

ALOCAÇÃO DE INVESTIMENTOS PESSOAIS NO LONGO PRAZO

WU YONG LEI

**Monografia apresentada ao Instituto COPPEAD
de Administração, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à
obtenção do certificado de conclusão do curso.
COPPEAD Finanças – Turma 23**

**Rio de Janeiro
2021**

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a alocação de investimentos pessoais no Brasil num horizonte de 20 anos, entre 2001 e 2020. A análise da relação risco-retorno focou em quatro ativos, que foram Selic, Ibovespa, S&P 500 em reais e ouro. A partir disso, foram criadas duas carteiras com tais ativos para avaliação do efeito da diversificação e do desempenho. A primeira carteira foi com base na estratégia da teoria Fronteira Eficiente, maximizando o Índice de Sharpe na otimização dos pesos dos ativos anualmente. A segunda carteira foi com base na estratégia ingênua de pesos igualmente ponderados para os quatro ativos em todos os anos. Os resultados das carteiras apontaram claramente os benefícios da diversificação dos ativos, como retorno acumulado superior à Selic, redução considerável do risco e perfil defensivo nas crises. Ambas as carteiras apresentaram retornos acumulados similares, porém a carteira otimizada apresentou a volatilidade menor. No entanto, o teste t não apontou diferenças estatísticas entre as médias das duas carteiras. Por fim, o estudo realizado poderia contribuir para maior adoção da estratégia de alocação de ativos em investimentos pessoais no Brasil.

Palavra-chave: alocação de ativos, carteiras igualmente ponderadas, investimentos pessoais.

SUMÁRIO

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Introdução | 4 |
| 2 | Revisão de Literatura | 6 |
| | 2.1 Retorno das ações e títulos no longo prazo (EUA e mundo) | 6 |
| | 2.2 Relação risco e retorno nos investimentos | 7 |
| | 2.3 Diversificação de carteira e fronteira eficiente | 10 |
| | 2.4 Avaliação do desempenho: Índice de Sharpe | 12 |
| | 2.5 Alocação de ativos e estratégia ingênua | 13 |
| 3 | Dados e Metodologia | 15 |
| | 3.1 Classes de ativos | 15 |
| | 3.2 Dados em 20 anos (de 2001 a 2020) | 16 |
| 4 | Resultados | 18 |
| | 4.1 Análise de desempenho dos ativos individuais em 20 anos | 18 |
| | 4.2 Efeito de diversificação na relação risco-retorno | 21 |
| | 4.3 Análise do desempenho das carteiras em 20 anos | 23 |
| | 4.4 Testes estatísticos dos resultados das carteiras | 27 |
| 5 | Conclusão | 29 |
| 6 | Bibliografia | 31 |

1 INTRODUÇÃO

A estabilização da moeda com o Plano Real, a partir de 1994, ajudou os brasileiros a fazerem a migração de investimentos. Antes, por conta da hiperinflação e da falta de credibilidade da moeda nacional, era comum de os pequenos investidores protegerem sua poupança comprando dólares, imóveis, carros e até linhas telefônicas. A nova moeda Real trouxe maior credibilidade e melhor noção do valor do dinheiro, o que fez com que os investidores migrassem para outros ativos financeiros. Desde então, por cerca de duas décadas, o Brasil sempre figurou como um dos países de maior taxa de juros no mundo, o que levou as pessoas físicas concentrarem seus investimentos em fundos de renda fixa ou na tradicional caderneta de poupança.

No entanto, a partir de 2016, o Banco Central iniciou a política de redução gradual da taxa básica de juros, a Selic, de 14,25% ao ano para o menor patamar histórico, de 2% ao ano, em 2020. Se descontada a inflação, os investidores passaram a ter rendimento real negativo em suas aplicações de renda fixa de curto prazo. Além disso, em 2020, devido à pandemia da COVID-19 e da consequente crise financeira nos mercados mundiais, o índice da bolsa brasileira (Ibovespa) chegou a cair 47% e a moeda Real chegou a se desvalorizar 48% em relação ao Dólar. Nesse cenário de estresse e de altas incertezas, a palavra de ordem para os investidores de pessoas físicas foi a diversificação, o que significava assumir mais riscos, alongar o prazo dos investimentos ou até aplicar os recursos em ativos de outras moedas.

Por outro lado, nas últimas duas décadas, o mercado de fundos de investimentos no Brasil se desenvolveu rapidamente. Antes, os pequenos investidores só tinham acesso aos fundos massificados e de alto custo nos grandes bancos comerciais, mas agora têm à sua disposição uma infinidade de gestores independentes, fundos mais sofisticados, diferentes plataformas abertas de investimentos pela internet e até acesso a investimentos no exterior. E tudo isso ficou ao alcance da palma do pequeno investidor via celular, com cotações *online* de praticamente de todos os investimentos financeiros. Nesse cenário atual de democratização de acesso a fundos de investimentos, o investidor é literalmente bombardeado por notícias econômicas e por ofertas abundantes de investimentos.

Parece ser um desafio grande para um investidor navegar com segurança nesse mundo financeiro cada vez mais conectado, complexo e incerto. No entanto, em finanças,

segundo a frase atribuída a Albert Einstein, “os juros compostos são a força mais poderosa do universo e a maior invenção da humanidade, porque permitem uma confiável e sistemática acumulação de riqueza”. Certamente, nessa jornada de acumulação de riqueza, o tempo é a grande alavanca. Quanto mais tempo o investidor tiver, maior será o efeito dos juros compostos. Além disso, há a máxima em finanças pessoais, “não coloque todos os ovos na mesma cesta”. Já o ganhador de prêmio Nobel em economia, Harry Markowitz, afirmou que a diversificação é o único “almoço grátis” em investimentos.

Diante desse contexto apresentado acima, esta monografia tem o objetivo de analisar como de um investidor brasileiro de pessoa física pode montar uma política consistente de alocação de investimentos pessoais no longo prazo. A ideia é também de que as carteiras analisadas e propostas sejam factíveis de replicação para qualquer tamanho de investidor e com baixo custo de transação. Para isso, num modelo mais simplificado de diversificação, serão avaliados quatro ativos de diferentes classes, como a taxa de juros Selic para a renda fixa, o índice da bolsa brasileira Ibovespa para a renda variável, o índice da bolsa americana S&P 500 para a diversificação no exterior e ouro como proteção. Será criada então uma carteira com a estratégia ingênua, ou seja, mantendo os quatro ativos com igual peso ao longo do tempo. Para efeito de comparação, serão montadas carteiras otimizadas com base na teoria de fronteira eficiente. O período analisado será de 20 anos, entre 2001 e 2020.

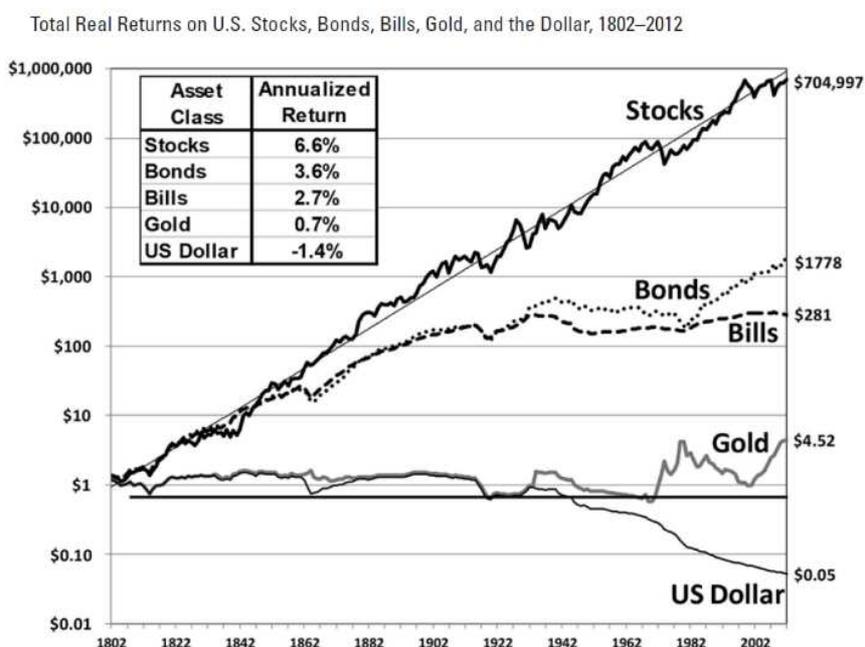
Esta monografia é composta por esta seção de introdução, seguida pela seção de revisão bibliográfica sobre a relação risco e retorno em finanças, o desempenho dos ativos no longo prazo nos EUA, a teoria de fronteira eficiente, a estratégia ingênua de investimentos e o índice de Sharpe para o desempenho do investimento. Na sequência, será a seção sobre a metodologia utilizada, com apresentação das classes de ativos, os dados coletados, o comparativo dos resultados das diferentes carteiras criadas e o teste estatístico dos desempenhos. Por fim, serão apresentadas a seção de conclusão sobre o estudo e a seção das bibliografias pesquisadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Retorno das ações e títulos no longo prazo (EUA e mundo)

Siegel (2014) comparou a evolução de diferentes ativos no longo histórico de 200 anos (de 1802 a 2002) no mercado norte-americano. Conforme apresentado na figura 1, o investimento em ações superou com folga e com consistência os demais ativos (títulos de renda fixa do governo e ouro), enquanto a moeda Dólar foi corroída pela inflação no período.

Figura 1 – Retorno real acumulado de ativos norte-americanos (1802-2002)



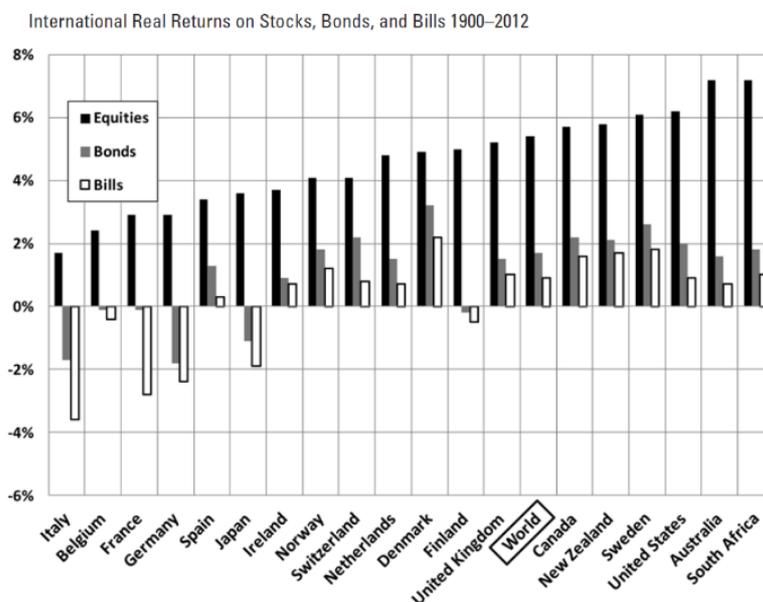
Fonte: Siegel (2014, p. 6)

Nesse longo prazo de 200 anos, a estabilidade da tendência das ações foi impressionante, apesar de ter passado por grandes crises, como a Grande Depressão de 1929, a Segunda Guerra Mundial, o choque de petróleo da década de 1970 e o *sub-prime* de 2008. A diferença de 3% ao ano a mais fez com que as ações transformassem US\$ 1 em US\$ 704 mil contra US\$ 1,7 mil de títulos de longo prazo (*Bonds*), o que demonstra o poder dos juros compostos no longo prazo.

Segundo Siegel (2009), nos últimos dois séculos, as ações renderam entre 6,6% e 7,0% ao ano acima da inflação americana. Essa extraordinária estabilidade é chamada de reversão à média dos retornos em ações, o que significa que os retornos podem ser bem instáveis no curto prazo, mas muito estáveis no longo prazo.

Siegel (2014) apresentou ainda estudos comparativos de ativos no longo prazo em 16 mercados desenvolvidos, no período entre 1900 e 2012, sendo que todos apresentaram superioridade do retorno de ações em comparação com os títulos de renda fixa.

Figura 2 – Retorno real de ações e títulos no mundo (1900-2012)



Fonte: Siegel (2014)

2.2 Relação risco e retorno nos investimentos

A relação de risco e retorno está na base de finanças e geralmente norteia as decisões de investimentos. Trata-se de uma relação direta, onde a maior expectativa de retorno levaria o investidor assumir maior nível de risco no investimento. A relação também pode definir o apetite de risco do investidor, como na seleção de ativos de investimentos, seja em renda fixa, seja em renda variável.

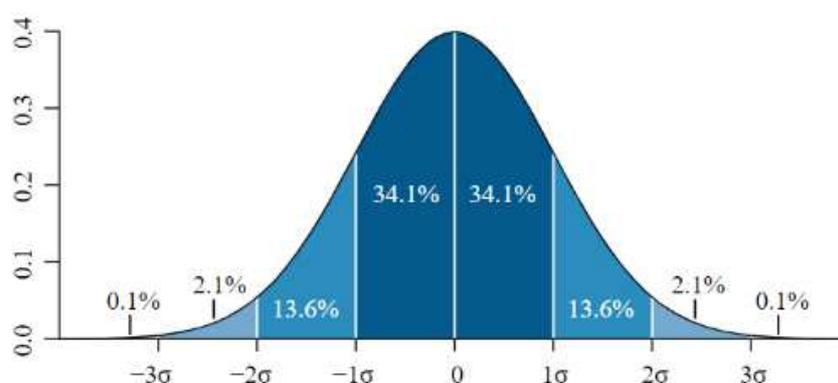
Ross *et al.* (2013) definem que o retorno sobre o investimento de qualquer ativo possui dois componentes, o de renda sobre seu retorno e o de ganho ou perda de capital sobre o investimento. Os ativos com risco, em média, ganham um prêmio pelo risco. Em outras palavras, existe uma recompensa por correr o risco.

Damodaran (2006) define o risco como a probabilidade de obtermos um retorno sobre um investimento diferente do retorno esperado. Assim, o risco pode gerar tanto resultados desfavoráveis como resultados favoráveis, ou seja, o risco pode representar perigo ou oportunidade em um investimento.

Em termos estatísticos, o risco representa uma dispersão em torno da média, o que pode ser denominado também como a volatilidade dos retornos. Segundo Damodaran (2006), a dispersão dos retornos observados em torno do retorno esperado é medida pela variância ou desvio-padrão da distribuição; quanto maior for a dispersão dos retornos obtidos em relação aos retornos esperados, maior será a variância.

Segundo Ross *et al.* (2013), para muitos eventos aleatórios diferentes da natureza, uma distribuição de frequência em particular, a distribuição normal (ou *curva em forma de sino*), é útil para descrever a probabilidade de algo estar em determinado intervalo.

Figura 3 – A distribuição normal



Fonte: Wikipedia

Para Levine *et al.* (2019), a distribuição normal é a distribuição contínua mais habitualmente utilizada no campo de estatística. Assim, inúmeras variáveis contínuas comuns no mundo dos negócios possuem distribuições que se assemelham estritamente à distribuição normal.

Como pode-se perceber na Figura 3, pela distribuição normal, a probabilidade acumulada seria de 68,2% para um desvio-padrão e de 95,4% para dois desvio-padrão em relação à média. Esses valores são fundamentais para medir o risco de um ativo em comparação com a média esperada, ou seja, o nível da volatilidade.

Assim, para um ativo individual, podemos calcular seu retorno e risco através das seguintes equações, conforme Leal (2017).

Equação 1 – Retorno de um ativo

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} + F_{i,t}}{P_{i,t-1}} - 1$$

Fonte: Leal (2017)

Onde:

$R_{i,t}$ é o retorno do ativo no tempo t ;

$P_{i,t}$ é o preço do ativo no tempo t ;

$F_{i,t}$ é todo pagamento (juros, dividendos, etc.) feito pelo ativo no tempo t ; e

$P_{i,t-1}$ é o preço do ativo no tempo $t-1$.

Equação 2 – Variância de um ativo

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{i,t} - \bar{R}_i)^2$$

Fonte: Leal (2017)

Onde:

σ^2 é a variância do ativo;

$R_{i,t}$ é o retorno do ativo no tempo; e

\bar{R}_i é o retorno médio do ativo.

O desvio-padrão, ou a volatilidade, do ativo pode ser obtido pela raiz quadrada da variância.

Já para um portfólio ou uma carteira de diferentes ativos, o retorno e o risco podem ser calculados da seguinte forma, conforme Leal (2017).

Equação 3 – Retorno de uma carteira de ativos

$$R_{p,t} = \sum_{n=1}^N (w_{n,t} \times R_{n,t})$$

Fonte: Leal (2017)

Onde:

$R_{p,t}$ é o retorno de uma carteira com N ativos;

$w_{n,t}$ é o peso de cada ativo na carteira; e

$R_{n,t}$ é o retorno de cada ativo da carteira.

Equação 4 – Variância de uma carteira de ativos

$$\sigma_p^2 = \sum_{n=1}^N (w_n^2 \sigma_n^2) + \sum_{n=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq n}}^N (w_n w_j \sigma_{n,j})$$

Fonte: Leal (2017)

Segundo Leal (2017), o primeiro termo da parte direita da equação de variância de uma carteira soma as variâncias de cada ativo e o segundo termo, as covariâncias entre cada par de ativos.

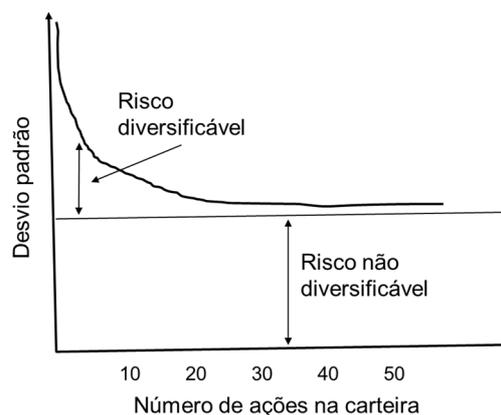
Vale ressaltar que o retorno de uma carteira é dado pela média ponderada dos retornos dos seus ativos. No entanto, o risco ou o desvio-padrão de uma carteira é menor que a média ponderada dos desvio-padrão dos seus ativos. O efeito dessa redução é devido às covariâncias ou às correlações entre os ativos. Assim, quanto menor for a correlação (variando entre -1 e +1) de um ativo a ser incluído numa carteira, maior será seu efeito de reduzir o risco da carteira, ou melhor, seu poder de diversificação.

2.3 Diversificação de carteira e fronteira eficiente

Ross *et al.* (2013) definem que o risco total é composto pelo risco sistemático e risco não sistemático. O risco sistemático também é chamado de *risco não diversificável* ou *risco de mercado*. O risco não sistemático também é chamado de risco diversificável, risco único ou risco específico de um ativo. Para uma carteira bem diversificada, o risco não sistemático é insignificante, onde todo o risco é essencialmente sistemático.

Já para Damodaran (2006), o risco diversificável é aquele risco específico da empresa que afeta um ou poucos investimentos, enquanto que o risco não diversificável se refere ao mercado como um todo e afeta muitos ou todos os investimentos.

Figura 4 – Diversificação de carteiras



Fonte: Elaborada a partir de Ross *et al.* (2013)

Assim, o retorno esperado de um ativo está associado ao risco sistemático ou ao risco não diversificável. Nesse caso, há o coeficiente beta que mede o nível de risco do ativo em comparação com o risco sistemático. Ross *et al.* (2013) definem coeficiente beta

como a quantidade de risco sistemático presente em determinado ativo de risco em relação àquela presente em um ativo com risco médio. Damodaran (2006) indica que o beta é geralmente estimado através de uma regressão de retornos passados do título em relação a um índice de mercado.

A partir do coeficiente beta, seria possível estimar o retorno esperado de um ativo em comparação com o risco sistemático. Essa relação entre o risco e o retorno é dada pelo modelo de precificação de ativos financeiros (*capital asset pricing model – CAPM*). Assim, segundo Damodaran (2006), essa relação seria a seguinte.

Equação 5 – Relação entre risco e retorno no CAPM

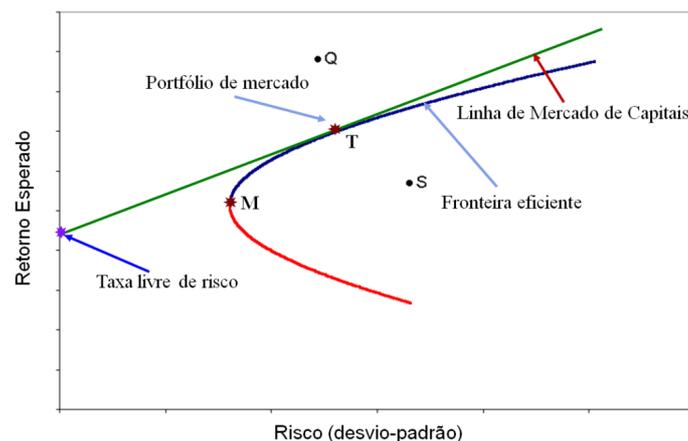
$$\text{Retorno esperado de um investimento} = \text{taxa livre de risco} + \text{beta (prêmio de risco da carteira)}$$

Fonte: Damodaran (2006)

O retorno esperado via CAPM resulta em uma reta, denominada como Linha de Mercado de Títulos (LMT). Ross *et al.* (2013) definem a LMT como uma linha reta com inclinação positiva que mostra a relação entre o retorno esperado e o beta. Assim, a taxa livre de risco seria o intercepto da reta e o beta seria o coeficiente angular da reta.

Conforme a Figura 5, a curva é denominada como Fronteira Eficiente, a qual é formada pela combinação de ativos numa carteira. O ponto mais à esquerda da curva, o ponto M, é de mínima variância, ou seja, de menor risco (desvio-padrão). Já o ponto T, onde a reta LMT tangencia a curva Fronteira Eficiente, corresponde o ponto de melhor relação risco-retorno pela combinação dos ativos da carteira.

Figura 5 – Linha de Mercado de Capitais (ou LMT) e Fronteira Eficiente

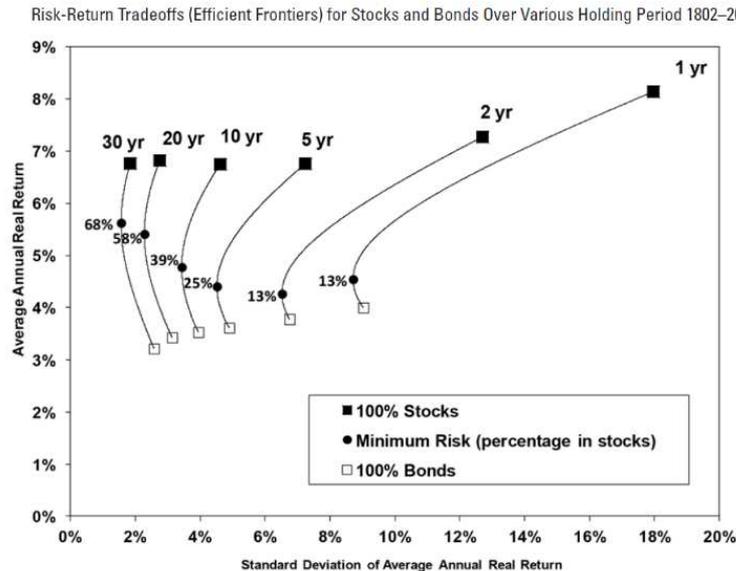


Fonte: Reis (2020)

Siegel (2014) apresentou a evolução das curvas Fronteira Eficiente, combinando ações e títulos americanos em diferentes períodos. Conforme a Figura 6, à medida que o

período de investimento aumenta, o ponto de mínima variância, mais à esquerda da curva, foi caminhando de títulos (ponto inferior) para ações (ponto superior). Observa-se que nos períodos de 30 anos, o ponto de mínima variância seria de 68% em ações e 32% em títulos. Assim, no longo prazo, o risco de ações chega a ser menor que os títulos.

Figura 6 – Risco e retorno entre ações e títulos nos EUA (1802-2012)



Fonte: Siegel (2014)

2.4 Avaliação do desempenho: Índice de Sharpe

Para a avaliação de desempenho dos investimentos, que relacione o risco e o retorno, o mercado financeiro tem utilizado largamente o Índice de Sharpe, desenvolvido pelo economista ganhador do Prêmio Nobel, William Sharpe.

Leal (2018) apresenta a fórmula do Índice de Sharpe da seguinte forma.

Equação 6 – Índice de Sharpe

$$SR_i = \frac{\overline{(R_{i,t} - R_{f,t})}}{s_i}$$

Fonte: Leal (2017)

Onde:

SR_i é Sharpe Ratio ou Índice de Sharpe;

$R_{i,t}$ é o retorno do ativo i ;

$R_{f,t}$ é o retorno do ativo livre de risco; e

s_i é o desvio-padrão do ativo i .

Pela fórmula do Índice de Sharpe, percebe-se que se mede o excesso de retorno do ativo em relação ao ativo livre de risco, contra o desvio-padrão do ativo em análise. Assim, o Índice de Sharpe será inversamente proporcional ao desvio-padrão, ou seja, quanto maior o risco do ativo, menor será o Sharpe, ou vice-versa.

Conforme vimos na Figura 5, onde a reta LTM tangencia a curva Fronteira Eficiente é justamente o ponto do Índice de Sharpe máximo. Assim, a carteira possui a melhor combinação de ativos para a relação risco-retorno.

Em geral, no mercado de fundos de investimentos, o desempenho é avaliado muito pela sua capacidade de maximização do Índice de Sharpe. Isso também se traduz em quanto de retorno em excesso a um *benchmark* que um gestor de investimentos consegue em função do nível de risco que está assumindo. No mercado brasileiro de fundos de investimentos, os *benchmarks* mais comuns são o CDI para os fundos de renda fixa e de multimercados e o Ibovespa para os fundos de ações.

2.5 Alocação de ativos e estratégia ingênua

Conforme vimos anteriormente na curva Fronteira Eficiente, desenvolvida por Harry Markowitz na década de 1950, a diversificação de ativos numa carteira pode melhorar a relação risco-retorno em comparação com um ativo individual. A teoria de Markowitz influenciou fortemente as pesquisas de alocação de ativos e toda a indústria de fundos de investimentos na maximização da relação risco-retorno.

Segundo Brinson *et al* (1991), “o sucesso da administração de um portfólio é 91,5% devido à alocação estratégica (*allocation*), 6,4% devido à alocação tática (*selection* e *market timing*) e 2,1% devido a outros fatores” (*apud* Gonçalves, 2006, p. 220).

Gonçalves (2006) apresentou que a alocação de ativos em uma carteira pode ser dividida em alocação estratégica e alocação tática. A estratégica envolve macroalocação de classes de ativos, como renda variável, renda fixa e imóveis, além do que o autor chama de mesoalocação que seria as divisões de cada classe de ativos. Já a tática envolve a efetiva seleção dos ativos (*asset selection*) e o momento ideal de atuação no mercado (*market timing*). Assim, a estratégica possui um horizonte mais de longo prazo e a tática mais de curto e médio prazo.

Andrino (2015) apontou que, apesar das vantagens da teoria dos portfólios de Markowitz e das técnicas que maximizam o retorno ajustado ao risco dos investimentos,

essas análises sofisticadas necessitam de uma grande parte das informações históricas disponíveis, normalmente se apoiando em modelos econômicos e estatísticos avançados. Como contraponto, o autor apresenta as estratégias ingênuas de investimento, ou a “heurística do 1/N”, que corresponde à tendência dos indivíduos de distribuírem igualmente seus recursos entre as alternativas disponíveis. Apesar da estratégia do 1/N desconsiderar as informações disponíveis como nas estratégias de otimização de carteiras, há vantagens, como ser simples e de baixo custo de implementação.

Adriano (2015) realizou estudos com cinco carteiras de estratégia 1/N para um período de 11 anos (entre 2004 e 2014) no mercado brasileiro. As carteiras foram criadas com ativos de quatro classes, o CDI, o índice IMA-B (títulos NTN-B corrigidos à inflação), o índice Ibovespa (ações brasileiras) e o índice S&P 500 (ações norte-americanas). O resultado foi de que as carteiras elaboradas de estratégia 1/N apresentaram um desempenho superior aos fundos balanceados com perfil semelhante de alocação. Já a carteira de melhor desempenho no período foi com um portfólio igualmente ponderado entre o CDI e o IMA-B. Para o período analisado, a adição de ações na carteira de 1/N, nacionais ou americanas, não se mostrou favorável no desempenho final.

O estudo realizado por Torres (2021) sobre o desempenho de fundos de ações nacionais para investidores não sofisticados, no período entre 2015 e 2019, apontou melhores resultados das carteiras igualmente ponderadas em comparação com as geridas por bancos comerciais. Um dos motivos do baixo retorno dos fundos seria o controle excessivo de volatilidade pelos gestores. Além disso, as carteiras teóricas com base no método de Fronteira Eficiente de Markowitz performaram muito abaixo do esperado. Neste caso, o estudo sugere que, num regime de *bull market*, estratégias focadas na redução de volatilidade podem não ser as mais adequadas.

Por outro lado, Siegel (2009), pelo seu estudo de um histórico de 200 anos do mercado americano, conclui a sua tese principal de que as ações representam a melhor forma de acumular riquezas na longa estrada. Como estratégias de investimentos de longo prazo, o autor recomenda que se invista em fundos de índices de baixo custo e que se tenha diversificação internacional no portfólio.

3 DADOS E METODOLOGIA

Baseado na pesquisa bibliográfica sobre a relação de risco e retorno nos investimentos, bem como as estratégias de carteiras, o objetivo deste estudo da monografia pretende testar as diferentes estratégias de longo prazo para a alocação de investimentos pessoais no Brasil. Para isso, o horizonte de tempo será dos últimos 20 anos (de 2001 a 2020), suficientemente longo para a realidade brasileira, já considerando a consolidação da estabilidade da moeda Real e o fato de o período conter inúmeras crises financeiras, tanto domésticas como internacionais.

Para efeito de comparação das estratégias da alocação de ativos, sofisticadas e simples, serão construídas carteiras usando a teoria Fronteira Eficiente e também a estratégia ingênua 1/N.

Todas as carteiras terão as mesmas quatro classes de ativos mais representativos e acessíveis aos investimentos pessoais no Brasil, porém com pesos diferentes de acordo com cada estratégia. No caso, os ativos selecionados foram a Selic para a renda fixa, o índice Ibovespa para as ações brasileiras, o índice S&P 500 em reais para ações internacionais e o ouro como ativo de proteção.

A carteira otimizada pela Fronteira Eficiente terá a composição variável a cada ano. Já a carteira 1/N terá a composição sempre fixa e igualmente ponderada entre os ativos em todo o período de 20 anos. No estudo, os custos de transação para rebalanceamento de percentuais dos ativos nas carteiras não foram considerados, assim como os custos tributários. Como os custos de transação teriam um efeito semelhante a duas carteiras, espera-se que não afetará a comparação dos resultados finais.

3.1 Classes de ativos

As quatro classes de ativos selecionados para este estudo são as mais usuais nos fundos de investimentos no Brasil e seus respectivos ativos estão geralmente na maioria das estratégias de alocação de investimentos pessoais.

- Renda fixa – Selic

A taxa Selic é a taxa básica de juros, definida pelo Banco Central do Brasil a cada 45 dias. Trata-se de uma taxa pós-fixada e de curto prazo. Seu risco é do seu emissor, que é o Governo Federal. Assim, a Selic pode ser considerada como a taxa livre de risco, semelhante ao CDI. A Selic é facilmente replicada por qualquer investidor pessoal pela aplicação via Tesouro Direto, com o valor mínimo de R\$ 30. No estudo

atual, a Selic será usada também como *benchmark* para comparar o desempenho dos demais ativos em análise.

- Ações brasileiras – índice Ibovespa

O Ibovespa é o principal índice de ações brasileiras. Segundo a bolsa B3, o Ibovespa é reavaliado a cada quatro meses. O índice é resultado de uma carteira teórica de ativos. Corresponde a cerca de 80% do número de negócios e do volume financeiro. Atualmente, o Ibovespa pode ser facilmente replicado por pequeno investidor, seja por fundos de índice, seja por ETFs (*Exchange Traded Fund*) que acompanham o Ibovespa. Assim, o Ibovespa já seria uma carteira diversificada em ações brasileiras.

- Ações americanas – índice S&P 500

O S&P 500 é o principal índice de ações americanas, composto por 500 maiores empresas listadas na bolsa. De acordo com Siegel (2009), o S&P 500 foi constantemente atualizado com a inclusão de novas empresas conforme a evolução da economia dos EUA. Nos últimos 50 anos, o índice passou do domínio de companhias de aço, produtos químicos, automóveis e petróleo para companhias de saúde, tecnologia, finanças e outros serviços ao consumidor. Assim, o índice S&P 500 pode ser um ativo interessante para a diversificação exterior nas carteiras. No estudo atual, o retorno do S&P 500 foi convertido para reais. O índice S&P 500 em reais pode ser replicado por fundos de índice e EFFs disponíveis no mercado.

- Ativo de proteção - ouro

A classe de ativos de proteção tem a finalidade de o investidor se proteger das oscilações e do risco de depreciação da moeda Real, algo comum em uma economia emergente como o Brasil. Assim, as moedas fortes como Dólar ou Euro poderiam ser uma opção de proteção. No entanto, as moedas são emitidas por seus respectivos governos e podem ser influenciadas por suas ações. Dessa forma, para o presente estudo, optou-se por ouro, que sempre foi o sinônimo de reserva de valor e proteção nas grandes crises econômicas. A aplicação em ouro está bastante acessível por meio de fundos de investimentos para os investidores em geral.

3.2 Dados em 20 anos (de 2001 a 2020)

Os retornos dos quatro ativos foram extraídos da base de dados Economatica. Os dados compreendem o período de 20 anos, de janeiro de 2001 até dezembro de 2020. Como o foco do estudo é na estratégia de alocação de longo prazo, os retornos dos ativos foram de

periodicidade mensal. Assim, cada um dos quatro ativos possui uma amostra de 240 retornos mensais, suficientemente grande para análise de padrões, tendências e testes estatísticos.

No caso dos índices de bolsa, o Ibovespa e o S&P 500, considerou-se também a incorporação de dividendos e proventos. Além disso, o S&P 500 foi convertido para reais, ou seja, multiplicando sua variação em Dólar pela variação do Dólar em relação ao Real.

A partir dos retornos mensais de 20 anos, serão analisadas as estatísticas de risco e retorno de cada ativo. O Índice de Sharpe será utilizado para comparar o desempenho dos ativos, tendo a taxa Selic como *benchmark*. Além disso, será avaliada a correlação entre os ativos e como a diversificação de ativos na carteira pode melhorar a relação risco-retorno.

Finalmente, com base nos quatro ativos, serão elaboradas duas diferentes carteiras, sendo a primeira a carteira otimizada pela teoria de Markowitz e a segunda carteira na estratégia 1/N. O desempenho será avaliado pelo Índice de Sharpe e submetido a testes estatísticos.

Tabela 1 – Alocação de ativos nas carteiras para 20 anos

| Carteira | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Ótima | Variável | Variável | Variável | Variável |
| 1/N | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/4 |

A alocação de ativos na carteira ótima será em função da maximização do Índice de Sharpe com base no histórico de retornos dos ativos nos 12 meses do ano anterior. A composição ótima do ano anterior será replicada então para o ano seguinte e assim sucessivamente. Dessa forma, a composição do ano 1 (ano 2001) da carteira ótima será obtida pelo histórico de 2000. E a composição do ano 2 (ano 2002) em função do histórico de 2001.

Já a carteira 1/N terá sempre os pesos fixos durante os 20 anos ou em todos os 240 meses. Para o efeito de estudo, todas as carteiras serão rebalanceadas automaticamente todos os meses, mantendo seus pesos e sem considerar os custos de transação.

4 RESULTADOS

O estudo será apresentado primeiro pela análise dos ativos individuais nesse período de 20 anos. Em seguida, será analisado o efeito de diversificação dos ativos na relação risco-retorno. A partir disso, os resultados das duas carteiras ótima e 1/N serão apresentados e comparados. Finalmente, será feito um teste estatístico para verificar se existe diferença estatística entre as médias das duas carteiras.

4.1 Análise de desempenho dos ativos individuais em 20 anos

Nesse período de 20 anos, de acordo com as estatísticas dos ativos individuais na Tabela 2, todos os quatro ativos selecionados tiveram ganho real contra a inflação IPCA, como também contra a tradicional caderneta de poupança. No retorno acumulado de 20 anos, o ouro liderou com folga, de 1.675%, seguido pela Selic, de 897%, o Ibovespa, de 680% e, por fim, o S&P 500 em reais, de 656%. No entanto, deve-se avaliar também o desempenho de cada ativo pela sua relação risco-retorno, o que será detalhado mais à frente.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos ativos individuais em 20 anos (2001-2020)

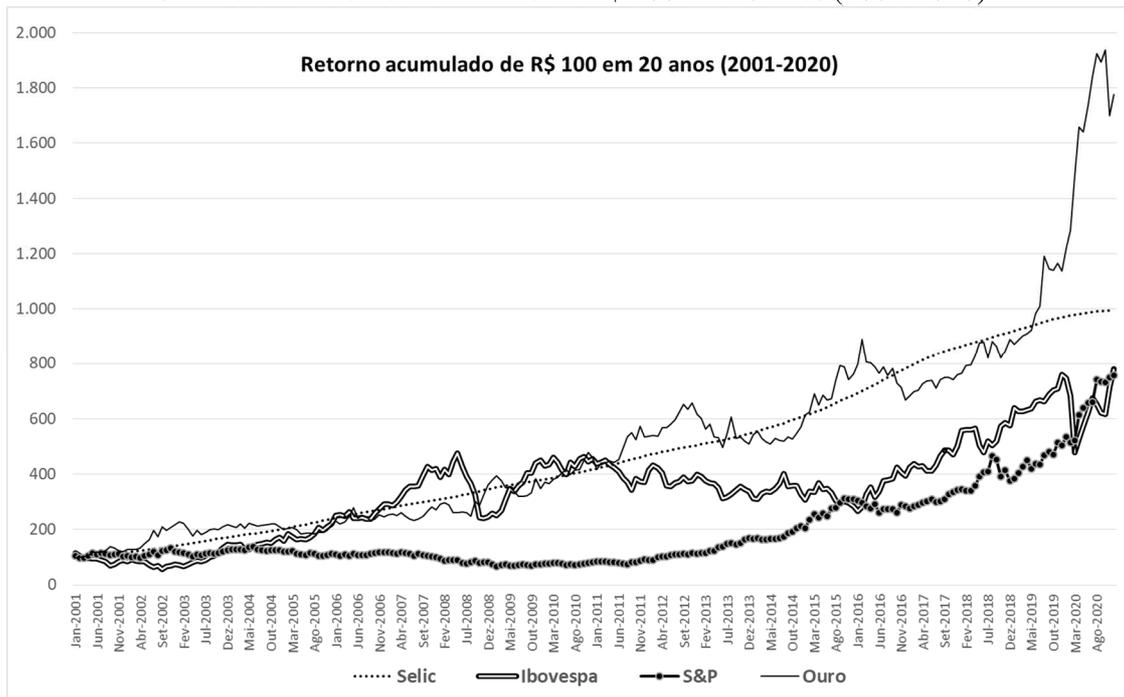
| Estatística | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ | CDI Poupança | IPCA | US\$ PTAX |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Número de meses | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| Média aritmética (MA) mensal | 0,96% | 1,12% | 0,97% | 1,38% | 0,96% | 0,59% | 0,54% |
| Média aritmética (MA) anual | 11,56% | 13,45% | 11,59% | 16,51% | 11,52% | 7,04% | 6,49% |
| Média geométrica mensal | 0,96% | 0,86% | 0,85% | 1,21% | 0,96% | 0,59% | 0,41% |
| Média geométrica anual | 12,18% | 10,82% | 10,64% | 15,47% | 12,14% | 7,27% | 6,16% |
| Desvio-padrão (volatilidade) | 0,38% | 7,17% | 4,92% | 5,92% | 0,38% | 0,17% | 0,39% |
| Erro padrão | 0,02% | 0,46% | 0,32% | 0,38% | 0,02% | 0,01% | 0,02% |
| Máximo | 2,08% | 17,92% | 17,63% | 22,50% | 2,08% | 1,05% | 3,02% |
| Mínimo | 0,15% | -29,90% | -13,59% | -13,31% | 0,15% | 0,12% | -0,38% |
| Retorno acumulado (20 anos) | 897% | 680% | 656% | 1675% | 888% | 307% | 230% |
| IPCA + % (ano) | 6,03% | 4,66% | 4,49% | 9,31% | 5,98% | 1,12% | 0,00% |
| Poupança + % (ano) | 4,91% | 3,54% | 3,37% | 8,19% | 4,86% | 0,00% | -1,12% |

Fonte: Elaborada a partir dos dados da Economatica

Pela evolução do retorno acumulado em 20 anos, conforme o Gráfico 1, percebe-se que a Selic é praticamente uma reta, com pequenas ondulações de tendência ao longo do tempo. Já o Ibovespa, o S&P R\$ e o ouro apresentam fortes oscilações ao longo do tempo. No caso do ouro, que teve o maior retorno acumulado, a sua arrancada aconteceu mais em 2020 por conta da crise de COVID-19, o que comprovou seu efeito de proteção nas crises.

Apesar de considerar 20 anos como um período bastante longo para o padrão de investimentos pessoais no Brasil, a relação risco-retorno observada não comprovou a superioridade das ações frente aos títulos no Brasil conforme estudo apresentado por Siegel (2009) para o mercado americano.

Gráfico 1 – Retorno acumulado de R\$ 100 em 20 anos (2001-2020)



Fonte: elaborado a partir dos dados da Economatica

De acordo com os retornos anuais dos quatro ativos na Tabela 3 abaixo, apesar de a Selic ter sido o segundo ativo no acumulado em 20 anos, em nenhum ano esteve em primeiro em termos de retorno máximo. Ressalte-se a Selic estava inclusive liderando a longa corrida até 2019. Por outro lado, o Ibovespa registrou o máximo de 97,34% em 2003 e 467% no período entre 2003 e 2007, porém terminou abaixo da Selic em 20 anos.

Tabela 3 – Retornos anuais e seus máximos

| Ano | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ |
|------|--------|---------------|---------------|---------------|
| 2001 | 17,24% | -11,02% | 3,19% | 20,79% |
| 2002 | 19,16% | -17,01% | 16,69% | 80,93% |
| 2003 | 23,35% | 97,34% | 3,34% | -0,77% |
| 2004 | 16,25% | 17,81% | 0,14% | -2,85% |
| 2005 | 19,05% | 27,71% | -9,17% | 2,93% |
| 2006 | 15,08% | 32,93% | 3,78% | 12,69% |
| 2007 | 11,88% | 43,65% | -14,23% | 11,26% |
| 2008 | 12,48% | -41,22% | -18,84% | 32,13% |
| 2009 | 9,93% | 82,66% | -8,02% | -3,05% |
| 2010 | 9,78% | 1,04% | 7,92% | 32,26% |
| 2011 | 11,62% | -18,11% | 12,58% | 15,85% |
| 2012 | 8,49% | 7,40% | 23,54% | 15,26% |
| 2013 | 8,22% | -15,50% | 48,57% | -17,35% |
| 2014 | 10,90% | -2,91% | 26,30% | 12,04% |
| 2015 | 13,27% | -13,31% | 45,94% | 33,63% |
| 2016 | 14,02% | 38,94% | -8,58% | -12,32% |
| 2017 | 9,94% | 26,86% | 21,21% | 13,89% |
| 2018 | 6,43% | 15,03% | 9,83% | 16,93% |
| 2019 | 5,96% | 31,58% | 34,06% | 28,10% |
| 2020 | 2,76% | 2,92% | 49,89% | 55,93% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Quando se analisa os retornos em períodos de 5 anos, percebe-se que o Ibovespa e o S&P apresentaram retorno negativo em pelo menos um período. Já ouro mostrou bastante consistente em todos os períodos. Por fim, a Selic apresentou a tendência de queda nos retornos, perdendo de longe no último período de cinco anos (2016-2020) para os demais ativos, refletindo o atual menor patamar histórico de juros no Brasil.

Tabela 4 – Retornos acumulados dos ativos em períodos de 5 anos

| 5 Anos | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ |
|-----------|-------|----------|---------|----------|
| 2001-2005 | 138% | 119% | 13% | 117% |
| 2006-2010 | 75% | 107% | -28% | 112% |
| 2011-2015 | 65% | -37% | 281% | 65% |
| 2016-2020 | 45% | 175% | 145% | 133% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

O outro lado da moeda das altas espetaculares na bolsa de valores podem ser as grandes quedas. No mercado há uma frase famosa, que é “a bolsa sobe de escada e desce de elevador”. Conforme a Tabela 5 abaixo, houve oito momentos durante esses 20 anos em que o Ibovespa registrou quedas acumuladas superiores a 20% em meses consecutivos. Esses momentos de estresse estiveram associados à eleição de Lula em

2001, à crise financeira internacional em 2008, ao *impeachment* de Dilma em 2016 e à crise mundial decorrente da COVID-19 em 2020. Como pode ser observado também, nas crises que afetaram a bolsa, outros ativos podem ter tido desempenho diferente e até positivo, o que sugere a importância da diversificação.

Tabela 5 – Grandes quedas na bolsa brasileira (entre 2001 e 2020)

| Período | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ |
|-------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Fev-Set/2001 | 10,9% | -39,8% | 3,3% | 42,5% |
| Mar-Set/2002 | 10,4% | -38,6% | 22,2% | 64,8% |
| Jun-Nov/2008 | 6,5% | -49,6% | -8,4% | 24,0% |
| Abr-Set/2011 | 5,9% | -23,7% | -2,8% | 24,9% |
| Jan-Jun/2013 | 3,5% | -22,1% | 22,1% | -19,3% |
| Set/2014-Jan/2015 | 4,7% | -23,5% | 18,4% | 17,8% |
| Mai/2015-Jan/2016 | 10,3% | -28,1% | 25,6% | 22,9% |
| Jan-Mar/2020 | 1,0% | -36,9% | 3,2% | 30,2% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Finalmente, adotando o Índice de Sharpe como medida de desempenho, conforme a Tabela 6, somente o ouro registrou o índice positivo de 0,041, uma vez que foi o único ativo a superar a Selic como *benchmark*. Posteriormente, o estudo avaliará se as carteiras propostas terão o Índice de Sharpe superior ao do ouro.

Tabela 6 – Índice de Sharpe dos ativos (2000-2020)

| | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ |
|------------------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Média geométrica mensal | 0,96% | 0,86% | 0,85% | 1,21% |
| Desvio-padrão (volatilidade) | 0,38% | 7,17% | 4,92% | 5,92% |
| Índice de Sharpe | 0,000 | -0,014 | -0,024 | 0,041 |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

4.2 Efeito de diversificação na relação risco-retorno

Segundo Siegel (2009), ativos com correlações negativas são particularmente bons diversificadores. Dessa forma, analisando-se as correlações entre os quatro ativos na Tabela 7, percebe-se que há correlações negativas e levemente positivas, o que demonstra o potencial de diversificação numa carteira com esses ativos.

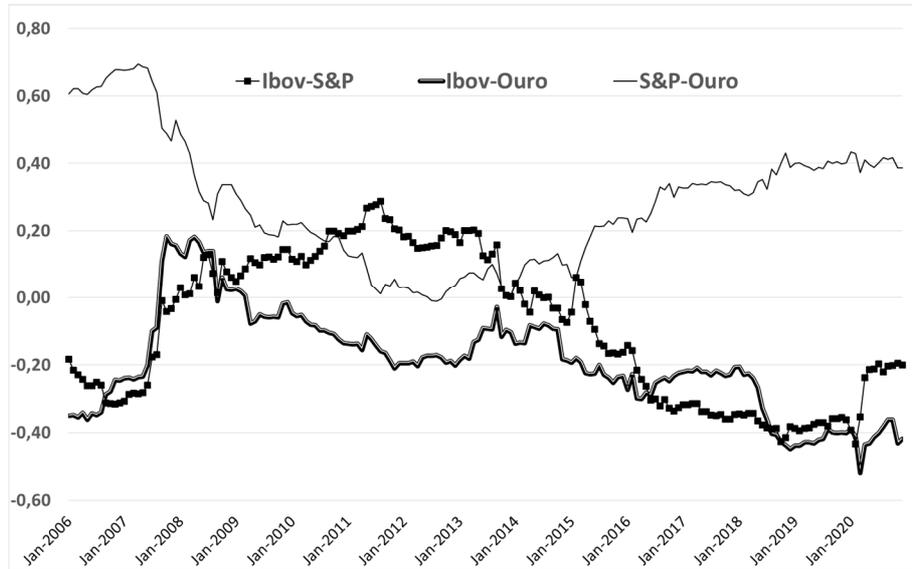
Tabela 7 – Correlação entre os ativos (2001-2020)

| | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ |
|--------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Selic | 1 | | | |
| Ibovespa | 0,03 | 1 | | |
| S&P R\$ | -0,15 | -0,10 | 1 | |
| Ouro R\$ | -0,02 | -0,29 | 0,34 | 1 |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

No entanto, a correlação entre os retornos dos ativos nunca é estática ao longo do tempo. Conforme o Gráfico 2 abaixo, considerando a média móvel de cinco anos das correlações, verifica-se uma mudança de padrão e até inversões de sinal ao longo do tempo.

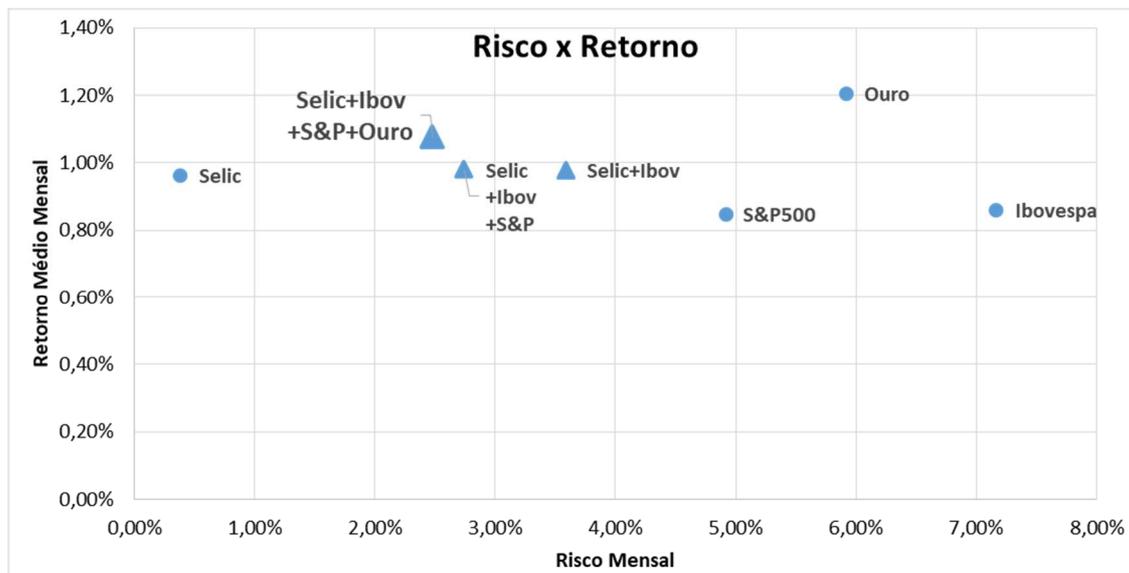
Gráfico 2 – Média móvel das correlações de 5 anos



Fonte: Elaborado a partir de dados da Economática

Em termos da relação risco-retorno, conforme o Gráfico 3, verifica-se a migração do risco para esquerda com a adição de ativos. Na carteira de quatro ativos com pesos iguais, percebe-se a melhora do risco-retorno em comparação com a maioria dos ativos.

Gráfico 3 – Risco-retorno dos ativos individuais e combinados (2001-2020)



Fonte: Elaborado a partir de dados da Economática

4.3 Análise do desempenho das carteiras em 20 anos

A carteira ótima com base na teoria Fronteira Eficiente teve a otimização da relação risco-retorno dos ativos pela maximização do Índice de Sharpe. Para isso, permitiu-se que cada ativo variasse de 0 a 100%, sem posição descoberta. A Tabela 8 abaixo apresenta as composições ótimas dos pesos dos quatro ativos em cada ano e seu respectivo índice de Sharpe.

Tabela 8 – Alocação ótima anual teórica de ativos e Sharpe máximo

| Ano | Selic | Ibovespa | S&P R\$ | Ouro R\$ | Sharpe |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2001 | 91,8% | 0,0% | 0,0% | 8,2% | 0,07 |
| 2002 | 76,6% | 5,5% | 0,0% | 17,9% | 0,43 |
| 2003 | 93,5% | 6,5% | 0,0% | 0,0% | 0,73 |
| 2004 | 88,1% | 11,9% | 0,0% | 0,0% | 0,04 |
| 2005 | 93,5% | 6,5% | 0,0% | 0,0% | 0,11 |
| 2006 | 89,6% | 10,4% | 0,0% | 0,0% | 0,22 |
| 2007 | 81,8% | 18,2% | 0,0% | 0,0% | 0,51 |
| 2008 | 85,4% | 0,0% | 0,0% | 14,6% | 0,18 |
| 2009 | 74,6% | 25,4% | 0,0% | 0,0% | 0,77 |
| 2010 | 80,7% | 3,7% | 0,0% | 15,7% | 0,46 |
| 2011 | 86,9% | 0,0% | 6,6% | 6,5% | 0,09 |
| 2012 | 56,1% | 6,6% | 32,9% | 4,4% | 0,34 |
| 2013 | 66,0% | 0,0% | 34,0% | 0,0% | 0,73 |
| 2014 | 41,1% | 3,5% | 55,4% | 0,0% | 0,37 |
| 2015 | 84,7% | 0,0% | 9,5% | 5,8% | 0,39 |
| 2016 | 90,6% | 9,4% | 0,0% | 0,0% | 0,24 |
| 2017 | 80,7% | 6,6% | 12,8% | 0,0% | 0,76 |
| 2018 | 51,0% | 18,9% | 1,1% | 29,0% | 0,43 |
| 2019 | 88,4% | 6,5% | 3,3% | 1,8% | 0,94 |
| 2020 | 45,9% | 8,9% | 16,1% | 29,1% | 0,72 |
| Média | 77,4% | 7,4% | 8,6% | 6,6% | 0,43 |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Na alocação ótima, a Selic possui uma parcela sempre relevante na carteira em todos os anos, com uma média de 77,4%. No entanto, nos primeiros 10 anos (2001-2010), a média do peso da Selic foi de 85,6%, caindo para 69,1% nos últimos 10 anos (2011-2020). Já para os outros três ativos, há diversos anos sem nenhum peso. No caso do S&P, nos primeiros 10 anos, o ativo foi deixado de fora da carteira ótima. O desempenho médio pelo Índice de Sharpe foi 0,43 na média, bem acima de 0,04 registrado pelo ouro que era o melhor dentre os ativos individuais.

No entanto, a composição da carteira ótima será aplicada para o ano seguinte e atualizada a cada ano. Como há pouca estabilidade de pesos dos ativos de um ano para outro, espera-se que o desempenho da carteira ótima possa ser prejudicado pela defasagem temporal, pois estará sempre refletindo o histórico de um ano atrás.

Pelas estatísticas da Tabela 9, as carteiras ótima e 1/N tiveram retornos acumulados praticamente empatados em 20 anos, de 1.209% e de 1.205%, respectivamente. As duas carteiras superaram bem a Selic no período, com 135% de retorno em relação ao *benchmark*. Em termos de risco, a carteira ótima registrou desvio-padrão de menos da metade do de 1/N, de 1,18% contra 2,24%.

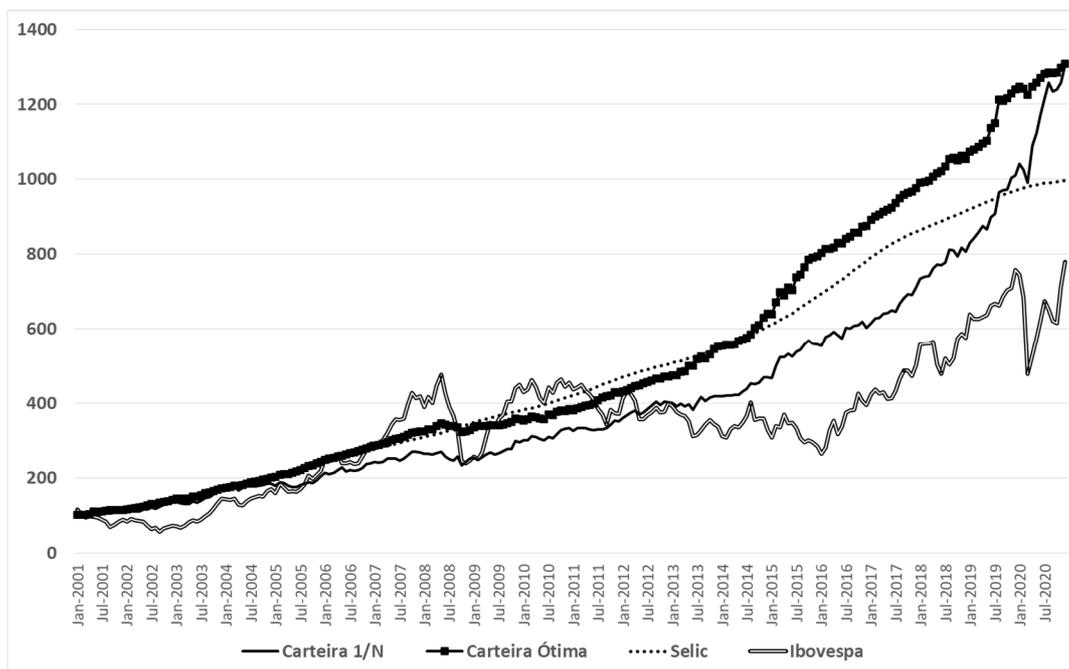
Tabela 9 – Estatística descritiva das carteiras em 20 anos (2001-2020)

| Estatística | Ótima | 1/N |
|------------------------------|--------------|--------------|
| Número de meses | 240 | 240 |
| Média aritmética (MA) mensal | 1,08% | 1,11% |
| Média aritmética (MA) anual | 13,01% | 13,28% |
| Média geométrica mensal | 1,08% | 1,08% |
| Média geométrica anual | 13,72% | 13,70% |
| Desvio-padrão (volatilidade) | 1,18% | 2,48% |
| Erro padrão | 0,08% | 0,16% |
| Máximo | 5,42% | 10,03% |
| Mínimo | -3,54% | -9,27% |
| Retorno acumulado (20 anos) | 1209% | 1205% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Pelo Gráfico 4 a seguir, percebe-se que a trajetória da carteira ótima é mais suave que a carteira 1/N, pois a primeira contém uma parcela bem maior de Selic (média de 77%) contra a segunda (25% fixo). Em comparação com a Selic, a carteira ótima superou o *benchmark* de forma consistente a partir de 2014. Já a carteira 1/N esteve sempre abaixo da Selic até 2019 e teve a forte arrancada justamente na crise de 2020, quando as ações tiveram uma rápida recuperação e ouro teve forte valorização. Em comparação com o Ibovespa, pelo gráfico, constata-se que as carteiras o superaram com folga e com a volatilidade bem menor.

Gráfico 4 – Evolução das carteiras ótima e 1/N em 20 anos



Fonte: Elaborado a partir de dados da Economatica

De acordo com os valores da Tabela 10, durante os 20 anos, cada uma das duas carteiras registrou 10 anos de melhor retorno. A carteira ótima não registrou nenhum retorno anual negativo, já a 1/N teve um único ano negativo de -5,90%, que foi a crise de *sub-prime* de 2008. Neste ano, o retorno do Ibovespa foi de -41,22% e do S&P foi de -18,84%. Mesmo que a carteira 1/N possua 50% nestes dois ativos, o seu retorno foi compensado pelos retornos positivos da Selic e do ouro, devido à diversificação.

Tabela 10 – Retornos anuais das carteiras e seus máximos

| Ano | Ótima | 1/N |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| 2001 | 14,36% | 8,82% |
| 2002 | 23,82% | 24,37% |
| 2003 | 22,46% | 27,22% |
| 2004 | 16,46% | 8,08% |
| 2005 | 20,42% | 10,03% |
| 2006 | 16,31% | 16,87% |
| 2007 | 14,95% | 11,94% |
| 2008 | 1,12% | -5,90% |
| 2009 | 8,26% | 17,23% |
| 2010 | 7,82% | 12,89% |
| 2011 | 11,38% | 5,50% |
| 2012 | 9,95% | 14,21% |
| 2013 | 17,34% | 3,95% |
| 2014 | 16,05% | 12,01% |
| 2015 | 24,14% | 19,14% |
| 2016 | 10,24% | 7,91% |
| 2017 | 11,53% | 18,15% |
| 2018 | 7,95% | 13,54% |
| 2019 | 17,54% | 25,25% |
| 2020 | 5,60% | 29,06% |
| 2001-2020 | 1209% | 1205% |
| Média Composta Anual | 13,72% | 13,70% |
| DP Anual | 6,24% | 8,56% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Quando se comparam os retornos acumulados em períodos de cinco anos, os resultados tiveram grandes diferenças em três dos quatro períodos, sendo que no último (2016-2020), a carteira 1/N superou a carteira ótima com folga, de 134% contra 65%. Este resultado pode ser explicado pelo fato de a carteira 1/N ter 75% alocados no Ibovespa, S&P e ouro, ativos que performaram bem acima da Selic nos últimos cinco anos. Por outro lado, a carteira ótima teve uma média de 75% alocados na Selic nestes últimos cinco anos.

Tabela 11 – Retornos acumulados das carteiras em períodos de 5 anos

| 5 Anos | Ótima | 1/N |
|-----------|-------|------|
| 2001-2005 | 143% | 105% |
| 2006-2010 | 58% | 63% |
| 2011-2015 | 107% | 67% |
| 2016-2020 | 65% | 134% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

É interessante também verificar o efeito da mitigação de risco das carteiras nas grandes quedas da bolsa brasileira nesses 20 anos, conforme apresentado na Tabela 12. As maiores quedas das carteiras foram em 2008, de -6,1% na ótima e -10,0% na 1/N, porém bem inferiores à queda de -49,6% do Ibovespa. Já na crise de 2020, as carteiras sofreram pouco, com as quedas de -1,1% na ótima e de -2,0% na 1/N. E salta aos olhos que, na maioria das grandes crises, as duas carteiras registram bons retornos positivos.

Tabela 12 – Carteiras nas grandes quedas na bolsa brasileira (entre 2001 e 2020)

| Períodos | Ibovespa | Ótima | 1/N |
|-------------------|----------|--------------|---------------|
| Fev-Set/2001 | -39,8% | 12,5% | 0,8% |
| Mar-Set/2002 | -38,6% | 14,5% | 11,0% |
| Jun-Nov/2008 | -49,6% | -6,1% | -10,0% |
| Abr-Set/2011 | -23,7% | 7,5% | 0,0% |
| Jan-Jun/2013 | -22,1% | 6,3% | -5,2% |
| Set/2014-Jan/2015 | -23,5% | 9,3% | 3,4% |
| Mai/2015-Jan/2016 | -28,1% | 16,6% | 6,0% |
| Jan-Mar/2020 | -36,9% | -1,1% | -2,0% |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

Por fim, a Tabela 13 apresenta o comparativo do desempenho entre os quatro ativos individuais e as duas carteiras construídas. Em termos de relação risco-retorno, a carteira ótima obteve Índice de Sharpe de 0,10 e a carteira 1/N, de 0,5.

Tabela 13 – Desempenho dos ativos individuais e das carteiras em 20 anos

| Estatística | Ativo Individual | | | | Carteiras | |
|-------------------------|------------------|----------|-------|-------|--------------|-------|
| | Selic | Ibovespa | S&P | Ouro | Ótima | 1/N |
| Retorno Total 20 anos | 897% | 680% | 656% | 1675% | 1209% | 1205% |
| Retorno Mensal Composto | 0,96% | 0,86% | 0,85% | 1,21% | 1,08% | 1,08% |
| Desvio-padrão | 0,38% | 7,17% | 4,92% | 5,92% | 1,18% | 2,48% |
| Índice de Sharpe | 0,00 | -0,01 | -0,02 | 0,04 | 0,10 | 0,05 |

Fonte: Elaborada a partir de dados da Economatica

4.4 Testes estatísticos dos resultados das carteiras

Para finalizar a análise dos resultados da carteira ótima e da carteira 1/N, podemos realizar testes estatísticos para verificar se as médias das duas carteiras são estatisticamente diferentes.

Segundo Levine *et al.* (2019), pode-se utilizar o teste t em pares para as médias aritméticas da diferença em populações relacionadas entre si, no sentido de determinar se existe alguma diferença significativa em termos das médias aritméticas das populações.

Assim, o teste de hipóteses seria o seguinte:

- Hipótese nula (H_0): não existe diferença entre as médias aritméticas
- Hipótese alternativa (H_1): existe diferença entre as médias aritméticas

Este teste será bicaudal e num nível de significância de α de 5%. Assim, caso o *p-valor* calculado pelo teste t for maior que 5%, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, não existe diferença entre as médias aritméticas. Caso o *p-valor* for menor que 5%, rejeitamos a hipótese nula.

A partir desse conceito teórico do teste t, foi calculado no Excel usando a função “TESTE.T” com os parâmetros “Distribuição Bicaudal” e “Par”, para os 240 retornos mensais das carteiras ótima e 1/N. O *p-valor* calculado foi de 86%, ou seja, bem superior a α de 5%, logo não rejeitamos a hipótese nula e que as médias aritméticas das duas carteiras não são estatisticamente diferentes.

5. CONCLUSÃO

O período dos últimos 20 anos não foi suficiente para comprovar a superioridade das ações em relação à renda fixa (Selic) no mercado brasileiro, diferentemente das evidências empíricas apresentadas por Siegel (2009) para o mercado americano. A análise dos quatro ativos, a Selic, o Ibovespa, o S&P 500 em reais e o ouro, indicou que a renda fixa teve uma relação risco-retorno muito superior a ativos de maior risco no Brasil. Além disso, o ouro teve o melhor retorno acumulado, porém foi muito influenciado pela forte alta em 2020 devido à crise, o que justificou bem seu papel de proteção. No entanto, numa análise de janelas de cinco anos, percebe-se a tendência da queda do retorno da Selic ao longo do tempo, principalmente no último período, de 2016-2020. Esta tendência recente tem gerado uma migração crescente dos investimentos de renda fixa para ativos de maior risco nos últimos anos.

O estudo com as duas carteiras construídas, a primeira otimizada pela maximização do Índice de Sharpe e a segunda baseada na estratégia ingênua de 1/N, mostrou o benefício da diversificação com ativos de baixa correlação. Ambas as carteiras apresentaram melhora na relação risco-retorno em relação ao *benchmark* Selic. O retorno acumulado das duas carteiras ficou praticamente empatado, correspondente a 135% da Selic em 20 anos. Em termos de controle de risco, na maioria das crises da bolsa brasileira, as carteiras apresentaram um bom perfil defensivo, com destaque para a carteira ótima, por apresentar menor volatilidade.

Apesar de a carteira ótima ter registrado um Índice de Sharpe maior que o da 1/N, de 0,10 da primeira contra 0,05 da segunda, o teste t não indicou diferença estatística entre as médias aritméticas das duas carteiras. Vale ressaltar que a carteira ótima, por conta da aplicação defasada dos pesos dos ativos para o ano seguinte, pode ter perdido também uma boa parcela do poder da carteira ótima teórica. Esse efeito demonstra também a falta de estabilidade de um padrão dos comportamentos dos ativos ao longo do tempo no mercado brasileiro, o que dificulta a previsão e o trabalho de otimização da carteira.

Já a carteira 1/N, apesar da sua simplicidade da alocação de ativos, se mostrou bastante efetiva na relação risco-retorno no período. Como sua implementação seria muito mais fácil que a carteira otimizada, a carteira 1/N poderia ser adotada por pequenos investidores tendo um desempenho satisfatório.

Outros estudos complementares poderiam ser interessantes com foco em investimentos pessoais no longo prazo. O período de estudo atual, de 20 anos, poderia ser estendido para o início do Ibovespa, em 1968, com mais de 50 anos de histórico. O período maior pode ser importante para comprovar a superioridade das ações em relação à renda fixa, mesmo em um mercado emergente como o Brasil. Em termos de ativos, outras classes como imobiliários e títulos privados poderiam ser acrescentadas. Além disso, mais ativos de cada classe também poderiam ser considerados, como índices dos títulos pré-fixados ou atrelados à inflação na renda fixa de prazo mais longo, índice de *Small Caps* para ações no Brasil, índices de bolsas relevantes no mundo, como também moedas Dólar e Euro. Em termos de alocação de ativos, poderia ser interessante considerar o perfil de risco do investidor, bem como ajustes necessários do apetite ao risco conforme a fase de vida da pessoa. E para comprovar a efetividade das carteiras construídas, seria interessante comparar seus desempenhos com fundos de investimentos similares. Por fim, poderia ser interessante considerar ainda em estudos custos de transação e impactos dos tributos nos investimentos ao longo do tempo.

6. BIBLIOGRAFIA

ADRINO, Daniel D. **Alocação estratégica de ativos igualmente ponderada para pequenos investidores**. Tese de mestrado em administração, COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro. 2015.

DAMODARAN, Aswath. **Filosofias de investimento**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora. 2006.

GONÇALVES, Danilo A. Alocação de ativos e ALM em fundos de pensão. Em: LEAL, R.; VARGA, G. **Gestão de Investimentos e Fundos**, 219-236. Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2006.

LEAL, Ricardo P. C. **Portfolio Performance Indicators**. 2018.

LEAL, Ricardo P. C. **Technical Note – Risk and Return Calculations**. 2017.

LEVINE, David M.; STEPHAN, David F.; SZABAT, Kathryn A. **Estatística – Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC Editora. 2019.

REIS, Tiago. **Fronteira eficiente: conheça a teoria de risco de Harry Markowitz**. 2020. (<https://www.sun0.com.br/artigos/fronteira-eficiente/> - acesso em 13/07/2021)

SIEGEL, Jeremy. **Investindo em ações no longo prazo**. São Paulo: Elsevier Editora. 2009.

SIEGEL, Jeremy J. **Stocks for the long run**. New York: McGraw-Hill. 2014.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. Porto Alegre: AMGH Editora. 2013.

TORRES, Eduardo M. C. **Análise da performance dos fundos de ações ofertados pelos grandes bancos comerciais brasileiros a investidores não sofisticados**. Tese de mestrado em administração, COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro. 2021.

<https://economica.com/>

Índice Bovespa (Ibovespa B3). (http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm - acesso em 10/08/2021)