetivo, variando-se as variáveis de decisão.

1.4.6.2. Aplicação em Carteiras Utilizando o Aplicativo Excel

Desse modo, será apresentado abaixo um exemplo de aplicação da programação linear na seleção de carteiras, será utilizado o modelo de Markowitz e a formulação será feita na planilha Excel, possibilitando que mesmo os investidores que conhecem pouco sobre essas teorias possam aplicá-las sem grandes dificuldades.

1.4.6.2.1. Carteira com Porcentagens Iguais

Um investidor deseja compor uma carteira de ações com base em cinco ativos diferentes. Utilizando o método de Markowitz, qual é a melhor combinação de ações que minimiza o risco de acordo com um retorno desejado?

As variáveis de decisão deste exemplo são:

- Participações individuais (X_i);
- Retorno da carteira (E);
- Risco da carteira (V);
- Retorno individual de cada ativo (μ_i);
- Variâncias e Covariâncias (σ_{ij}).

Deseja-se saber qual deverá ser a porcentagem de investimento em cada ativo (X_i) a fim de reduzir o risco. A função objetivo, neste exemplo, é a de minimizar o risco ou a variância dada pelo modelo de Markowitz. O modelo de Markowitz apresentado anteriormente revela quais são as restrições que devem ser respeitadas na solução deste problema. Ou seja:

- Participações individuais (X_i) ≥ 0
- Soma das participações individuais = 100%

Para que se possa resolver esse problema, deve-se determinar qual é a taxa de retorno mínima desejada, adota-se que seja de 0,037% a.d. então:

- Retorno da carteira (E) $\geq 0,037$

O motivo da adoção deste valor é que este já é o encontrado nos parâmetros da carteira com porcentagens iguais, e como especificado no tema, o objetivo aqui é de minimizar o risco. Então é mantido o retorno mínimo esperado como 0,0037% a.d.

Como foi dito no item anterior (3.1), quatro perguntas devem ser respondidas antes de se iniciar a solução do problema de programação linear. Deste modo, as respostas para as perguntas devem ser respectivamente:

- A medida de efetividade do objetivo será feita através da variância da carteira em porcentagem.
- As variáveis controladas são: Retorno da carteira, Risco ou Variância da carteira e as Participações individuais.
- Os fatores não controlados são: Retornos individuais, Variâncias e Covariâncias.
- As relações entre estes fatores e o objetivo são dadas pelo modelo de Markowitz.

Neste exemplo será necessário calcular as variâncias, covariâncias e o retorno esperado a partir de uma matriz de retornos históricos de cada ativo. A planilha EXCEL possui três fórmulas conhecidas como MÉDIA VARP e COVAR, estas funções serão utilizadas para calcular respectivamente Retorno médio, Variância e Covariância dos pares de ações.

Os dados em análise são o preço de fechamento dos ativos em cada dia de pregão na bolsa desde 02 de janeiro de 2008 a 30 de junho de 2010, tanto nas blue chips quanto nas small caps.

A coluna "A" a partir da linha "3" até a linha "619" está discriminando a data da negociação. As próximas colunas "B", "C", "D", "E" e "F" estão apresentando o valor em reais da última negociação de cada ativo na data especificada na coluna "A".

	A	B	C	D	E	F
1	PREÇO DE FECHAMENTO DOS ATIVOS					
2	DATA	PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
3	02/01/2008	41,49	46,48	24,49	116,82	27,78
4	03/01/2008	40,82	47,13	25,3	119,29	27,36
5	04/01/2008	38,81	45,44	24,37	116,64	27,04
6	07/01/2008	37,69	44,79	23,5	116,82	27,69

Figura – 1 Amostra de preços de fechamento dos ativos.

Fonte: Site da BOVESPA, 2010.

Para calcular o retorno diário de cada ativo utilizou-se o valor final menos o valor inicial, dividido pelo valor inicial, por exemplo: na coluna “J” linha “3” está calculado o retorno do dia com a fórmula = $(B4 - B3)/B3$. Este foi definido como retorno diário da PETR4 do dia 02 para o dia 03 de janeiro de 2008 (figura 2) e assim sucessivamente para cada dia e para cada ativo.

	I	J	K	L	M	N
1	RETORNOS DIÁRIOS DOS ATIVOS					
2	DATA	PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
3	03/01/2008	-1,61%	1,40%	3,31%	2,11%	-1,51%
4	04/01/2008	-4,92%	-3,59%	-3,68%	-2,22%	-1,17%
5	07/01/2008	-2,89%	-1,43%	-3,57%	0,15%	2,40%
6	08/01/2008	5,47%	1,85%	2,77%	-0,74%	2,02%

Figura – 2 Amostra de cálculo do retorno diário de cada Ativo.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Especificados os retornos diários, o investimento é distribuído em igual proporção para cada um dos ativos, sendo cada carteira composta por cinco ações o percentual é equivalente a $100/5$ que é igual a 20% para cada ativo de “R3” a “V3” (figura 3). O retorno de cada ativo é definido como a média entre todos os retornos desde a linha “3” até a linha “618”; Sendo assim tem-se o retorno da PETR4 como a média da coluna “J” da linha “3” a linha “618” definida no programa como = $MÉDIA(J3:J618)$, localizada na célula “R4”.

	Q	R	S	T	U	V
1	COMPOSIÇÃO DA CARTEIRA					
2		PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
3	% DO INVESTIMENTO	20%	20%	20%	20%	20%
4	RETORNO MÉDIO	-0,02%	0,02%	0,06%	0,10%	0,04%

Figura – 3 Composição da Carteira com porcentagens iguais.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

A matriz de variância-covariância é formada com a utilização da ferramenta “Análise de Dados” através da função covariância (figura 4) e sendo preenchendo todas as informações solicitadas pelo programa (figura 5).

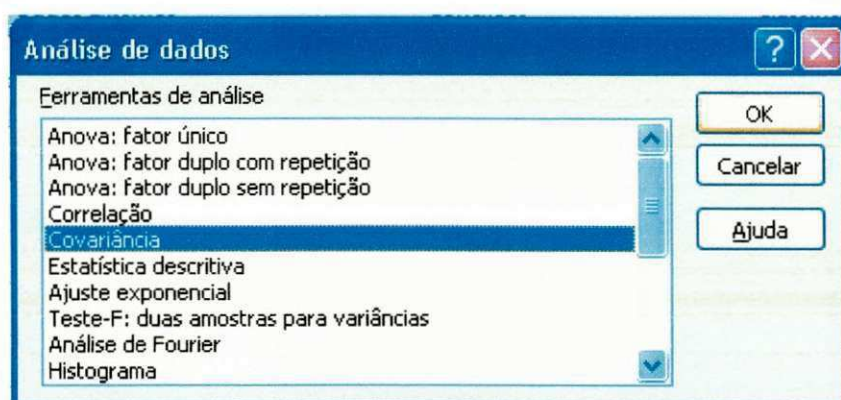


Figura – 4 Tela da ferramenta Análise de dados.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

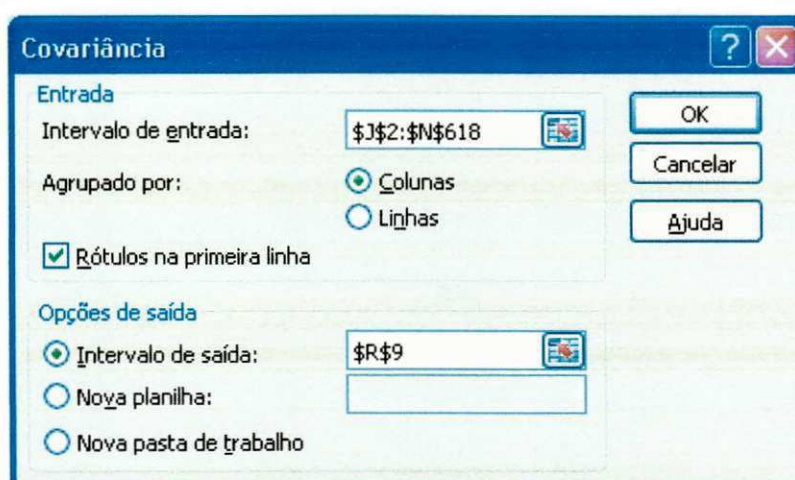


Figura – 5 Tela da Covariância.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Após alimentar o sistema com as informações solicitadas será exposta a matriz de variância-covariância como mostra a figura 6. Vale dizer que a diagonal desta matriz representa a variância das ações.

A célula "R9" representa a variância do retorno do ativo PETR4. Já a célula "S9" representa a covariância entre o retorno da ação PETR4 e a ação VALE5, as demais correlações seguem o mesmo raciocínio.

	Q	R	S	T	U	V
7	MATRIZ DE COVARIÂNCIA					
8		<i>PETR4</i>	<i>VALE5</i>	<i>GGBR4</i>	<i>AMBV4</i>	<i>BBAS3</i>
9	PETR4	0,092%	0,078%	0,083%	0,032%	0,064%
10	VALE5	0,078%	0,101%	0,094%	0,039%	0,072%
11	GGBR4	0,083%	0,094%	0,129%	0,043%	0,079%
12	AMBV4	0,032%	0,039%	0,043%	0,055%	0,037%
13	BBAS3	0,064%	0,072%	0,079%	0,037%	0,111%

Figura - 6 Matriz de Covariância do Retorno entre os pares de Ativos.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Há a necessidade de se calcular as variâncias e covariâncias entre os pares de ativos que poderão compor a carteira. Isso também pode ser feito através da utilização das fórmulas (VARP e COVAR) do MS Excel. Cada ativo contribui com a variância da carteira segundo a equação do modelo de Markowitz. Através do Excel, pode-se calcular a variância do ativo na carteira utilizando-se a fórmula descrita a seguir.

$$VAR = \sum_{i=1}^5 X_i * \left(\sum_{j=1}^5 X_j * \sigma_{ij} \right)$$

Onde:

X_i : Participação de cada ativo;

σ_{ij} : Covariância entre o par de ativos se (i) diferente (j) e variância se (i) igual a (j);

Por exemplo, para se calcular a variância da PETR4 utiliza-se a operação localizada na célula “Z3” (figura 7) definida como $=R3*(R3*R9+R3*R10+R3*R11+R3*R12+R3*R13)$. Já o retorno localizado na célula “Z4” é o produto da equação $=R3*R4$, que são respectivamente a porcentagem do investimento multiplicado pelo retorno médio do ativo.

	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	VARIÂNCIA E RETORNO DE CADA ATIVO NA CARTEIRA					
2		PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
3	VAR. DO ATIVO	0,01%	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%
4	RETORNO	-0,005%	0,004%	0,012%	0,020%	0,007%

Figura – 7 Variância e retorno de cada Ativo da Carteira com porcentagens iguais.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Os parâmetros da carteira são: variância 0,0692% definida como a soma das variâncias de cada ativo e representada pela fórmula $=SOMA(Z3:AD3)$, localizada na célula “AB8”; Desvio padrão 2,6310% definido como a raiz quadrada da variância representado pela fórmula $=RAIZ(AB8)$, localizado na célula “AB9”; Soma percentual dos ativos igual a 1 (100%) que significa o investimento total representado pela fórmula $=SOMA(R3:V3)$, localizado na célula “AB10”; Retorno 0,037% definido como a soma dos retornos de cada ativo e representado pela fórmula $=SOMA(Z4:AD4)$, localizado na célula “AB11”. (figura 8)

	Z	AA	AB	AC
7	PARÂMETROS DA CARTEIRA			
8	VARIÂNCIA		0,0692%	
9	DESV. PADRÃO		2,6310%	
10	SOMA % ATIVOS		100,00%	
11	RETORNO		0,037%	

Figura – 8 Parâmetros da Carteira de Blue Chips.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Seguindo o mesmo processo serão apresentados os parâmetros da carteira de Small Caps, o qual será necessário para atingir os objetivos deste trabalho.

	Z	AA	AB	AC
7	PARÂMETROS DA CARTEIRA			
8	VARIÂNCIA		0,0753%	
9	DESV. PADRÃO		2,7444%	
10	SOMA % ATIVOS		100,00%	
11	RETORNO		0,059%	

Figura – 9 Parâmetros da Carteira de Small Caps.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Será que esta carteira é ótima? Não se pode garantir nada. Apenas que a carteira de ações está diversificada com a presença de 20% do investimento em cada ativo.

1.4.6.2.2. Processo de Otimização

Para otimizar a carteira de ações, utiliza-se uma ferramenta do Excel denominada “Solver”. Sua instalação pode ser realizada utilizando-se as Ferramentas – Suplementos. Com sua ativação, pode-se equacionar o problema da otimização da carteira de ações. A caixa de diálogo do Solver é definida conforme a figura 10.

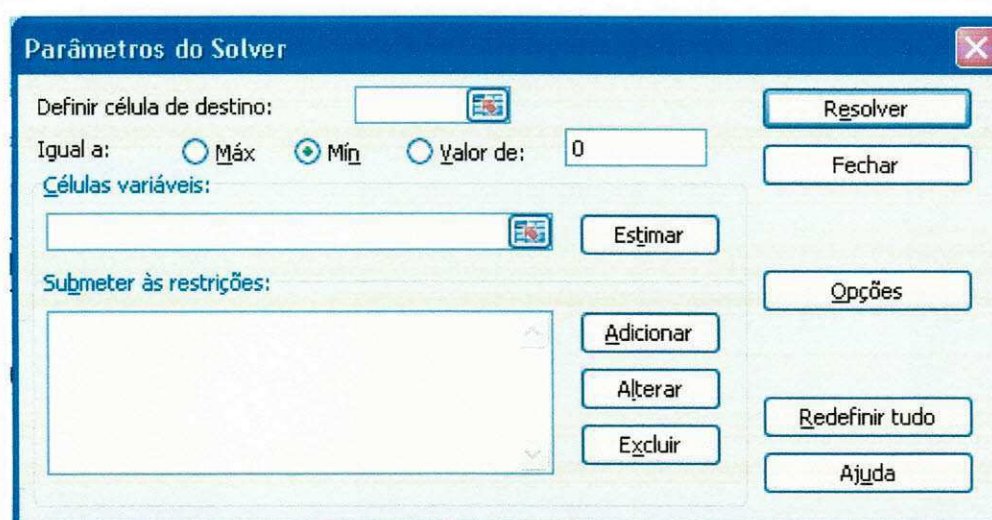


Figura – 10 Caixa de diálogo do Solver.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

O campo “Definir célula de destino” é utilizado para indicar a variável que será alterada. No caso da carteira de ações, iremos minimizar seu risco, ou seja, sua variância; Então se seleciona a célula onde está localizada esta informação “AB8”, e em seguida no campo “Igual a”, seleciona a opção “Min” que significa minimizar. O campo “Células variáveis” é usado para definir as participações individuais de cada ação na carteira; Que será a proporção do Investimento em cada ativo, aqui deve selecionar o intervalo “R3:V3”. O campo “Submeter às restrições” deve ser utilizado para indicarmos as restrições do modelo.

A primeira restrição indica que as participações de cada ação na carteira devem ser no mínimo zero (figura 11) e no máximo um. A segunda restrição é que a soma de todos os percentuais dos ativos que compõem a carteira deve ser igual a 1 (100%), ou seja, “AB10” igual a 1; Neste sentido segundo Pinheiro (2007), a carteira deverá ser composta por recursos próprios do acionista. Posições alavancadas significam que o acionista toma recursos emprestados para aplicar no mercado de ações. Tal abordagem não será discutida neste trabalho. A terceira e última restrição faz referência ao retorno esperado para a carteira, é necessário lembrar que o objetivo do estudo é minimizar o risco com a diversificação, por esse motivo foi definido um retorno mínimo igual ao da carteira com percentual igual em todas as ações, nesse primeiro momento nas blue chips de 0,037% a.d.



Figura – 11 Adicionar restrições da ferramenta Solver.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Ainda na tela principal do Solver devem ser feitas algumas alterações no menu Opções, definimos o Tempo máximo como 10.000 (dez mil) segundos; 10.000 (dez mil) Iterações como parâmetro para a otimização; Tolerância de 5% e que as participações não podem utilizar valores negativos, bem como que os resultados alcançados sejam mostrados. Assim, a caixa de diálogo do solver tem a seguinte apresentação, conforme a figura 12.

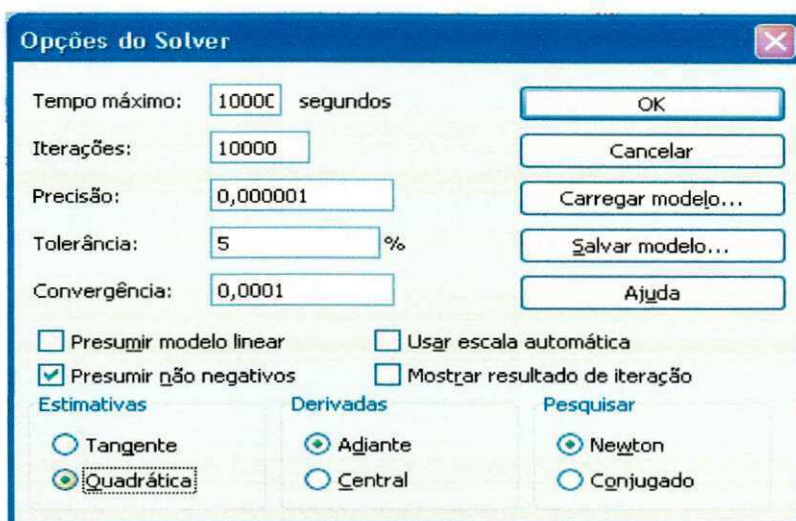


Figura – 12 Tela de opções do Solver.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Após o preenchimento de todas as informações que o solver necessita para esta operação, ele se encontrará conforme a figura 13.

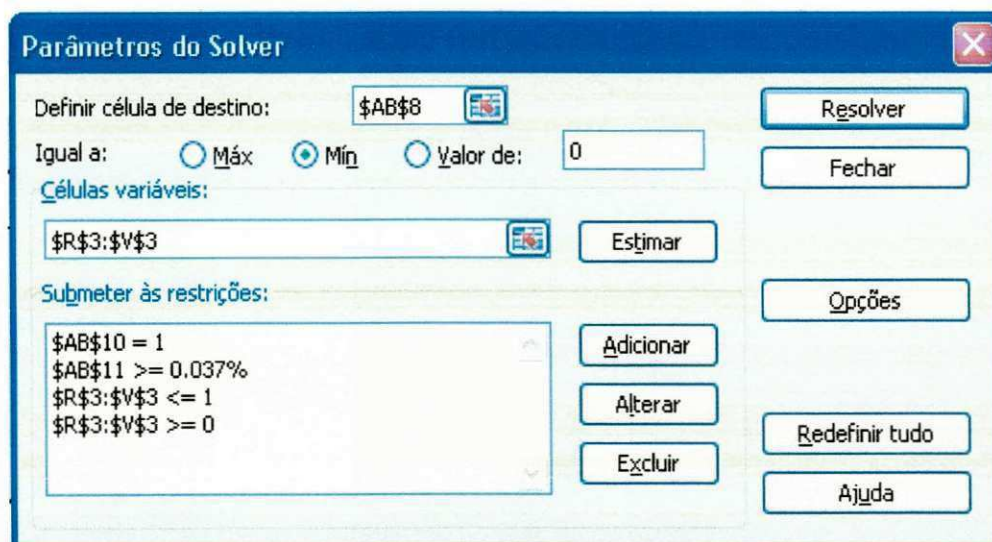


Figura – 13 Parâmetros do Solver totalmente preenchido.
Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Ao clicar na opção Resolver, o Solver especificará a ação ocorrida demonstrando o resultado já nas células especificadas anteriormente.

O Solver encontrou a seguinte distribuição do investimento como solução para esse problema: 19% na PTR4, 17% na VALE5, 15% na GGBR4, 31% na AMBV4 e 18% na BBAS3. (figura 14)

	Q	R	S	T	U	V
1	COMPOSIÇÃO DA CARTEIRA					
2		PETR4	VALE5	GGBR4	AMBV4	BBAS3
3	% DO INVESTIMENTO	19%	17%	15%	31%	18%
4	RETORNO MÉDIO	-0,02%	0,02%	0,06%	0,10%	0,04%

Figura – 14 Composição da Carteira de Blue Chips Otimizada.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Visto que o processo de otimização segue as mesmas etapas para a carteira de small caps será apresentado também neste mesmo ponto à distribuição encontrada pelo Solver para essa outra carteira.

Os ressalves necessários a este problema é exclusivamente em relação ao retorno mínimo esperado da carteira que terá que ser alterado no ponto “Restrições” da ferramenta Solver.

Para essa carteira o Solver encontrou a seguinte solução: 18% RENT3, 18% TAMM, 18% MRFG3, 26% BICB4 e 20% BISA3. (figura 15)

	Q	R	S	T	U	V
1	COMPOSIÇÃO DA CARTEIRA					
2		RENT3	TAMM4	MRFG3	BICB4	BISA3
3	% DO INVESTIMENTO	18%	18%	18%	26%	20%
4	RETORNO MÉDIO	0,10%	-0,01%	0,08%	0,11%	0,02%

Figura – 15 Composição da Carteira de Small Caps Otimizada.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sociedades Anônimas

Sociedades Anônimas ou Companhias segundo Fazzio Junior (2009) é a pessoa jurídica de direito privado, empresária por força de lei, regida por um estatuto e identificada por uma denominação, criada com o objetivo de auferir lucro mediante o exercício da empresa, cujo capital é dividido em frações transmissíveis, composta por sócios de responsabilidade limitada ao pagamento das ações subscritas.

Já para Miranda Valverde (1953 *apud* Almeida 2004) a sociedade anônima é uma pessoa jurídica de direito privado, de natureza mercantil, em que todo o capital se divide em ações, que limitam a responsabilidade dos participantes, sócios ou acionistas ao montante das ações, por eles subscritas ou adquiridas, as quais facilitam, por sua circulação, a subscrição de todos os sócios ou acionistas.

2.1.1. Formas de Captação de Recursos

As empresas de capital aberto têm vários métodos de captação de recursos, dentre eles está à emissão de títulos denominados ações que dão ao seu proprietário, direitos de participação nos lucros e valorização do capital social. Esses títulos são negociados nas bolsas de valores respeitando-se as normas expostas pelos órgãos regulamentadores. Mas, além deste tipo de financiamento, as empresas ainda podem recorrer à captação de recursos por dívida, que são através de debêntures e empréstimos.

2.1.1.1. Financiamento por dívida

Esta forma de captação de recursos utilizada pelas sociedades anônimas é a geração de uma obrigação da sociedade que se compromete a pagar o valor estimado na data definida aos detentores destes títulos aos quais recai na forma de direito o recebimento do valor estipulado no título. Nesta modalidade de captação de recursos as sociedades anônimas têm duas formas para realizar estes processos descritos como:

2.1.1.1.1. Debêntures

Para Nelson Eizirik (1991 *apud* Fazzio Junior 2009), a função econômica da debênture, é a de servir de instrumento de financiamento da companhia emissora, decorre a sua caracterização, praticamente consensual na doutrina, como um contrato de mútuo mercantil. Trata-se, na realidade, de um mútuo de natureza especial, uma vez que a quantia mutuada é dividida em frações, correspondentes ao número de debêntures subscritas. Cada

debênture constitui um documento de legitimação, mediante o qual o debenturista pode exercer seu direito de crédito frente à companhia emissora.

Já para Fazzio Junior (2009), Debêntures são títulos de massa emitidos pelas sociedades por ações que asseguram, a seu titular, um direito de crédito contra a companhia, nas condições constantes da escritura de emissões e do certificado. Criados em séries uniformes, pelas sociedades anônimas ou em comandita por ações, garantem aos compradores remuneração certa em prazos definidos, sendo representativos de empréstimos amortizáveis, contraídos a longo prazo mediante garantia de todo o ativo da sociedade, porém, não necessariamente abonados por garantias reais.

Pode formular-se que debêntures são instrumentos de captação de recursos para empresas no qual é emitido um título de direito de crédito ao debenturista gerando uma remuneração certa em prazo definido.

2.1.1.1.2. Empréstimos

São formas de captação de recursos por meios de instituições financeiras, ao qual a empresa se compromete a pagar o valor do empréstimo adicionado a uma taxa de juros imposta pelas instituições financeiras.

2.1.1.2. Financiamento por Ações

2.1.1.2.1. Conceito

Segundo Assaf Neto (2008) as ações são valores representativos de uma parcela (fração) do capital social de uma sociedade, negociáveis no mercado, e refletem a participação dos acionistas no capital social.

De acordo com Almeida (1999), o capital social de uma sociedade anônima, expresso em moeda nacional, pode compreender qualquer espécie de bens, suscetíveis de avaliação em

dinheiro. Esse capital social, por sua vez, divide-se em parcelas. Estas parcelas dividem-se em ações.

A ação, portanto, pode ser conceituada como uma parcela do capital social. Representa, pois, parte do capital social de uma sociedade anônima. Como ensina Eunápio Borges, constitui o título representativo dos direitos e obrigações do acionista. Daí acentuar Miranda Valverde que, incluída, porque se apresenta como valor circulante no mercado, na vasta categoria dos títulos de crédito, não perde, entretanto, o principal característico jurídico, o de conferir ao seu titular um *status*, o estado de sócio, do qual derivam direitos e obrigações. (ALMEIDA, 1999, p. 283)

Já para Fazzio Junior (2009), ação é um título de investimento representativo de unidade do capital social da sociedade anônima, que confere a seu titular um regime próprio de direitos e deveres. É cada uma das frações, de igual valor, em que se divide o capital da companhia, mas também é título atributivo da condição de sócio.

Baseando-se nestes conceitos, afirma-se que ações são títulos representativos da fragmentação do capital social, no qual estão assegurados os direitos e deveres dos acionistas.

Valverde (1956 *apud* Fazzio Junior, 2009), afirma que, a ação é um título corporativo, ou de participação, negociável e transmissível por ato *inter vivos*, segundo a forma de que se reveste.

João Eunápio Borges (1969 *apud* Fazzio Junior, 2009), traz a seguinte definição para ação:

A ação é tudo isso, variando a importância relativa de seus diversos aspectos e funções de acordo com o ponto de vista em que se coloca o seu possuidor. Quem compra ações pode ter em mira tornar-se sócio de uma sociedade anônima, a fim de intervir em sua direção, controlando-a, se possível. Pode visar simplesmente a aquisição de um título de renda, dando ao seu capital aplicação mais lucrativa do que o simples depósito bancário, ou pode praticar um ato de mera especulação bolsística, comprando o título, não para conservá-lo, mas para vendê-lo com lucro.

Almeida (2004) chama a atenção quando diz que, o clássico conceito de ação como uma das partes iguais em que se divide o capital social, representada por um título negociável, não mais se adapta à lei vigente.

Isto porque o capital não mais se divide em partes de valor monetário se houver ações sem valor nominal, também a ação deixará de ser representada por um título (certificado) quando revestir a forma escritural.

Em face do regime legal em vigor, pode-se definir ação como a fração negociável em que se divide o capital social, representativa dos direitos e obrigações dos acionistas.

2.1.1.2.2. Espécies ou Tipos de ações

Segunda a LSA existem três tipos de ações:

Art. 15. As ações, conforme a natureza dos direitos ou vantagens que conferem a seus titulares, são ordinárias, preferenciais, ou de fruição.

- Ordinárias ou comuns:

Corroborando com Assaf Neto (2008), este tipo de ações proporciona aos seus titulares o direito de voto em assembleias gerais de acionistas e participação nos lucros da sociedade mediante o recebimento de dividendos.

Já para Fazzio Junior (2009), são ações que conferem a seus possuidores a plenitude dos direitos sociais, ou seja, a participação nos dividendos e o voto nas deliberações sociais.

Ao todo pode afirmar-se que ações ordinárias são aquelas que participam da distribuição dos lucros e dá direito a voto em assembleias.

- Preferenciais:

Segundo Assaf Neto (2008), as ações preferenciais, ao contrário das ordinárias, não possuem o direito a voto, oferecendo em contrapartida algumas vantagens ou preferências, como a prioridade no recebimento dos dividendos (muitas vezes em percentual mais elevado) e preferência no reembolso de capital em caso de dissolução da sociedade.

Fazzio Junior (2009), afirma que, ações preferenciais, também conhecidas como ações de investimento ou ações de poupança, são as que conferem a seus titulares privilégios ou vantagens consistentes em:

- ✓ Prioridade na distribuição de dividendos fixo ou mínimo;
- ✓ Prioridade no reembolso do capital, com prêmio ou sem ele;
- ✓ Acumulação das vantagens enumeradas.

- Fruição:

Segundo Almeida (2004) também chamadas de gozo, são aquelas que resultam da amortização integral das ações ordinárias ou preferenciais.

Pela pouca relevância nesta pesquisa não prolongar-se-á a discussão sobre este tipo de ações.

2.1.1.2.3. Formas de Emissão

As formas de emissão se diferenciam conforme sua transmissibilidade.

- **Ações Nominativas:**

Essas ações, para Almeida (1999), são aquelas cuja propriedade se estabelece pela inscrição do nome do titular no livro de "Registro das ações Nominativas".

Assaf Neto (2008) denomina esta forma de emissão como, aquela ação representada por uma cautela (certificado) cuja movimentação exige sua entrega a averbação em livro próprio da sociedade emitente, indicando o nome do novo acionista.

De acordo com a Lei 6.404 (dez. 1976, art. 31, § 2º) A transferência das ações nominativas em virtude de transmissão por sucessão universal ou legado, de arrematação, adjudicação ou outro ato judicial, ou por qualquer outro título, somente se fará mediante averbação no livro de "Registro de Ações Nominativas", à vista de documento hábil, que ficará em poder da companhia

Fazzio Junior (2009) ressalta que, a transferência das ações nominativas opera-se por termo lavrado no livro "transferências de ações nominativas", datada e assinada pelo cedente e pelo cessionário, ou seus legítimos representantes.

Pode-se afirmar que ações nominativas são aquelas em que o nome do acionista e determinado no certificado e registrado em livro adequado, assim como suas transferências de posse.

- **Ações Escriturais:**

Almeida (1999) traz estas, como sendo aquelas que não mencionam, o nome do acionista, transmissíveis pela simples *traditio*, presumindo-se proprietário o detentor.

Já Fazzio Junior (2009), afirma que, por força do art. 34 da LSA, o estatuto da companhia tem a faculdade de autorizar ou estabelecer que todas as ações da companhia, ou uma ou mais classes delas, sejam mantidas em contas de depósito, em nome de seus titulares, na instituição que designar, sem emissão de certificados.

Arnoldo Wald (1987 *apud*, Fazzio Junior, 2009) define estas ações, como um valor patrimonial incorpóreo que outorga ao seu titular os direitos e obrigações inerentes à quantidade de acionista e cuja transferência processa-se escrituralmente, mediante assentamentos próprios nas instituições encarregadas de sua administração e depósito.

2.2. Mercado

Bolsa de Valores para Assaf Neto (2008) é descrita como:

As bolsas de valores são entidades físicas, constituídas sob a forma de associações civis sem fins lucrativos, com responsabilidades e funções de interesse público. As sociedades corretoras são instituições membros das bolsas de valores, habilitadas para operar em seus pregões por conta própria e determinada por seus clientes, por meio de negociações com títulos e valores mobiliários. (ASSAF NETO, 2008 p. 81)

No cenário brasileiro as corretoras citadas pelo autor são os órgãos únicos credenciados pela Bovespa e pela CVM como operadoras de seus pregões.

Esclarecendo essas idéias pode-se afirmar que investidores são clientes das corretoras que são as únicas instituições que podem operar nos pregões da bolsa, que por sua vez coordenam as transações que tem seus preços formados pelo equilíbrio entre a oferta e a demanda.

O número de investidores no mercado de ações cresce a cada ano. Isso é consequência da insatisfação dos investidores na questão financeira que abrange o risco e o retorno, muitos brasileiros são adversos ao risco, contudo, estão cada vez mais se deixando guiar pelo prêmio pago e não mais pelo risco que esses ativos oferecem. Por serem grandezas diretamente proporcionais geram uma insegurança nos investidores que muitas vezes preferem um menor retorno para não assumir um maior risco.

Qualquer pessoa física ou jurídica pode deter direitos sobre papéis de qualquer empresa que esteja sendo negociados nos pregões da Bovespa através de intermediadores financeiros devidamente autorizados (corretoras).

Quanto mais desenvolvido é o mercado de capitais, maior é a economia de um país, pois oferece maiores recursos para as empresas, que podem aumentar sua produção, gerando empregos e colaborando para o progresso econômico. Para isso acontecer, é preciso uma Bolsa de Valores forte.

2.3. Bovespa

Segundo o site da Bovespa, a BM&FBOVESPA S.A. (Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros) foi criada em 2008 com a integração entre a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) e a Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA). Juntas, as companhias formam uma das maiores bolsas do mundo em valor de mercado, a segunda das Américas e a líder no continente latino-americano.

No cenário global, em que acompanhar a velocidade das transformações torna-se um diferencial competitivo, a BM&F Bovespa apresenta atraentes opções de investimento com custos de operação alinhados ao mercado.

A evolução da Bovespa é indiscutível, a valorização dos papéis chegou a 83% em 2009. Em meio a crises mundiais o Brasil destacou-se como país emergente e fechou o ano em alta.

Mas, o crescimento fantástico (e não isolado) da Bovespa, não significa que todos os papéis se valorizaram ou tampouco, que todos os investidores ganharão.

A criteriosa seleção de papéis tão citada nesse texto é o que separa ganhadores e perdedores nesse mercado tão complexo.

A Bovespa não é um cassino onde uns ganham em decorrência das perdas dos outros. É possível sim que todos ganhem na Bovespa, para isso só seria necessário que todas as empresas gerissem lucros (dividendos) ou que mais investidores quisessem comprar do que se quisesse vender (valorização do papel – aumento da demanda). Demonstrando que a Bovespa é um objeto de estudo e não deixa espaço para jogadores.

2.4. Risco

Corroborando com Assaf Neto (2008), risco pode ser entendido pela capacidade de se mensurar o estado de incerteza de uma decisão mediante o conhecimento das probabilidades associadas à ocorrência de determinados resultados ou valores.

Ou pode ser descrito ainda pela simplicidade de Solomon e Pringle (1981 *apud* Securato, 1996) que afirma que, "risco é o grau de incerteza a respeito de um evento".

Neste ponto de vista, uma variável mensurável baseada em dados passados e variâncias lógicas capaz de determina a probabilidade de que se ocorra certo evento, previsão ou resultado é denominada risco.

Contudo, segundo Capelleto (2006):

O risco não pode ser confundido com a incerteza. Enquanto o risco está dimensionado em probabilidades, calculadas com base em dados históricos ou em parâmetros futuros, a incerteza não tem amparo na racionalidade e está restrita à percepção discricionária do agente, produzindo decisões alicerçadas na experiência e sensibilidade pessoal. Capelleto (2006, p. 27)

É a capacidade racional de se medir a probabilidade de se obter o rendimento esperado sobre o investimento realizado. Que é definido como a própria variância do retorno. Quanto maior a amplitude desse desvio, maior será o resultado exigido (retorno) para compensar o risco assumido.

Baseado nas idéias de Assaf Neto (2008) o risco assume dois tipos de denominação, não-sistemático (diversificável) e sistemático. O não-sistemático é o risco que se apresenta a um pequeno grupo de ativos ou segmentos da economia que pode ser diminuído com a diversificação da carteira montada cuidadosamente para essa função. O Sistemático ou risco de mercado é aquele ao qual está sujeito uma grande quantidade de ativos e que não pode ser diminuído com a diversificação, pois se refere a acontecimentos que afetam o mercado como um todo.

A respeito, Ross, Westerfield e Jaffe (1995 *apud* CAPELLETO, 2006) definem: "Um risco sistemático é qualquer risco que afeta um grande número de ativos, e cada um deles com maior ou menor intensidade.", "Um risco não-sistemático é um risco que afeta especialmente um único ativo ou um pequeno grupo de ativos." A imprecisão da quantidade e o acréscimo na gradação da intensidade ampliam a abrangência e a caracterização do risco sistemático.

É importante ressaltar que a diversificação reduz apenas o risco diversificável, como o próprio nome diz. Isso se deve ao fato de que quando se diversifica um investimento, o capital total pode sofrer baixas de acordo com acontecimentos que afetam apenas um dos ativos que compõe a carteira, neste caso os outros ativos podem reduzir as perdas totais formando uma compensação, porém o mesmo pode acontecer quando uma boa notícia afeta positivamente o valor de somente um ativo, os outros, não sendo afetados, impedirão que os ganhos aumentem na mesma proporção que aumentarão para o ativo que foi afetado pela boa notícia. Assim, a Programação Linear pode auxiliar na redução apenas do risco diversificável, antecipando que provavelmente não se conseguirá reduzir o risco à zero, por existir ainda o risco não diversificável.

Schmidt e Santos (2006) ressaltam que nos modelos simplificados em que só existe um ativo de risco, a quantidade de risco desse ativo é representada pelo seu desvio-padrão, mas, quando existem mais ativos de risco, essa média não é adequada porque a utilidade do consumidor depende da média e da variância da riqueza total e não de um ativo individual, isto porque o valor de um ativo depende mais, em geral, de como ele se correlaciona com os demais ativos.

Um dos maiores pensadores deste segmento que revolucionou a gestão de riscos em sua obra foi Harry Markowitz.

2.5. Programação Linear

De acordo com Corrar *et all* (2007), a programação linear é um dos mais importantes instrumentos do campo da pesquisa operacional – área do conhecimento que fornece um conjunto de procedimentos voltados para tratar problemas que envolvem a escassez de recursos. São passíveis de solução com o emprego de PL os problemas nos quais se busca a melhor alocação de recursos, de forma a atingir determinado objetivo de otimização, atendendo a determinadas restrições. Essas limitações podem referir-se ao montante ou à forma de distribuição de recursos.

O autor ainda conclui que diversos tipos de problemas em contabilidade e finanças podem ser modelados para resolução com aplicação de PL, tais como: decisões de investimento, fluxo de caixa, orçamentos de capital, mix de produção, organização de transportes, políticas de estoque e etc.

Para Andrade (2004), a programação linear tem um domínio de aplicação extremamente vasto. Desenvolvida após a segunda guerra mundial como instrumento de administração, por esforços concentrados em pesquisas econômicas e econométricas, rapidamente tornou-se uma das ferramentas mais eficazes para estudos de gestão.

2.6. O modelo de Markowitz

Autor de "*Portfólio Selection (1952)*", Markowitz contribuiu significativamente para os estudos de investimentos, sua teoria baseia-se na fragmentação do capital total entre os diversos ativos, de riscos e retornos distintos, que compõem a carteira buscando uma minimização do risco sem alteração do retorno. Publicada em 1952, sua obra lhe rendeu o prêmio Nobel, contudo, só seria reconhecida um pouco mais tarde em 1970 em um cenário de turbulência econômica quando o mercado dos Estados Unidos passava por uma crise acentuada, e os fundos de investimentos sofriam grandes perdas. Esse foi um marco para a gestão de riscos.

Essa fragmentação do capital ou diversificação na estratégia de investimentos proporcionou a otimização da carteira, ao buscar a diminuição dos efeitos dos riscos não-sistemáticos inerentes a cada um dos ativos.

A grande idéia desse modelo foi que, além de analisar os investimentos somente do ponto de vista do retorno, ele considerava também o risco e a covariância/correlação de cada tipo de investimento. Assim surgiu a Teoria dos Portfólios, que explica as vantagens da diversificação dos investimentos e a importância de medir e gerenciar os riscos.

Assim, Markowitz desenvolveu um método que registra a variância (risco) de uma carteira como a soma das variâncias individuais de cada ação e covariâncias entre pares de ações da carteira, de acordo com o peso de cada ação na carteira, e que deve haver uma carteira de ações que maximiza o retorno esperado e minimiza o risco (variância), e esta deve ser a carteira recomendada para um investidor.

Segundo Bernstein (1997 *apud* GONSALVES JR., 2002) o objetivo de Markowitz foi utilizar a noção de risco para compor carteiras para investidores que consideram o retorno esperado algo desejável e a variância do retorno algo indesejável. O que parece bem lógico e sensato para a grande maioria dos investidores. O modelo mostra que enquanto o retorno de uma carteira diversificada equivale à média ponderada dos retornos de seus

componentes individuais, sua volatilidade será inferior à volatilidade média de seus componentes individuais.

Dessa forma, Markowitz, segundo Silva (2002), definiu o retorno esperado da carteira, o qual é calculado pela média ponderada dos retornos esperados de cada ativo que compõe a carteira, em relação a sua participação no total da carteira. O retorno esperado pode ser calculado como:

$$E(R_p) = \bar{R}_p = [w_1 \cdot E(R)_1] + [w_2 \cdot E(R)_2] + [w_n \cdot E(R)_n]$$

Sendo $E(R_p)$ o retorno esperado ponderado da carteira e w a participação de cada um dos ativos da carteira

Já o risco de um portfólio, segundo Silva (2002), depende do risco de cada ativo, da sua participação no total do risco da carteira e da covariância (correlação) entre eles. Segundo Bodie, Kane, Marcus (2001 *apud* Vedovelho, 2008), a covariância mostra a extensão na incerteza dos retornos, e pode assumir valores maiores e menores que zero. Porém, esse método é difícil de ser interpretado numericamente, e por isso é utilizado o coeficiente de correlação, que nada mais é do que uma padronização da covariância. A correlação relaciona variáveis que podem assumir valores que varia de -1 a +1, e pode ser calculado dividindo a covariância entre dois ativos pelo número resultante do produto de seus desvios – padrão.

Assim, segundo Silva (2002), o risco de uma carteira formada por dois ativos é medido através do desempenho desses ativos e de suas participações, e pode ser representado como:

$$\sigma_p = \left[(W_x^2 \cdot \sigma_x^2) + (W_y^2 \cdot \sigma_y^2) + 2 \cdot W_x \cdot W_y \cdot \rho_{x,y} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \right]^{\frac{1}{2}}$$

Sendo w_x e w_y as participações dos ativos X e Y no portfólio, σ_x^2 e σ_y^2 as variâncias dos retornos dos ativos X e Y, e $(\rho_{x,y} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y)$ é a covariância entre os retornos dos ativos X e Y. Concluindo, segundo o modelo de Markowitz (1952), a fórmula geral do cálculo do risco de

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \right]^{\frac{1}{2}}$$

Estas fórmulas exposta por Markowitz, é a aplicação de programação linear neste âmbito do conhecimento.

Na aplicação, monta-se uma carteira de ações diversificada nos vários setores da economia reduzindo o risco não-sistemático, onde cada ativo tem um retorno baseado em dados históricos e mensurado em porcentagem que varia no determinado período de análise. A variação destes retornos é denominada variância ou risco da aplicação, esse risco é diferente para cada ativo que compõe a carteira. Ao aplicar-se a programação linear direcionando partes do capital total proporcionalmente aos ativos componentes da carteira que apresentam riscos e retornos distintos entre si, é possível minimizar o risco mantendo-se um retorno já fixado.

2.7. Recursos computacionais

O Microsoft Office Excel é um programa computacional utilizado para cálculos e geração de gráficos necessários ao entendimento e resolução dos problemas posteriormente apresentados.

O MS Excel 2007 fornece ferramentas e recursos poderosos que podem ser usados para analisar, compartilhar e gerenciar dados com facilidade.

Todo o processo de tabulação dos dados, cálculos, geração de gráficos. Assim como a aplicação da programação linear proposta por Markowitz utilizando as ferramentas de “tabulação dos dados e solver” serão geradas e apresentadas através deste programa.

2.8. Seleção dos Ativos

A respeito da teoria do portfólio segundo Marion (2008), A avaliação de carteiras de investimentos envolve três grandes fases de estudo:

- A análise dos títulos: Trata dos fundamentos de avaliação aplicados ao desempenho esperado dos títulos. O valor intrínseco é obtido pelos fluxos futuros representados de rendimentos de caixa descontados a uma taxa de atratividade definida pelo investidor. Conforme comentou-se, essa taxa de desconto exigida pelo investidor deve embutir, em sua metodologia de cálculo uma parcela de remuneração pelo risco do ativo e outra referente a uma ação classificada como sem risco (rendimentos dos títulos públicos, por exemplo)
- A análise de carteiras: Envolve as projeções de retorno esperado e risco conjunto de ativos considerado. Nessa fase do estudo das carteiras, é utilizado um instrumento financeiro técnico de avaliação, que tem por base os valores determinados na primeira análise dos títulos. O presente estudo tem por base a moderna teoria de carteiras desenvolvida por Markowitz.
- A seleção de carteiras: Procura identificar a melhor combinação possível de ativos, obedecendo às preferências do investidor, com relação ao risco e retorno esperados. Entre as inúmeras carteiras que podem ser formadas com os ativos disponíveis, é selecionada aquela que maximiza seu grau de satisfação.

As carteiras são compostas por cinco papéis escolhidos com base na publicação da Bovespa onde são expostas as ações mais negociadas todos os dias, denominadas blue chips e as menos negociadas denominadas small caps.

Segundo Zvi Bodie (1999), seleção de carteiras é o estudo de como se pode investir um patrimônio. É um processo para compensar o risco e o retorno esperado para encontrar a melhor carteira de ativos e passivos.

O risco que uma pessoa está disposta a assumir pode variar muito dependendo de fatores como idade, nível social, estado civil, número de filhos, perspectivas futuras e vários outros fatores. Deste modo nunca existirá uma carteira de ações que agrade a todos, já que quanto maior o retorno desejado maior será o risco a se assumir. A composição de uma carteira pode variar muito devido ao fato de existirem diferentes tipos de investidores que desejam assumir diferentes riscos e retornos.

Markowitz (1952) contribuiu imensamente com o processo de seleção de carteiras de investimentos. Desenvolveu metodologias de avaliação e compensação do risco através da

diversificação de investimentos. As teorias desenvolvidas por ele são amplamente utilizadas nos dias hoje, demonstrando matematicamente que não se devem carregar todos os ovos na mesma cesta.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Blue Chips

Os objetivos na carteira de blue chips foram alcançados com uma minimização do risco e uma maximização do retorno. A coluna "AB" mostra os parâmetros da carteira otimizada e a coluna "AC" mostra os parâmetros da carteira com porcentagens iguais, na coluna "AD" é apresentada a diferença entre as duas carteiras.

	Z	AA	AB	AC	AD
6	PARÂMETROS DA CARTEIRA				
7			OTIMIZADA	INICIAL	DIFERENÇA
8	VARIÂNCIA		0,0649%	0,0692%	-0,0043%
9	DESV. PADRÃO		2,5482%	2,6310%	
10	SOMA % ATIVOS		100,00%	100,00%	
11	RETORNO		0,044%	0,037%	0,0074%

Figura – 16 Parâmetros da Carteira Blue Chips Otimizada seguida da diferença no risco e no retorno.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Com a diversificação da proporção do investimento exposta pelo modelo de Markowitz, as variáveis (risco e retorno) se comportaram da seguinte forma: A Variância (risco), diminuiu de 0,0692% para 0,0649%; Já o retorno, aumentou de 0,037% para 0,044% como mostra a figura 16.

3.2 Small Caps

Assim como na carteira de blue chips a carteira de small caps foi otimizada com êxito, o risco foi minimizado e o retorno foi maximizado. Os parâmetros e as diferenças estão expostas na figura 17.

	Z	AA	AB	AC	AD
6	PARÂMETROS DA CARTEIRA				
7			OTIMIZADA	INICIAL	DIFERENÇA
8	VARIÂNCIA		0,0737%	0,0753%	-0,0016%
9	DESV. PADRÃO		2,7152%	2,7444%	
10	SOMA % ATIVOS		100,00%	100,00%	
11	RETORNO		0,063%	0,059%	0,004%

Figura – 17 Parâmetros da Carteira Blue Chips Otimizada seguida da diferença no risco e no retorno.

Fonte: Própria pesquisa, 2010.

Para esta solução do Solver, os parâmetros tiveram as seguintes alterações: Variância (risco) diminuiu de 0,0753% para 0,0737%; Enquanto o retorno teve um aumento de 0,059% para 0,063%. (figura 17)

Neste momento podemos dizer que as carteiras de ações estão diversificadas, bem como otimizadas. A otimização refere-se ao alcance do maior retorno e menor risco, obedecendo a todas as restrições descritas no problema. Quando comparadas com as carteiras iniciais, cuja participação percentual de cada ação na carteira correspondia a 20%, os resultados obtidos por esta carteira superam em termos de retorno, bem como apresentam o menor risco.

3.3 Comparação das Carteiras

Iniciar-se-á esta comparação pela análise dos riscos ou variâncias das carteiras. A carteira de Blue Chips apresentou uma diminuição de 6,214% em sua variância, o que antes representava 2,076% a.m. agora representa 1,947% a.m. Enquanto isso a carteira de Small Caps diminuiu sua variância em 2,125%, o que era 2,259% a.m. agora é 2,211% a.m.

Na Análise dos retornos, a carteira de Blue Chips tem uma variação positiva no retorno de 18,92%; Já a carteira de Small Caps apresenta uma variação positiva de 6,78%.

Ambas as carteiras estão diversificadas e otimizadas. Qualquer opção já seria aceitável, porém, é notório que o Solver encontrou uma solução bem mais atraente para a carteira de Blue Chips visto que seu risco foi minimizado quase três vezes mais que a de Small Caps e seu retorno maximizado também quase três vezes mais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando o exemplo anterior, considera-se que a aplicação da programação linear na seleção de carteiras pode ser realizada de maneira relativamente fácil. Com a utilização de planilha eletrônica ou algum outro software com recursos de otimização, o resultado para uma carteira otimizada é rapidamente encontrado. Observe nas figuras 14 e 15 que as carteiras otimizadas possuem uma composição que seria quase impossível de se obter apenas através de observação ou da experiência. As técnicas de otimização podem prover um auxílio importante no momento de se decidir pela diversificação de um investimento. A literatura fala constantemente sobre as vantagens da diversificação para a redução do risco, aqui essa vantagem foi mostrada através de um exemplo prático. A utilização da planilha eletrônica facilitou o trabalho de programação e cálculo da carteira ótima, possibilitando que mesmo os investidores com poucos conhecimentos do mercado de capitais possam selecionar carteiras que atendam suas exigências.

É de grande importância lembrar que o mercado financeiro atual é imensamente mais complexo que o exemplo apresentado aqui, quando se pretende diversificar um investimento utilizando opções, obrigações, câmbio entre outros, a otimização se torna mais complexa, em alguns casos inviabilizando o uso da programação linear através do método de Média e Variância de Markowitz.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Amador Paes de. Manual das sociedades comerciais: direito de empresa. 14. ed. rev., atual. e ampl. De acordo com o novo Código Civil e a Lei n. 10.303/2001 (S/A). São Paulo: Saraiva, 2004.

ALMEIDA, Amador Paes de. Teoria e prática dos títulos de crédito. 19. Ed., atual. e ampl.. São Paulo: Saraiva, 1999.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. Introdução a Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

ANDRADE, Maria Margarida de. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ASSAF NETO, Alexandre. Finanças Corporativas e Valor. 3. ed. reimp.. São Paulo: Atlas, 2008.

BRASIL. **Lei nº 6.404**, de 15 de dezembro de 1976. Dispõe sobre as Sociedades por Ações. Brasília, DOU de 15.12.1976. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6404consol.htm. Acesso em: 12 Maio 2010.

CAPELETTO, L. R. *Mensuração do Risco Sistêmico no Setor Bancário com Utilização de Variáveis Contábeis e Econômicas*. 2006. 260 f. Tese (Doutorado em Contabilidade) - Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CORRAR, Luiz J.; THEÓFILO, Carlos Renato. Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração. 1. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.

FAZZIO JUNIOR, Waldo. Manual de direito comercial. 10. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES Jr, CLEBER; PAMPLONA, EDSON DE O.; MONTEVECHI, JOSÉ A. Seleção de Carteiras Através do Modelo de Markowitz para Pequenos Investidores (Com o Uso de Planilhas Eletrônicas). IX Simpep outubro de 2002. Bauru, SP.

MARKOWITZ, Harry. Portfolio Selection. The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1. (Mar., 1952), pp. 77-91. Disponível em: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-1082%28195203%297%3A1%3C77%3APS%3E2.0.CO%3B2-1> Acesso em: 27 de maio de 2010.

SECURATO, J. R. Decisões Financeiras em Condições de Risco. São Paulo: Atlas, 1996.

SCHMIDT, Paulo; SANTOS, José Luiz. Avaliação de Empresas: Foco nos Métodos Relativos e na Precificação de Opções. : Atlas, 2006.

SILVA, ANDREIZE F.D. Cálculo Do Portfólio Eficiente (Carteira Ótima) para os anos de 1999, 2000 E 2001, SC, 2002

VEDOVELHO, Gustavo. A Participação dos Investimentos em Bolsa na Carteira de Variância Mínima em um Cenário com Juros Declinantes: o caso brasileiro a partir de 2005. 2006. 24f. VIII Concurso de Monografia CVM – BOVESPA, São Paulo, 2006.