

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SÃO PAULO
PUC-SP**

MESTRADO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ATUARIAIS

MARCOS DONIZETI DA SILVA

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O RETORNO DE CARTEIRAS DE MERCADO E
O RETORNO DAS AÇÕES DE EMPRESAS DO SETOR DE PETRÓLEO NO
PERÍODO DE JANEIRO DE 2015 A MARÇO DE 2021**

São Paulo
2021

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

MARCOS DONIZETI DA SILVA

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O RETORNO DE CARTEIRAS DE MERCADO E
O RETORNO DAS AÇÕES DE EMPRESAS DO SETOR DE PETRÓLEO NO
PERÍODO DE JANEIRO DE 2015 A MARÇO DE 2021**

MESTRADO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ATUARIAIS

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis e Atuariais sob orientação do Prof. Dr. José Odílio dos Santos.

São Paulo
2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Odálio dos Santos

Prof. Dr. Cláudio José Carvajal Júnior

Prof. Dr. Luís Antônio Volpato

À minha esposa, Paula Rosana, pelo amor e carinho e aos meus filhos, Marcel Augusto e Arthur Henrique, pela paciência, tolerância e compreensão, pois todos, com muito amor, tornaram possível a conclusão desta obra.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação São Paulo (Fundasp)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida, pela saúde, pelas pessoas que me rodeiam, pela possibilidade de crescer e de me desenvolver como ser humano, pelo raciocínio e pela inteligência, visto estes serem dons que devemos preservar, manter e aprimorar para, assim, demonstrarmos gratidão e dignidade por esses presentes que, desde o início da nossa existência, Ele nos concedeu.

Aos meus Professores, que muito contribuíram ao longo de minha vida para chegar até este momento, pois sem eles tais conquistas profissionais e acadêmicas não seriam possíveis. Aos senhores se deve, acima de tudo, todo respeito e reconhecimento, pois sem as suas dedicações e as suas disposições as outras profissões não existiriam.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Odálio dos Santos, que muito me exigiu e, em simultâneo, deu-me liberdade de ação, o que me motivou a superar limites.

A todos aqueles que me rodeiam, colegas e amigos, em particular os do Mestrado, que trilham ou trilharam o mesmo caminho e que, no decorrer do tempo, alimentaram as esperanças, fortaleceram a vontade e com isso incentivaram-me no trajeto do curso, sendo parceiros em todos os momentos, sejam eles difíceis ou de muita alegria.

A todos os funcionários da PUC-SP, da secretaria, do programa de Pós-Graduação e dos demais suportes, pois sem estes profissionais não seria possível a manutenção da estrutura da instituição e o desenvolvimento das atividades estudantis e acadêmicas.

À PUC-SP / Fundasp pela contribuição por meio da bolsa, pois sem ela não seria possível a minha continuidade no curso. A bolsa foi extremamente importante, necessária e providencial, principalmente após a Covid-19, cujo impacto, além daqueles relacionados à vida e à saúde das pessoas, deixou vários brasileiros sem trabalho e renda, inclusive a mim.

*Na adversidade, uns desistem, enquanto outros
batem recordes.*

Ayrton Senna

RESUMO

Este estudo busca contribuir para elucidar se a particularidade do alto nível de explicação da relação do retorno da carteira de mercado e o retorno das ações de empresas do setor de petróleo no Brasil ocorre de maneira semelhante em outros mercados mundiais. Neste contexto, foram consideradas as principais petrolíferas do mundo elencadas pelas revistas Forbes e Fortune, os dados obtidos na revista Exame (BR), a movimentação das respectivas bolsas de valores nas quais estas empresas têm as suas ações negociadas e os dados disponibilizados em sites institucionais, por exemplo, a OPEC – *Organization of the Petroleum Exporting Countries* (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), Petrobras, entre outras. Os dados da carteira de mercado e da carteira de ações foram obtidos nas bolsas de valores dos países sede das petrolíferas. Como suporte teórico à pesquisa, foi utilizada a literatura acerca das métricas CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), modelo que pressupõe que apenas um fator de risco afeta o retorno das ações, e APT (*Arbitrage Pricing Theory*), que se baseia na inclusão de outras fontes de risco associadas ao retorno das ações, não se limitando a um fator de mercado. O período abordado para esta pesquisa foi de 2 de janeiro de 2015 a 31 de março de 2021, segregando os períodos *ex-ante* e *ex-post* da Covid-19, para a devida observação de seus efeitos. Os resultados obtidos ao final deste estudo evidenciaram que a particularidade do alto nível de explicação entre a relação do retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações das empresas petrolíferas no mundo é relativo, visto que alguns casos analisados foram superiores a 50%, como evidenciado no mercado brasileiro. Como restrição a esta pesquisa, pontua-se que foram consideradas as cinco maiores petrolíferas do mundo com a participação acionária do Estado e duas empresas de relevância do mercado americano, conforme os dados das revistas Forbes e Fortune.

Palavras-chave: APT; Bolsa de Valores; CAPM; Covid-19; Petrobras.

ABSTRACT

This study seeks to contribute to elucidating whether the particularity of the high level of explanation of the relationship between the return on the market portfolio and the return on shares of companies in the oil sector, in Brazil, occurs in a similar way in other world markets. In this context, the main oil companies in the world listed by Forbes and Fortune magazines were considered, as well as the data obtained in Exame (BR) magazine, the movement of the respective stock exchanges, in which these companies have their shares traded, and the data available in institutional sites, for example, OPEC – Organization of the Petroleum Exporting Countries (Organization of Petroleum Exporting Countries), Petrobras, among others. The market portfolio and stock portfolio data were obtained from the stock exchanges of the home country of the oil companies. As theoretical support for the research, literature on CAPM (Capital Asset Pricing Model) metrics, a model that assumes that only one risk factor affects stock returns, and APT (Arbitrage Pricing Theory), which is based on the inclusion of others, were used. Sources of risk associated with stock returns, not limited to a market factor. The period covered for this research was from January 2, 2015, to March 31, 2021, segregating the ex-ante and ex-post periods of Covid-19, for the due observation of its effects. The results obtained at the end of this study showed that the particularity of the high level of explanation between the ratio of the market portfolio return and the return on the stock portfolio of oil companies in the world is relative, as some cases analyzed were higher than 50%, as evidenced in the Brazilian market. As a restriction to this research, it is pointed out that they were considered the five largest oil companies in the world with the shareholding of the state and two relevant companies in the American market, according to data from Forbes and Fortune magazines.

Keywords: APT; Stock Exchange; CAPM; Covid-19; Petrobras.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação Gráfica da Equação da Reta	24
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficiente de Explicação Ajustado (R^2) – 2015 a 2019 (Anual).....	18
Tabela 2: Resultados da regressão linear – Período Integral (jan.2015 a mar.2021)	52
Tabela 3: Resultados da regressão linear – Período <i>ex-ante</i>	52
Tabela 4: Resultados da regressão linear – Período <i>ex-post</i>	54
Tabela 5: Resultados trimestrais – outubro a dezembro de 2019.....	55
Tabela 6: Resultados Trimestrais – janeiro a março de 2020.....	55
Tabela 7: Resultados Trimestrais – abril a junho de 2020	57
Tabela 8: Resultados Análise Multifatorial – janeiro de 2010 a março de 2021	58
Tabela 9: Resultados Análise Multifatorial – janeiro de 2010 a março de 2021	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Entendimento do beta (β).....	27
Quadro 2: Pesquisa sobre os modelos CAPM e APT no Brasil	33
Quadro 3: Pesquisas sobre os modelos CAPM e APT no Exterior	40
Quadro 4: Endereços eletrônicos das fontes de pesquisa.....	48
Quadro 5: Principais petrolíferas no mundo conforme Forbes, Fortune e Exame.....	48
Quadro 6: Principais bolsas observadas e seus respectivos índices de carteira teórica	49
Quadro 7: Tipos de Sociedade das petrolíferas.....	50
Quadro 8: Petrolífera, bolsa e carteira de mercado	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APT	Arbitrage Pricing Theory
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BR	Brasil
BRENT	Tipo de petróleo produzido no mar do norte da Europa e Ásia
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
EUA	Estados Unidos da América
HME	Hipótese de Mercado Eficiente
Ibovespa	Índice da Bolsa de Valores de São Paulo
IEA	International Energy Agency
OMS	Organização Mundial da Saúde
Opep	Organização dos Países Produtores de Petróleo
PNB	Produto Nacional Bruto
R²	Coefficiente de Explicação Ajustado
Selic	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SPSS	Statistical Packages for the Social Sciences
WTI	West Texas Intermediate – Tipo de petróleo produzido nos Estados Unidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Delimitação	17
1.2. Objetivo	18
1.3. Justificativa	18
1.4. Estrutura do trabalho.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1. Hipótese de Mercado Eficiente (HME)	21
2.2. Risco	22
2.3. Retorno.....	22
2.4. Beta	23
2.5. Fundamentos e pressupostos CAPM	25
2.6. Fundamentos e pressupostos APT	29
2.7. Pesquisas sobre os modelos CAPM e APT no Brasil.....	32
2.8. Pesquisas sobre os modelos CAPM E APT no exterior	39
3. METODOLOGIA	47
4. RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS.....	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	65

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa destina-se a analisar se o alto poder de explicação da variabilidade do retorno das ações ordinárias da Petrobras pela variabilidade do retorno da carteira de mercado do Ibovespa (B3) ocorre de maneira semelhante às empresas petrolíferas de outros países.

A Petrobras é uma empresa de economia mista que atua na exploração, na produção, no refino, no transporte e na comercialização de petróleo e de gás natural, entre outros derivados, atendendo às demandas de todos os segmentos da atividade econômica no Brasil. A sua receita é gerada, principalmente, pela venda de combustível para todos os segmentos da economia, tais como o transporte, a produção e a comercialização de produtos ou de serviços. Nesse aspecto, a oscilação na venda de combustíveis pode refletir no retorno das ações da petrolífera, já que as empresas consumirão mais ou menos combustíveis, dependendo do momento econômico e do desempenho de suas atividades.

De forma semelhante à petrolífera brasileira, empresas internacionais concorrentes do setor de petróleo e de gás desempenham um papel relevante na atividade econômica de seus países de origem. Por isso, presume-se que a lucratividade operacional dessas empresas também seja afetada por fatores sistêmicos, notadamente relacionados à situação do cenário econômico local e externo.

Intuitivamente, espera-se que, quando o cenário econômico está favorável, parte significativa das empresas tende a se beneficiar, produzindo mais bens e serviços e, conseqüentemente, consumindo mais combustíveis, fato que favorece as empresas petrolíferas. O contrário também é intuitivamente esperado, pois em cenários econômicos adversos, marcados por uma queda forte no nível de atividade econômica (ex. recessão/estagnação), há uma redução de impacto na receita/renda de empresas e pessoas físicas que, conseqüentemente, influencia a redução da produção e do consumo de combustíveis.

Partindo desse pressuposto, considerou-se oportuna a ocasião para analisar a ocorrência de relação estatisticamente significativa entre o retorno das ações ordinárias de uma empresa local de referência do setor de petróleo e o retorno da carteira de mercado local em outros países. As empresas e as carteiras de mercados selecionadas para o desenvolvimento desta pesquisa são: Sinopec, Petrochina, Exxon, Chevron, Total e Gasprom.

Por ser uma pesquisa amparada na utilização de somente uma variável independente (carteira de mercado), utilizou-se a metodologia de regressão linear simples, sustentada por

pressupostos específicos do Modelo de Precificação de ativos conhecido pela sigla CAPM (Capital Asset Pricing Model). Segundo o CAPM, a variabilidade do retorno da ação objeto é amplamente explicada pela variabilidade do retorno da carteira de mercado.

Por mais que não fosse o foco inicial desta pesquisa, deve-se destacar sempre oportunamente a inclusão de outras variáveis independentes que, em termos práticos, tenham uma relação de impacto com o desempenho da atividade operacional e financeira das empresas, evidenciada pelo aumento do Coeficiente de Explicação Ajustado (R^2), ou pelo índice de explicação da variabilidade do retorno da ação objeto. Nesse caso, ter-se-ia a necessidade de desenvolver um modelo de precificação multifatorial composto pela inclusão de variáveis independentes e criteriosamente selecionadas pelo pesquisador, em linha com parte dos pressupostos da Teoria de Preços por Arbitragem conhecida pela sigla APT (Arbitrage Pricing Theory).

Esta pesquisa considerou como período integral o intervalo de janeiro de 2015 a março de 2021. Tendo em conta o fato relevante da Covid-19, que impactou fortemente as atividades econômicas dos países, o período integral foi segregado em *ex-ante* e *ex-post* SARS-CoV-2. O primeiro com data limite até dezembro de 2019 e o segundo com início a partir de janeiro de 2020.

Curiosamente, os resultados do período *ex-post* apresentaram-se, em sua maioria, superiores aos resultados dos períodos *ex-ante* e integral analisados, o que levou a uma abertura trimestral do período *ex-post* e a uma abertura trimestral parcial do período *ex-ante*, que considerou apenas o último trimestre de 2019. Outro aspecto que motivou a abertura trimestral do período *ex-post* foi a divulgação, pela China, de um alerta para o vírus SARS-Cov-2 em dezembro de 2019. A definição de pandemia pela OMS (Organização Mundial da Saúde) deu-se apenas em março de 2020, momento a partir do qual os países efetivaram a adoção de medidas sanitárias e restritivas.

A partir desta abertura trimestral, observa-se que o coeficiente de explicação da relação entre o retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações é, para a maioria das petrolíferas analisadas, muito superior no primeiro trimestre de 2020, quando comparado ao último trimestre de 2019. Esse coeficiente apresenta, posteriormente, comportamento inverso a partir do segundo trimestre de 2020, com algumas quedas expressivas.

Para a petrolífera brasileira, em particular, o coeficiente de explicação do modelo, quando comparado ao último trimestre de 2019, apresenta um acréscimo de 39,4% no primeiro trimestre de 2020. Já com o impacto da Covid-19, o segundo trimestre de 2020 apresenta um

decréscimo de 26,3% do R^2 ajustado em relação ao obtido no primeiro trimestre, o que configura uma variação absoluta de 65,7%. A expressiva variação percentual demonstra uma melhora da atividade econômica no início de 2020 que, entretanto, não se manteve nos trimestres seguintes devido os reflexos da Covid-19.

Com isso, pôde-se averiguar que, devido à adoção de medidas restritivas no combate à pandemia, houve um forte impacto na atividade econômica brasileira e nos diversos países.

No Brasil, entre as consequências deste impacto, houve o aumento expressivo do desemprego e a forte diminuição no consumo de combustíveis, tanto na produção, quanto na circulação de pessoas, de produtos e serviços, o que afetou a receita das empresas e, conseqüentemente, da Petrobras.

Adicionalmente, esta pesquisa avaliou se a inclusão de outros fatores ao modelo teria como consequência, uma eventual melhora do seu poder de explicação. Para tanto, foram testados empiricamente duas petrolíferas: a brasileira Petrobras e a americana Exxon. A adoção deste procedimento altera o modelo unifatorial para um modelo multifatorial. Os fatores adicionados foram o preço do barril de petróleo tipo Brent e a taxa do dólar comercial (médio) para a empresa brasileira e, apenas, o preço do barril de petróleo tipo WTI para a empresa americana. Os resultados obtidos apresentaram respostas divergentes ao intuitivamente esperado.

1.1. Delimitação

Esta pesquisa limita-se a comparar se a alta relação do retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira das ações ordinárias da Petrobras ocorrem de forma semelhante em outros mercados de relevância no mercado internacional, para as outras petrolíferas.

Os dados para esta análise foram obtidos nas revistas Exame, Forbes e Fortune, além das bolsas de valores e sites institucionais. Restringiu-se o estudo às cinco maiores empresas petrolíferas com participação acionária do Estado, semelhantes à Petrobras e independentemente do grau de participação, e às duas maiores empresas petrolíferas americanas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, para as empresas analisadas, não devem ser generalizados às demais do setor petrolífero.

1.2. Objetivo

Analisar se o alto poder de explicação (superior a 50%) da variabilidade do retorno das ações ordinárias da Petrobras pela variabilidade do retorno da carteira de mercado do Ibovespa (B3) ocorre de maneira semelhante e recorrente em empresas petrolíferas de outros países.

1.3. Justificativa

Considerou-se oportuna a realização desta pesquisa, tendo em vista os seguintes fatores:

- Pela posição privilegiada do setor de combustíveis para a movimentação do nível de atividade econômica dos países.
- Por tratar-se de pesquisa atual, relevante e de interesse acadêmico, principalmente no que se refere aos modelos de precificação de ativos.
- Por buscar verificar se a particularidade do alto nível de explicação do retorno da carteira de mercado no Brasil também se observa em outros países.
- Pelo fato de que análises efetuadas em cinco anos (2015 a 2019) constataram uma contribuição significativa do poder de explicação da carteira de mercado no retorno da ação da Petrobras como observado na Tabela 1:

Tabela 1: Coeficiente de Explicação Ajustado (R^2) – 2015 a 2019 (Anual)

Ano	2015	2016	2017	2018	2019
R^2 Ajustado	59,29%	65,10%	57,83%	48,99%	52,36%

Fonte: Elaborado pelo autor

1.4. Estrutura do trabalho

Esta pesquisa está estruturada em cinco partes. A primeira é a Introdução, que aborda o foco da pesquisa e o motivo pelo qual este estudo se faz pertinente. A segunda parte contempla a Fundamentação Teórica e traz os principais aspectos da literatura que embasam a pesquisa, com menção a artigos nacionais e internacionais de relevância. A terceira parte aborda a Metodologia que descreve os procedimentos de levantamento dos dados e dos métodos quantitativos. Os Resultados da pesquisa compõem a quarta parte e traz os números alcançados

nas análises e regressões efetuadas. As Considerações Finais estão elencadas na quinta e última parte da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Hipótese de Mercado Eficiente (HME)

A Moderna Teoria de Finanças trouxe como um dos principais conceitos a Hipótese de Mercado Eficiente (HME).

Fama e Malkiel (1970) define que os mercados são eficientes quando os preços dos ativos refletem, inteiramente, todas as informações relevantes no momento em que ocorrem. Este conceito não implica em uma previsibilidade do mercado, mas sim no fato de que ocorre um reflexo imediato no preço dos ativos, que se ajustam às novas informações.

Damodaran (1999) ressalta que as definições de eficiência de mercado devem ser específicas, não somente em relação ao mercado que está sendo considerado, mas também quanto ao grupo de investidores abrangido, o que torna possível a existência tanto de mercados eficientes, como de outros não eficientes.

Segundo Fama e Malkiel (1970), os pressupostos de um mercado eficiente, em relação aos seus participantes, são:

- todos têm igual conhecimento técnico para avaliar as ações.
- todos têm acesso a todas as informações disponíveis sobre as empresas.
- todos têm expectativas homogêneas em relação ao mesmo.
- todos acompanham simultaneamente o mercado de títulos, de forma a reagirem da mesma maneira a novas informações.

Fama e Malkiel (1970) também classifica a HME nas formas fraca, semiforte e forte.

Em um mercado de eficiência fraca, os preços dos ativos refletem as informações históricas e já disponíveis aos investidores, não sendo possível prever retornos futuros.

Na forma semiforte, os preços dos ativos refletem informações históricas e atuais, disponíveis a todos os investidores (demonstrações financeiras, relatórios das empresas, jornais, revistas, entre outros), o que não possibilita ganhos extraordinários.

Para um mercado de eficiência forte, os preços dos ativos refletem todas as informações públicas ou não e, mesmo que algum investidor obtenha informações privilegiadas ou estratégicas, estas já estariam precificadas nos ativos, condição que impossibilitaria qualquer investidor de obter ganhos extraordinários.

Dessa forma, pode-se afirmar que a HME é eficiente em relação à informação, já que um investidor não consegue obter retornos consistentemente superiores à média do mercado (com um determinado nível de risco), considerando as informações publicamente disponíveis quando o investimento é feito.

2.2. Risco

Risco é definido como o grau de incerteza em relação à rentabilidade de um investimento e ao prazo de retorno.

Damodaran (2004) menciona que o risco pode ser entendido como sendo a probabilidade de recebermos como retorno sobre um determinado investimento algo inesperado, deste modo o risco incluirá não somente resultados ruins, ou seja, retorno mais baixo do que o esperado, mas também resultados bons, ou retornos acima do esperado.

Independentemente do modelo de precificação de ativos, a premissa adotada é avaliar a relação entre o retorno e o risco. A depender do grau de risco relacionado ao retorno esperado pelo investidor, associado à sua tolerância ao risco, os recursos aplicados podem manter-se em determinado investimento ou, então, fluírem rapidamente entre as carteiras ou os mercados.

2.3. Retorno

Ross *et al.* (2015) descreve retorno como a expectativa de algo que alguém espera de uma ação para o próximo período. Sendo apenas uma expectativa, o retorno observado pode ser maior, menor ou, ainda, pode ser simplesmente o retorno médio por período que um título obteve no passado.

O retorno de mercado é o retorno da carteira de mercado representado por todas as ações negociadas e contempladas em uma carteira teórica que, no caso do Brasil, se observa pela variação do índice da Bovespa.

Pode-se afirmar, portanto, que o retorno da carteira de mercado é equivalente à remuneração pelo capital investido pelo acionista, cujo valor deve contemplar o tempo de retorno e o risco em relação ao valor investido. Ressalta-se que o retorno aqui mencionado pode ser igual, inferior ou superior ao valor investido; ou inferior ao valor esperado, entre outros.

2.4. Beta

Ross *et al.* (2015) descreve o beta (β) como uma medida de resposta de um título às movimentações da carteira de mercado.

Santos (2019) descreve que o beta (β) é uma medida estatística da volatilidade do preço das ações em relação à carteira referencial de mercado – Bovespa, Dow Jones, Standard & Poor's 500 (S&P500), entre outras. Segundo o autor, o risco sistemático não é eliminado pela diversificação da carteira. Portanto, quanto mais sensível for o título à carteira de mercado, maior o risco do investimento.

Santos (2019) ainda menciona que, ao avaliar as empresas com ações negociadas em bolsas de valores, o beta (β) da ação é calculado regredindo os seus retornos (diário, semanal, mensal, anual ou outro) em relação ao índice de mercado selecionado durante anos anteriores à data base da avaliação (recomenda-se entre três e cinco anos).

Dessa forma, pode-se expressar esta relação por meio de uma equação de reta de Regressão Linear, a partir da seguinte fórmula matemática:

$$y = a + bx + \varepsilon$$

Em que:

y = é o retorno exigido pelo investimento efetuado.

a = é a constante ou intercepto = Taxa livre de risco.

b = é o coeficiente de inclinação ou β do ativo.

x = é a variável independente ou retorno requerido sobre a carteira de mercado.

ε = é o termo de erro aleatório que reflete os riscos não sistemáticos do ativo.

Na representação gráfica da expressão matemática, temos a Figura 1:

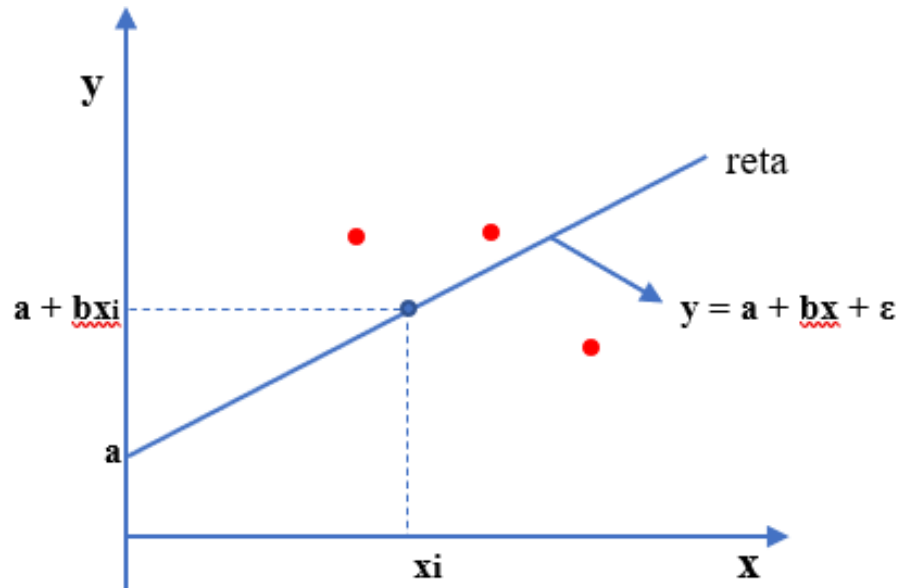


Figura 1: Representação Gráfica da Equação da Reta

Fonte: Adaptado pelo autor¹ do livro “Administração Financeira” (Ross *et al.*, 2015, p. 391)

Ross *et al.* (2015) afirma que o beta (β) médio de todos os títulos, quando ponderado pela proporção do valor de mercado de cada título para o da carteira de mercado, é 1. Portanto, ponderando-se todos os títulos por seus valores de mercado, a carteira resultante é o mercado.

A equação do beta (β), proposta por Ross *et al.* (2015), é:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

Em que:

β_i = é o beta do ativo i.

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

$\sigma^2(R_M)$ = é a variância de mercado.

Dessa forma, os investidores preocupam-se com o beta (β) que mede o risco sistemático de cada título em relação à carteira de mercado, já que o risco não sistemático de títulos pode ser eliminado por meio da diversificação da carteira de investimentos. Aspectos abordados no CAPM.

¹ Os termos de erros “ ϵ ” estão expressos nas marcações (pontos) fora da reta.

2.5. Fundamentos e pressupostos CAPM

O Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (MPAF), conhecido mundialmente por CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), é o modelo de um fator que explica o comportamento de retorno de um investimento considerando, exclusivamente, o retorno da carteira de mercado.

Para Santos (2019), o CAPM oferece a oportunidade de conhecer a taxa de retorno requerida pelos proprietários da empresa, ou seja, o custo do capital próprio.

A partir dos trabalhos de Markowitz (1952) e de Tobin (1958), Sharpe (1964) desenvolveu o modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). Esse modelo, diferentemente da proposição de Markowitz, não parte do princípio de que os retornos entre os ativos estão correlacionados entre si, mas considera um índice único (beta) como representativo do retorno de todo o mercado em que são transacionados aqueles ativos.

A contribuição de Markowitz (1952) deu-se ao criar a Teoria de Portfólio, modelo que ressalta a importância da diversificação em uma carteira de investimentos e permite identificar, entre as diversas proporções de ativos de uma carteira, como cada uma de suas possíveis composições se comportaria em relação ao risco e ao retorno. Dessa forma, o investidor avesso ao risco consegue avaliar e optar pela carteira que apresente a melhor relação risco *versus* retorno, priorizando aquela que, mesmo com alto risco, apresente o melhor retorno e, caso o investidor opte por maiores riscos, exigirá maior retorno.

Já Tobin (1958) ressalta a importância do estudo da preferência pela liquidez ao introduzir uma taxa livre de risco na análise de investimentos. Nesse caso, o investidor avesso ao risco concentraria os seus recursos em ativos com taxa de retorno predeterminada, sem possibilidades de variações. Ao considerar esse parâmetro, o investidor teria a opção de outro cenário, no qual teria disponibilizada uma excelente combinação de ativos com risco, o que maximizaria a relação entre o risco e o retorno, independentemente das preferências do investidor entre o risco e o retorno.

O modelo CAPM passou a ser um modelo amplamente utilizado pelo mercado e tem como premissas básicas:

- Um único investidor, sozinho, não tem condições de influenciar os preços.
- O mercado é constituído por investidores racionais que optam pelo maior retorno possível a partir de determinado risco; ou pelo menor risco possível, considerando o melhor retorno.

- Todo investidor tem acesso a informações de forma gratuita e instantânea.
- Não há racionamento de capital e todos têm acesso às fontes de crédito.
- Os ativos são negociados sem custos de transação.
- Todos os investidores têm expectativas homogêneas.
- Os investidores podem emprestar ou tomar emprestado montantes de recursos a uma taxa livre de risco.

Outro aspecto que deve ser observado ao avaliar o risco é se este é sistemático ou não sistemático.

Risco sistemático é também um risco não diversificável, caracterizado por impactar de alguma maneira todas as empresas, independentemente do seu mercado de atuação, devido tratar-se de condições às quais todas estão sujeitas (ex.: inflação, guerra etc.). Já o risco não sistemático (diversificável) afeta somente uma empresa ou grupo de empresas (ex.: greves).

Ross *et al.* (2015) descreve um risco sistemático como qualquer risco que influencia grande número de ativos, em maior ou menor grau. Já um risco não sistemático é aquele que afeta um único ativo ou um pequeno grupo de ativos.

A partir destas considerações, é possível afirmar que um investidor diversificado deve se preocupar com o risco sistemático e não com o risco não sistemático de cada título da carteira. Para conseguir medir o risco sistemático, o investidor deve utilizar o beta, que é a melhor medida do risco de um título individual do ponto de vista de um investidor diversificado. Neste aspecto, ressalta-se que o risco não sistemático tende a zero em uma carteira com diversas ações, o que não ocorre com o risco sistemático, que afeta todo o mercado.

O CAPM estuda o risco sistemático (não diversificável) e calcula o retorno mínimo esperado pelos acionistas sobre o seu capital próprio investido no negócio. O referido retorno leva em consideração o tempo e o risco pelo investimento efetuado.

Para tanto, o modelo de precificação de ativos apresenta a seguinte fórmula:

$$R_e = \{R_F + [\beta(R_M - R_F)]\}$$

Em que:

R_e = é o retorno esperado de um título.

R_F = é a Taxa Livre de Risco (intercepto).

- β = é o beta do título (mede a resposta de um título às movimentações da carteira de mercado).
- R_M = é a Taxa de Retorno de Mercado.
- $(R_M - R_F)$ = é a diferença entre a taxa de retorno esperado do mercado e a taxa livre de risco (prêmio pelo risco).

Considera-se taxa livre de risco (R_F) aquela que oferece ao investidor a segurança em saber, exatamente, o que receberá ao final do prazo de investimento (ex.: SELIC). Portanto, o valor mínimo de retorno pelo investimento efetuado.

Coefficiente beta (β) é uma medida estatística da volatilidade do preço de ações com relação à carteira referencial de mercado e representa o risco sistemático. Nesse aspecto, quanto maior o índice, maior o risco do investimento.

Gitman (2010) propõe o quadro a seguir, para facilitar o entendimento do beta (β):

Quadro 1: Entendimento do beta (β)

β	Comentário: Move-se na mesma direção do mercado
2,0	Ocorrerá uma mudança positiva de 2% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
1,0	Ocorrerá uma mudança positiva de 1% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
0,5	Ocorrerá uma mudança positiva de 0,5% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
β	Comentário: Move-se em direção oposta à do mercado
- 0,5	Ocorrerá uma mudança negativa de 0,5% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
- 1,0	Ocorrerá uma mudança negativa de 1% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
- 2,0	Ocorrerá uma mudança negativa de 2% no retorno da ação, para cada mudança positiva de 1% no retorno da carteira de mercado.
β	Comentário: Não há movimentação
0	Não ocorrem mudanças no retorno das ações. Não é afetado pela variação de mercado.

Fonte: Adaptado do quadro “Coeficientes beta selecionados e sua interpretação” (GITMAN, 2010, p. 224).

Já o prêmio pelo risco é $(R_M - R_F)$ a diferença entre a taxa média de retorno gerada por uma carteira referencial e a taxa livre de risco (R_F). Portanto, é quanto o investimento efetuado tem de retorno, além do retorno mínimo exigido pelo acionista.

Entretanto, apesar dos aspectos favoráveis ao CAPM, o modelo tem como premissa a simplificação em relação à realidade, o que gera críticas sobre a capacidade do modelo de refletir o real desempenho do mercado.

Devido a esses aspectos, ressalta-se que vários autores intensificaram os seus estudos a fim de testar empiricamente o modelo CAPM apresentado por Sharpe, entre eles, Black, Jensen e Scholes (1972) e Fama e MacBeth (1973), que encontraram evidências que o validaram. Entretanto, outros estudos concluíram que o CAPM seria deficiente, principalmente após o surgimento de evidências de que boa parte da variação nos retornos esperados dos ativos não estaria relacionada ao fator beta de mercado (FAMA; FRENCH, 2004).

Entre os estudos aplicados ao modelo CAPM, alguns identificaram ineficiências do modelo, o que levou os pesquisadores a concluírem que existem outros fatores de riscos não captados pelo beta. Entre esses, pode-se destacar Lakonishok e Shapiro (1986) e, também, Fama e French (1992).

Em busca por melhorias do poder explicativo do CAPM em registrar anomalias do mercado, Fama e French (1993) desenvolveram o modelo de três fatores. Conforme defendido pelos autores, o modelo poderia explicar significativamente os retornos das ações se considerados como fatores o mercado, definido pelo CAPM; o tamanho da empresa, definido pela diferença entre os retornos de carteiras de ações de empresas pequenas e grandes (fator tamanho = SMB => *small minus big*) e o índice *book-to-market* ou B/M, definido pela relação entre o valor contábil e o valor de mercado do patrimônio líquido.

O estudo de Fama e French (1996; 2004) explicou a maior parte das anomalias não assimiladas pelo fator de mercado, exceto a definida como efeito momento. Os estudos realizados por Jegadeesh e Titman (1993) demonstraram que as decisões de investidores tomadas em determinado momento, que envolvam a compra (ou venda) de ações com bom (ou mau) desempenho no mercado nos últimos doze meses, tendem a produzir retornos anormais positivos durante o ano seguinte.

Entre os estudos e a respectiva identificação do risco do fator momento, destaca-se o trabalho de Carhart (1997), que passou a adicioná-lo ao modelo dos três fatores de Fama e French (1993), construindo o conhecido modelo de quatro fatores.

Os estudos Carhart (1997) identificaram evidências empíricas que confirmaram a superioridade do modelo de quatro fatores em relação ao de três na explicação dos retornos.

Curiosamente, o modelo desenvolvido por Sharpe (1964) é amplamente utilizado pelos analistas de mercado para avaliar o potencial de retorno das ações e para auxiliar na construção de carteiras de investimento, ou seja, toda vez que se efetua um investimento, o CAPM pode ser utilizado para entender se o risco está sendo equalizado ao retorno nesse capital e se, de fato, o retorno que foi projetado acontecerá.

2.6. Fundamentos e pressupostos APT

O modelo APT (*Arbitrage Pricing Theory*), desenvolvido por Stephen Ross em 1976, busca explicar o retorno dos ativos considerando que existem diversas fontes de risco associadas ao retorno das ações, não se limitando ao fator de mercado. Dessa forma, o modelo passa a incluir outras variáveis que podem impactar no retorno dos investimentos, portanto, um modelo multifatorial.

Este modelo é uma alternativa ao CAPM por ser mais flexível e abrangente, pois considera outras variáveis que visam medir a sensibilidade do ativo em relação aos fatores macroeconômicos, de risco ou outras características que o afetam e se dariam pela arbitragem por meio da inclusão, por exemplo, da taxa de juros, da inflação e do crescimento econômico.

Santos e Silva (2009) definem arbitragem como a exploração da relativa de uma má precificação entre dois ou mais títulos para ganhar lucros econômicos livres de risco. De outra forma, Bruni e Fama (1998) explicam que a arbitragem consiste em encontrar dois elementos iguais em sua essência, comprar o mais barato e vender o mais caro, obtendo um retorno sem risco.

Os riscos sistemáticos e não sistemáticos, assim como no modelo do CAPM, também são abordados no APT, entretanto de forma complementar, justamente pela inclusão de outros fatores (beta) que afetam um título ou uma carteira de investimentos.

As premissas do APT são:

- O mercado é perfeitamente competitivo e não existem custos de transação.
- Os investidores têm expectativas homogêneas em relação aos fatores que influenciam os preços dos ativos.
- Número de ativos “n” deve ser muito superior ao número de fatores que influenciam os seus preços.

- O termo de incerteza deve ser o risco não sistemático do ativo.
- Os termos de incerteza são independentes dos fatores e entre si.

A proposta apresentada por Ross *et al.* (2015) para cálculo do risco sistêmico por meio do beta é expressa pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{R} = R_e + I$$

Em que:

- R = é o retorno observado.
 Re = é o retorno esperado.
 I = equivale à parte inesperada do retorno (é a surpresa e constitui o erro).

É possível estabelecer um maior detalhamento da fórmula ao destacar os componentes de risco sistêmico e risco não sistêmico, conforme segue:

$$\mathbf{R} = R_e + m + \varepsilon$$

Em que:

- R = é o retorno observado.
 Re = é retorno esperado (formado com todas as informações disponíveis e conhecimento do que pode influenciar a ação).
 m = representa o risco sistêmico.
 ε = representa o risco não sistêmico.

Segundo Ross *et al.* (2015), o fato de que as partes não sistemáticas dos retornos de duas empresas não apresentam relação uma com a outra, não significa que as porções sistemáticas não tenham. Pelo contrário, pois se duas empresas são influenciadas pelos mesmos riscos de mercado, tendem a ter comportamento relativamente próximo no que se refere à variabilidade do retorno de seus títulos.

A exemplo de risco sistêmico temos a inflação, que afeta todas as empresas do mercado, podendo impactar em suas ações de forma positiva ou negativa. Será positiva se a ação acompanhar o mesmo sentido da inflação, ou seja, no caso desta subir após notícias de que a

inflação está excedendo as expectativas. Entretanto, será negativa se a ação tiver comportamento inverso à inflação, ou seja, cair quando a inflação exceder as expectativas e subir quando a inflação for menor que o esperado. Há, ainda, a situação eventual e remota que pode ocorrer do aumento ou da redução da inflação não causarem quaisquer efeitos sobre a ação, neste caso, o risco sistêmico seria nulo.

Portanto, pode-se considerar a inflação como um dos exemplos de fatores externos (risco de mercado) que afetam a atividade da empresa e, também, o coeficiente beta (β) que nos diz qual é a sensibilidade do retorno da ação para o risco sistêmico.

Na Teoria de Precificação por Arbitragem, o retorno de um ativo deriva de vários fatores econômico-financeiros, tais como o crescimento do Produto Nacional Bruto (PNB), a taxa de inflação, a taxa de juros, entre outros fatores. Assim, pode-se expressar a combinação dos riscos descritos anteriormente da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Se} & \quad = \mathbf{R} = R_e + I \\ \text{Então} & \quad = \mathbf{R} = R_e + m + \varepsilon \\ \text{Portanto} & \quad = \mathbf{R} = R_e + \beta_i F_i + \beta_{\text{PNB}} F_{\text{PNB}} + \beta_J F_J + \varepsilon \end{aligned}$$

Em que:

$R =$ é o retorno observado.

$R_e =$ é retorno esperado (formado com todas as informações disponíveis e conhecimento do que pode influenciar a ação).

$\beta_i =$ é o beta da Inflação.

$\beta_{\text{PNB}} =$ é o beta do Produto Nacional Bruto.

$\beta_J =$ é o beta da Taxa de Juros.

$F =$ é a diferença entre o respectivo fator real e o estimado a ser multiplicado pelo beta.

A partir da combinação acima, pode-se afirmar que, no APT, o retorno esperado dos ativos com risco resulta de uma combinação linear de “k” fatores, no entanto, sem determinar quantos fatores influirão no processo de formação dos preços intrínsecos dos ativos (SANTOS; SILVA, 2009).

Dessa maneira, pode-se expressar um modelo de “k” fatores da seguinte forma:

$$\mathbf{R} = R_e + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \beta_3 F_3 + \dots + \beta_k F_k + \varepsilon$$

Portanto, trata-se de um modelo fatorial, visto “F” ser a fonte de risco sistemático (fatores). Já “ ε ” está relacionado ao risco não sistemático de uma determinada ação e não tem relação com o risco de outras ações.

Entretanto, ao substituir os diversos fatores acima por apenas um fator de mercado que tenha abrangência e relevância, como por exemplo, o S&P 500, Ibovespa ou outro para medir o retorno de mercado, o modelo denomina-se “modelo de mercado”.

$$\mathbf{R} = R_e + \beta(R_M - R_e) + \varepsilon$$

Em que:

R = é o Retorno Observado.

R_e = é Retorno Esperado (formado com todas as informações disponíveis e conhecimento do que pode influenciar a ação).

B = é o Coeficiente de Mercado.

R_M = é o Retorno da Carteira de Mercado.

R_e = é o Retorno Esperado.

(R_M – R_e) = é a diferença entre Retorno da Carteira de Mercado e o Retorno Esperado.

Ross (1976) não define quais ou quantos fatores podem ou devem ser utilizados, entretanto, a literatura sugere que sejam entre 3 e 5. As sensibilidades aos fatores são representadas por cada um dos coeficientes betas (β_n) associados a eles.

Uma das contribuições do modelo APT é possibilitar a inclusão de novas variáveis ao modelo, visando aumentar o poder explicativo do comportamento do retorno das ações.

2.7. Pesquisas sobre os modelos CAPM e APT no Brasil

Vide Quadro 2 com artigos pesquisados no Brasil com assuntos relacionados ao tema deste trabalho:

Quadro 2: Pesquisa sobre os modelos CAPM e APT no Brasil

Seq.	Título	Autores	Resumo	Conclusões
1	A adição do fator de risco momento ao modelo de precificação de ativos dos três fatores de Fama e French aplicado ao mercado acionário brasileiro	-Adriano Mussa; -José Odálio dos Santos; -Rubens Fama.	O objetivo deste artigo é investigar a validade do “Modelo de Precificação de Ativos dos Quatro Fatores” no mercado acionário brasileiro. Esse modelo é definido pela adição do Fator de Risco Momento ao Modelo dos Três Fatores de Fama e French.	Do ponto de vista prático, os resultados deste estudo indicam que o modelo dos quatro fatores, composto da adição do fator momento ao modelo dos três fatores de Fama e French (1993), pode ser empregado no mercado brasileiro em atividades que exigem determinação do retorno esperado de ações, tais como a estimativa do custo do capital próprio ou da seleção de carteiras.
2	A influência das condições do mercado acionário e da política monetária no comportamento dos indicadores de risco tamanho, índice <i>book-to-market</i> e momento, no mercado acionário brasileiro	-Adriano Mussa; -José Roberto Securato; -José Odálio dos Santos; -Rubens Fama.	Este artigo é um estudo exploratório, em que as variáveis estudadas nos últimos anos têm se intensificado na literatura nacional e internacional, os testes empíricos de modelos APT (Arbitrage Pricing Theory) para a precificação de ativos, principalmente, com o uso de características da empresa para a formação de fatores de risco adicionais ao beta de mercado.	Este artigo contribui para a teoria de finanças, à medida em que agrega evidências do comportamento, no mercado acionário brasileiro, de alguns dos principais fatores de risco estudados pela comunidade acadêmica. Além disso, traz contribuições para a polêmica discussão a respeito das causas da existência e da intensidade desses fatores. Do ponto de vista prático, os resultados podem auxiliar os investidores, sejam pessoas físicas ou jurídicas, na definição das estratégias de gerenciamento das suas carteiras de investimento.

3	Influência das oscilações do preço do barril de petróleo nas informações contábeis de empresas petrolíferas	-Rafael Cândido da Silva; -Odilanei Morais dos Santos.	O trabalho tem o objetivo de examinar o impacto das crises do mercado de petróleo de 2008 e 2015 no valor das empresas petrolíferas, analisando a relevância das informações contábeis sumarizadas no patrimônio líquido e lucro líquido, frente ao preço das ações dessas empresas, nos períodos em que ocorreram grandes oscilações no preço do barril de petróleo.	Os resultados confirmaram a relevância do Patrimônio Líquido (Modelos 1 e 2) e do Lucro Líquido (Modelo 2) para o mercado de capitais, apresentando uma relação estatisticamente relevante com o valor de mercado das empresas petrolíferas, resultado análogo ao que tinha sido constatado por Harris e Ohlson (1987), Berry, Hasan e O'Bryan (1997) e Domingues (2016) em pesquisas que visavam explicar o comportamento dos preços das ações das empresas petrolíferas.
4	Efeitos da pandemia da Covid-19 no mercado de ações brasileiro à luz do CAPM	-Wilson Toshiro Nakamura; -Giancarlo Aquila; -Paulo de Souza Knupp; -Arthur Garcia Silveira.	Quando se trata de ações negociadas em bolsa, o risco compõe as incertezas referentes aos fatores externos e à empresa. A pandemia da Covid-19 alterou os cenários planejados pelos investidores e mudou a expectativa de fluxos de caixa futuros das empresas.	Os resultados encontrados neste trabalho não permitem confirmar plenamente as previsões teóricas sobre o comportamento dos agentes do mercado diante do risco dos ativos, no que se refere ao nível de endividamento ou ao valor do beta das suas ações. Há, entretanto, indícios de que o endividamento tem uma correlação moderada com o valor do beta, além de que essa variável, o beta, estar correlacionada com a variação do preço das ações na maioria dos setores.

5	<p>Anomalias e retorno acionário:</p> <p>Evidências do mercado brasileiro</p>	<p>-Márcio André Veras Machado;</p> <p>-Otavio Ribeiro de Medeiros.</p>	<p>Este artigo teve o objetivo de analisar se anomalias de valor, associadas aos padrões comumente documentados no comportamento dos preços das ações, existem no mercado acionário brasileiro.</p> <p>Especificamente, este trabalho examina os retornos anormais produzidos por estratégias baseadas nos efeitos tamanho da empresa, <i>book-to-market</i> (B/M), estratégia momento, lucro/preço, fluxo de caixa/preço, liquidez e alavancagem, denominadas de anomalias de valor.</p>	<p>Essas evidências se mantêm ao ajustar o retorno ao risco, de acordo com o CAPM e o modelo de três fatores. Ademais, observou-se que ambos os modelos, CAPM e três fatores, falham em capturar as anomalias observadas, ainda que o modelo de três fatores tenha apresentado melhor desempenho que o CAPM, evidenciando melhor poder explicativo dos retornos das ações no mercado brasileiro. Os resultados deste artigo vão de encontro aos apresentados por Fama e French (1992, 1993, 1996), que evidenciaram que o modelo de três fatores funcionava muito bem nos Estados Unidos.</p>
6	<p>O efeito do CAPM em relação ao retorno das ações das empresas listadas no novo mercado do BM&FBOVESPA</p>	<p>-William Aparecido Maciel da Silva;</p> <p>-João Antônio de Souza Trindade;</p> <p>-Leonardo de Rezende Costa Nagib.</p>	<p>Utilizado amplamente no mercado financeiro e na academia, o CAPM, proposto por Sharpe (1964), sempre foi alvo de discussões e se tornou fonte de estudos. Esta pesquisa tem como objetivo identificar se o CAPM serve como <i>benchmark</i> para captar o retorno das ações no mercado de capitais brasileiro, já que este mercado é considerado um mercado emergente de</p>	<p>Os resultados evidenciaram que o CAPM não tem correlação com as variáveis ME (valor de mercado), MON (retorno das ações), ROI (retorno sobre o investimento) e ROE (retorno sobre o patrimônio líquido). Este resultado foi confirmado com a regressão linear múltipla, em que a relação da variável dependente é diferente da variável independente. Conforme pesquisas de Santos e</p>

			volatilidade constante, corrupção e outros fatores que podem impactar no resultado de uma empresa direta ou indiretamente.	Fontes (2011), Fernandez (2015) e Nyangara <i>et al.</i> (2016), o resultado confirma que o CAPM não tem relação significativa com o retorno das ações.
7	Anomalias e sentimento do investidor: evidências empíricas no mercado brasileiro	-Gustavo Correia Xavier; -Marcio André Veras Machado.	Este estudo examinou a relação entre o sentimento do investidor e as anomalias de valor no Brasil. Além disso, analisou se os desvios de precificação causados por investidores com visão otimista são diferentes daqueles causados por investidores pessimistas. A amostra incluiu todas as empresas não financeiras listadas na bolsa de valores B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) de julho de 1999 a junho de 2014. Usou-se a técnica multivariada de Análise de Componentes Principais para capturar o componente comum a quatro proxies diferentes para o sentimento do investidor. O estudo testou, empiricamente, a série de índices e sua variação nas séries de retorno de carteiras <i>Long-Short</i> de 12 estratégias baseadas em anomalias. O estudo constatou que a medida do índice de sentimento teve um poder explicativo parcial para as anomalias	Os resultados encontrados não confirmam os estudos anteriores, que mostram a existência de restrições à venda a descoberto no Brasil (Bonomo <i>et al.</i> , 2015; Chague <i>et al.</i> , 2014, 2017). Acredita-se que essa diferença resulta do tamanho limitado das séries estudadas em relação aos trabalhos internacionais. Portanto, é importante destacar que, embora não tenha sido possível confirmar a existência de restrições de venda a descoberto por meio de estratégias <i>Long-Short</i> baseadas em anomalias, os resultados encontrados não sugerem que essas restrições sejam inexistentes no mercado brasileiro. Mais estudos são necessários.

			apenas quando incluída no CAPM. Ainda assim, ao usar as mudanças de sentimento do índice como variável explicativa, o estudo encontrou uma relação com retornos futuros, robusta a todos os fatores de risco.	
8	A influência da crise financeira de 2008 na previsibilidade de modelos de precificação de ativos de risco no Brasil	-Adriana Bruscato Bortoluzzo; -Maria Kelly Venezuela; -Maurício Mesquita Bortoluzzo; -Wilson Toshiro Nakamura.	Este artigo analisa três modelos de apreçamento de ativos de risco, o CAPM (Capital Asset Pricing Model), de Sharpe e Lintner, o modelo de três fatores, de Fama e French, e o de quatro fatores, de Carhart, no mercado brasileiro para o período de 2002 a 2013. Os dados são compostos por ações negociadas na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) com periodicidade mensal, excluídas as ações do setor financeiro com patrimônio líquido negativo e sem cotações mensais consecutivas. A proxy para o retorno de mercado é o Índice Brasil (IBrX) e para o ativo livre de risco é a poupança.	Os resultados das regressões de séries temporais revelam que o fator de risco de mercado é o mais importante para explicar os retornos da carteira, porém não é o único com significância estatística. Para a maioria das carteiras, os modelos de três e quatro fatores obtêm uma melhora significativa no R^2 ajustado, confirmando a existência de anomalias no mercado de ações brasileiro, conforme verificado em outros estudos (Argolo <i>et al.</i> 2012; Málaga, Securato, 2004; Mussa, Fama, Santos, 2012), em que os fatores que representam anomalias estatisticamente relevantes para a maioria das carteiras foram HML e WML.
9	Relevância de Prêmio por Risco País no Custo de Capital das Empresas	-Antônio Zoratto Sanvicente.	A prática comum nos procedimentos de avaliação de empresas e na fixação de taxas de retorno por agências regulatórias é	Os resultados obtidos na análise efetuada ao longo deste estudo indicam que, ao utilizar como carteira de mercado o índice local de

			<p>usar o Capital Asset Pricing Model (CAPM) com a adição de um prêmio por risco Brasil. O presente trabalho documenta essa prática nos laudos de avaliação de empresas para fins de oferta pública de aquisição (OPA), disponíveis no site da Comissão de Valores Mobiliários, e utiliza o método de regressão linear múltipla com retornos mensais de 204 empresas com ações negociadas na BM & FBovespa, cobrindo o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2013.</p>	<p>ações (Ibovespa), a inclusão <i>ad hoc</i> e a separada de um prêmio por risco Brasil não só é irrelevante, como representaria dupla consideração desse risco na precificação de ações. O mercado local já é suficientemente bem desenvolvido para que os preços correntes das ações incorporem informação a respeito de riscos relevantes, como o risco Brasil. A postura daí decorrente, por parte dos analistas e das agências regulatórias, envolveria não apenas substituir o uso comum de dados do mercado norte-americano, como levaria apropriadamente em conta os dados do mercado local, especialmente quando o objetivo era precificar ativos locais.</p>
10	<p>Rebalanceamento da Estrutura de Capital: Endividamento Setorial e Folga Financeira</p>	<p>-Anderson Luis Saber Campos; -Wilson Toshiro Nakamura.</p>	<p>Admitindo-se um modelo em que o endividamento das empresas é influenciado fortemente pelo lado da oferta de recursos, pelo fato de os credores e investidores (usuários do CAPM e de múltiplos de mercado) avaliarem a sua exposição e nível de risco em bases relativas (empresas</p>	<p>Há evidências de que o endividamento contábil passado (até duas defasagens) afeta o nível de endividamento atual. Contudo, verifica-se certa inércia no ajuste da estrutura de capital, a qual seria compatível com a presença de custos de transação para ajustes contínuos ou com a</p>

			<p>similares). Esse comportamento induz a estrutura de capital-alvo das empresas ao endividamento mediano do setor, restando aos gestores, apenas, gerenciar a sua estrutura de capital em torno desse valor (folga financeira). Como objetivo, investigou-se o papel da folga financeira, avaliada como uma medida de endividamento relativo, e do endividamento setorial sobre o rebalanceamento da estrutura de capital das empresas.</p>	<p>existência de uma faixa ótima de estrutura de capital, dentro da qual os gestores permitam oscilações. Esses fatos conduziram a uma postergação das ações de rebalanceamento da estrutura de capital.</p>
--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.8. Pesquisas sobre os modelos CAPM E APT no exterior

Vide Quadro 3 com os artigos pesquisados no Mundo com assuntos relacionados ao tema deste trabalho:

Quadro 3: Pesquisas sobre os modelos CAPM e APT no Exterior

Seq	Título	Autores	Resumo	Conclusões
1	Prêmio de tamanho, prêmio de valor e <i>timing</i> de mercado: evidências de uma economia emergente.	-Syed Haroon Rashid; -Mohsin Sadaqat; -Khalil Jebran; -Zulfiqar Ali Memon.	Este estudo visa investigar a estratégias de <i>market timing</i> em diferentes condições de mercado (alto, baixo, normal e em situação de crise financeira) no mercado emergente do Paquistão durante o período de 1995 a 2015. Além disso, este estudo testa a validade do modelo de precificação de ativos de capital (CAPM) e modelo de Fama e French.	Os resultados destacaram a validade do modelo CAPM e Fama e do modelo francês de três fatores. Ficou evidente que os prêmios de tamanho e de valor impactaram os retornos excedentes do portfólio. Os resultados também destacaram a presença de seletividade nas carteiras. Os resultados indicaram a presença de <i>market timing</i> nas carteiras em condições normais de mercado. No entanto, os resultados não foram fortes o suficiente para justificar a presença de <i>market timings</i> em situações de <i>up-market</i> , <i>down-market</i> e de crise financeira.
2	Será o CAPM ainda válido? Teste empírico aos modelos mono e multifatorial do CAPM nas bolsas de valores de alguns países da zona do euro.	-José Clemente Jacinto Ferreira; -Ana Paula Carvalho do Monte.	O objetivo deste trabalho é testar se o modelo CAPM de fator único é válido nas bolsas de valores de alguns países da zona euro, quando comparado com o modelo CAPM multifatorial proposto por Fama e French – Carhart. Utilizando a metodologia de Fama e French (1993;1996), para um período de análise de 10 anos (de fevereiro de 2001 a julho de 2014), através de 50 carteiras para a zona euro, repartidas em 25 carteiras formadas em	Os resultados dos testes são estatisticamente consistentes com a aceitação do modelo CAPM multifatorial para os mercados da zona do euro para o período em análise, porém, constatou-se que o fator risco de mercado apresentou significância estatística para todas as carteiras dos três modelos em análise, o que sugere poder explicativo da rentabilidade média esperada ao contrário dos outros três fatores, ou seja, os resultados obtidos sugerem que o fator risco de mercado é parte influente e significativa para

			tamanho e índice <i>book-to-market</i> e 25 carteiras formadas em tamanho e momento, aplicou-se teste de regressão linear simples e múltipla.	explicar a rentabilidade média esperada na zona euro, corroborando-se a hipótese de investigação 1 (H1).
3	Modelo multifatorial APT para análise dos fatores de risco macroeconômicos aos quais os fundos de <i>hedge</i> estão expostos.	-Elitania Leyva Rayón.	Existem apenas duas teorias com embasamento rigoroso para o cálculo do equilíbrio entre risco e retorno dos ativos: o CAPM e o APT. No entanto, ao contrário do CAPM, o APT aceita a existência de várias fontes de risco sistemático. Por outro lado, como os fundos de <i>hedge</i> investem em ativos que reagem às mudanças macroeconômicas, seus retornos também devem ser influenciados pelas mesmas forças externas que afetam esses ativos. Portanto, o objetivo deste trabalho é aplicar um modelo macroeconômico multifatorial em um contexto APT ao setor de fundos de <i>hedge</i> , para testar se os fatores de risco macroeconômicos têm poder explicativo sobre seus retornos, bem como conhecer a significância e a direção de seus retornos.	A Teoria da Precificação de Arbitragem postula a existência de categorias de riscos que podem influenciar retornos esperados dos ativos. No modelo multifatorial APT aplicado aos retornos dos fundos de <i>hedge</i> , tentou-se detectar esses riscos a priori das inovações macroeconômicas, usando o método de duas etapas de Fama e MacBeth (1973). Na primeira etapa, as sensibilidades estimadas mostraram uma relação positiva entre o excesso de retornos de alguns fundos de <i>hedge</i> e a inflação inesperada, sugerindo que os títulos em que esses fundos investem tenderão a oferecer prêmios de risco mais elevados nos momentos em que aqueles que apresentam surpresas na inflação, dado que são ativos que funcionam como uma proteção contra a inflação. Porém, como esperado, grande parte dos fundos deu sinais negativos com este.
4	Flexibilização quantitativa: características e	-Alberto Parra Barrios.	Este trabalho tem o propósito de descrever a política monetária	O maior benefício é visto nos mercados capitais, visto que as bolsas de valores do mundo e,

	<p>impacto nas economias dos Estados Unidos e da Colômbia</p>		<p>implementada pela Federal Reserve System entre 2008 e 2015, considerando os seus objetivos, a teoria econômica que a sustenta e seus impactos nos principais indicadores das economias estadunidense e colombiana. Para o desenvolvimento metodológico, considerou-se a pesquisa aplicada de tipo documental e a aplicação de um modelo de mínimos quadrados ordinários que mostra o impacto do programa em indicadores da economia colombiana, a partir do modelo de valorização de ativos financeiros (Capital Asset Pricing Model – CAPM).</p>	<p>principalmente, a colombiana recebeu um impacto positivo durante as fases de implementação de QE, com exceção do segundo, uma vez que a política de QE era expansionista, é por isso que eles pararam as expectativas dos investidores sobre o futuro do programa.</p> <p>Desse ponto de vista, os resultados encontrados em Costero (2013), Palomino (2013) e Leyva <i>et al.</i> (2016) concordam que a política de flexibilização monetária teve um impacto positivo e significativo sobre a oferta de dinheiro, há um efeito perceptível com o aumento do emprego, embora não como esperado, e uma influência marcante nos mercados de ações das economias emergindo, como a colombiana.</p>
5	<p>Estimativa do beta do setor imobiliário com base no desempenho dos fundos de investimento imobiliário na Colômbia.</p>	<p>-Leonardo Santana Vilorio.</p>	<p>A criação de fundos de investimento imobiliário na Colômbia abriu possibilidades de diversificação de carteira de títulos a agentes que desejarem investir no setor imobiliário, sem ter que comprar e administrar a compra e venda de imóveis diretamente. O comportamento desses fundos mostra uma rentabilidade média</p>	<p>Por meio do modelo de otimização de Markowitz (1952) e Tobin (1958), uma carteira ótima de fundos pode ser obtida com um retorno anual de 16,59%. Isto permite mostrar como estes novos instrumentos de investimento constituem uma alternativa atrativa para o posicionamento de recursos para os investidores e um importante canal de financiamento de um setor imobiliário dinâmico. Os</p>

			<p>superior e uma volatilidade menor que a do mercado durante os últimos anos. Este artigo aplica o modelo de avaliação de ativos financeiros (CAPM) e estima vários modelos autorregressivos e de heterocedasticidade condicional, de modo a calcular o beta desses fundos com uma aproximação à sensibilidade ao risco sistemático do setor imobiliário.</p>	<p>resultados das estimações mostraram que o nível de risco do setor imobiliário encontra-se muito abaixo do risco de mercado, o que sugere que os projetos imobiliários tenham um custo de capital muito menor do que o de determinados projetos em outros setores.</p>
6	<p>Testando a hipótese de reação exagerada no mercado de ações mexicano</p>	<p>-Jaime González Maiz Jiménez; -Edgar Ortiz Calisto.</p>	<p>O objetivo desta pesquisa é testar a Hipótese de Reação Exagerada no Mercado de Ações mexicano no período de 2002 a 2015. Em particular, são utilizados dados mensais aplicados à metodologia de Resíduos Médios Acumulados via modelo CAPM e o modelo de três fatores de Fama y French. A metodologia de resíduos é aplicada para analisar o desempenho das carteiras vencedoras e perdedoras no período em questão. Em geral, as evidências indicam que a Média dos Resíduos Acumulados da carteira perdedora é de 0,706%, enquanto a Média dos Resíduos Acumulados da carteira vencedora é de</p>	<p>De Bondt e Thaller (1985) testaram a reação exagerada nos mercados de ações e concluíram a hipótese de que os mercados reagem, exageradamente, às notícias inesperadas e dramáticas. Seguindo a mesma linha de pensamento, outros estudos corroboram essa questão mostrando que os preços tendem a distanciar-se do seu valor fundamental. Contribuindo para a literatura financeira, esta pesquisa testa a hipótese de reação exagerada no mercado acionário mexicano aplicando a metodologia CAR com dois modelos, o CAPM e o modelo de 3 fatores, em que o melhor foi escolhido com base nos critérios R². Em relação aos achados, em primeiro lugar,</p>

			<p>0,364%, sendo estatisticamente diferente. No entanto, ambas as carteiras são cointegradas. Esta pesquisa contribui com a literatura financeira por identificar que o mercado mexicano teve uma reação exagerada no período analisado.</p>	<p>verificou-se que, de fato, há reversões nesse mercado: a carteira vencedora torna-se perdedora e a carteira perdedora vence. A diferença de médias das CARs é de 0,342% (0,706-0,364) a favor da carteira perdida para o período de teste, é estatisticamente significativa. Em segundo lugar, visto que as variâncias de ambas as carteiras também diferem, usando o teste de Levene, pode-se concluir que ambas as carteiras têm desempenhos de investimento distintos. Porém, ao testar a cointegração, aplicando tanto o teste de Engle-Granger, quanto o teste Augmented Dickey Fuller, pode-se afirmar que as carteiras são cointegradas em ambos os períodos-formação e teste.</p>
7	<p>Sobre a Validade do Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM) - Envelope para validar o modelo de precificação de ativos de capital (CAPM)</p>	-M. J. Alhabeeb.	<p>Este estudo expõe o significado e o papel do Capital Asset Pricing Model (CAPM) e apresenta os principais elementos que o fazem funcionar. Ele mostra a força teórica do modelo e examina a sua aplicabilidade e validade como uma ferramenta técnica para medir o retorno esperado do investimento em ações, junto à avaliação do risco</p>	<p>Dois dos determinantes mais significativos do preço e da estabilidade dos títulos financeiros são o risco e o retorno e como eles se afetam. Enquanto os retornos financeiros expressam, diretamente, o desempenho dos títulos em relação ao ganho, o risco representa a chance de perda por meio da expressão da variabilidade dos retornos. Essa tem sido uma razão fundamental para a maioria dos tomadores de</p>

			<p>de mercado associado a esse investimento.</p>	<p>decisões financeiras serem avessos ao risco. No entanto, a capacidade e a disposição para assumir os riscos mais elevados estão associadas ao potencial de obter retornos elevados. Foi discutido que o único risco relevante é o não diversificável, porque o risco diversificável pode ser bastante reduzido e, até mesmo, eliminado por uma diversificação sensata de ativos. Nesse contexto, foi explicado o Capital Asset Pricing Model (CAPM) e destacado o beta como medida de risco, teórica e prática. Além disso, o conceito de Security Market Line (SML) foi esclarecido e ilustrado por responder à inflação e à aversão ao risco. O CAPM foi avaliado teórica e empiricamente. A literatura mostrou que, embora o Modelo fosse teoricamente um grande sucesso, ele falhou em corresponder empiricamente a esse sucesso.</p>
--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi construída baseada em critérios qualitativos e quantitativos, por meio de levantamento de dados que abordassem os assuntos relacionados.

Os dados qualitativos foram obtidos em livros, revistas, artigos de relevância nacional e internacional. Já os dados quantitativos foram obtidos nas respectivas bolsas de valores, nos *sites* institucionais, órgãos reguladores, ou de controles internacionais em que operam as petrolíferas. O método de avaliação foi efetuado por meio da aplicação de testes de regressão linear simples (*Excel* e confirmação no SPSS – Statistical Packages for the Social Sciences) na construção do modelo CAPM, de forma a suportar o adequado desenvolvimento da pesquisa e em averiguar se o alto poder de explicação do CAPM, no cenário brasileiro, ocorre para as outras petrolíferas e em outros mercados.

Buscou-se identificar empresas petrolíferas de referência em seus países por meio de pesquisas em periódicos de relevância, como Forbes e Fortune (EUA) e Exame (BR), além de páginas corporativas na internet e de instituições nacionais e internacionais de regulamentação e controle como OPEP (Organização dos Países Produtores de Petróleo), IEA (International Energy Agency), CNT (Confederação Nacional dos Transportes, ligada ao Ministério dos Transportes), entre outros.

As fontes de dados da pesquisa referentes às petrolíferas (*sites* institucionais), instituições de regulação e controle, entre outros, encontram-se relacionadas no Quadro 4.

Quadro 4: Endereços eletrônicos das fontes de pesquisa

Seq.	Dados	Endereço eletrônico correspondente
1	Forbes	https://forbes.com.br/negocios/2019/05/petrobras-e-a-10a-maior-petroleira-do-mundo-em-2018/
2	Fortune	https://fortune.com/fortune500/2020/search/
3	Exame	https://exame.com/mercados/as-15-maiores-do-setor-de-petroleo-do-mundo-petrobras-esta-na-lista/
4	Opetróleo	https://www.opetroleo.com.br/as-dez-maiores-empresas-por-producao-de-petroleo/
5	OPEP	https://www.opec.org/opec_web/en/
6	IEA	https://www.iea.org/
7	CNT	https://www.cnt.org.br/
8	Bolsas	Conforme endereço eletrônico da bolsa do país sede da empresa petrolífera

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 5 apresenta as empresas petrolíferas selecionadas, as suas receitas e os seus respectivos valores de mercado em 2018, exceto as empresas petrolíferas Sinopec e Gazprom, cujos valores de mercado não constavam nas fontes pesquisadas.

Quadro 5: Principais petrolíferas no mundo conforme Forbes, Fortune e Exame

Principais Petrolíferas (Forbes - 2018)	País de Origem	Valor de Mercado – US\$ (Exame)	Receita – US\$ (2018)
Sinopec	China	Não consta na matéria	420,38 bilhões
Petrochina	China	141,8 bilhões	342,21 bilhões
Exxon Mobil	EUA	345,98 bilhões	279,33 bilhões
Total AS	França	157,57 bilhões	209,36 bilhões
Chevron	EUA	246,16 bilhões	158,90 bilhões
Gazprom	Rússia	Não consta na matéria	113,38 bilhões
Petrobras	Brasil	100,90 bilhões	95,58 bilhões

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações extraídas das revistas Forbes, Fortune e Exame.

Os dados históricos das carteiras de ações de todas petrolíferas foram obtidos nas respectivas bolsas de valores do país sede.

Foram consideradas as ações ordinárias das petrolíferas para efeito de análise desta pesquisa, a exemplo da PETR3, negociadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão).

As bolsas, ou carteiras de mercado, e as respectivas nomenclaturas dos índices constam do Quadro 6.

Quadro 6: Principais bolsas observadas e seus respectivos índices de carteira teórica

Bolsa	País	Descrição Índice – Cart. Teórica	Nomenclatura
Hong Kong	China	Hang Seng Index	^HSI
Nova York	EUA	Dow Jones Industrial Average	^DJI
Paris	França	CAC40	^FCHI
Moscou	Rússia	MOEX Russia Index	IMOEX.ME
B3	Brasil	Ibovespa	^BVSP

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante ressaltar que os dados levantados da carteira teórica de mercado e da carteira de ações das petrolíferas tiveram como critério o país sede da respectiva empresa, independentemente das suas ações serem negociadas em mais de um mercado.

Para esta pesquisa foi adotado o modelo do CAPM, expresso por meio da regressão linear simples, visto a análise tratar a relação entre o retorno de carteiras de mercado e o retorno de carteira das ações de empresas do setor de petróleo, sem considerar outros fatores de influência.

O período integral analisado compreendeu os últimos seis anos, entretanto, para melhor elucidação de fato relevante, este período foi segregado em *ex-ante* e *ex-post* da Covid-19:

- Período Integral: De janeiro/2015 a março/2021.
- Período *ex-ante*: De janeiro/2015 a dezembro/2019.
- Período *ex-post*: De janeiro/2020 a março/2021.

Esta pesquisa selecionou cinco empresas com participação estatal no capital social superior a 50%, semelhante à empresa brasileira.

É importante ressaltar que duas empresas americanas, que se distinguem deste critério (participação acionária do estado), compõem as análises desta pesquisa por serem empresas de relevância no mercado petrolífero e listadas na relação das revistas Forbes e Fortune, conforme descrito no Quadro 7.

Quadro 7: Tipos de Sociedade das petrolíferas

Empresa	País	Tipo de Sociedade	
Petrobras	Brasil	Economia Mista	a
Sinopec	China	Economia Mista	a
Petrochina	China	Economia Mista	a
Exxon	EUA	Sociedade Anônima	a
Chevron	EUA	Sociedade Anônima	a
Total	França	Economia Mista	b
Gazprom	Rússia	Economia Mista	b

Fontes: Sites (a) Yahoo Finance e (b) respectivas empresas.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Por se tratar de modelo de um fator (o risco de mercado), o CAPM foi utilizado para analisar os dados históricos das petrolíferas e medir os resultados do período da pesquisa por meio de testes efetuados pelo método de regressão linear simples.

A seleção dos dados iniciais foi efetuada a partir das bolsas descritas a seguir, conforme a petrolífera e a carteira teórica da bolsa relativa ao país sede.

No Quadro 8, entre as informações descritas, encontram-se as bolsas de valores, os dados e a nomenclatura das referidas ações e das carteiras de mercado.

Quadro 8: Petrolífera, bolsa e carteira de mercado

Empresa	País de Origem	Bolsa	Ação	Cart. Mercado
Petrobras	Brasil	São Paulo	PETR3	^BVSP
Sinopec	China	Hong Kong	0388.HK	^HSI
Petrochina	China	Hong Kong	0857.HK	^HSI
Exxon Mobil	EUA	Nova York	XOM	^DJI
Chevron	EUA	Nova York	CVX	^DJI
Total S. A.	França	Paris	FP.PA	^FCHI
Gazprom	Rússia	Moscou	MCX	IMOEX

Fonte: Elaborado pelo autor.

Identificou-se, para o período integral, que a manutenção do modelo foi adequada para a análise por meio da regressão linear, devido ao *p-value* apresentar-se inferior ao nível de significância de 5% em todos os cálculos, o que pode ser observado na equação da reta.

Da mesma forma, o modelo resultante apresenta uma relação positiva entre o retorno da carteira de mercado e o retorno das ações das petrolíferas.

A partir da observação do quadro de interpretação do beta (β) de Gitman (2010), o sinal positivo da equação indica que, teoricamente, a carteira de ações é sensível às oscilações de mercado e, da mesma forma, acompanha esta oscilação, seja ela positiva ou negativa.

A pesquisa demonstrou que há relativa relação entre o retorno de carteiras de mercado e o retorno das ações de parte das empresas do setor de petróleo e evidencia, para o período analisado, que há similaridade parcial em relação ao cenário brasileiro no que tange à representatividade da relação da carteira de mercado da Bovespa (B3) e da carteira de ações da Petrobras, uma vez que o Coeficiente de Explicação Ajustado (R^2) das petrolíferas, em parte,

ultrapassa o índice de explicação de 50%, exceto para a chinesa Sinopec, conforme observado na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da regressão linear – Período Integral (jan.2015 a mar.2021)

Empresa	Período Integral	P-value	R ² ajustado	Número de Observações
Petrobras	y = 0,00009 + 1,5466x	0,0	62,2%	1.551
Sinopec	y = - 0,000001 + 1,1284x	5,05E-100	25,3%	1.542
Petrochina	y = -0,0007 + 1,1198x	7,34E-202	44,9%	1.542
Exxon	y = -0,0006 + 1,0331x	9,62E-235	49,4%	1.572
Chevron	y = -0,0004 + 1,2147x	8,57E-264	53,5%	1.572
Total	y = -0,0002 + 1,1385x	0,0	61,8%	1.598
Gazprom	y = -0,0001 + 1,0767x	1,32E-276	55,3%	1.568

Fonte: Elaborado pelo autor.

Adicionalmente, os dados foram ajustados para os períodos *ex-ante* e *ex-post* da Covid-19, com o objetivo de averiguar o seu impacto na atividade econômica dos diversos países e se, de alguma forma, afetou significativamente o retorno das carteiras.

Inicialmente, os dados e as análises do período *ex-ante* são demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados da regressão linear – Período *ex-ante*

Empresa	Período <i>ex-ante</i>	P-value	R ² ajustado	Δ R ² em relação ao período integral	Número de Observações
Petrobras	y = 0,0002 + 1,6650x	3,78E-226	56,4%	- 5,8%	1243
Sinopec	y = 0,0001 + 1,2247x	4,30E-80	25,3%	0,0%	1233
Petrochina	y = -0,0007 + 1,1056x	3,60E-171	46,8%	+ 1,9%	1233
Exxon	y = -0,0005 + 0,9271x	3,40E-154	42,7%	- 6,7%	1258
Chevron	y = -0,0003 + 1,0082x	1,81E-133	38,2%	- 15,3%	1258
Total	y = -0,0001 + 0,9974x	3,77E-240	57,6%	- 4,2%	1278
Gazprom	y = -0,00003 + 1,1765x	1,52E-214	54,1%	- 1,2%	1258

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao segregar o período *ex-ante*, observou-se uma redução no poder de explicação do modelo (R² ajustado), sendo a mais expressiva na Chevron de 15,3%, seguido pela Exxon em 6,7%. A Petrobras apresentou redução de 5,8% no poder de explicação. Os principais aspectos que contribuíram para estas ocorrências têm relação com a alta dos estoques de petróleo dos

Estados Unidos, com a guerra comercial entre os Estados Unidos e China e a desaceleração das principais economias mundiais. Estes fatos afetaram a economia mundial, resultando em uma diminuição no faturamento das empresas, já que o preço do barril de petróleo apresentou declínio no período. O Brasil, em particular, apresentou problemas internos de natureza política e econômica influenciados pelos eventos sistêmicos citados.

Curiosamente, enquanto as demais petrolíferas apresentaram no período uma redução do poder de explicação do modelo, observa-se que a chinesa Petrochina aumentou o Coeficiente de Explicação Ajustado em 1,9%. Este relativo aumento, na contramão do cenário global, tem como foco o atendimento à demanda interna, voltada para o aumento de consumo de combustível e de gás.

Neste período, o modelo permaneceu estatisticamente significativo, como pode ser observado para os respectivos *p-value* inferiores ao nível de significância de 5%.

Da mesma forma, o beta maior que 1, observado na equação da reta, indica que a carteira de ações é teoricamente mais sensível que o mercado, exceto para as petrolíferas Exxon e Total, cuja indicação aponta que os retornos das ações seriam menos suscetíveis à variação de mercado (< 1). Estes aspectos encontram-se destacados no quadro de interpretação do beta de Gitman (2010).

Cenário de destaque é demonstrado na Tabela 4, a partir das análises dos resultados do período *ex-post*, que sugerem que o Coeficiente de Explicação Ajustado capture de forma mais incisiva o impacto do cenário econômico adverso (Covid-19) no nível de atividades, faturamento e lucratividade operacional de empresas, principalmente aquelas que têm atividades cíclicas muito sensíveis à ocorrência de eventos sistêmicos adversos, como as empresas petrolíferas. Os resultados foram validados estatisticamente pelos *p-values* e pela coerência do sinal da variável independente.

Tabela 4: Resultados da regressão linear – Período *ex-post*

Empresa	Período <i>ex-post</i>	<i>P-value</i>	R ² ajustado	Δ R ² em relação ao período integral	Número de Observações
Petrobras	y = -0,0004 + 1,4558x	5,21E-92	74,1%	+ 11,9%	308
Sinopec	y = -0,0006 + 0,9066x	8,53E-24	27,9%	+ 2,6%	309
Petrochina	y = -0,0009 + 1,1525x	1,52E-37	41,2%	- 3,7%	309
Exxon	y = -0,0010 + 1,1027x	2,11E-54	53,7%	+ 4,3%	314
Chevron	y = -0,0007 + 1,3500x	1,58E-72	64,6%	+ 11,1%	314
Total	y = -0,0005 + 1,3211x	3,47E-80	67,7%	+ 5,9%	320
Gazprom	y = -0,0008 + 0,9186x	2,91E-67	62,2%	+ 6,9%	310

Fonte: Elaborado pelo autor.

A exceção foi a empresa Petrochina, que apresentou uma redução não expressiva do Coeficiente de Explicação Ajustado.

Observa-se que, ao contrário do período *ex-ante*, o período *ex-post* apresentou uma inversão no poder de explicação do modelo (R² ajustado), e torna-se positiva em relação ao período integral (dados na Tabela 2, pg. 42), com o aumento mais expressivo para a Petrobras, de cerca de 12,0%, seguido pela Chevron em 11,1%.

Nesse período, o modelo permanece estatisticamente significativo para as petrolíferas, igualando-se ao período *ex-ante*, como pode ser observado para os respectivos *p-value* inferiores a cinco.

A relação entre o retorno das carteiras permanece positiva, visto o beta (β) manter-se maior que 1, conforme observado na equação da reta, o que indica que a carteira de ações é mais sensível às oscilações de mercado e caminha na mesma direção. Entretanto, para as petrolíferas Sinopec e Gazprom, a indicação é que os retornos das ações são menos suscetíveis à variação de mercado (< 1).

O modelo apresentado no período *ex-post* que, teoricamente, demonstraria uma redução da atividade econômica causada pela pandemia da Covid-19 e afetaria de forma estatisticamente significativa a relação entre o retorno de carteira de mercado e o retorno das ações das petrolíferas, capturou parcialmente a relação entre a variabilidade do retorno da carteira de mercado e a variabilidade do retorno da ação objeto.

Esta constatação levou a pesquisa a uma análise trimestral do referido período, com destaque para o último trimestre de 2019 e os dois primeiros trimestres de 2020. Este intervalo considera o momento entre a comunicação da China à comunidade internacional sobre os riscos

de contaminação da Covid-19, em dezembro de 2019, e o seu efetivo reconhecimento como pandemia, adotado pela OMS (Organização Mundial da Saúde) a partir de 11 de março de 2020.

Somente após esse reconhecimento, os países iniciam protocolos de contenção e de prevenção, com fortes impactos na economia mundial devido à restrição da atividade econômica.

Tabela 5: Resultados trimestrais – outubro a dezembro de 2019

Empresa	Período <i>ex-post</i>	<i>P-value</i>	R ² ajustado	Número de Observações
Petrobras	y = -0,0008 + 1,3111x	1,52E-09	45,5%	61
Sinopec	y = -0,0006 + 0,9427x	1,42E-06	31,2%	62
Petrochina	y = -0,0016 + 0,9143x	5,45E-10	46,8%	62
Exxon	y = -0,0013 + 1,2455x	5,12E-07	32,6%	64
Chevron	y = -0,0007 + 1,0694x	2,74E-06	28,9%	64
Total	y = -0,0004 + 1,0058x	2,61E-15	62,6%	65
Gazprom	y = -0,0003 + 1,4691x	5,34E-13	56,4%	64

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao se observar a Tabela 5, vê-se uma oscilação do poder de explicação do modelo em relação ao período *ex-ante*, entretanto, não é possível efetuar comparações adequadas, pois o 4º trimestre de 2019 compõe o respectivo período.

Já a Tabela 6 apresenta o modelo obtido no cálculo da equação da reta para o primeiro trimestre de 2020.

Tabela 6: Resultados Trimestrais – janeiro a março de 2020

Empresa	Período <i>ex-post</i>	<i>P-value</i>	R ² ajustado 1º trimestre	Comparando com o R ² do 4º trim. 2019	Número de Observações
Petrobras	y = -0,0007 + 1,4835x	1,54E-26	84,9%	+ 39,4%	62
Sinopec	y = -0,0002 + 0,9685x	2,95E-08	39,3%	+ 8,1%	62
Petrochina	y = -0,0009 + 1,4008x	3,04E-17	69,3%	+ 22,5%	62
Exxon	y = -0,0056 + 0,9518x	1,95E-21	77,7%	+ 45,1%	62
Chevron	y = -0,0017 + 1,3242x	1,13E-18	72,5%	+ 43,6%	62
Total	y = 0,0020 + 1,3936x	2,15E-21	76,5%	+ 13,9%	64
Gazprom	y = -0,0030 + 0,8275x	3,66E-19	74,7%	+ 18,3%	60

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse período, destaca-se a manutenção da relação positiva entre o retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações das petrolíferas, inclusive, com expressivo aumento do poder de explicação do R^2 ajustado, quando comparado ao 4º trimestre de 2019.

A melhoria dos retornos, demonstrada na Tabela 6 e apresentada na equação, deve-se à melhoria da economia tanto no Brasil, quanto no restante do mundo, que ainda não partilhava da dimensão da crise que se avizinhava.

No Brasil, os índices de desemprego encontravam-se em queda, conforme apontavam os indicadores “Indicador Antecedente de Emprego” e “Indicador Coincidente de Emprego” da FGV (Fundação Getúlio Vargas).

Em relação à economia internacional, a assinatura da primeira fase do acordo comercial entre os Estados Unidos e a China trouxe um sentimento inicial de estabilização e redução de riscos, o que proporcionou uma relativa recomposição da economia mundial.

Os altos índices do R^2 ajustado no primeiro trimestre de 2020 impactaram, consideravelmente, o período *ex-post*, que se julgou que, inicialmente, apresentaria um cenário de redução. Entretanto, entre as variações positivas de maior destaque encontram-se as máximas de 39,4% para a Petrobras, 43,6% e 45,1% para a Exxon e Chevron – EUA, respectivamente e a mínima de 8,1% para a Sinopec – China.

Observa-se, também, um maior número de empresas com menor sensibilidade ao retorno de mercado ao avaliar a equação do modelo, em que três empresas (Sinopec, Exxon e Gazprom) apresentam beta (β) menor que um. Já as demais petrolíferas apresentam maior sensibilidade.

A Tabela 7 apresenta os resultados para o segundo trimestre de 2020, que contrariam os achados de melhor precisão de aderência do retorno da ação com o retorno da carteira de mercado em cenário de queda significativa do nível de atividade econômica. Observou-se uma redução da predominância do Coeficiente de Explicação no segundo trimestre de 2020.

Tabela 7: Resultados Trimestrais – abril a junho de 2020

Empresa	Período <i>ex-post</i>	<i>P-value</i>	R² ajustado 2º trimestre	Comparando com R² ajustado 1º trim./2020	Número de Observações
Petrobras	y = 0,0028 + 1,1644x	4,16E-13	58,6%	- 26,3%	61
Sinopec	y = -0,0009 + 1,0171x	1,66E-08	41,5%	+ 2,2%	60
Petrochina	y = -0,0022 + 1,3693x	2,37E-11	53,2%	- 16,1%	60
Exxon	y = -0,0005 + 1,3198x	5,98E-14	59,9%	- 17,8%	63
Chevron	y = 0,0001 + 1,3224x	2,31E-17	69,0%	- 3,5%	63
Total	y = -0,0027 + 1,1796x	8,39E-16	65,7%	- 10,8%	62
Gazprom	y = -0,0003 + 0,9605x	3,11E-17	69,9%	- 4,8%	61

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando-se com o primeiro trimestre de 2020, percebe-se uma redução mais expressiva para a Petrobras (26,3%), pois o Brasil passou a adotar medidas de restrição, tais como o isolamento social, entre outras de contenção na circulação de pessoas e de produtos, exceto para aqueles considerados de primeira necessidade ou que tenham relação direta no combate à pandemia. As medidas adotadas pelo Brasil e em vários países, em maior ou menor grau, afetaram sobremaneira a atividade econômica, reduzindo o consumo de diversos produtos e serviços, inclusive, de combustível (para caminhões, aeronaves, veículos e outros).

Após um período de retração, a China iniciou um período de leve recuperação da atividade econômica. Nesse aspecto, a Sinopec apresentou uma variação positiva do índice de explicação do R² ajustado, apesar de baixo (2,2%).

A redução da atividade econômica, com forte redução na produção de bens e de produtos, nos transportes, na circulação de pessoas e no consumo de produtos e serviços, fez diminuir, também, o consumo de combustíveis e, assim, a queda na receita das petrolíferas, o que afeta de forma estatisticamente significativa a relação do retorno da carteira de mercado e do retorno da carteira de ações, demonstrado a partir da diminuição do poder do coeficiente de explicação do modelo (R² ajustado).

Para dar uma dimensão mais adequada do poder de explicação da variabilidade do retorno da carteira de mercado e do retorno da ação objeto, decidiu-se pela inclusão de três variáveis independentes que, intuitivamente, apresentam relação de relevância com o desempenho operacional e financeiro de empresas do setor de petróleo. Com isso, o modelo passou a ser multifatorial, operacionalizado pela metodologia de regressão linear múltipla. O

período de abrangência vai de janeiro de 2010 a março de 2021 para a empresa brasileira e uma empresa americana.

Os fatores incluídos foram:

- Preço do Barril de Petróleo tipo Brent (FOB – IEA): Fator relevante na composição da receita e de custos da empresa, visto a importação e exportação de produtos da Petrobras (BR).
- Preço do Barril de Petróleo tipo WTI (FOB – IEA): Fator relevante na composição da receita e de custos da empresa, visto a importação e exportação de produtos da Exxon (EUA).
- Taxa de câmbio comercial para compra – real (R\$) / dólar americano (US\$ – média): fator relevante em relação às operações em moeda estrangeira da Petrobras.

A extensão do período analisado e um número adicional de cerca de 80,0% de observações (de 1550 para 2787) não trouxeram melhorias de forma estatisticamente significativa ao poder de explicação do modelo da Petrobras, como pode ser observado quanto aos resultados do R^2 ajustado, *p-value* e equação da reta descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados Análise Multifatorial – janeiro de 2010 a março de 2021

Petrobras	PETR3 x B3	PETR3 x B3 x Brent	PETR3 x B3 x Brent x US\$
Modelo	$y = -0,0002 + 1,4515x_1$	$y = -0,0002 + 1,4239x_1 + 0,0757x_2$	$y = -0,0002 + 1,4210x_1 + 0,0757x_2 - 0,0139x_3$
<i>p-value</i> (B3)	0,00%	0,00%	0,00%
<i>p-value</i> (Brent)	- x -	2,7062E-09	2,800E-09
<i>p-value</i> (US\$)	- x -	- x -	0,7438
R^2 Ajustado	59,1%	59,6%	59,6%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obs.: x_1 = Ibovespa – B3; x_2 = Preço do Barril Petróleo tipo Brent e x_3 = Taxa média dólar.

Ao comparar-se o poder do coeficiente de explicação do modelo, quanto à relação do retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações da petrolífera brasileira, observa-se, sem efeito, a inclusão do preço do Barril de Petróleo tipo Brent e da taxa do dólar, pois ambos apresentam variação de apenas 0,5% superior. Observa-se, inclusive, que a variável dólar apresenta sinal negativo, mantida no modelo pelo fato da Petrobras ser grande importadora de insumos.

A manutenção da variável dólar no modelo demonstra que o retorno da carteira de ações tem comportamento inverso à carteira de mercado.

Percebe-se que, mesmo em períodos distintos, há pouca variação (3,1%) do poder do coeficiente de explicação do modelo da Petrobras, ao comparar-se o R^2 ajustado de 62,2%, no período integral de 2015 a 2021, com 1551 observações e o de 59,1%, no período de 2010 a 2021, com 2787 observações.

Efeito semelhante ocorre na petrolífera Exxon que, mesmo com um adicional de cerca de 80,0% no número de observações (de 1572 para 2830), não apresentou melhoria de forma estatisticamente significativa do poder do coeficiente de explicação do modelo da empresa, observado na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados Análise Multifatorial – janeiro de 2010 a março de 2021

Exxon	XOM x \hat{DJI}	XOM x \hat{DJI} x WTI
Modelo	$y = -0,0004 + 1,02662x_1$	$y = -0,0004 + 1,0200x_1 + 0,0146x_2$
<i>p-value</i> (\hat{DJI})	0,00%	0,00%
<i>p-value</i> (WTI)	- x -	7,495E-05
R^2 - Ajustado	53,5%	53,7%

Fonte: Elaborado pelo autor

Obs.: $x_1 = \hat{DJI}$ – Dow Jones e $x_2 =$ Preço do Barril Petróleo tipo WTI

A Tabela 9 apresenta uma variação do poder de explicação de apenas um 0,2%, portanto, sem efeito estatisticamente significativo, após a inclusão do preço do Barril de Petróleo tipo WTI.

Percebe-se que há pouca variação do poder do coeficiente de explicação do modelo da Exxon, ao comparar-se o R^2 ajustado de 49,4%, no período de 2015 a 2021, com 1572 observações e de 53,5%, no período de 2010 a 2021, com 2830 observações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CAPM, é o modelo de um fator que explica o comportamento da variabilidade do retorno da ação objeto pela variabilidade do retorno da carteira de mercado, explicitado por meio da equação da reta de regressão linear. O modelo demonstrou-se adequado para análise das petrolíferas, visto aferir as influências da atividade econômica nos mercados (fator de mercado) e o seu impacto na carteira de ações.

Este modelo utilizado apresentou *p-value* inferior a cinco em todos os cenários analisados, o que garante a adequada manutenção do modelo, portanto, estatisticamente significativo.

O Coeficiente de Explicação Ajustado (R^2) demonstra, de forma estatisticamente significativa, que a relação entre o retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações, para as empresas petrolíferas analisadas, ocorre de forma parcialmente semelhante ao cenário brasileiro, visto que nem todas as empresas apresentaram resultados superiores aos 50% destacados como objetivo principal desta pesquisa.

As análises foram efetuadas, inicialmente, em três períodos. O primeiro período considerou o intervalo entre janeiro de 2015 a março de 2021 (integral). Com o objetivo de avaliar o impacto da Covid-19 na atividade econômica dos países e os seus reflexos no poder de explicação do modelo; o segundo período teve o intervalo de janeiro de 2015 a dezembro de 2019 (*ex-ante*) e o terceiro o intervalo de janeiro de 2020 a março de 2021 (*ex-post*).

A proposta do CAPM foi validada no modelo para os respectivos períodos e trouxe, inclusive, resultados interessantes ao comparar-se os períodos *ex-ante* e *ex-post*.

Nesse contexto, o período *ex-ante* apresentou resultados que refletiam uma redução da atividade econômica mundial, impactados, principalmente, pela guerra comercial entre os Estados Unidos e a China, pela disputa de mercado por meio da redução de preços do barril de petróleo tipo Brent entre Rússia e Arábia Saudita (OPEP), pelo excesso de estoque de petróleo devido ao aumento da produção dos Estados Unidos (tipo WTI), entre outros fatores.

Já para o período *ex-post*, diferentemente do que intuitivamente se esperava, o modelo apresentou coeficientes de explicação (R^2 ajustado) maiores para grande parte das empresas, quando comparado ao período *ex-ante*.

Para uma melhor observação, foi necessário segregar os períodos em trimestres, sendo estes o último de 2019, o primeiro e segundo de 2020. Optou-se, então, pela análise destes trimestres por serem relevantes devido à divulgação da China à comunidade internacional do alto risco de contaminação do vírus SARS-CoV-2 em dezembro de 2019 e da OMS (Organização Mundial da Saúde) em considerar a Covid-19 como uma pandemia apenas em março de 2020.

Os resultados obtidos, após a segregação nos referidos períodos, evidenciaram que a relação entre o retorno da carteira de mercado e o retorno da carteira de ações pode alterar-se significativamente entre períodos, conforme o impacto dos riscos sistêmicos na atividade econômica.

Este fato pode estar relacionado, em princípio, à crise gerada por um fator inesperado como a Covid-19, uma vez que o modelo não apresentou comportamento semelhante à crise oriunda de cenário econômico adverso, quando o mercado já espera o impacto de eventuais mudanças dos fundamentos de economias relevantes, tais como a americana e a chinesa.

Esta alteração pode ser observada, por exemplo, ao analisar a relação do retorno de mercado da B3 e o retorno das ações da Petrobras, que apresentaram um R^2 ajustado de 45,5% no 4º trimestre de 2019, de 84,9% no primeiro trimestre de 2020 e de 58,6% no segundo trimestre deste ano. Estes números destacam tanto a relevância da petrolífera brasileira, quanto o impacto da Covid-19 no poder de explicação do modelo no segundo trimestre de 2020, que sofreu uma redução de 26,3%. Comportamento semelhante é percebido nas demais petrolíferas analisadas, já que as variações no respectivo período, em sua maioria, sofreram redução dos coeficientes de explicação (R^2 ajustado).

Esta redução é resultante da implantação de medidas restritivas, na tentativa de contenção e de eliminação do vírus SARS-CoV-2, que causaram forte impacto na atividade econômica mundial, já que reduziram a circulação de pessoas, diminuíram o consumo de vários produtos e serviços e, conseqüentemente, aumentaram o desemprego e afetaram o faturamento das empresas petrolíferas, uma vez que as empresas e pessoas passaram a consumir menos combustível na produção, circulação e transporte.

Em outro exemplo, pode-se citar a empresa Exxon (EUA), que apresentou comportamento semelhante ao cenário brasileiro, com 32,6% do R^2 ajustado para o 4º trimestre de 2019 e, posteriormente, de 77,7% e 59,9% para o primeiro e segundo trimestres de 2020, respectivamente, configurando uma redução de 17,8% no segundo trimestre de 2020.

O conjunto de dados analisados, para todas as petrolíferas, em todo o período, foi superior a 1.500 observações em cada empresa.

Considerando a posição privilegiada do setor de combustíveis para a movimentação do nível de atividade econômica dos países, o resultado desta pesquisa confirmou que se observa em outros países a particularidade do cenário brasileiro no que tange ao alto nível de explicação do retorno da carteira de mercado superior a 50%.

Esta similaridade ao cenário brasileiro mostrou-se ainda mais próxima ou equivalente no primeiro trimestre de 2021, no qual se observa que o coeficiente de explicação do modelo (R^2 ajustado) ficou superior a 70% (Petrobras em 85%), exceto para a petrolífera chinesa Sinopec (39,3%), país que se encontrava em início de recuperação da atividade econômica atendendo às demandas internas.

Adicionalmente, esta pesquisa optou por avaliar a inclusão de outros fatores que, intuitivamente, poderiam contribuir para a melhora do poder do coeficiente de explicação do modelo, alternando o modelo unifatorial para um modelo multifatorial, utilizando-se dos conceitos e técnicas da APT. A inclusão foi feita considerando as petrolíferas Petrobras e Exxon. No caso da brasileira, foram inclusos o preço do barril de petróleo tipo Brent e a taxa do dólar e para a americana, apenas o preço do barril de petróleo tipo WTI. Em ambos os casos não houve melhoria do poder de explicação.

Desta forma, conclui-se que o que se esperava intuitivamente, a saber, que o alto poder de explicação da variabilidade do retorno das ações ordinárias da Petrobrás pela variabilidade do retorno da carteira de mercado do Ibovespa (B3) ocorresse de maneira semelhante em empresas petrolíferas de outros países, de fato ocorre, mas de forma parcialmente semelhante ao cenário brasileiro.

Independentemente do cenário, existe uma relação de relevância estatística entre a variabilidade do retorno da carteira e a variabilidade do retorno da ação. Esta pesquisa observou que o Coeficiente de Explicação tende a captar de forma mais significativa os efeitos de crises que advêm de contextos econômicos locais e impactos para a economia mundial, a exemplo de eventual redução no nível do produto interno bruto de países como os Estados Unidos ou a China. Já para evento inesperado, a exemplo da Covid-19, o modelo, em princípio, não apresentou igual resultado, o que pôde ser observado nas análises trimestrais.

Como recomendações para pesquisas futuras, para avaliação do poder preditivo do modelo, esta pesquisa sugere que sejam efetuados estudos em cenários de crise e de crescimento econômico, de forma distinta, de modo a averiguar o poder preditivo do modelo e trazer maior

elucidação a eventos que possam impactar fortemente a atividade econômica mundial; e outro estudo que contemple avaliar o impacto digital nas petrolíferas e a correlação de economia de rede, visto as expressivas mudanças tecnológicas dos últimos anos, alavancadas pela pandemia da Covid-19.

Este estudo teve o objetivo de trazer luz ao que, intuitivamente, acreditava-se ser o comportamento da relação do retorno da carteira de mercado e do retorno da carteira de ações das empresas petrolíferas no mundo e sua eventual semelhança ao cenário brasileiro, o que se configurou parcialmente.

Por fim, este estudo deve ser considerado como uma análise inicial, onde os resultados não podem ser tomados como padrão para todas as petrolíferas no mundo. Assim, estudos maiores são necessários, inclusive, com a inclusão de outros fatores de explicação ao modelo.

REFERÊNCIAS

BLACK, F.; JENSEN, M.; SCHOLLES, M. *The capital asset pricing model: some empirical testes*. In: JENSEN, M. C. (Org.). *Studies in the Theory of Capital Markets*, New York: Praeger, 1972.

BRITO, Osias. **Guia Prático de Economia e Finanças**. 1a. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BRUNI, Adriano Leal; FAMA, Rubens. Eficiência, previsibilidade dos preços e anomalias em mercados de capitais: teoria e evidências. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 7, p. 71-85, 1998.

CARHART, Mark M. On persistence in mutual fund performance. **Journal of Finance**, Chicago, American Finance Association, v. 52, n. 1, p.57-82, 1997.

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

DAMODARAN, Aswath. **Finanças corporativas: teoria e prática**. 2a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FAMA, Eugene F.; MALKIEL, Burton G. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. **The journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

FAMA, Eugene F.; MACBETH, James D. Risk, return and equilibrium: empirical testes. **Journal of Political Economy**, Chicago, The University of Chicago Press, v. 81, n. 3, p. 607-636, 1973.

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth. The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, Chicago: American Finance Association, v. 47, n. 2, p. 427-465, 1992.

_____. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, v. 33, n. 1, p. 3-56, 1993.

_____. Multifactor explanation of asset pricing anomalies. **Journal of Finance**, v. 56, n. 1, p. 55-84, 1996.

_____. The capital asset pricing model: theory and evidence. **Journal of Economic Perspectives**, v. 18, n. 3, p. 25-46, 2004.

FORBES. **Petrobras é a 10ª maior petroleira do mundo em 2018**. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2019/05/petrobras-e-a-10a-maior-petroleira-do-mundo-em-2018/>

FORTUNE. **Pesquisa por setor**. Disponível em: <https://fortune.com/fortune500/2020/search/>

EXAME. **As 15 maiores do setor de petróleo do mundo; Petrobras está na lista.** Disponível em: <https://exame.com/mercados/as-15-maiores-do-setor-de-petroleo-do-mundo-petrobras-esta-na-lista/>

GITMAN, Lawrence. **Princípios de Administração Financeira.** 10a. ed. São Paulo: Harbra, 2010.

JEGADEESH, Narasimhan; TITMAN, Sheridan. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. **Journal of Finance**, v. 48, n. 1, p. 65-91, 1993.

LAKONISHOK, Josef; SHAPIRO, Alan. C. Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns. **Journal of Banking and Finance**, v. 10, n. 1, p. 115-132, 1986.

MARKOWITZ, Harry Marx. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, v. VII, n. 1, mar. 1952.

MARKOWITZ, Harry Marx. Portfolio selection: efficient diversification of investment. **Journal of Finance**, New York: Wiley, 1959.

MUSSA, Adriano; SECURATO, J. Roberto; SANTOS, José Odálio; FAMA, Rubens. A Influência das Condições do Mercado Acionário e da Política Monetária no Comportamento dos Indicadores de Risco Tamanho, Índice Book-to-market e Momento, no Mercado Acionário Brasileiro. **Revista de Ciências da Administração.** v. 13, n. 29, p. 152-172, jan/abr 2011.

ROSS, Stephen A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. **Journal of Economic Theory** n. 13, p. 341-360, 1976.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey; LAMB, Robert. **Administração Financeira (Version Corporate Finance – 10th edition).** MC, 2015.

SANTOS, José Odálio. **Valuation – Um Guia Prático.** 2a. ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 2019.

SANTOS, Marcos Igor da Costa; DA SILVA, Manuel Soares. Teoria de precificação por arbitragem: um estudo empírico no setor bancário brasileiro. **Enfoque: Reflexão Contábil.** v. 28, n. 1, p. 70-82, 2009.

SHARPE, William F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, Oxford, UK, v.19, n.3, p.425-442, Sept. 1964.

SILVA, William A. M.; TRINDADE, João A. S.; NAGIB, Leonardo R. C.; REINA, Donizete. O efeito do CAPM em relação ao retorno das ações das empresas listadas no novo mercado do BM&FBOVESPA. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, ISSN 2238-5320, UNEB, Salvador, v. 7, n. 3, p. 299- 313, set./dez., 2017.

TOBIN, James. Liquidity preference as behavior toward risk. *The Review of Economic Studies*, Stockholm. **Oxford University Press.** v. 25, n. 2, p. 65-86, 1958.