



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E
CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MATHEUS BELMINO DE SENA

**CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA CARTEIRA DE AÇÕES DO SETOR DE
ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO FACTOR INVESTING.**

MATHEUS BELMINO DE SENA

**CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA CARTEIRA DE AÇÕES DO SETOR DE
ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO FACTOR INVESTING.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Tiago Almeida Saraiva, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

d451c de Sena, Matheus Belmino.
Construção e avaliação de uma carteira de ações
do setor de energia elétrico utilizando factor
investing. / Matheus Belmino de Sena. - 2022.
49 f. : il.

Orientador: Tiago Saraiva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2022.

1. carteira de ações. 2. setor elétrico. 3.
factor investing. 4. Markowitz. I. Saraiva, Tiago
, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MATHEUS BELMINO DE SENA

**CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA CARTEIRA DE AÇÕES DO SETOR DE
ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO FACTOR INVESTING.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção

Defendida em: 23/11/ 2022.

BANCA EXAMINADORA

Tiago Almeida Saraiva, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Cristiane de Mesquita Tabosa, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Thiago Costa Carvalho, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A realização desta monografia teve o apoio e colaboração de algumas pessoas nas quais eu gostaria muito de agradecer.

Primeiramente agradecer a Deus pela vida e as excelentes pessoas colocadas na minha trajetória.

Segundamente gostaria de agradecer ao Professor Doutor Tiago Almeida Saraiva, orientador desta monografia, por toda a paciência, a insistência em me ajudar e as valiosas contribuições dadas a este trabalho.

Agradecer aos membros da banca Prof. Dr. Thiago e a Prof. Dra Cristiane por terem aceitado participar desse momento tão importante e contribuírem para minha formação acadêmica.

Ademais, agradeço a Universidade Federal Rural do Semiárido por todo o conhecimento compartilhado, no qual foram de significativa importância para o meu crescimento pessoal e profissional.

Por fim, agradeço aos meus pais e meu irmão por todo apoio e confiança, sem vocês seria impossível estar aqui nesse momento, e em especial ao amor da minha vida, por seu apoio e sua inspiração.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a criação e elaboração de uma carteira de ações do setor elétrico brasileiro utilizando *factor investing* e o modelo de Markowitz para determinação dos pesos dos ativo da carteira. Os fatores de investimento utilizados no trabalho foram (*value, momentum, quality, low size* e *volatility*), a escolha desse setor se deu por ter um número considerável de empresas listadas e como prova, os índices de Sharpe e Sortino e o Drawdown, foi constatado que mesmo o modelo de Markowitz tenha sido bem superior a Ibovespa ao longo dos 12 anos, se tornou menos eficiente frente a otimização dos ativos com pesos iguais e ao próprio *benchmark*.

Palavras-chave: carteira de ações, setor elétrico, *factor investing*, Markowitz.

ABSTRACT

The objective of this work is the creation and elaboration of a stock portfolio of the Brazilian electricity sector using the investment factor and the Markowitz model for the security of the portfolio's asset weights. The investment factors used in the work were (value, moment, quality, low size and volatility), the choice of this sector was due to having a considerable number of listed companies and as proof, the Sharpe and Sortino indices and the Drawdown, it was found that even the Markowitz model was much better than the Ibovespa over the 12 years, it became less efficient when compared to the optimization of assets with equal weights and the benchmark itself.

Keywords: *stock portfolio, energy sector, factor investing, Markowitz, outdated.*

Sumário

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
3 DADOS E METODOLOGIA	15
3.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS	16
3.2 CALCULO DOS FATORES E ORDENAÇÃO DAS EMPRESAS	16
3.2.1 FATOR <i>VALUE</i>	17
3.2.2 FATOR <i>MOMENTUM</i>	18
3.2.3 FATOR <i>QUALITY</i>	20
3.2.4 FATOR <i>LOW SIZE</i>	22
3.2.5 FATOR <i>VOLATILITY</i>	23
3.3 DEFINIÇÃO DOS PESOS DA CARTEIRA: O MODELO DE MARKOWITZ	24
3.4 MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	25
3.4.1 ÍNDICE DE SHARPE	25
3.4.2 ÍNDICE DE SORTINO.....	26
3.4.3 MÁXIMO <i>DRAWDOWN</i>	26
4 RESULTADOS.....	27
4.1 COMPOSIÇÃO DAS CARTEIRAS	27
4.2 ANÁLISE DO <i>BACKTESTING</i>	28
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE A – GRÁFICOS E INDICADORES DOS FUNDOS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a elaboração e análise de uma carteira de investimentos do setor elétrico brasileiro utilizando *factor investing* para determinar as ações que compõe a carteira. Os pesos das ações na carteira foram calculados utilizando Markowitz, este processo foi feito uma vez por ano, assim foram compradas as melhores ações de acordo com o ranking e aquelas que deixaram de fazer parte do ranking, foram vendidas. O grande desafio de analisar inúmeras empresas durante os últimos 12 anos foi substituído pela análise dos 5 fatores utilizados neste trabalho.

O *factor investing* é um exemplo de investimento sistemático, que vem ganhando destaque no Brasil. O termo “sistemático” se associa com a construção de um processo lógico e computacional para a tomada de decisão. O investimento sistemático é baseado em modelos matemáticos utilizados para estudar o comportamento dos ativos e para tomar as decisões de alocação de capital (MOTTA, 2021). Para Bender (2013) o *factor investing*, também conhecido como investimento em fatores de risco, é uma estratégia de investimentos que constrói carteiras utilizando as características únicas de cada ação (fator), criando um baralho de cartas com características ofensivas e defensivas para cada situação. Assim, podemos afirmar que um fator é como qualquer característica relacionada a um grupo de empresas ou ações, que seja importante explicando seus retornos e riscos.

O objetivo principal na administração de carteiras é alocar os ativos financeiros de modo a formar portfólios eficientes ponderando as duas variáveis: risco e retorno. Para determinar os pesos dos ativos da carteira, foi utilizado o modelo de Markowitz, esse modelo alocou os pesos a determinadas empresas as quais foram selecionadas por *factor investing*. Markowitz (1952) afirma que um portfólio eficiente deverá conter uma combinação de ativos que tenha o máximo retorno para um certo nível de risco, ou o mínimo risco para um certo retorno.

Segundo Moreira (2022) o setor de energia elétrica é um setor admirado por diversos investidores na bolsa de valores brasileira, especialmente por investidores conservadores em bolsa. Isso ocorre em virtude tanto de o setor conter empresas fundamentais, afinal o mundo é progressivamente mais dependente de energia elétrica, quanto por ser caracterizado como um setor estável, com previsibilidade de receitas nas empresas e, em alguns casos, de pagamento de dividendos. Para Motta (2021), o setor de energia elétrica por ser mais estável e menos sensível ao cenário externo, apresenta boas expectativas e caso o cenário econômico nacional continue avançando, há uma tendência de bons resultados na bolsa.

Neste contexto, foram analisadas 47 empresas do setor energético na B3, desde o ano

de 2009 até o ano de 2022, com a carteira sendo rebalanceada a cada ano. Os fatores utilizados neste trabalho para a formação das carteiras foram: *value*, *momentum*, *volatility*, *low size* e *quality*, onde a carteira montada contém as 10 melhores empresas no *ranking* calculado por *factor investing* e foi usado o modelo de Markowitz para definir a distribuição percentual das ações da carteira. A análise feita tem como ponto principal estabelecer um método no qual os investidores tenham uma obtenção de lucro maior nas empresas do setor energético brasileiro.

Para avaliar o desempenho e determinar se os riscos e retornos estão dentro das expectativas do gestor, algumas métricas devem ser utilizadas. Neste trabalho foram utilizados os índices de Sharpe e Sortinho, e o máximo *drawdown*. O Índice de Sharpe mede quanto um investimento está rendendo em relação a uma taxa livre de risco, além do retorno, leva-se em conta o risco da aplicação (VARGA, 2009). O Índice Sortino é baseado na ideia do Índice Sharpe onde é levado em consideração o retorno mínimo aceitável. Bacon (2004) reafirma que o mesmo utiliza os desvios padrões negativos no denominador, ao invés do desvio padrão. Neste trabalho também utilizamos o *drawdown*, que pode ser definido como a maior queda de valor de um ativo em um determinado período de tempo (GERONAZZO, 2019).

O presente estudo se destaca na utilização do *factor investing* para seleção empresas do setor elétrico do Brasil. Os resultados mostraram que a carteira montada cuja as ações foram selecionadas por *factor investing* e os pesos calculados por Markowitz, apresenta retorno menor que a carteira benchmark e a carteira utilizando *factor investing* de pesos iguais, a carteira Markowitz ainda possui um retorno maior que o índice Ibovespa e o CDI.

Para melhor esclarecer o andamento do trabalho, a forma como foi dividida é esta: no tópico 2 é exposto o cenário brasileiro do setor energético, a fundamentação teórica sobre o *factor investing* e sobre como obtivemos o ranking de empresas a se investir usando os fatores, na seção 3 temos a metodologia utilizada no trabalho, a definição dos cálculos usados com os múltiplos que foram retirados da Econômica e o modelo de Markowitz para otimização da carteira, na seção 4 são abordados os resultados obtidos e a análise feita sobre esses resultados obtidos, na seção 5 são abordadas as considerações finais e também a eficiência do método empregado no trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Alguns fatores tornam a aplicação no setor energético como uma das mais procuradas da bolsa de valores, são eles: empresas com contratos e concessões longos, normalmente, as empresas do setor de energia elétrica fazem contratos e vencem direitos de concessões por muitas décadas. Isso significa que ela poderá explorar aquele serviço com mais

previsibilidade de receita por muitos anos, maior revisibilidade de receita, a duração dos contratos e concessões de fornecimento de serviços de energia elétrica perduram por muito tempo e podem ser renovados. Além disso, esse é um serviço essencial para as famílias e para as empresas, o que garante maior previsibilidade do quanto a empresa vai faturar, mesmo em tempos de menor consumo, monopólios naturais e/ou dificuldade de novos, essas empresas atuam naqueles mercados em que é praticamente impossível a entrada de um novo concorrente (MOREIRA, 2022).

Para Toro (2022), se uma empresa fornece energia a uma região, se torna muito caro para outra companhia entrar nesse mercado, pois a empresa que está estabelecida tem um custo fixo bem menor já que ela não precisa mais construir toda a rede para poder funcionar, são boas pagadoras de dividendos por terem receitas, margens e lucros mais previsíveis, as empresas elétricas são excelentes pagadoras de dividendos, uma vez que é mais difícil que esse tipo de empresa cresça de modo muito acelerado, muitas delas tomam a decisão de repartir boa parte dos seus lucros com os acionistas como forma de proventos. Matriz energética brasileira ainda muito concentrada como já citado, sendo ainda muito concentrada na geração pelo meio hídrico. Desse modo, as empresas desse setor tem relevante *market share* e hegemonia na prestação do serviço.

Pensando em cada um desses fatos mencionados, passaremos a falar sobre o estudo de fatores de risco que influenciam diretamente na escolha de ativos da bolsa de valores, esses quais tem tido importante relevância para formação de carteiras bem solidas e estáveis. Esse estudo de fatores de risco que auxiliam na explicação dos retornos dos ativos é antigo e está bastante presente na literatura. Segundo Kendall (1953) os preços dos ativos se comportam de forma aleatória e não podem ser previstos de acordo com a hipótese de mercado eficiente, assim nenhum investidor conseguiria um desempenho superior a um *benchmark* de mercado.

O investimento em fatores é o processo de investimento que visa colher esses prêmios de risco por meio da exposição a fatores. Um marco nas finanças modernas é a questão do que alavanca o retorno das ações. O modelo de retorno de ações mais antigo e mais conhecido é o Capital Asset Pricing Model (CAPM), durante a década de 60, era o principal modelo teórico financeiro (MISHRA et. al. 2018).

Segundo Bender (2015) o modelo CAPM, é um método que analisa a relação entre risco e retorno de um investimento, levando em consideração as projeções de distribuição de risco, o comportamento dos investidores, os fundamentos do mercado e a distribuição de risco e retorno. Este modelo permite estimar um retorno esperado de um ativo em relação a uma dada carteira de mercado, perfeitamente diversificada. Através do beta o CAPM consegue captar o risco sistemático, ou seja, não diversificável. Como o risco sistemático não pode ser diversificado, os investidores são recompensados com retornos por assumirem esse risco. O

índice beta é um indicador que mede a volatilidade de uma ação em comparação ao desempenho de um *benchmark* financeiro. O outro risco principal ligado a um título, é chamado de risco idiossincrático, é aquele risco que podemos afirmar que é único, específico, ou seja, intrínseco de um ativo financeiro. Por definição o risco específico de um ativo não é dependente do movimento do mercado, do retorno ou do risco, são fatores que dependem da própria empresa, parte do equilíbrio da mesma.

Segundo Markowitz (1952), o processo de seleção de uma carteira de investimentos pode ser dividido em duas etapas. A primeira etapa começa com a observação e experiência, e termina com as crenças sobre futuras performances de títulos disponíveis. A segunda etapa começa com as crenças relevantes sobre futuras performances e termina com a escolha da carteira. Markowitz se preocupa basicamente com a escolha de uma carteira de investimentos, tendo em vista o comportamento e sobretudo a crença no desempenho futuro dos títulos disponíveis. a escolha de uma carteira de investimentos está relacionada diretamente a dois fatores importantes: o risco e o retorno.

Desta forma para modelar um problema de escolha ótima da carteira deveríamos levar em conta estes dois fatores. Onde o retorno da carteira é a média dos retornos esperados dos ativos e seu risco é mensurado pelo grau de volatilidade associado aos retornos esperados. Neste contexto, o risco é tido como o desvio dos resultados esperados em relação à média do valor esperado, e está representado pela variância da carteira, que é uma medida de dispersão ligada ao grau de incerteza associado ao investimento (NUNES, 2014).

As estratégias quantitativas englobam aquelas baseadas em fatores de investimento, tendências, reversões, arbitragens, anomalias estatísticas, entre outras. São estratégias que buscam identificar (quantificar) sinais de investimento de forma objetiva. Todas essas estratégias podem ser implementadas de forma sistemática, discricionária, ou uma combinação das duas (MOTA, 2021). O investidor / gestor pode usar essa ferramenta como um “filtro de ideias” dentro de uma abordagem discricionária; ou pode sistematizar suas regras de investimento e utilizar os sinais quantitativos para determinar investimentos e desinvestimentos. A abordagem do trabalho proposto é em *factor investing* ou seja, um investimento sistemático.

O investimento em fatores, ou *factor investing*, é uma estratégia que envolve a escolha de ativos com base em um conjunto de fatores e atributos, o modelo de fatores utilizando *value*, *momentum*, *low size*, *quality* e *volatility* se mostram bastante eficientes e simples de utiliza-los, mostraremos no próximo capítulo como funcionam.

O fator *value* é definido como a tendência de ativos relativamente baratos terem performance superior aos ativos relativamente caros no longo prazo. Como o valor intrínseco

de uma empresa não é diretamente observável, alternativas como Valor Contábil, Lucro Líquido, Fluxo de Caixa Livre, Receita Líquida e Dividendos são usadas como substitutos, apesar de não serem *proxies* perfeitas. Além disso, essas métricas normalmente são geralmente expressas como divisões, como Preço sobre Lucro, Preço sobre Valor Patrimonial, etc. Empresas descontadas geralmente têm lucros mais fracos, portanto possuem um alto risco associado a elas. Essas ações não são simplesmente um almoço grátis, mas são baratas por um motivo. Portanto, os investidores exigem um maior retorno das ações como compensação por maior vulnerabilidade devido a dificuldades financeiras. Basu (1977) encontrou uma relação positiva significativa entre os índices P/L (preço/lucro) e os retornos médios das ações dos EUA que não foram explicados pelo método CAPM. Mas também, foi descoberto que medidas de valor têm retornos excedentes positivos, incluindo índices de valor que usam fluxo de caixa.

O fator *Momentum* pode ser definido como a tendência de ativos que tiveram um bom desempenho no passado recente continuarem a ter um desempenho relativamente bom no futuro, pelo menos por um curto período de tempo. O oposto também é válido, com ativos que tiveram um mau desempenho continuando a entregarem retornos inferiores no futuro de curto prazo (FAMA e FRENCH, 2012).

A abordagem típica é olhar para o retorno dos últimos 12 meses, comprando os ativos que apresentaram maiores altas e vendendo que tiveram maiores quedas. Quando se trata de investir, os investidores não se incomodam com as informações que chegam em pequenas quantidades e continuamente. Nesse sentido, diversas variações graduais normalmente chamam menos atenção do que variações dramáticas. Isso significa que uma empresa com desempenho constante, mas gradual, não atrairia muita atenção, criando uma oportunidade de compra para aproveitar o aumento gradual de preço. Segundo Brandao (2016) o fator momentum é mais forte para títulos de menor valor de mercado, mas esse grupo de títulos tem rentabilidade menor.

O fator *volatility* adquire-se através de retornos inesperados para títulos com volatilidade abaixo da média, beta e/ou risco imprevisível. A evidência empírica para este fator ainda é inconclusiva porque contradiz claramente um dos princípios financeiros mais fundamentais, que sustenta que maior volatilidade está associada a maiores retornos. Enquanto o modelo CAPM prevê que ações mais agressivas devem resultar em retornos mais altos, pesquisas sobre o fator de baixa volatilidade mostram que o oposto é realmente verdadeiro: ações menos agressivas acabam gerando retornos mais altos ao longo do tempo. (D. C. BLITZ e VAN VLIET, 2007).

Os métodos empregados para detectar ações de baixa volatilidade variam em um amplo espectro, com volatilidades reais ocorrendo em um extremo e volatilidades e correlações

previstas no outro. Uma hipótese que vai contra a anomalia da baixa volatilidade é a teoria dos mercados eficientes, esta teoria fundamenta que os preços do mercado sempre refletem todas as informações existentes. Logo, não existem ações baratas ou caras já que o mercado eficiente precifica a cotação de uma ação no seu valor justo. As explicações são principalmente comportamentais. Foi proposto por Baker (2011) uma teoria que essas explicações não são baseadas em comportamentos, mas sim no uso de *benchmarks* de ações. Ações de baixa volatilidade geralmente possuem betas mais baixos, e o excesso de peso leva a erros de rastreamento mais altos para investidores institucionais.

O fator *Quality* é a tendência de empresas de alta qualidade e lucrativas superarem as de menor qualidade e menos lucrativas. Esta é uma noção que tem sido amplamente utilizada para seleção de ações, mas para investimentos quantitativos podemos afirmar que é algo novo. O principal desafio é como utilizar indicadores quantitativos para definir o conceito de "qualidade" de forma consistente e objetiva. A subjetividade da questão da qualidade do negócio é alta, apesar da falta de uma definição padrão, muitas vezes está atrelada à competitividade, eficiência, transparência, crescimento de uma organização, avanço nas áreas financeira e operacional, sustentabilidade de seu lucro e retorno sobre os ativos da nação. (BENDER et al., 2015).

Pesquisas mais recentes mostraram que a qualidade medida pela produtividade, crescimento constante e um alto índice de pagamento tem retornos muito maiores em relação ao risco. Razões para a existência de prêmios de risco associados ao fator de *qualidade* ainda são uma questão. De acordo com uma carta de Warren Buffett: “É muito melhor comprar uma empresa maravilhosa a um preço justo do que uma empresa justa a um preço maravilhoso”. *Qualidade* tem suas raízes na análise fundamentalista. Em teoria, empresas de alta qualidade (lucrativas, estáveis...) devem ter um desempenho razoavelmente bom mesmo durante períodos estressantes no mercado, quando os investidores estão dispostos a pagar preços altos por essas ações (FRAZZINI et al., 2012).

Também é conhecido por ser uma estratégia defensiva durante as retrações do mercado, pois as empresas lucrativas tendem a se sair melhor do que as não lucrativas em tempos ruins. Nesse sentido, espera-se que *qualidade* seja menos suscetível a condições macroeconômicas negativas e supere durante períodos de desaceleração e contração, em detrimento de um desempenho mais fraco durante as fases de expansão e recuperação. (PISTILI, 2019).

Desde o ano de 2010 o fator qualidade apresenta um desempenho consistente, apesar do desempenho estável ao longo desses anos, o fator está com um desempenho negativo em 2022, enquanto os demais permanecem positivos no acumulado anual (CARMO et al., 2022).

Mesmo depois de contabilizar os betas e outros fatores como valor, o fator *low size* captura os retornos que as empresas menores (medidas pela capitalização de mercado)

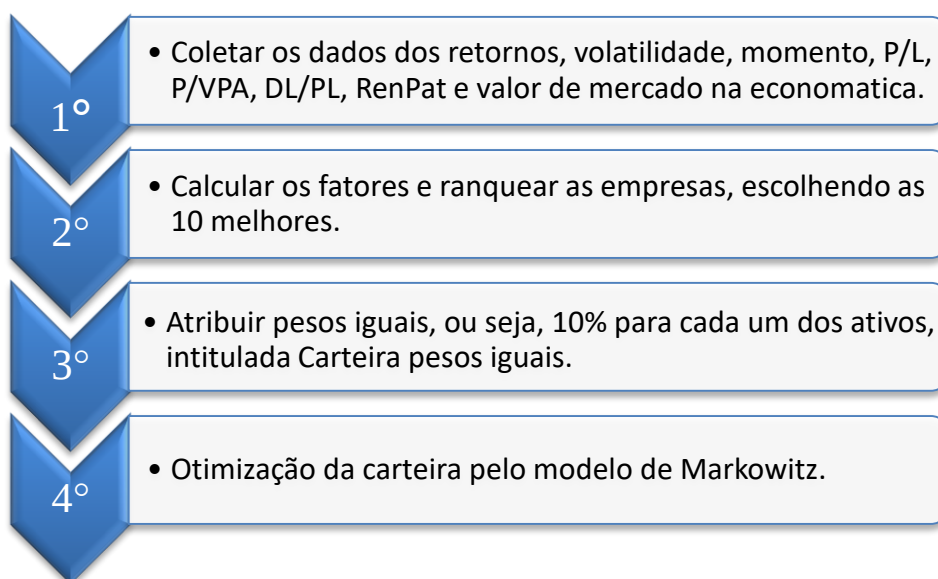
experimentam em relação às empresas maiores. Usando dados dos anos de 1936 a 1975, as empresas menores geralmente entregavam retornos maiores e mais ajustados ao risco do que as empresas maiores. Mais tarde, no início da década de 1990, esse fator "tamanho" foi incluído no Modelo Fama -French de Três Fatores. (DA SILVA, 2016)

A ideia básica foi explorada pelos ganhadores do prêmio nobel de Economia em 1992 (FAMA e FRENCH), mas já havia sido introduzida anteriormente por Banz (1981). Eles inicialmente avançaram a hipótese de que empresas menores enfrentam maior risco sistêmico, o que confere uma maior recompensa pelo retorno. Recentemente o economista e investidor americano Burton Malkiel questiona se de fato as *small e mid caps* superam a performance das empresas maiores. Os pesquisadores levantaram a hipótese de que o tamanho poderia indicar fatores de risco adicionais que não são imediatamente aparentes e estão ligados a empresas menores. Portanto, do ponto de vista comportamental, argumentos comportamentais semelhantes aos do prêmio também são usados para descrever o tamanho do efeito, ou seja, extrapolar o passado incorretamente para o presente, perseguir ações de natureza mais assertiva ou reagir exageradamente às notícias. Como citado antes, o fator *size* ainda é motivo de discussão até hoje.

3 DADOS E METODOLOGIA

Nesse trabalho seguiremos as etapas descritas na figura a seguir,

Figura 1: Etapas do processo de obtenção das carteiras otimizadas.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Inicialmente, a elaboração das carteiras foi feito a partir de cálculos usando o *factor investing*, tais como: *value*, *momentum*, *volatility*, *market cap* e *quality*. Assim, posteriormente será descrito os cálculos que montam a carteira, para que possa ser feito um ranking de empresas, escolhendo as melhores do *ranking* seguindo o método utilizado neste trabalho. Dessa forma, o objetivo é excluir o investimento em empresas que possivelmente terão menores retornos. Então, os dados colhidos da Economatica foram: retorno dispostos em 3,6 e 12 meses, volatilidade em 12 meses, valor de mercado, preço/lucro (P/L), preço/valor patrimonial (P/VPA), dívida líquida/patrimônio líquido (DL/PL) e rendimento patrimonial (RenPat).

3.2 CÁLCULO DOS FATORES E ORDENAÇÃO DAS EMPRESAS

Esses dados foram levados para o excel onde foram separados por empresa e foram calculados os fatores para cada uma delas, cujo o valor final chamamos de *z-score*. O cálculo do *z-score*, é utilizado o valor do fator selecionado de sua respectiva empresa, em seguida é subtraído da média e dividido pelo desvio padrão. Alguns fatores são utilizados como inverso da variável, pois fatores como: *market cap*, valor, volatilidade e qualidade são calculados de forma inversa, logo que quanto maior o valor desses fatores, menor será a possibilidade de retorno elevado. O *z-score* é calculado individualmente de acordo com a metodologia da MSCI (MSCI ENHANCED VALUE INDEXES METHODOLOGY, 2015).

Depois de calculado o *z-score*, as empresas com os melhores resultados serão escolhidas.

O valor final é calculado a partir do *z-score* relativo do setor, da seguinte forma:

$$Momentum = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (1)$$

3.2.1 FATOR VALUE

O fator *value* é calculado utilizando três variáveis fundamentais: Valor Patrimonial(VP), Lucro(L) e Preço(P). Neste trabalho o fator *value* foi calculado de acordo com MSCI a partir dos múltiplos: P/L e também P/VP. Dessa forma esses múltiplos indicam se a ação está barata ou cara. No método proposto neste trabalho empresas mais baratas recebem notas maiores. Dessa forma, para captar esta característica, tomamos o inverso destes múltiplos. Após esse passo, calculamos as variáveis padronizadas.

$$Z\left(\frac{L}{P}\right) = \left(\frac{L}{P}\right)_{i,t} - \left(\frac{m\left(\frac{L}{P}\right)_t}{d\left(\frac{L}{P}\right)_t}\right) \quad (2)$$

$$Z\left(\frac{VPA}{P}\right)_{i,t} = \frac{\left(\left(\frac{VPA}{P}\right)_{i,t} - m\left(\frac{VPA}{P}\right)_t\right)}{d\left(\frac{VPA}{P}\right)_t} \quad (3)$$

Onde:

$Z(L/P)_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo (<i>Lucro/ Preço</i>) , da empresa i no ano t.
$Z(VPA/P)_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo (<i>valor patrimonial / Preço</i>) , da empresa i no ano t.
$L/P_{i,t}$	é o múltiplo (<i>Lucro/ Preço</i>) da empresa i no ano t.
$VPA/P_{i,t}$	é o múltiplo (<i>valor patronimonial / Preço</i>) da empresa i no ano t.
$m(L/P)_t$	é a média do múltiplo (<i>Lucro/ Preço</i>) considerando todas as empresas no ano t.
$m(VPA/P)_t$	é a média do múltiplo (<i>Valor patrimonial / Preço</i>) _t considerando todas as empresas no ano t.
$d(L/P)_t$	é o desvio padrão do múltiplo (<i>Lucro/ Preço</i>) _t considerando todas as empresas no ano t.
$d(VPA/P)_t$	é o desvio padrão do múltiplo <i>d(valor patrimonial / Preço)</i> _t considerando todas as empresasno ano t.

Após o cálculo dos múltiplos padronizados, foi feita uma winsorização, de tal modo que se Z

$$\begin{aligned} Z(L/P) > 3, Z &= 3 \\ Z(L/P) < -3, Z &= -3 \\ Z(VPA/P) > 3, Z &= 3 \\ Z(VPA/P) < -3, Z &= -3 \end{aligned}$$

O score final é então dado pela seguinte equação:

$$Value = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Onde $Zmed_T^i$ é a média aritmética entre $Z(Lucro/Preço)_{i,t}$ e $Z(Valor\ patrimonial / Preço)_{i,t}$

3.2.2 FATOR MOMENTUM

O fator *momentum* reflete o excesso de retorno de ações com performance passada. Então, em todos os anos foram colhidos, dados dos retornos ao longo de 3 meses, 6 meses e 12 meses. Dessa forma, se pode realizar o calculo do retorno.

Os retornos de 3,6 e 12 meses colhidos na plataforma da economatica foram inseridos na plataforma do excel, em seguida foi calculado o Z em 3 meses, 6 meses e 12 meses utilizando a seguinte fórmula:

$$Z(ret)_{i,t} = ret_{i,t} - \left(\frac{m(ret)_t}{dret)_t} \right) \quad (5)$$

Onde:

$Z(ret)_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo (ret) , da empresa i no ano t aos 3 meses, 6 meses e 12 meses.
$(ret)_{i,t}$	é o múltiplo (ret) da empresa i no ano t aos 3 meses, 6 meses e 12 meses.
$m(ret)_t$	é a média do múltiplo (ret) considerando todas as empresas no ano t aos 3 meses, 6 meses e 12 meses.
$d(ret)_t$	é o desvio padrão do múltiplo (ret) considerando todas as empresas no ano t aos 3 meses, 6 meses e 12 meses.

O score final é então dado pela seguinte equação:

$$Momentum = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Onde $Zmed_T^i$ é a média aritmética entre: $Z(ret)_{i,t}$ ao longo de 3 meses, 6 meses e 12 meses.

Os cálculos foram feitos para todas as empresas em todos os retornos acumulados.

O *momentum* é calculado por: **Momento** _{t} = Retornos Acumulados $t-12$ a $t-2$, onde as ações com maiores retornos foram chamadas de vencedoras, e as de menor retorno foram chamadas de perdedoras. Por fim, as de que obtiveram retornos médios foram chamadas de neutras.

3.2.3 FATOR *QUALITY*

O fator *quality* foi calculado por duas variáveis fundamentais: dívida líquida/patrimônio líquido(DL/PL) e também pelo rendimento patrimonial(RenPat). Este fator captura retornos em excesso para ações que são caracterizados por baixo endividamento, ganhos estáveis crescimento e outras métricas de “qualidade”.

Este fator é comumente demonstrado por: ROE, estabilidade de lucros, crescimento de dividendos estabilidade, solidez do balanço, alavancagem financeira, políticas contábeis, força de gestão, provisões, fluxos de caixa.

Neste trabalho, foi calculado o inverso de DL/PL, junto com o calculo para o 1 ano de rendimento patrimonial, então feita uma média e aplicado ao calculo do *z-score* mencionado anteriormente seguindo a seguinte fórmula:

$$Z\left(\frac{PL}{DL}\right)_{i,t} = \left(\frac{PL}{DL}\right)_{i,t} - \left(\frac{m\left(\frac{PL}{DL}\right)_t}{d\left(\frac{PL}{DL}\right)_t}\right) \quad (7)$$

$$Z(RenPat)_{i,t} = RenPat - \left(\frac{m\left(\frac{PL}{DL}\right)_t}{d\left(\frac{PL}{DL}\right)_t}\right) \quad (8)$$

Onde:

$Z(PL / DL)_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo (PL / DL) , da empresa i no ano t .
$Z(RenPat)_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo $(RenPat)$, da empresa i no ano t .
$(PL / DL)_{i,t}$	é o múltiplo (PL / DL) da empresa i no ano t .
$(RenPat)_{i,t}$	é o múltiplo $(RenPat)$ da empresa i no ano t .
$m(PL / DL)_t$	é a média do múltiplo (PL / DL) considerando todas as empresas no ano t .
$m(RenPat)_t$	é a média do múltiplo $(RenPat)$ considerando todas as empresas no ano t .
$d(PL / DL)_{i,t}$	t é o desvio padrão do múltiplo (PL / DL) considerando todas as empresas no ano t .
$d(RenPat)_t$	t é o desvio padrão do múltiplo $(RenPat)$ considerando todas as empresas no ano t .

Após o cálculo dos múltiplos padronizados, foi feita uma winsorização, de tal modo que se:

$$Z\left(\frac{PL}{DL}\right) > 3, Z = 3$$

$$Z\left(\frac{PL}{DL}\right) < -3, Z = -3$$

$$Z(RenPat) > 3, Z = 3$$

$$Z(RenPat) < -3, Z = -3$$

O score final é então dado pela seguinte equação:

$$Quality = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Onde $Zmed_T^i$ é a média aritmética entre $Z(PL/DL)_{i,t}$ e $Z(RenPat)_{i,t}$.

3.2.4 FATOR LOW SIZE

O fator *small size* utilizado neste trabalho foi medido pelo tamanho da empresa, ou seja, o seu valor de mercado referente a cada ano e a cada empresa da carteira montada. O valor de mercado representa o total de ações *outstanding*. O calculo foi referente ao inverso do valor de mercado, ou seja, quanto menor era a empresa maior a possibilidade de crescimento, sendo um importante fator para obter uma maior taxa de retorno. Após isso, foi calculada a variável padronizada.

$$Z(1/\text{valor de mercado})_{i,t} = \frac{m(1/\text{valor de mercado})_{i,t} - d(1/\text{valor de mercado})_{i,t}}{d(1/\text{valor de mercado})_{i,t}}$$

Onde:

$Z(1/\text{valor de mercado})_{i,t}$	é o valor padronizado do múltiplo $Z(1/\text{valor de mercado})$, da empresa i no ano t.
$Z(1/\text{valor de mercado})_{i,t}$	é o múltiplo $Z(1/\text{valor de mercado})$ da empresa i no ano t.
$m(1/\text{valor de mercado})_t$	é a média do múltiplo $(1/\text{valor de mercado})$ considerando todas as empresas no ano t.
$d(1/\text{valor de mercado})_t$	É o desvio padrão do múltiplo $(1/\text{valor de mercado})$ considerando todas as empresas no ano t.

Após o cálculo dos múltiplos padronizados, foi feita uma winsorização, de tal modo que se

$$Z > 3, Z = 3$$

$$Z < -3, Z = -3$$

O score final é então dado pela seguinte equação:

$$Market\ cap = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (10)$$

3.2.5 FATOR VOLATILITY

O fator volatilidade, é o fator de que mede o risco de acordo com o histórico da empresa. Então, os dados colhidos na Economatica foram passados para uma planilha de excel, onde foi calculado o fator. O fator calculado neste trabalho foi o 1/volatilidade, ou seja, quanto menor a volatilidade menor o risco que a empresa traz para o investidor. O método utilizado no calculo da volatilidade observou um período de 1 ano.

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (X_{i,t} - \mu_i)^2}{T}} \quad (11)$$

Onde o x_i é o retorno da ação i no dia t , μ_i é a média do retorno da ação i no período de T dias. O σ_i é a volatilidade total. Portanto, o desvio padrão do retorno da ação i no período T .

Ademais, empresas com menores volatilidades receberam notas maiores, depois obter a volatilidade de todas as empresas ao longo dos 11 anos, foi calculado essa variável padronizada, seguindo a seguinte fórmula:

$$Z(1 / volatilidade)_{i,t} = \frac{m(1 / volatilidade_{i,t}) - d(1 / volatilidade)_{i,t}}{d(1 / volatilidade)_{i,t}}$$

Onde:

$Z (1 / volatilidade)_{i,t}$	$(1 / volatilidade)_{i,t}$ é o valor padronizado do múltiplo $(1 / volatilidade)$, da empresa i no ano t.
$(1 / volatilidade)_{i,t}$	é o múltiplo $(1 / volatilidade)$ da empresa i no ano t.
$m(1 / volatilidade)_t$	é a média do múltiplo $(1 / volatilidade)$ considerando todas as empresas no ano t.
$d(1 / volatilidade)_t$	é o desvio padrão do múltiplo $(1 / volatilidade)$ considerando todas as empresas no ano t.

Após o cálculo dos múltiplos padronizados, foi feita uma winsorização, de tal modo que se

$$Z > 3, Z = 3$$

$$Z < -3, Z = -3$$

O score final é então dado pela seguinte equação:

$$volatility = \begin{cases} 1 + Zmed_T^i, Zrel_T^i \geq 0 \\ (1 - Zmed_T^i)^{-1}, Zrel_T^i < 0 \end{cases} \quad (12)$$

3.3 DEFINIÇÃO DOS PESOS DA CARTEIRA: O MODELO DE MARKOWITZ

Para definir os pesos das ações em cada ano, foi utilizado o Modelo de Markowitz, onde o intuito é permitir ao investidor a alocação de recursos em um portfólio mais sólido, mediante uma condição de incerteza, para que isso possa acontecer Markowitz (1952) afirma que a modelagem de cálculo se baseia em três pilares: retorno esperado pela carteira, a proporção que os ativos irão compor a carteira e a variância da carteira que representará o risco incorrido para a mesma.

$$E = \sum_{i=1}^n X_i * \mu_i \quad (13)$$

$$V = \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} * X_i * X_j \quad (14)$$

E	é o retorno esperado para a carteira [%]
X_i	é a proporção do i-ésimo ativo na carteira [p.u.]
μ_i	é a média de retorno (valor esperado para o retorno) do i-ésimo ativo [%]
V	é a variância da carteira, ou seja, o risco da carteira [%]
σ_{ij}	é a covariância do ativo i em relação ao ativo j, para $i \neq j$ e o desvio padrão para o caso em que $i = j$ [%]

X_j	é a proporção do j-ésimo ativo na carteira [p.u.]
----------------------	---

Para calcular a proporção que os ativos irão compor a carteira foi necessário um banco de dados dos retornos semanais de cada um dos ativos e seguindo essa mesma linha temporal um ativo livre de risco, no caso a Selic. Com os retornos, calculamos as médias para cada ativo, em seguida, vai ser feito uma matriz de Covariância para cada ativo e a variância da carteira. Dessa forma será feito a otimização da carteira, ouseja, irá definir qual a melhor proporção dos ativos para se investir nessa carteira.

3.4 MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Os índices de Sharpe, Sortino e *drawdown*, demonstram a eficácia da decisão tomada no momento da construção da carteira. É possível perceber que o *ranking* das empresas é constatado também pelo menor índice de dispersão de Sharpe, sortino e *drawdown*, de modo que é possível concluir que os estes índices corroboram com medidas empíricas testadas no trabalho.

3.4.1 ÍNDICE DE SHARPE

Segundo Sharpe (1966), o índice refere-se a uma medida compensação por unidade de risco. É um bom indicador para determinar o nível de precisão da equipe de gestão do fundo, o índice é definido por:

$$Sp = (R_i - R_f) / \sigma_i \quad (15)$$

Onde:

Sp = índice de Sharpe do portfólio

R_i = retorno do investimento que é observado

R_f = retorno do ativo livre de risco

σ_i = volatilidade do ativo

observado

Sua principal função é demonstrar se vale a pena assumir mais riscos para buscar pelo

retorno de determinado investimento. Se o Índice de Sharpe estiver baixo ou mesmo negativo, tende a ser mais interessante investir em uma aplicação livre de risco.

Além disso, o resultado desse indicador serve como *benchmark*. Afinal, com ele, você pode comparar investimentos equivalentes para encontrar aquele que pode ser mais vantajoso para a carteira.

3.4.2 ÍNDICE DE SORTINO

Além do índice de Sharpe e suas variações como o ISG (índice de solvência), outras medidas de desempenho ajustado ao risco existem como aquelas que utilizam o conceito de *downside deviation* com relação a um ponto de referência ou taxa de retorno mínimo aceitável.

O conceito de *downside deviation* (ou *downside risk*) diz respeito à parcela do risco com a qual o investidor está efetivamente preocupado, ou seja, o risco de que o retorno proporcionado por um ativo esteja abaixo do retorno mínimo aceitável. Uma medida baseada em *downside risk* é o índice de Sortino e Van der Meer (1991), estimado por

$$Sortino = \frac{E[R] - R_{ma}}{\delta} \quad (16)$$

Onde:

R_{ma} = taxa de retorno mínimo aceitável, como o retorno diário do índice de referência do fundo.

δ = a medida de *downside risk*, com respeito ao retorno mínimo aceitável, o valor de δ é dado pela seguinte equação:

$$\delta = \sqrt{\left[\frac{\sum_{R=-\infty}^t (t - R)^2}{Nt} \right]} \quad (17)$$

Onde:

τ = retorno mínimo aceitável (*target*);

R = retorno diário de um fundo;

N_τ = número de dias nos quais o retorno do fundo foi inferior ao *target*;

3.4.3 MÁXIMO DRAWDOWN

O Máximo *Drawdown* corresponde a um indicador de risco que evidencia a maior perda ocorrida desde um ponto de alta (pico) até um ponto de mínima em uma série histórica. Ou seja, mensura a maior queda de valor de um ativo, em porcentagem, entre um pico que

ocorreu no passado e determinada data posterior.

O *drawdown* é importante para detectar a queda dos ativos, ou seja, quando o drawdown de uma certa empresa ou fundo é baixo, esta era a empresa preferível para se investir. Portando, quando existia um menor *drawdown* isso significava uma menor exposição ao risco, sendo possível diminuir os riscos mesmo afetando a rentabilidade da carteira.

Ele pode ser usado individualmente como uma medida de risco, como também pode ser usado para compor uma análise. O Máximo Drawdown é expresso em termos percentuais e calculado como:

$$MDD = \frac{\text{valor do mínimo} - \text{valor do máximo}}{\text{valor de máximo}} \quad (18)$$

Valor do mínimo = o ponto mais baixo em uma série histórica

Valor do máximo = valor mais alto da série histórica antes de alcançar o mínimo.

4 RESULTADOS

Os resultados foram obtidos por meio das carteiras geradas a partir dos dados da Economática, especificamente as empresas do setor elétrico brasileiro. Utilizando o *factor investing*, foi feita a seleção das 10 melhores empresas do *ranking* para os anos de 2010 à 2022 e os pesos determinados pelo modelo de Markowitz. Adiante uma comparação da Carteira Markowitz com os rendimentos da Carteira Benchmark, Carteira de pesos iguais e o Ibovespa, posteriormente serão analisados os dados do gráfico apresentando as individualidades das carteiras montadas, por fim, uma verificação dos indicadores de desempenho também calculados por meio da plataforma Economática.

4.1 Composição das carteiras

Para a formação das carteiras foram utilizados fatores de investimento, e estes são: retorno(3 meses, 6 meses e 12 meses), volatilidade, *market cap*, qualidade e valor. As carteiras montadas a partir do ano de 2010, contém as 10 melhores empresas ranqueadas pelo somatório dos fatores citados anteriormente. Além disso, cada carteira pode variar a sua composição durante o mesmo ano. Todavia, as 10 empresas escolhidas para cada ano de carteira apresentam pesos diferentes de acordo com o modelo apresentado, assim, as empresas escolhidas receberam diferentes níveis de investimento: a carteira Markowitz é feita utilizando os pesos pelo método de Markowitz, a carteira benchmark foi feita com todas as empresas do setor elétrico e são atribuído pesos iguais e a última análise foi uma carteira com as 10 melhores empresas do ranking utilizando *factor investing* com pesos iguais. O cálculo

feito para escolher a composição da carteira é refeito anualmente.

Ao elaborar uma carteira de investimento em ações, devemos tomar decisões que cabe atribuir o peso a cada um dos ativos do portfólio. Markowitz (1952) mostra que um investidor deve sempre buscar carteiras que sejam eficientes ou que tenham uma relação risco-retorno otimizada. Estratégias ingênuas de investimentos é a tendência de indivíduos distribuírem igualmente os pesos na carteira (BENARTZI e THALER, 2007). Duchin e Levy (2009) concluem que carteiras ingênuas tendem a apresentar desempenho superior às otimizadas para os casos de poucos ativos, enquanto as carteiras otimizadas são superiores para os casos de maior quantidade de ativos.

Na carteira Markowitz, foi feito um *ranking* das 10 melhores empresas de cada ano utilizando *factor investing* e os pesos definidos a partir do modelo de Markowitz, obtendo máximo de retorno para uma volatilidade de 60% ao ano.

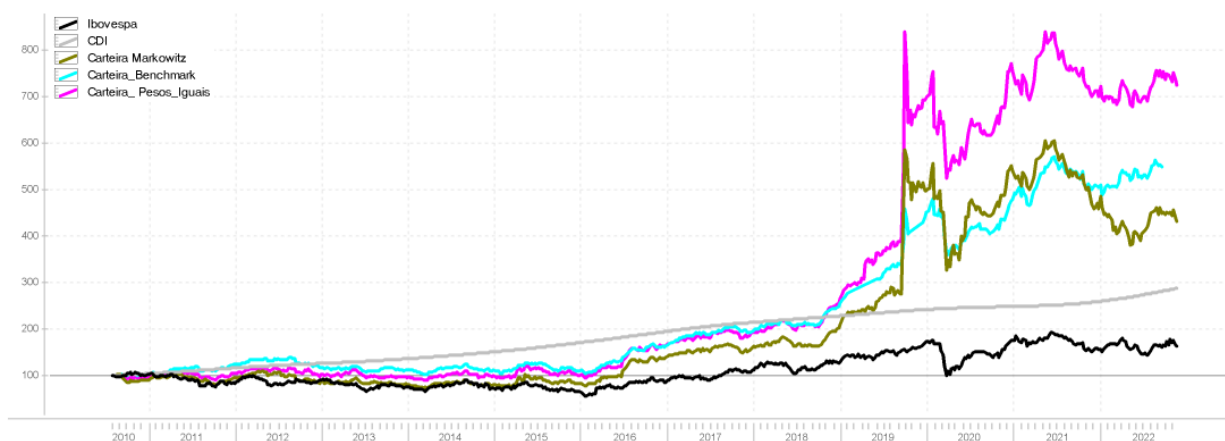
Na carteira Pesos iguais, foi feito o mesmo processo acima citado, porém os pesos foram definidos de forma igualitária para cada ativo ranqueado anualmente.

Na carteira *benchmark*, foram escolhidas todas as empresas possíveis do setor energético, sendo aplicado o mesmo peso para todas as empresas, não sendo escolhidas com base nos fatores de investimento.

4.2 Análise do Backtest

Sobre a análise da composição e do comportamento das carteiras ao longo dos 12 anos, foi gerado um gráfico no qual é possível ver a carteira cuja as ações foram selecionadas por *factor investing* e os pesos calculados por Markowitz, a carteira com pesos iguais, a carteira benchmark e o índice Ibovespa. As carteiras são rebalanceadas a cada ano, para que sempre que os fatores apontem uma nova composição de carteira, esta seja mudada. A carteira montada cuja as ações foram selecionadas por *factor investing* e os pesos calculados por Markowitz, apresenta retorno menor que a carteira benchmark e a carteira utilizando *factor investing* de pesos iguais, a carteira Markowitz ainda é maior que o índice Ibovespa e o CDI, como visto na Tabela 1 e no gráfico 1.

Gráfico 1 – Retornos acumulados



Fonte: criado pelo autor

Tabela 1 – Indicadores do dia 30/07/2010 até 01/09/2022

Carteira	Sharpe	Sortino	Drawdown(%)	Retorno
Ibovespa	-0,06	-0,08	-48,63	63,53
CDI				179,79
Markowitz	0,27	0,68	-58,52	346,96
Benchmark	0,45	0,73	-27,27	456,21
Pesos iguais	0,45	0,86	-42,26	648,66

Fonte: elaborado pelo autor

Agora analisando as estatísticas de desempenho das carteiras, o índice de sharpe é uma ferramenta que serve para avaliar a relação entre risco e retorno de um ativo. A carteira Markowitz apresenta um índice sharpe melhor que o ibovespa, porém é menor que o próprio benchmark e a carteira com pesos iguais. Assim é possível concluir que esta apresenta a pior relação, risco x retorno, das três carteiras analisadas.

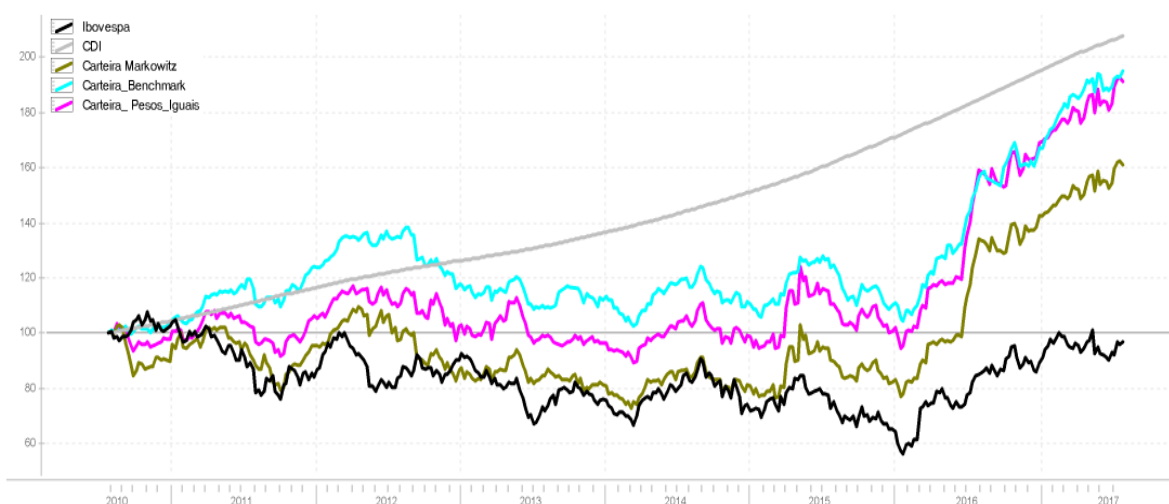
O Índice de Sortino é bastante similar ao Índice de Sharpe, entretanto o Índice de Sortino mensura apenas o desvio padrão dos retornos negativos, enquanto o Índice de Sharpe considera o desvio padrão geral, positivo e negativo, assim serve para analisar a rentabilidade de um investimento em relação ao seu risco através de uma métrica estabelecida previamente. Ele analisa a relação entre a rentabilidade e a volatilidade (para baixo), ou seja, o risco envolvido, do investimento em questão. Ao analisarmos a carteira Markowitz, apresenta um índice sortino melhor que o ibovespa, porém é menor que o benchmark e a carteira com pesos iguais.

O *drawndown* é uma medida de risco de queda do valor do ativo em relação a sua cotação máxima, ou seja, esse indicador diz quanto de dinheiro o investidor perdeu, em termos percentuais. Na tabela 1 é possível perceber que a maior queda entre todas as carteiras analisadas foi a carteira Markowitz, é a primeira medida de análise de carteiras de investimento em que obteve-se um resultado pior que o Ibovespa.

Em resumo, a carteira cuja as ações foram selecionadas por *factor investing* e os pesos calculados por Markowitz mostra um portfólio com retorno maior em relação ao índice Ibovespa e o CDI, porém inferiores a carteira *benchmark* e a carteira de pesos iguais, que além de terem um retorno maior, possuem um risco menor. Um dos fatores que podem contribuir para o baixo desempenho da carteira Markowitz é a alta concentração em poucos ativos¹ (apêndice A) em relação ao *benchmark*, carteira que possui 47 empresas com pesos iguais.

A seguir subdividiremos nossa amostra em dois períodos: na primeira parte, considerando um período de 6 anos no qual o retorno do Ibovespa foi negativo. Como as taxas de juros nesse período eram muito altas, ocorreu que o retorno do CDI foi consideravelmente maior que as carteiras Markowitz, Pesos iguais e Benchmark. Quando as carteiras são analisadas entre elas, a carteira Markowitz mostra um retorno menor que as carteiras Pesos iguais e Benchmark, porém em alguns anos é superior ao Ibovespa.

Gráfico 2 – Retornos acumulados do dia 30/07/2010 até 29/07/2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Indicadores de desempenho do dia 30/07/2010 até 29/07/2017

Carteira	Sharpe	Sortino	Drawdown(%)	Retorno
Ibovespa	-0,34	-0,53	-48,63	-2,99
CDI				107,71
Markowitz	-0,06	-0,09	-37,46	61,23
Benchmark	0,03	0,05	-26,40	94,86
Pesos iguais	0,03	0,04	-25,42	91,19

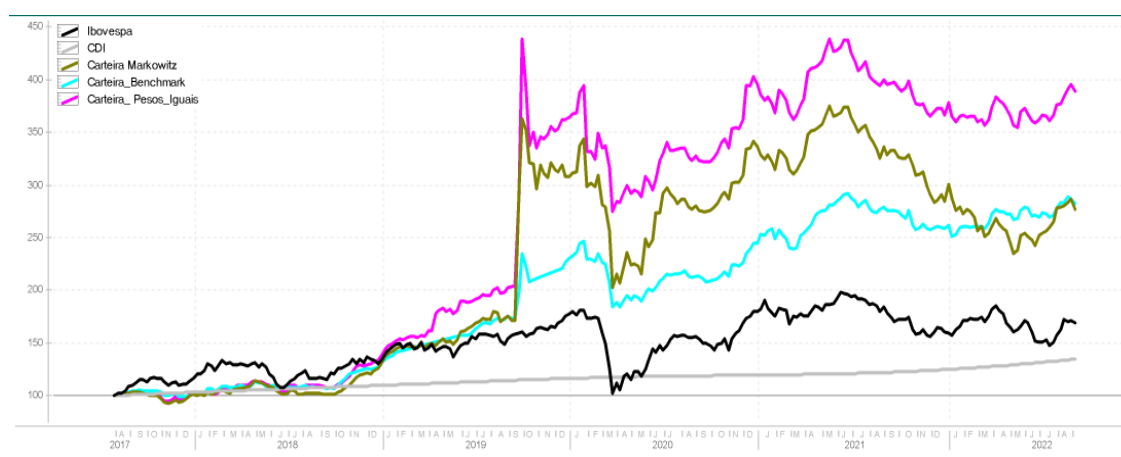
Fonte: Elaborado pelo autor

¹ O Apêndice A apresenta a composição da carteira Markowitz ao longo de 12 anos.

Ainda no primeiro momento, quando analisamos os indicadores de desempenho, podemos notar que o Índice Sharpe é igual para as carteiras Benchmark e pesos iguais, e a carteira Markowitz é superior ao Ibovespa. Para o índice de Sortino, a carteira Benchmark é a que apresenta melhor desempenho. Observando o Drawdown, o Ibovespa se destaca entre as carteiras analisadas, possuindo a maior queda em porcentagem, ou seja, o máximo Drawdown dos anos de 2010 até 2017 e ainda é o único que possui retorno acumulado negativo.

No segundo momento, será apresentado o gráfico dos retornos dos anos de 2017 até 2022, diferente do primeiro momento, percebemos uma mudança bem significativa, onde as carteiras Markowitz, Pesos iguais e Benchmark mostram retorno superior ao CDI e ao Ibovespa.

Gráfico 3 – Retornos acumulados do dia 30/07/2017 até 01/09/2022



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Indicadores do dia 30/07/2017 até 01/09/2022

Carteira	Sharpe	Sortino	Drawdown(%)	Retorno
Ibovespa	0,32	0,46	-46,82	68,57
CDI				34,70
Markowitz	0,53	1,50	-12,45	177,22
Benchmark	0,87	1,43	-27,27	185,45
Pesos iguais	0,83	1,65	-42,26	291,57

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação aos indicadores de desempenho no segundo momento, o índice Sharpe que obteve destaque foi a carteira benchmark, porém a carteira Pesos iguais foi superior quanto ao

índice de Sortino e diferente do momento anterior, a carteira Markowitz possui o máximo Drawdown menor.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou selecionar as melhores empresas do setor elétrico do Brasil, dentre todas as empresas presentes neste setor. A carteira *benchmark* que contém todas as empresas do setor elétrico durante os 12 anos estudados neste trabalho, se mostrou superior a carteira que selecionou as 10 melhores empresas por *factor investing* e cujo os pesos foram selecionados por Markowitz. Um das explicações possíveis é que a aplicação do modelo Markowitz para calculo de pesos em um número reduzido de empresas pode não ser ideal, como resalta (NUNES, 2014).

O método utilizado ranqueou as empresas de acordo com as suas notas em cada fator e selecionou as 10 melhores, essa é a carteira com pesos iguais definida por *factor investing*. Este método, mostra-se exitoso. Para analisar a carteira construída, foram utilizados os medidores de desempenho como por exemplo o índice de Sharpe, índice de Sortino e máximo *drawdown*. A carteira utilizando *factor investing* e pesos iguais, sem a otimização de Markowitz, mostrou retornos e índice de Sortino superiores que a Carteira Benchmark, porém de Sharpe igual, o que demonstra que o método de *factor investing* cumpriu a sua função ao selecionar as melhores empresas para compor uma carteira de investimento.

Após a subdivisão em dois períodos, cada uma das partes da amostra foram em um período de 6 anos, percebeu-se que na segunda parte da amostra a carteira Pesos iguais teve um desempenho melhor que o Benchmark, a carteira Markowitz em nenhum momento foi superior ao Benchmark e todas as carteiras tiveram um retorno melhor que o Ibovespa.

Foi feita uma seleção das 10 melhores empresas entre 47 empresas analisadas, o que resultou em uma seleção das mais bem ranqueadas, porém após a otimização de Markowitz, percebeu-se que ocorreu uma concentração em determinados ativos, reduzindo ainda mais o número de empresas na carteira, isso faz com que o modelo de Markowitz possivelmente perdesse a sua eficiência. Como sugestão para trabalhos futuros, uma maneira de obter um resultado mais eficiente do modelo de Markowitz, seria aplicar em um setor com mais ações na bolsa valores ou analisar todas as ações da bolsa de valores.

REFERÊNCIAS

- BANZ, Rolf W. The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of financial economics*, v. 9, n. 1, p. 3-18, 1981. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0304-405X\(81\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(81)90018-0)>.
- ASNESS, C. S., Moskowitz, T. J., & Pedersen, L. H. (2013). Value and Momentum Everywhere. *Journal of Finance*, 68(3), 929–985. <https://doi.org/10.1111/jofi.12021>
- ATHAYDE, Gustavo M. e FLORES Jr., R. G. (2004). *Finding a maximum skewness portfolio —a general solution to three-moments portfolio choice*. *Jornal de Dinâmica Econômica e Controle*. Disponível em: <10.1016/S0165-1889(02)00084-2>.
- BACON, C.R. Practical Portfolio Performance Measurement and Attribution. John Wiley & Sons, 2004. Disponível em: <10.1002/9781119206309>.
- BAKER, M., BRADLAY, B., & WURGLER, J. (2011). Benchmarks as limits to arbitrage: Understanding the low-volatility anomaly. *Financial Analysts Journal*, 67(1), 40–54. <https://doi.org/10.2469/faj.v67.n1.4>
- BASU, S.. (1977). American Finance Association Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios : A Test of the Efficient Market Hypothesis. *The Journal of Finance* , Vol . 32 , No . 3 (Jun ., 1977), pp . 66. *The Journal of Finance*, 32(3), 663–682. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2326304>.
- BENDER, J., Briand, R., Melas, D., & Subramanian, R. A. (2015). Foundations of Factor Investing. *SSRN Electronic Journal*, December. Disponível em: <<https://doi.org/10.2139/ssrn.2543990>>.
- BENDER, Jennifer e Briand, Remy e Melas, Dimitris e Subramanian, Raman Aylur, Foundations of Factor Investing (30 de dezembro de 2013). Disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2543990> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2543990>
- BENARTZI, S.; THALER, R. H. Naive diversification strategies in defined contribution saving plans. *American Economic Review*, v. 9, n. 1, p. 79-98, 2001. Disponível em: <10.1257/aer.91.1.79>.
- BLITZ, D. C., & Van Vliet, P. (2007). The volatility effect: lower risk without lower return. *Journal of Portfolio Management*, July 2007, 112–113. Disponível em: <<https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php>>.
- BLITZ, D., Falkenstein, E., & Van Vliet, P. (2014). Explanations for the volatility effect: An overview based on the CAPM assumptions. *Journal of Portfolio Management*, 40(3), 61–76. <<https://doi.org/10.3905/jpm.2014.40.3.061>>
- BRANDÃO, E., Martins, V., & Martin, J.(2016). Momentum: Strategies, Size, and Risk Factor. *Working Papers*, November, 0870–8541. Disponível em: <<https://wps.fep.up.pt/wps/wp582.pdf>>.

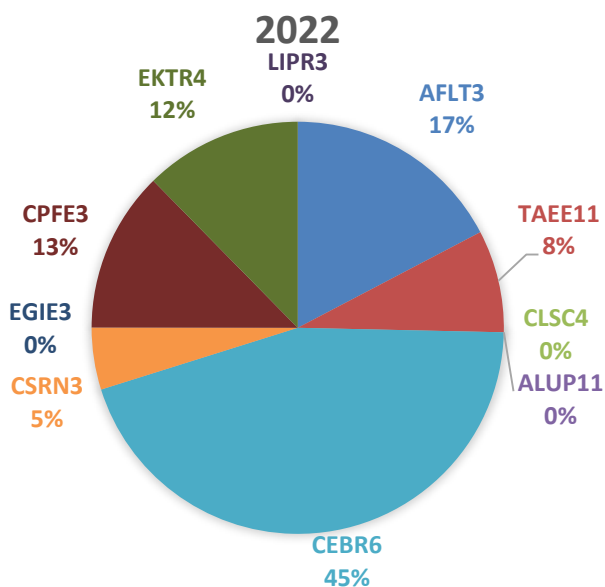
- CNA & CEPEA. (2021). *10 de Março de 2021* www.cnabrazil.org.br. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf>
- CARMO, T., J. A., F. F., L. J. Um guia sobre factor investing em ações no Brasil. XP investimentos. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/acoes/relatorios/um-guia-sobre-factor-investing-em-acoes-no-brasil>>.
- DA SILVA, J., Cláudio Pilar e Veras Machado Márcio André. APLICAÇÃO DO MODELO ALTERNATIVO DE TRÊS FATORES NA ESTIMAÇÃO DOS RETORNOS DAS AÇÕES DO MERCADO BRASILEIRO. *Revista Universo Contabil*. 2016;12(3):26-48.[fecha de Consulta 4 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1809-3337. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=117047336003>>
- DUCHIN, R.; LEVY, H. Markowitz versus the Talmudic portfolio diversification strategies. *Journal of Portfolio Management*, v. 35, n. 2, p. 71-74, 2009. Disponível em: <10.3905/JPM.2009.35.2.071>.
- FAMA, E. F., & French, K. R. (2012). First draft: May 2010 This draft: June 2011 Size, Value, and Momentum in International Stock Returns Eugene F. Fama and Kenneth R. French *. *Journal of Financial Economics*, 105(3), 457–472. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2012.05.011>>.
- FAMA, E. F., & FRENCH, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
- FRAZZINI, A., Kabiller, D., & Pedersen, L. H. (2012). Buffett's Alpha. *Financial Analysts Journal*, 74(4), 35–55. <https://doi.org/10.2469/faj.v74.n4.3>
- GERONAZZO, A. Técnicas de Estresse Teste de Mercado usando Maximum Drawdown .*Escola de Economia de São Paulo FGV Projetos*. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/28003/Arthur%20Geronazzo%20V4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 out. 2022
- HAUGEN, R. A., & Baker, N. L. (1991). The efficient inefficiency of capitalization-weighted portfolios. *Journal of Portfolio Management*, Spring(Ca 92717). Disponível em: <10.3905/jpm.1991.409335>.
- KENDALL, M. The Analysis of Economic time Series, Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, n.96, p.11-25,1953. Disponível em: <10.2307/2980947>.
- MARKWITZ, H.. (1952). American Finance Association Portfolio Selection Author (s): Harry Markowitz Source : The Journal of Finance , Vol . 7 , No . 1 (Mar . , 1952), pp . 77-91 Published by : Wiley for the American Finance Association Stable URL : [http://www.jstor.org/stable. The Journal of Finance](http://www.jstor.org/stable/1043828), 7(1), 77–91.
- MISHRA, S. e Kumar, D. (2018) Analisando a dinâmica da informação em empresas comerciais: evidências do mercado indiano. *Cartas Teóricas de Economia* , 8 , 1279-1311. Disponível em: <10.4236/tel.2018.86084>.
- MOREIRA, M.. Setor Energia Elétrica. Análise de Ações. São Paulo, 14, maio, 2022. Disponível em: <<https://www.analisedeacoes.com/acoes/setores/energia->

- eletrica>. Acesso em: 29, out. 2022.
- MOTTA, F.. Entre fatores. DAO capital. São Paulo, 12, março, 2021. Disponível em: <<https://www.daocapital.com.br/entrefatores/dao-e-uma-gestora-quant-ou-sistematica>>. Acesso em: 4, nov. 2022.
- P.R. Martins, P.N. Silva e C.F. Vasconcellos. Seleção de Carteiras de Investimento. (2014). Departamento de Análise Matemática. Vol. 8. Disponível em: <10.5540/03.2021.008.01.0343>.
- PISTILI, G.. (2019). Analyzing the quality factor for Brazil. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa. Mestrado profissional em Economia. URL: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/3844>, Acesso em: 04 nov. 2022.
- PLANTINGA, A.; DE GROOT, S. Risk-adjusted performance measures and implied risk attitudes. Working Paper, 2001. Disponível em: <10.2139/ssrn.289193> . Acesso em: 13 nov. 2022.
- SHARPE, W. F. (1964). *SHARPE, William F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. The journal of finance*, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964. XIX, 425–442. Rosenberg, Ban, Reid, Kenneth and Lanstein, Ronald. "Persuasive Evidence of Market Inefficiency (Spring 1985)". Streetwise: The Best of The Journal of Portfolio Management, edited by Peter L. Bernstein and Frank J. Fabozzi, Princeton: Princeton University Press, 2021, pp. 48-55.
- TORO, E. Ações de energia: conheça as empresas do setor elétrico na Bolsa. Toro investimentos. Minas Gerais, 19, setembro, 2022. Disponível em: <<https://blog.toroinvestimentos.com.br/bolsa/acoes-de-energia>>. Acesso em: 4 nov. 2022.
- TOLMASQUIN, M.. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. Estudos Avançados [online]. 2012, v. 26, n. 74 [Acessado 22 Outubro 2022] , pp. 247-260. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100017>>.
- Um guia sobre factor investing em ações no Brasil. XP investimentos. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/acoes/relatorios/um-guia-sobre-factor-investing-em-acoes-no-brasil>>. Acesso em 01 nov. 2022.
- VARGAS, G. Índice de sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <10.1590/s1415-65552001000300011>. Acesso em: 02 dez. 2022.

APÊNDICE A – GRÁFICOS E INDICADORES

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2022

Gráfico 2 – carteira de Markowitz 2022



Fonte: Elaborado pelo autor

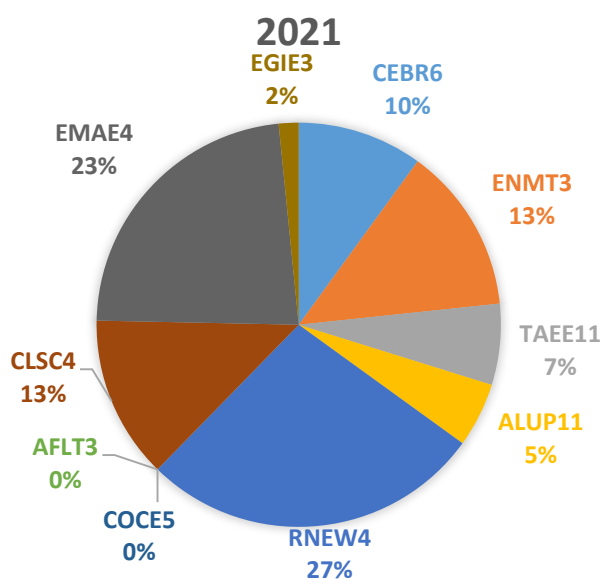
Tabela 2 – Distribuição das ações 2022

AFLT3	17,32%
TAE11	8,03%
CLSC4	0,00%
ALUP11	0,00%
CEBR6	44,81%
CSR3	4,87%
EGIE3	0,00%
CPFE3	12,62%
EKTR4	12,36%
LIPR3	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2021

Gráfico 3 – carteira de Markowitz 2021



Fonte: elaborado pelo autor

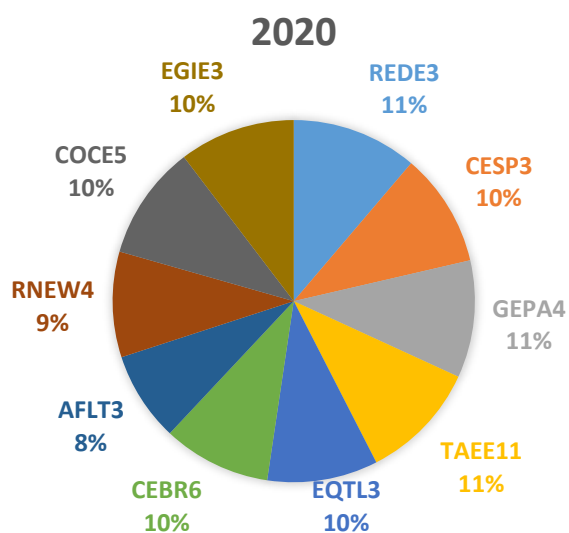
Tabela 3 – Distribuição das ações 2021

CEBR6	10%
ENMT3	13%
TAEE11	6%
ALUP11	5%
RNEW4	27%
AFLT3	0%
COCE5	0%
CLSC4	13%
EMAE4	23%
EGIE3	2%

Fonte: Elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2020

Gráfico 4 – carteira de Markowitz 2020



Fonte: elaborado pelo autor

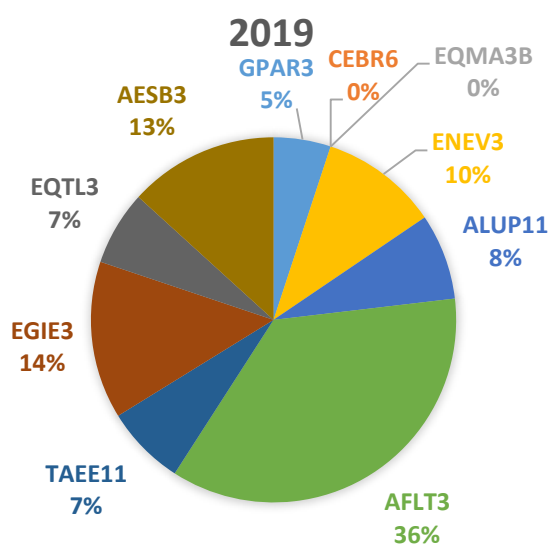
Tabela 4 – Distribuição das ações 2020

REDE3	11%
CESP3	10%
GEPA4	10%
TAEE11	11%
EQTL3	10%
CEBR6	10%
AFLT3	8%
RNEW4	9%
COCE5	10%
EGIE3	10%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2019

Gráfico 5 – carteira de Markowitz 2019



Fonte: elaborado pelo autor

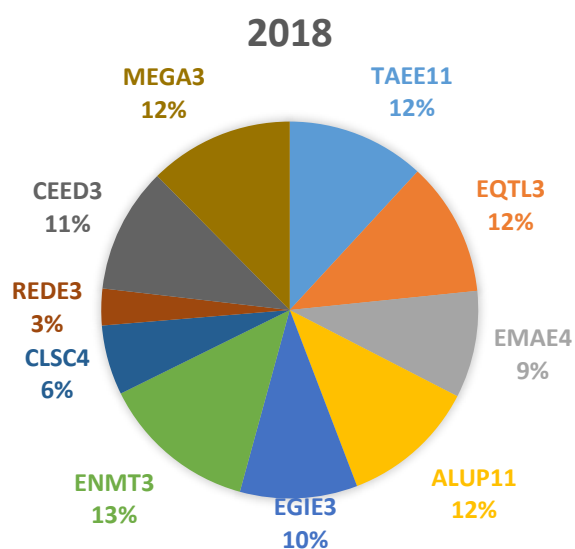
Tabela 5 – Distribuição das ações 2019

GPAR3	5%
CEBR6	0%
EQMA3B	0%
ENEV3	10%
ALUP11	8%
AFLT3	36%
TAEE11	7%
EGIE3	14%
EQTL3	7%
AESB3	13%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2018

Gráfico 6 – carteira de Markowitz 2018



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 6 – Distribuição das ações 2018

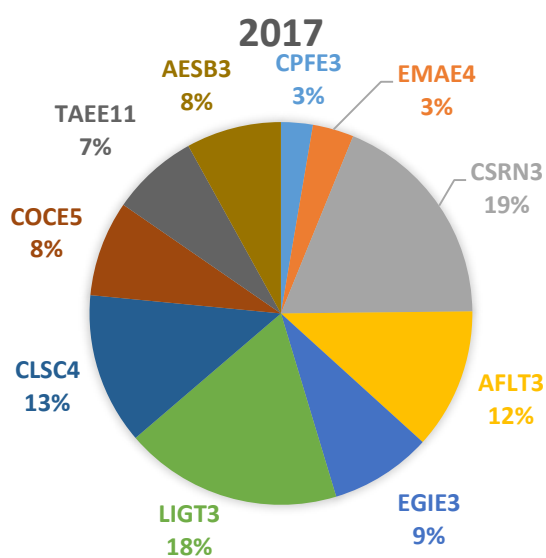
TAE11	12%
EQTL3	12%
EMAE4	9%
ALUP11	12%
EGIE3	10%
ENMT3	13%
CLSC4	6%
REDE3	3%
CEED3	11%

MEGA3	12%
--------------	-----

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2017

Gráfico 7 – carteira de Markowitz 2017



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 7 – Distribuição das ações 2017

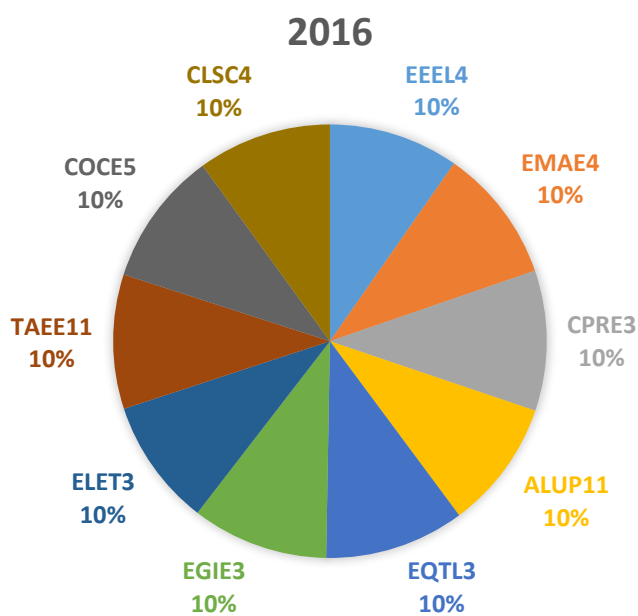
CPFE3	3%
EMAE4	3%
CSRN3	19%
AFLT3	12%
EGIE3	9%
LIGT3	18%
CLSC4	13%
COCE5	8%

TAAE11	7%
AESB3	8%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2016

Gráfico 8 – carteira de Markowitz 2016



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 8 – Distribuição das ações 2016

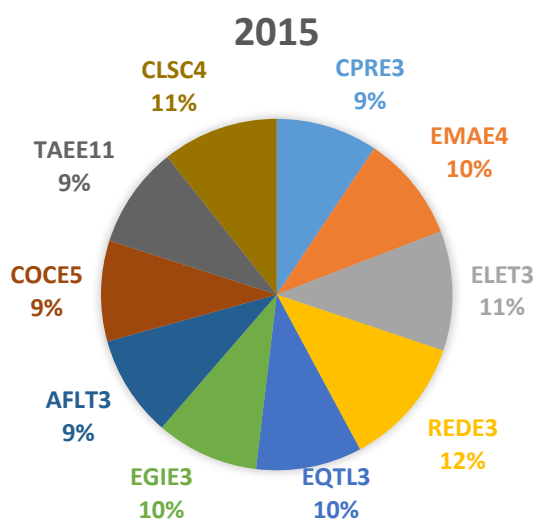
EEEL4	10%
EMAE4	10%

CPRE3	10%
ALUP11	10%
EQTL3	10%
EGIE3	10%
ELET3	9%
TAAE11	10%
COCE5	10%
CLSC4	10%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2015

Gráfico 9 – carteira de Markowitz 2015



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 9 – Distribuição das ações 2015

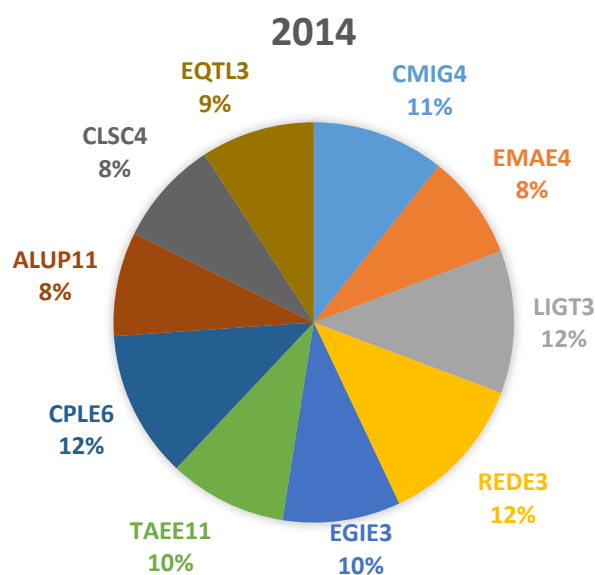
CPRE3	9%
EMAE4	10%
ELET3	11%
REDE3	12%

EQTL3	10%
EGIE3	9%
AFLT3	9%
COCE5	9%
TAEE11	9%
CLSC4	11%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2014

Gráfico 10 – carteira de Markowitz 2014



Fonte: elaborado pelo autor

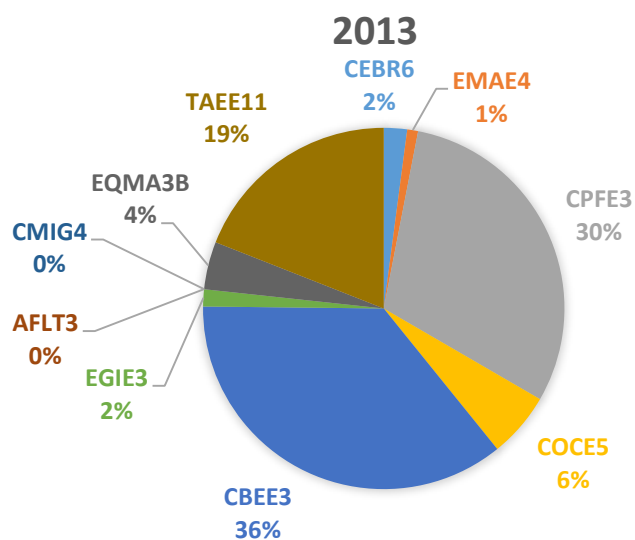
Tabela 10 – Distribuição das ações 2014

CMIG4	11%
EMAE4	8%
LIGT3	12%
REDE3	12%
EGIE3	10%
TAAE11	10%
CPLE6	12%
ALUP11	8%
CLSC4	8%
EQTL3	9%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2013

Gráfico 11 – carteira de Markowitz 2013



Fonte: elaborado pelo autor

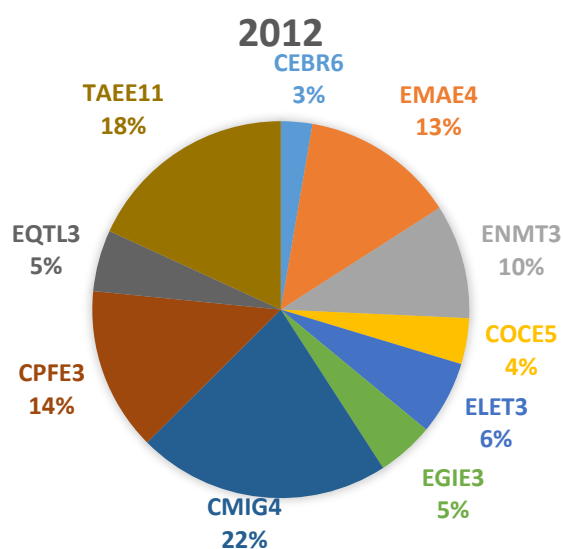
Tabela 11 – Distribuição das ações 2013

CEBR6	2%
EMAE4	1%
CPFE3	30%
COCE5	6%
CBEE3	36%
EGIE3	2%
CMIG4	0%
AFLT3	0%
EQMA3B	4%
TAE11	19%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2012

Gráfico 12 – carteira de Markowitz 2012



Fonte: elaborado pelo autor

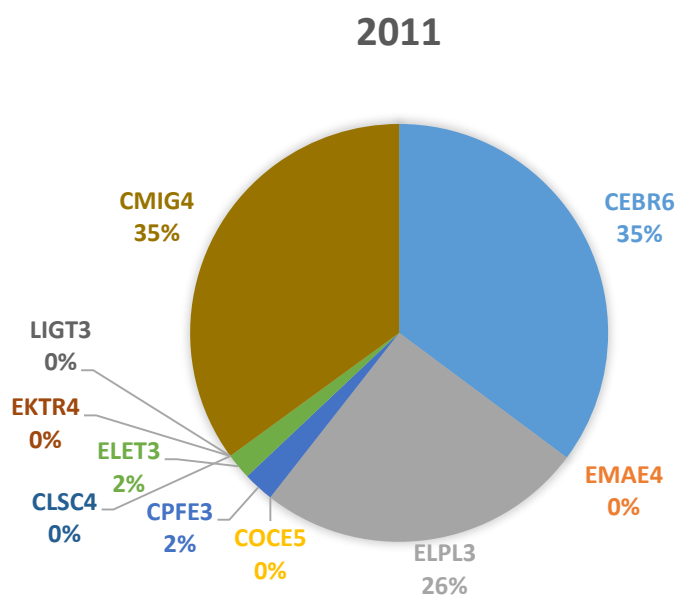
Tabela 12 – Distribuição das ações 2012

CEBR6	3%
EMAE4	13%
ENMT3	10%
COCE5	4%
ELET3	6%
EGIE3	5%
CMIG4	22%
CPFE3	14%
EQTL3	5%
TAEE11	18%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2011

Gráfico 13 – carteira de Markowitz 2011



Fonte: elaborado pelo autor

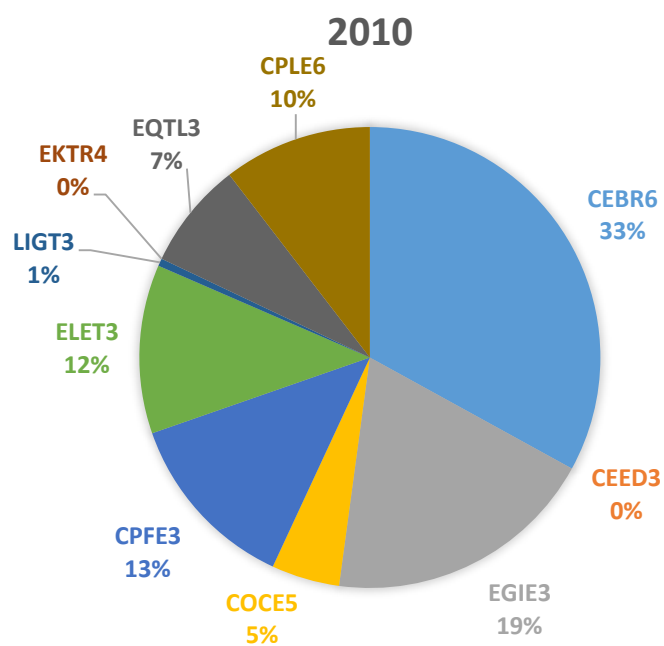
Tabela 13 – Distribuição das ações 2011

CEBR6	35%
EMAE4	0%
ELPL3	25%
COCE5	0%
CPFE3	2%
ELET3	2%
CLSC4	0%
EKTR4	0%
LIGT3	0%
CMIG4	35%

Fonte: elaborado pelo autor

GRÁFICO E TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE PESOS DE MARKOWITZ ANO 2010

Gráfico 14 – carteira de Markowitz 2010



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 14 – Distribuição das ações 2010

CEBR6	33%
CEED3	0%
EGIE3	19%
COCE5	5%
CPFE3	13%
ELET3	12%
LIGT3	1%
EKTR4	0%
EQTL3	8%
CPLE6	10%

Fonte: elaborado pelo autor