



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**RAFAEL BACELAR COSTA LAGE ALMEIDA**

**EFEITOS DE EVENTOS CLIMÁTICOS NOS RETORNOS DOS MERCADOS  
FINANCEIROS: UMA AVALIAÇÃO SOBRE A HIPÓTESE DOS MERCADOS  
EFICIENTES**

SALVADOR

2021

**RAFAEL BACELAR COSTA LAGE ALMEIDA**

**EFEITOS DE EVENTOS CLIMÁTICOS NOS RETORNOS DOS MERCADOS  
FINANCEIROS: UMA AVALIAÇÃO SOBRE A HIPÓTESE DOS MERCADOS  
EFICIENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências  
Econômicas como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof Dr. Reinan Ribeiro Souza Santos

SALVADOR

2021

Ficha catalográfica elaborada por Valdinea Veloso CRB 5/1092

A447 Almeida, Rafael Bacelar Costa Lage  
Efeitos de eventos climáticos nos retornos dos mercados financeiros: uma avaliação sobre a hipótese dos mercados eficientes / Rafael Bacelar Costa Lage Almeida. - Salvador, 2021

46f. tab.; fig.; graf.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2021

Orientador: Prof. Dr. Reinan Ribeiro Souza Santos

1.Mercado financeiro 2. Economia – Eventos climáticos. 3. Dow Jones. I. Santos, Reinan Ribeiro Souza II. Título III. Universidade Federal da Bahia

CDD: 332



COLEGIADO DO CURSO DE ECONOMIA  
COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DO TRABALHO MONOGRÁFICO  
RELATÓRIO FINAL DE AVALIAÇÃO

**2. PARECER DA BANCA EXAMINADORA**

**ALUNO: Rafael Bacelar Costa Lage Almeida**

Às 15 horas do dia 25 de novembro de 2021, o aluno Rafael Bacelar Costa Lage Almeida apresentou sua monografia na plataforma digital google meet. Após a apresentação, a banca fez suas considerações. Após, a banca se reuniu privadamente no ambiente virtual e considerou o trabalho aprovado com nota 8,0. A banca sugere modificações nas seções de metodologia, base de dados e conclusão.

**BANCA EXAMINADORA:**

**PRESIDENTE: Prof. Dr. Reinan Ribeiro Souza Santos**

  
Reinan Ribeiro Souza Santos

**1º MEMBRO: Prof. Dr. Bruno dos Santos Gois**

  
Bruno dos Santos Gois

**2º MEMBRO: Me. Rafael Sales Rios**

  
Rafael Sales Rios

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço profundamente à minha família, em especial aos meus pais, Maria Lucia Almeida e Ramaiano Almeida por toda sua dedicação e empenho entregues durante toda a minha vida, sendo eles alicerces do meu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional. Tudo isso só pode ser conquistado através do amor e carinho dispendido por ambos em minha criação, sou eternamente grato por isso.

Agradeço também à minha namorada Luiza Martins, que me apoiou durante os momentos mais difíceis de minha graduação e segue me dando suporte para as minhas realizações.

Sou muito grato aos amigos que fiz durante minha jornada da graduação, os quais me apoiaram e incentivaram por todo esse percurso, além de me ensinarem importantes lições que levarei para toda a vida. Além disso, fiz importantes amigos fora da graduação e estes também foram igualmente fundamentais para me impulsionarem na direção certa.

Também sou grato aos professores que tive o prazer de conhecer durante estes anos por terem me ensinado todo o corpo teórico e prático necessário para a minha iniciação acadêmica e profissional. Em especial, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Reinan Ribeiro, meu orientador, que me auxiliou bastante na elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

## RESUMO

O estudo visa confrontar a Hipótese dos Mercados Eficientes (*Efficient Markets Hypothesis* – EMH), mais especificamente em relação ao seu conceito de racionalidade dos agentes econômicos. A assunção de racionalidade econômica por parte dos indivíduos traz como consequência que o processo de tomada de decisões destes agentes deve consistir apenas de informações relevantes ao assunto em que se está tomando a decisão e tal decisão precisa ser consistente, ou seja, situações postas da mesma maneira devem gerar resultados similares. O objetivo do trabalho é confrontar este conceito provando que eventos não-relevantes para a tal impactam este processo de tomada de decisões, isto é feito através da análise do efeito que dias completamente nublados na cidade de Nova York podem causar no retorno diário do Dow Jones Industrial Average – DJIA durante o extenso período de 1985 até 2019. No período observado, se é encontrado que dias completamente nublados tem um efeito negativo sobre os retornos diários do índice, este é chamado de “efeito-clima”, e este efeito oscila sua relevância ao longo dos anos, sendo potencializado durante períodos de maior volatilidade nos mercados de capitais.

**Palavras-chave:** Efeito-clima. Cobertura de nuvens. Hipótese dos Mercados Eficientes. Dow Jones Industrial Average. Mercado de capitais. Racionalidade.

## ABSTRACT

The study focuses in confronting the Efficient Markets Hypothesis – EMH, more specifically in relation to its rationality concept for the economic agents. The assumption of rationality for the individuals brings as a consequence that the decision-making process of those agents must consist of only relevant information to the matter-at-hand and such decision must be consistent, meaning that situations set in the same way must generate similar results. The goal of this study is to confront such concept, proving that non-relevant events to the decision can still impact the decision-making process, and this is done by analyzing the effect of completely overcast days (with full cloud-cover) in New York City can cause in the daily return of the Dow Jones Industrial Average – DJIA during the extensive period between 1985 and 2019. In this study it is found that fully cloud-covered days have a negative effect on the indexes daily return – such event is called “weather-effect” – and this effect oscillates its relevance during the years, being potentialized during periods with greater volatility in the stock markets.

**Keywords:** Weather-effect. Cloud-cover. Efficient Markets Hypothesis. Dow Jones Industrial Average. Stock market. Rationality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Retornos Diários por Extrato de <i>cloud-cover</i> .....	33
Figura 2 - Retorno Acumulado do DJIA (1985-2019) .....	33
Figura 3 - Regressão (1985-2019) .....	35
Figura 4 - Média Móvel da Diferença Residual do Retorno do DJI (1958-2010).....	37
Figura 5 - Regressão (1985-2001) .....	38
Figura 6 - Regressão (2002-2008) .....	39
Figura 7 - Regressão (2009-2019) .....	40

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Modelo de Saunders (1993) .....	28
Equação 2 - Fórmula de rentabilidade bruta diária.....	28
Equação 3 - Modelo Final .....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística Descritiva das Variáveis.....	32
Tabela 2 - Frequência de Ocorrência de <i>cloud</i> .....	32
Tabela 3 - Retornos Anualizados .....	42
Tabela 4 - Volatilidade VXD.....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1	EVENTOS CLIMÁTICOS AFETAM O HUMOR.....	15
2.2	RACIONALIDADE LIMITADA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÕES.....	15
2.3	CLIMA INTERFERE NOS RETORNOS DOS ATIVOS.....	23
<b>3</b>	<b>BASE DE DADOS E METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
3.1	METODOLOGIA.....	28
3.2	BASE DE DADOS.....	29
<b>3.2.1</b>	<b>Estatística Descritiva.....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO AO ÍNDICE DOW JONES.....</b>	<b>35</b>
4.1	PERÍODO DE 1985-2001.....	38
4.2	PERÍODO DE 2002-2008.....	39
4.3	PERÍODO DE 2009-2019.....	40
4.4	ANÁLISE DOS PERÍODOS ABORDADOS.....	40
<b>5</b>	<b>CRÍTICAS A METODOLOGIA E PESQUISA FUTURA.....</b>	<b>44</b>
5.1	CRÍTICAS A METODOLOGIA.....	44
5.2	PESQUISA FUTURA.....	45
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO E CRÍTICAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado financeiro<sup>1</sup> pode ser definido como o ambiente de negociação de ativos financeiros, como valores mobiliários, mercadorias e câmbio, aglomerando subdivisões como o mercado de crédito, mercado de câmbio, mercado monetário e o mercado de capitais, o foco deste trabalho.

Devido ao potencial de acumulação de riquezas, os agentes utilizam os mercados financeiros para obter rentabilidade acima da média observada em outros setores. Para isso ocorrer, investidores buscam entender as relações e eventos que podem influenciar o preço dos ativos e conseqüentemente movimentá-lo para um campo positivo ou negativo a depender do teor dos eventos ocorridos.

Atualmente o arcabouço teórico utilizado nos mercados financeiros é o fornecido pela Teoria Neoclássica que utiliza os conceitos de equilíbrio geral dos mercados, a concepção de oferta e demanda como forças definidoras de preço, o valor subjetivo dos bens, mercados com estrutura de concorrência perfeita – em que existem um número consideravelmente grande de ofertantes e demandantes, os quais não tem a capacidade de sozinhos modificarem o preço, logo são tomadores de preço, somado a isso, não existem barreiras de entrada e a informação trafega livremente entre os participantes do mercado – além de assumir a racionalidade dos agentes econômicos (que será discutido na seção 2.2 RACIONALIDADE LIMITADA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÕES), ou seja, os indivíduos utilizam apenas fatos relevantes para a sua tomada de decisões, assim sempre tomando decisões racionais com o intuito de maximizar a sua utilidade em todas as suas ações.

Tal vertente também é considerada como *mainstream* para os modelos de precificação de ativos, sendo chamada de Hipótese dos Mercados Eficientes (*Efficient Markets Hypothesis* – EMH), a qual se utiliza dos conceitos microeconômicos de agentes econômicos racionais e maximizadores de utilidade, os quais, conjuntamente, definem os preços nos mercados financeiros através do desconto das expectativas dos fluxos de caixa futuros de uma determinada empresa, levados à valor presente, assim precificando. Porém este conceito tem sido questionado por diversos economistas de renome, como Thaler (1981), Tversky e Kahneman (1981) e Shiller (1990) – todos estes foram laureados com o Prêmio de Ciências

---

<sup>1</sup> O conteúdo deste artigo será trabalhado de forma mais detalhada na secção 2.2

Econômicas em Memória de Alfred Nobel, em 2017, 2002 e 2013, respectivamente, uma vez que existem diversos exemplos da quebra desses fundamentos na história dos mercados de capitais.

Existem situações que exibem as contradições da hipótese de racionalidade dos agentes econômicos, essas contradições levam a existências de ineficiências de mercado e comportamentos irracionais no mercado. Um exemplo, é notado em Huberman e Regev (2001)<sup>2</sup> em que uma notícia republicada com maior ênfase sobre um evento relacionado à uma empresa fez com que as ações da companhia tivessem um retorno considerável acima do mercado e do segmento que estava inserida, choque tão expressivo que seus efeitos perduraram por anos.

Mas se os indivíduos não estão utilizando fundamentos racionais para a sua tomada de decisões quando a compra ou venda de um ativo, logo, o processo de precificação não está seguindo uma orientação racional, porém como grande parte dos modelos de precificação seguem a EMH, estes estarão utilizando métricas incorretas para precificar os ativos, deste modo podendo ocasionar oscilações em preço não explicadas pelo arcabouço teórico. Diante disso, se utiliza outras vertentes para a elaboração de modelos de precificação de ativos como a economia comportamental.

A economia comportamental segundo o artigo de Camerer e Loewenstein (2002), segue a convicção de que elevar o realismo dos fundamentos da psicologia na análise econômica trará uma melhora para a teoria econômica, uma vez que será capaz de gerar melhores insights, desenvolver melhores políticas públicas e realizar melhores projeções econômicas.

A precificação dos ativos é realizada utilizando a expectativas dos fluxos de caixa futuros de um determinado ativo e descontado a valor presente, estas expectativas são formadas a partir das informações que os investidores têm dos ativos. Estas informações deveriam ser afetadas apenas por eventos puramente econômicos e que tem relação direta com possíveis efeitos nos fluxos de caixa futuro segundo a EMH, mas o investidor trata-se de um ser humano, o qual reage de forma diferente a depender da informação obtida. Isso pode ser visto a partir da vasta literatura do campo da psicologia que demonstra como emoções afetam a tomada de decisão dos indivíduos – como visto em Persinger (1975), Howarth e Hoffman (1984) e Rind (1996), logo, a depender do estado emocional que o agente se encontre, isso pode afetar consideravelmente a sua capacidade de discernimento e conseqüentemente pode levá-lo a

cometer decisões não maximizadoras de utilidade e ancoradas em diversas heurísticas<sup>2</sup> não correlacionadas com os ativos que está analisando.

Contra exemplos da hipótese de racionalidade são observados em diversas situações em que vieses são apresentados e as decisões dos indivíduos são afetadas por estas, por exemplo, eventos climáticos, uma vez que estes, segundo uma ampla base literária – a exemplo de Saunders (1993), Akhtari (2011), Hirshleifer e Shumway (2003), Symeonidis, Daskalakis, e Markellos (2008), dentre outros – tendem a exibir efeito no processo de tomada de decisão de um agente, consequentemente podendo levar a uma revisão da precificação dos ativos diferente do realizado no EMH, porém essa revisão não é consequência de fatos relevantes e concretos baseados em eventos econômicos, mas sim baseado apenas em mudanças de comportamento do investidor a partir de um evento que não tem origem econômica. A

Este trabalho visa encontrar evidências sobre a correlação entre eventos climáticos (mais especificamente a cobertura de nuvens no céu da cidade de Nova York, Estados Unidos da América) e a performance dos índices de mercado (mais especificamente o impacto no Índice Dow Jones), analisando o período de 1985 até o ano de 2019, assim, buscando trazer fatos relevantes para a discussão da validade completa da Hipótese dos Mercados Eficientes.

A seção 2 é o referencial teórico que aborda sobre as teorias que servem de base para o trabalho, a seção 3 é a base de dados com informações sobre o retorno do índice Dow Jones Industrial Average e dados climáticos da cidade de Nova York e na seção 4 serão apresentadas as conclusões do trabalho e as críticas à metodologia.

---

<sup>2</sup> As heurísticas são atalhos cognitivos que simplificam o processo de tomada de decisões e, consequentemente, trazem escolhas que não necessariamente são racionais economicamente. Este conceito é bem trabalhado no artigo de Kahneman (2003).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta secção serão tratadas as evidências encontradas por autores importantes no assunto, com o objetivo de mostrar a contradição da hipótese de racionalidade no processo de tomada de decisões dos agentes econômicos.

### 2.1 EVENTOS CLIMÁTICOS AFETAM O HUMOR

Howarth e Hoffman (1984) avaliam as seguintes variáveis de humor: concentração, cooperação, ansiedade, potência, agressão, depressão, sonolência, ceticismo, controle e otimismo; relacionadas com as seguintes variáveis climáticas: horas de sol, precipitação, temperatura, direção do vento, velocidade do vento, umidade, mudanças em pressão barométrica e pressão barométrica absoluta. Com isso se foi descoberto que umidade, temperatura e horas de sol tem o maior efeito sob o humor. Foi encontrado também que altos níveis de umidade reduzem notas de concentração, enquanto aumentavam graus de sonolência; a elevação da temperatura causava uma redução em ansiedade e ceticismo. Sendo umidade a variável mais significativa na regressão utilizada.

Persinger (1975) utilizou as mesmas variáveis do artigo conjunto de Howarth e Hoffman (1984) acrescentou a atividade geomagnética global e retirou mudanças em pressão barométrica do modelo anterior. Suas evidências demonstraram que cerca de 35% das variações de humor durante o dia podiam ser explicadas por efeitos climáticos. Diferentemente do resultado encontrado por Howarth e Hoffman (1984), Persinger encontra que horas de sol foi a variável mais significativa da regressão, ou seja, o clima tem importância no processo de tomada de decisões dos agentes.

### 2.2 RACIONALIDADE LIMITADA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÕES

A Hipótese dos Mercados Eficientes (Efficient Markets Hypothesis – EMH), a qual se utiliza as hipóteses dos agentes econômicos serem racionais e maximizadores de utilidade, definem os preços dos ativos nos mercados financeiros através das expectativas dos fluxos de caixa futuros do ativo descontado a valor presente. Vale lembrar que para a EMH, essas expectativas são construídas a partir de fundamentos econômicos relacionados com os ativos que estão sendo

analisados e qualquer informação relevante – como por exemplo as notícias relacionadas ao ativo – que possa fundamentalmente alterar as expectativas desses fluxos futuros e os ativos afetados devem ser re-precificados.

Huberman e Regev (2001) demonstram que a teoria de eficiência nos mercados financeiros deve ser reavaliada, através do exemplo dos eventos ocorridos com a empresa de biotecnologia americana, EntreMed – ENMD entre os anos de 1997 e 1998. Durante esse período, fatos relevantes sobre a companhia foram divulgados em datas diferentes e as reações do mercado em relação à tais notícias foram de magnitudes diferentes. Esses fatos relevantes serão trabalhados nos parágrafos abaixo.

O artigo de Boehm et al. (1997) publicado no dia 28/11/1997 na revista científica britânica Nature<sup>3</sup>, cita a descoberta de um tratamento para o câncer com a utilização de uma proteína chamada angiostatina, a qual poderia curar o câncer dos pacientes, com um efeito muito menos evasivo ao indivíduo, ao se comparar com os tratamentos disponíveis, além de citarem a empresa EntreMed como a líder nesse tratamento. Tal descoberta foi muito bem vinda para o setor de biotecnologia, mas principalmente para a ENMD, a qual tinha sua ação sendo negociada ao preço de \$11,875 no fechamento do pregão de 26/11/1997 e passou a ser negociada ao preço de \$15,25 no fechamento do dia 28/11/1997, um aumento de 28,42% do preço no pregão subsequente a divulgação da notícia (o mercado estava fechado na data de 27/11/1997 devido ao Dia de Ação de Graças nos Estados Unidos) em comparação o índice de mercado o Nasdaq teve crescimento de 0,38%. Diante disso, pode-se observar os agentes econômicos agindo de forma racional ao re-precificar um ativo, o qual foi afetado por um novo fato relevante.

Porém, no domingo de 03/05/1998 o renomado e influente jornal americano The New York Times, republicou a notícia sobre a descoberta de um tratamento utilizando a proteína angiostatina para o tratamento de câncer de um modo menos evasivo, porém desta vez com um tom muito mais otimista e enfático sobre a descoberta, publicando a notícia na capa de seu jornal e com a headline de “Uma reportagem especial.”, além de dar mais destaque a empresa ENMD. Logo, tal publicação deveria ser interpretada como uma “notícia-não-nova” e não deveria ser levada com um novo fato relevante que afetaria o setor de biotecnologia e

---

<sup>3</sup> A revista Nature possui prestígio mundial como uma das mais influentes e seguras fontes de conteúdo científico.

consequentemente, os agentes econômicos não deveriam alterar suas expectativas para os fluxos futuros da companhia, já que nada de novo foi descoberto nessa data. Todavia, as ações da EntreMed que fecharam na sexta-feira (dia 01/05/1998) no preço de \$12,063, abriram na segunda-feira (dia 04/05/1998) em \$85 e fecharam em um valor próximo de \$52, assim, configurando uma apreciação de 331,07% no preço do ativo após a republicação otimista do artigo no jornal nova-iorquino no domingo em comparação o índice de mercado o Nasdaq teve crescimento de 0,27%. Tal evento fez com que outras empresas do setor de biotecnologia e outras companhias relacionadas à ENMD também tivessem uma valorização acima da média do mercado, com 7 empresas do índice combinado de biotecnologia da Nasdaq (Nasdaq's Combined Biotechnology Index) – excluindo a EntreMed – obtivessem uma variação positiva de suas ações em uma magnitude superior à 25% dentro do período de um pregão. Deste modo, exibindo claramente a falta de racionalidade dos agentes econômicos nos mercados financeiros, ao se comparar com a performance das mesmas ações após a primeira publicação dos fatos relevantes, os quais eram realmente notícias novas.

Na data de 11 de novembro de 1998, o também renomado jornal americano Wall Street Journal publicou que outros laboratórios falharam ou replicar os resultados originais, assim levando as ações da ENMD a caírem para um valor aproximadamente 24% inferior até o fechamento do pregão daquele dia, para um preço de \$24,875, que é um valor 106,21% superior ao valor prévio à republicação do artigo no The New York Times.

Huberman e Regev (2001) concluem que os impactos de fatos não relevantes para as empresas podem ser fatores mais importantes para a determinação de preços do que os eventos relevantes e novos, mostrando o exemplo da empresa de biotecnologia, a EntreMed e a longa duração dos efeitos de tais eventos na precificação dos ativos contradizendo a hipótese de racionalidade dos agentes. Portanto podem existir situações em que não vale a EMH.

Outro artigo para compreender a corrente de pensamento econômico da Economia Comportamental, é o artigo escrito por Richard Thaler (1981), que trabalha com o conceito de inconsistência dinâmica, o qual está relacionado com o conceito de racionalidade dos agentes econômicos, os quais são maximizadores de suas utilidades e possuem preferência bem definidas e consistências, porém, a inconsistência dinâmica questiona o fato de indivíduos, diversas vezes, alterarem suas preferências com o passar do tempo ou com situações com elementos destoantes.

Richard Thaler, considerado por muitos como o “pai da Economia Comportamental”, começa seu artigo Thaler (1981) citando o conceito fundamental formulado por Irving Fisher, que é a teoria da escolha intertemporal, utilizando um exemplo com o mercado de capitais, em que todos se comportam da mesma maneira na margem, desde que firmas e indivíduos emprestam e tomam emprestado até a suas taxas marginais de substituição forem iguais à taxa de juros. Tal teoria serve de base fundamental para a teoria econômica atual, mais especificamente a microeconomia, porém, o autor questiona a representatividade dessa teoria ao trazer como contraexemplo o trabalho do economista americano Robert Strotz (1956), o qual possui um exemplo clássico sobre uma pesquisa feita em que os indivíduos precisavam escolher se preferiam uma maçã hoje (A.1) ou duas maçãs amanhã (A.2), e após essa decisão, eram pedidos para escolher entre receberem uma maçã daqui a um ano (B.1) ou duas maçãs daqui a um ano e um dia (B.2). Este estudo é claro sobre a inconsistência dinâmica, dado que a maioria dos indivíduos optava por A.1, ao mesmo tempo que também a maioria escolhia por B.2, sendo assim, um exemplo claro de inconsistência de preferências, já que o tempo entre as duas recompensas se mantém o mesmo, sendo a única coisa diferente a diferença de um ano entre a “liquidação” dessas recompensas.

Thaler (1981) analisa a inconsistência da racionalidade observada por Strotz (1956) sob três perspectivas: o tamanho da recompensa, a duração do tempo entre as recompensas e o “sinal” das recompensas, ou seja, se serão pagamentos ou recebimentos de recompensas. O autor utiliza essas três hipóteses para conduzir o estudo e elaborar um quadro 3x3 com valores na data presente, sendo eles positivos e negativos – representando receitas e despesas, respectivamente – e com datas diferentes, com o objetivo de os indivíduos utilizados nesse estudo decidirem quais seriam os valores “justos” para que trocassem o pagamento ou recebimento da recompensa hoje pelo pagamento ou recebimento dessa recompensa daqui a um determinado período de tempo, assim, traçando uma média dos resultados e calculando a taxa de desconto média entre os valores, períodos e “sinais” de pagamento ou recebimento diferentes. A partir disso verificou que as taxas de desconto médias tinham uma tendência decrescente em relação ao tempo, ou seja, quanto maior o tempo que o indivíduo precisasse esperar para receber (ou pagar) a recompensa, menor era o custo físico-psicológico (conceito teórico referente ao esforço tomado pelos agentes enquanto esperavam pela recompensa) de tal espera, logo, menor era a taxa de desconto exigida pelo agente econômico para tal. Outro resultado obtido foi o de quanto maiores fossem as recompensas, menores eram as taxas de desconto exigidas. Por fim, observou

o contraste entre os “sinais” das operações e seu impacto na taxa de desconto média observada, visto que, os indivíduos que estavam recebendo as recompensas exigiam uma taxa de desconto consideravelmente superior – podendo ser até 10 vezes maior – que a taxa exigida pelos participantes que deveriam efetuar os pagamentos das recompensas. A conclusão é que estes três fatores podem alterar sim as preferências dos indivíduos e traz um importante questionamento sobre a robustez de modelos que consideram apenas o comportamento racional dos agentes econômicos.

Outro artigo que contribui para esta discussão é elaborado pelo economista e psicólogo Kahneman, conjuntamente com seu colega psicólogo, Tversky, demonstram no artigo Kahneman e Tversky (1981) que as escolhas dos indivíduos mudam em relação ao “*framing*” (formulação) de cada situação, além de provar que indivíduos valoram perdas muito mais do que valoram ganhos de mesma magnitude, assim os levando a ter um comportamento diferente da assumida na hipótese da racionalidade quando realizam escolhas.

Os autores (Kahneman e Tversky) notaram que indivíduos tendem a serem avessos ao risco em casos de ganho, ou seja, os agentes econômicos preferem realizar ganhos garantidos, mesmo que menores, em relação à possíveis ganhos superiores, porém com a existência da possibilidade de ter ganhos inferiores; e tendem a terem afinidade ao risco em casos de perda, ou seja, os agentes econômicos preferem incorrer à possibilidade de uma perda inferior, ao passo de incorrerem em uma possibilidade de terem uma perda superior. Deste modo, contradizendo a hipótese da racionalidade no processo de tomada de decisão dos indivíduos. A teoria que demonstra essa disparidade de afinidade ao risco nas diferentes situações envolvendo perdas e ganhos, além da valoração desses eventos de forma diferente, mesmo que sejam de mesma magnitude, é chamada de Teoria do Prospecto.

Robert J. Shiller, economista prêmio Nobel de 2013 e um dos expoentes da teoria econômica comportamental busca entender no artigo Shiller (2000) o motivo de ocorrer o “comportamento de manada” – fenômeno comportamental observado em que o indivíduo toma atitudes baseado unicamente/totalmente no comportamento dos outros ao seu redor, assim levando a todos de um grupo a se comportarem de maneira similar – já que a informação é relativamente acessível na mesma proporção para os indivíduos, porém existem diferenças de crenças quando se é visto em locais geográficos diferentes e grupos sociais diferentes também, levando em consideração fatores como a informação é passada entre os indivíduos e como os agentes conversam/interagem entre si.

Para isso, Robert Shiller se utiliza de algumas linhas pensamento econômico sendo uma delas apresentada por Abhijit Banerjee<sup>4</sup> (1992) e pelo Sushil Bikhchandani (1992), com o tema de “cascata informacional”, ou seja, pessoas adquirem informação pela observação de ações de outros indivíduos em seu grupo.

A “cascata informacional” apresentada por Banerjee (1992) e Bikhchandani (1992) introduz um exemplo de uma pessoa decidindo qual seria o melhor restaurante que deveria ir, dentro de uma escolha entre dois restaurantes, dado que cada pessoa possui um sinal imperfeito sobre a qualidade de cada estabelecimento. Eles definem que indivíduos racionais podem ignorar seus próprios sentidos, uma vez que estes seriam viesados, e assumiriam os sinais fornecidos pela maioria dos outros agentes que já adentraram o estabelecimento. O problema desta assunção é que todos podem acabar escolhendo o restaurante errado, caso o primeiro agente a adentrar forneça um sinal equivocado e os outros sigam seu sinal errôneo. Além disso, sobre a “cascata informacional”, Shiller (2000) apresenta também o trabalho de Asch (1952) apresentando um estudo em que grupos deveriam responder uma série de doze questões sobre o comprimento de segmentos de linhas, sendo todas as respostas óbvias e quase sempre respondidas corretamente caso apresentadas individualmente, porém o estudo buscava colocar pessoas em grupos, com a mudança que nestes grupos a maioria dos indivíduos participantes foram orientados a responder 7 das 12 perguntas de forma errada. Os agentes que foram avaliados nesse estudo apresentaram sinais de ansiedade e estresse com um terço destes cometendo o mesmo erro que a maioria. Em seguida, se é apresentado o estudo conduzido por Deutsch e Gerard (1955), em que o estudo de caso é similar com o realizado em Asch (1952), com a diferença de que os indivíduos são separados em cubículos e suas respostas são computadas em um botão que é apertado pelo participante e uma lâmpada de uma determinada cor é acesa para uma determinada resposta, embora não seja possível que os agentes possam se ver, todos conseguem ver as lâmpadas de todos. Neste estudo, 84% dos erros cometidos no estudo face-a-face foram cometidos aqui mostrando que efeitos informacionais e não sociais que levavam ao comportamento de manada. Banerjee (1992) e Bikhchandani (1992) expandem esses exemplos para diversos temas e percebem que a hipótese de um primeiro agente tomador de decisão que toma a decisão errada e conseqüentemente os outros seguem esta decisão equivocada está errada.

---

<sup>4</sup> Abhijit Banerjee é um economista laureado com Prêmio de Ciências Econômicas em Memória de Alfred Nobel em 2019, conjuntamente com Esther Duflo.

Outro artigo de Shiller (1990) busca fazer uma análise de três eventos em mercados distintos para entender qual a relação entre a concepção de modelos econômicos populares (do senso comum para investidores institucionais e individuais) e preços especulativos. Os três eventos analisados são a forte queda de outubro de 1987 nas bolsas mundiais, conhecida como Segunda-Feira Negra (*Black Monday*); a forte elevação de preços de imóveis no final da década de 1980 e início da década de 1990 nos Estados Unidos da América; e o evento de sub-precificação de IPOs (sigla em inglês para “Initial Public Offering”, ou seja, Oferta Pública Inicial). Shiller (1990) utiliza o mesmo sistema de pesquisa para todos os eventos analisados, usa um questionário que é enviado para um grande número de pessoas que possuem alguma relação com o mercado analisado e posteriormente avalia as repostas dadas através de programas de análise. Buscando entender a mentalidade dos agentes quanto a essas especulação em preços e a partir disso entender qual é o modelo de precificação que estes estão utilizando para fazer suas análises, com a exceção de pouquíssimas perguntas, grande parte do questionário era composto por perguntas “abertas”, com o intuito de os participantes exibirem seus modelos e elaborassem sobre o assunto. No primeiro estudo, os questionários foram direcionados para investidores institucionais e individuais, com o intuito de compreender a experiência pessoal desses investidores durante o período da *Black Monday*. No estudo seguinte, os questionários foram enviados para compradores de imóveis em 3 estados americanos, sendo divididos entre compradores da Califórnia (das cidades de Anaheim e San Francisco) que tinham vivenciado uma elevação expressiva no valor dos imóveis; compradores do Wisconsin (na cidade de Milwaukee, a maior do estado) que residem em um local onde não houveram variações expressivas nos preços dos imóveis; e compradores de Massachusetts (na cidade de Boston), os quais sofreram uma depreciação considerável no valor dos imóveis da região. No último estudo os questionários foram dirigidos para investidores institucionais e individuais que tinham participado em IPOs com frequência. Shiller (1990) conclui relatando que como modelos de precificação que se popularizam e mudam suas bases com o tempo e local em que estão inseridos são fatores primordiais para comportamentos que levam a preços especulativos, assim pondo em questionamento a robustez da Hipótese dos Mercados Eficientes (EMH). Isso ocorre, uma vez que os fundamentos da EMH são ignorados nesses modelos de precificação mais populares como também a racionalidade.

Além disso, os artigos de Loewenstein (2000) e de Lucey e Dowling (2005) mostram-se relevantes para essa discussão também, tratando do papel das emoções no processo de tomada

de decisões econômicas. Em Loewenstein (2000) prova-se a importância de *visceral-factors* – sentimentos imediatos, ou seja, aqueles que são sentidos durante a realização de uma ação – na determinação do comportamento dos agentes e propõe a incorporação desses fatores na criação de modelos. Já em Lucey e Dowling (2005) é visto que investidores tendem a se basear no seu sentimento durante o seu processo de tomada de decisão e isso pode ser um grande problema caso estes agentes se utilizem de sentimentos irrelevantes em relação ao assunto que estão tomando decisão sobre.

### 2.3 CLIMA INTERFERE NOS RETORNOS DOS ATIVOS

Saunders (1993) busca traçar a correlação entre o clima observado no centro financeiro mundial, a cidade de Nova York, Estados Unidos – mais precisamente, a região de Wall Street, Manhattan – e a performance dos ativos negociados em bolsa na cidade, através de seus três mais importantes índices de acompanhamento. Partindo do princípio de que já existem inúmeros testes com resultados robustos que comprovam que diversos fatores afetam o humor dos seres humanos e, conseqüentemente, afetam suas decisões. Um dos fatores, o qual se possui uma ampla base de dados é o clima, tal variável presente na rotina cotidiana é responsável pela mudança do humor das pessoas. Acreditando também que não são somente forças de oferta e demanda fundamentadas em fatos e decisões racionais que movem os mercados financeiros, e sim uma combinação desse lado racional com fatores de racionalidade limitada que influenciam os movimentos de mercado. Deste modo, busca unir essas duas premissas e reforçar a ideia de que a Hipótese de Mercados Eficientes (EMH) não pode ser considerada totalmente, buscando rejeitar a hipótese nula de que o clima de uma cidade, por ser um evento não-econômico, não deveria afetar de forma significativa a performance do mercado nova-iorquino, logo, tal hipótese confirmaria a EMH.

Sanders (1993) utiliza as informações meteorológicas: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, vento, horas de luz solar e cobertura de nuvens – percentagem relativa à proporção de nuvens em relação ao céu “limpo” –, e observa que a variável cobertura de nuvens é a que tem maior impacto com o humor dos indivíduos. Logo, utiliza as informações de cobertura de nuvens como a variável que representará o clima em seu modelo. O autor acompanha três variáveis relacionadas à performance do mercado de bolsa, sendo elas: a variação percentual diária do Dow-Jones Industrial Average – DJIA (com dados recolhidos desde 01/01/1927 até

31/12/1989); do índice NYSE/AMEX com duas aferições, sendo uma com as empresas que compõem o índice possuindo o mesmo peso no cálculo e a outra com as companhias possuindo um peso proporcional à sua capitalização (com dados recolhidos desde 06/07/1962 até 31/12/1989).

O autor conclui que dias ensolarados, ou seja, dias com a variável de cobertura de nuvens menor, eram consistentemente acompanhados por retorno positivos e superiores à média, em contraste aos dias nublados, os quais eram acompanhados por retornos negativos ou, em situações específicas, eram acompanhados por retornos positivos abaixo da média. Portanto, a hipótese de que os mercados financeiros não são totalmente racionais e eficientes se mantém, devido ao fato de fatores externos aos fundamentos econômicos, como a ocorrência de um dia mais ensolarado ou não, pode influenciar o humor dos agentes econômicos e, conseqüentemente, influenciar nas suas decisões.

Rind (1996) que parte de estudos realizados no campo da psicologia sobre as possíveis correlações entre comportamentos encobertos (“*covert behavior*”, i.e., humor) – ou seja, que não podem ser visualizados diretamente e estão mais ligados com sentimentos – e evidentes (“*overt behavior*”, i.e., ações) – ou seja, que podem ser visualizados e estão mais ligados com atos – e variáveis climáticas, a partir destes, o psicólogo conduz dois estudos para estender essas descobertas.

Outros artigos mostram que variáveis climáticas afetam diversos aspectos do comportamento humano. Dexter (1904) mostra evidências de uma relação positiva entre baixa pressão barométrica e má conduta de alunos; já Digon e Bock (1966) uma relação positiva entre baixa pressão barométrica e suicídio; Lester (1970) mostra que existe relação proporcional entre a quantidade de neve durante o inverno e maiores taxas de suicídio. Cunningham (1979) mostra a correlação entre horas de sol e bom humor e cooperação, utilizando para o seu estudo a disposição de pedestres de responderem um questionário sobre sociologia na calçada – onde os indivíduos estarão sabendo e percebendo diretamente qual é o clima no momento – e a porcentagem das gorjetas dadas em um restaurante – onde os indivíduos estarão quase que completamente protegidos dos efeitos do clima. Percebendo que os pedestres eram mais afetados e conseqüentemente reagem mais pelas variáveis climáticas do que os clientes do restaurante.

Rind (1996) parte dessa ideia, de que o clima pode sim afetar o humor e conseqüentemente as ações dos indivíduos, para conduzir um experimento em um hotel-casino em Atlantic City, onde os quartos e grande parte do hotel blindava os hóspedes de qualquer interferência das variáveis climáticas, inclusive horas de sol, sendo assim, os hóspedes não saberiam qual é o tempo fora do hotel-casino. Diante disso, um funcionário do hotel que trabalhava no turno da manhã media o quanto que a porcentagem das gorjetas variava de acordo com a informação dada pelo funcionário sobre clima aos hóspedes, uma vez que estes não saberiam o real tempo exterior, realizando dois artigos.

Em Rind (1996) foi feito nos moldes citados anteriormente, que o funcionário iria informar o clima para o hóspede, podendo dizer que o tempo estava ensolarado, parcialmente ensolarado, parcialmente chuvoso ou chuvoso, e também deveria informar que a temperatura era de 50° Fahrenheit (entre 10° e 15° Celsius) mantendo essa variável constante. A conclusão é que existe relação positiva entre dias mais ensolarados e maiores gorjetas. Em dias mais chuvosos se aferia uma porcentagem de 18,84% de gorjeta (a menor quantia observada entre os grupos) e em dias mais ensolarados, se aferiu uma porcentagem de 29,39% de gorjeta (a maior quantia observada entre os grupos).

Em Rind (1996) também é conduzido um segundo experimento que, diferente do estudo mencionado acima, o funcionário do hotel-casino deveria reportar o clima aleatoriamente: quente e ensolarado, quente e chuvoso, frio e ensolarado e frio de chuvoso; o funcionário pegaria uma carta ao acaso e reportaria para o hóspede o que estaria dito nela. A conclusão é que não houve uma variação significativa das gorjetas, todavia, quando se era informado dias ensolarados (independente de eles serem frios ou quentes), as porcentagens aferidas eram maiores em relação aos dias chuvosos (independentemente de serem frios ou quentes), assim, mantendo a conclusão do primeiro estudo, de que existe relação positiva entre dias mais ensolarados e maiores gorjetas. Pode-se observar que através de informações falsas os hóspedes se comportaram de forma diferente com maiores gorjetas quando era informado dias ensolarados, evidenciando que não necessariamente precisam estar sentindo esses efeitos climáticos para serem influenciados por eles.

Hirshleifer e Shumway (2003) é uma extensão de Saunders (1993) investigando a correlação entre o clima da cidade de Nova York, mais especificamente na região de Wall Street e o retorno dos ativos negociados em bolsa diariamente. Se utilizando de uma base de dados extensa, a qual cobre informações de 26 cidades de países diferentes durante o período de

1982 até 1997 expandindo o período de observação utilizado por Saunders (1993) e com outras cidades<sup>5</sup> dos cinco continentes. O resultado observado segue Saunders (1993), ou seja, existe correlação entre o fato de o dia estar com mais nuvens e uma performance negativa do mercado financeiro local. Isto serve como mais uma evidência de que indivíduos nem sempre se comportam de forma racional e podem levar em consideração fatores não-econômicos para tomar decisões de âmbito econômico, sendo provado pelo impacto no humor dos agentes durante dias com climas adversos em seu comportamento no mercado de capitais.

Outra pergunta respondida por Hirshleifer e Shumway (2003) é: “Se o preço dos ativos pode ser impactado positivamente ou negativamente devido ao clima, pode-se então se negociar ativos (comprar e vender estes ativos financeiros, popularmente chamado pelo termo em inglês “trade”) baseado nessas informações?”. A resposta é uma performance levemente positiva, concluindo que caso os custos de transação incorridos pelos agentes forem razoáveis, uma frequência dessas negociações levaria a um custo muito elevado que por sua vez anularia este ganho modesto.

Kamstra, Kramer e Levi (2000) busca encontrar uma possível correlação entre problemas relacionados ao sono e como isso pode afetar negativamente a tomada de decisões dos agentes, consequentemente levando a performances negativas no mercado de capitais. O artigo utiliza a base de dados dos mercados americano, canadense, britânico e alemão, analisando a dessincronicidade (desregulação) do ritmo circadiano<sup>6</sup> dos agentes dessas localidades e como isso pode afetar a performance dos mercados de capitais no pregão seguinte aos períodos de dessincronicidade, ou seja, com o início e fim dos horários de verão, os quais reduzem 1 hora de sono em seu início na primavera e adicionam 1 hora de sono em seu final no outono. Aqui, Kamstra, et al (2000) busca verificar se durante o horário de verão os efeitos do *weekend-effect* – anomalia observada de efeito negativo nos retornos do mercado de capitais entre o fechamento do pregão na sexta-feira e abertura na segunda-feira – são intensificados, devido a dessincronicidade. Em Kamstra, et al (2000) mostra-se clara a diferença entre os retornos de

---

<sup>5</sup> As cidades estudadas no artigo mencionado são: Amsterdã (Países Baixos), Atenas (Grécia), Bangkok (Tailândia), Bruxelas (Bélgica), Buenos Aires (Argentina), Copenhague (Dinamarca), Dublin (Irlanda), Helsínquia (Finlândia), Istanbul (Turquia), Joanesburgo (África do Sul), Kuala Lumpur (Malásia), Londres (Reino Unido), Madri (Espanha), Manila (Filipinas), Milão (Itália), Nova York (EUA), Oslo (Noruega), Paris (França), Rio de Janeiro (Brasil), Santiago (Chile), Singapura (Singapura), Estocolmo (Suécia), Sydney (Austrália), Taipei (Taiwan), Viena (Áustria) e Zurique (Suíça).

<sup>6</sup> Segundo o site Wikipedia ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Ritmo\\_circadiano](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ritmo_circadiano)), o Ciclo Cicardiano é definido como “o nome dado à variação nas funções biológicas de diversos seres vivos, que se repete regularmente com período de aproximadamente 24 horas”.

negativos do *weekend-effect* nos outros finais de semana em relação aos da primavera e outono, com os efeitos de dessincronicidade sendo consideravelmente mais negativos em todas as localidades analisadas. K.K.L. concluem o seu artigo conjunto provando a existência de correlações negativas entre efeitos físicos e psicológicos negativos nos agentes e sua capacidade de tomar decisões eficientes. Os autores provam deste modo que o processo de tomada de decisões não é completamente racional, assim abrindo uma brecha para uma inconsistência da EMH, uma vez que eventos não-econômicos estão interferindo na precificação de ativos.

Symeonidis, et al. (2008), tem o intuito de encontrar uma correlação entre efeitos climáticos e seu impacto na volatilidade do mercado. Partindo da base de dados de Hirshleifer e Shumway (2003) com 26 cidades ao redor do mundo, os autores calculam a volatilidade sob 3 óticas (volatilidades histórica, implícita e percebida), além de analisar as seguintes variáveis sobre efeitos climáticos: transtorno afetivo sazonal (SAD - Seasonal Affective Disorder), se referindo ao número de horas da noite, uma vez que noites mais longas estão associadas com mais casos de SAD, cobertura de nuvens no céu, da mesma forma que Saunders (1993) e Hirshleifer e Shumway (2003), temperatura e por último é avaliada a precipitação. A conclusão são correlações com impacto negativo na volatilidade para a maioria das localidades em relação a SAD e a cobertura de nuvens no céu, em contraste a esse resultado, encontram correlações com impacto positivo na volatilidade para a maioria das localidades em relação a precipitação e temperatura. É observado também que estes valores variam consideravelmente em relação a latitude absoluta de cada cidade, assim, para avaliar esta diferença, os autores dividiram as cidades em dois grupos, o Grupo A de cidades com alto valor para a sua latitude absoluta – composto por Amsterdã, Bruxelas, Copenhague, Dublin, Helsínquia, Istanbul, Londres, Madri, Milão, Nova York, Oslo, Paris, Estocolmo, Vienna e Zurique – e o Grupo B de cidades com baixo valor para a sua latitude absoluta – composto por Atenas, Bangkok, Buenos Aires, Joanesburgo, Kuala Lumpur, Manila, Rio de Janeiro, Santiago, Singapura, Sydney e Taipei. O valor médio para a variável SAD para o Grupo B foi de -0,3110 e -0,0104 para o Grupo A (valor 28,9 vezes superior em magnitude); o valor médio para SKC para as cidades de baixa latitude absoluta de -0,03 e a média para as cidades de alta latitude absoluta foi de -0,0106 (valor 1,84 vezes maior); os centros mais próximos da Linha do Equador apresentaram uma média para TEMP de 0,2733 em comparação aos centros mais distantes que obtiveram -0,0735 de média (valor 4,72 menor); e por último, o valor médio observado para o Grupo B em relação a PRECIP foi de 0,0118, já o Grupo A apresentou -0,1267 (valor 6,7 vezes maior). Diante disso, os autores

provam que sim, existe uma correlação entre efeitos climáticos e a volatilidade de um mercado e que a posição geográfica de cada centro pode afetar a magnitude desses eventos climáticos.

Outros estudos sobre o efeito da mudança climática no retorno dos ativos são: Akhtari (2011) que segue Saunders (1993), porém estendendo a observação até o ano de 2010. E Kramer e Runde (1997) que fazem um estudo mais aprofundado sobre o “efeito clima” (efeitos do clima nos mercados de capitais) e pôr a prova se este refere-se a um evento encontrado por “*data mining*” ou se realmente é uma anomalia de mercado.

### 3 BASE DE DADOS E METODOLOGIA

#### 3.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada é uma adaptação da equação econométrica de Saunders (1993), que é definida abaixo:

#### Equação 1 - Modelo de Saunders (1993)

$$R_t = \beta_0 + \beta_1 C_t + \beta_2 R_{t-1} + \sum_{i=1}^{t=11} \tau_i M_{it} + \sum_{i=2}^{t=5} \delta_i D_{it} + \varepsilon_t$$

Fonte: Saunders (1993)

em que  $R_t$  é a rentabilidade bruta do Índice Dow Jones - DJI no dia  $t$ ;  $M$  é uma variável dummy, representando os meses do ano com dezembro omitido;  $D$  é uma variável dummy que representa os dias da semana, com o dia de sexta-feira omitido;  $C$  é a variável que mede a *cloud-cover* (cobertura de nuvens no céu) média; e  $\varepsilon$  é o termo de erro. Para controlar a persistência da movimentação do preço é introduzida a variável “atrasada” (*lagged variable*) da rentabilidade bruta diária  $R_{t-1}$ . Devido a possíveis efeitos que possam gerar algum viés na análise, são introduzidas duas variáveis dummy para controle, sendo elas tanto a dummy para dia da semana e mês do ano.

O cálculo da rentabilidade bruta diária do índice é feito conforme a seguinte fórmula:

#### Equação 2 - Fórmula de rentabilidade bruta diária

$$R_t = \frac{\text{Valor de fechamento do DJI no dia } t}{\text{Valor de fechamento do DJI no dia } t - 1}$$

Fonte: Elaboração própria

Para esse trabalho foi utilizado o logaritmo natural da rentabilidade bruta do DJI no dia do pregão e utilizada a variável  $\ln(r_t)$  e, conseqüentemente, a *lagged variable* será o logaritmo natural do pregão anterior e será representada como  $\ln(r_{t-1})$ . Tal transformação logarítmica é realizada com o intuito de achatar a curva de distribuição da variável de rentabilidade bruta, assim a trazendo mais próxima de uma distribuição normal, assim mitigando o erro na previsão.

A variável  $C_t$  passou a ser chamada de *cloud* e esta assume três possíveis valores, sendo estes - 1 para dias com 100 de *cloud-cover* (100% de cobertura de nuvens no céu), 0 para dias entre 30-90 (entre 30% e 90% de cobertura de nuvens no céu) e 1 para dias entre 0-20 (até 20% de cobertura de nuvens no céu). A equação dessa metodologia é a seguinte:

### Equação 3 - Modelo Final

$$\ln(r_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(r_{t-1}) + \beta_2 \text{cloud} + \sum_{t=1}^{t=11} \tau_i M_{it} + \sum_{t=2}^{t=5} \delta_i D_{it} + \varepsilon_t$$

Fonte: Elaboração própria

Tal modelo descrito acima é utilizado a partir da utilização do Métodos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), o qual utiliza um estimar que irá minimizar a soma dos quadrados dos resíduos presentes na regressão simples.

### 3.2 BASE DE DADOS

O período de observação utilizado aqui será de 1986 até o ano de 2019, com o intuito de atualizar a observação feita por Akhtari (2011).

Para este trabalho foram utilizadas duas fontes de dados, divididas entre variáveis climáticas e variáveis de performance financeira. Em relação às variáveis climáticas, será analisada a *cloud-cover* (percentual de cobertura de nuvens no céu), uma vez que, Devido a evidências de estudos passado – como em Saunders (1993), Rind (1996) e Hirshleifer e Shumway (2003) – esta se mostrou mais eficiente em modificar o humor e conseqüentemente as ações dos indivíduos.

Os dados de cloud-cover foram cedidos pela meteoblue<sup>7</sup>, companhia suíça de dados meteorológicos hospedada inicialmente pela Universidade de Basileia, que desenvolve mapas e modelos para estudos meteorológicos.

A variável de cloud-cover foi simulada pela empresa meteoblue para o período de observação mencionado, utilizando como base, dentre outros, os dados da *National Climatic Data Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration* – NCDC NOAA<sup>8</sup> – o Centro de Dados Climáticos Nacional da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos da América e da *Integrated Surface Data* - ISD (Dados Integrados de Superfície).

Não se é descrita a estação meteorológica utilizada para se obter os resultados de cloud-cover do período, uma vez que, a meteoblue efetua simulações de variáveis climáticas. Porém, o um ISD disponível – todavia incompleto para o período observado – que pode ter sido utilizado para tal simulação, baseia-se na estação meteorológica de LaGuardia, Nova York, estação esta que é mais próxima de Wall Street e como este projeto busca analisar a correlação entre o clima local e o impacto dele na performance financeira do índice, faz sentido com que a amostra que será utilizada seja mais próxima do local onde o índice é negociado, deste modo, o Índice Dow Jones – DJI é negociado na *New York Stock Exchange* – NYSE (Bolsa de Valores de Nova York), a qual é localizada no seguinte endereço 11 Wall St, New York, NY 10005, Estados Unidos – sendo simplificado apenas como Wall Street – e a estação de LaGuardia, a qual é localizada no seguinte endereço Queens, NY 11371, Estados Unidos – mesmo endereço do Aeroporto de LaGuardia – se posiciona a uma distância de aproximadamente 13,5 milhas (equivalente a aproximadamente 21,7km) da NYSE. Isso reforça a relevância da utilização desta base de dados elaborada pela meteoblue para a realização do estudo.

Seguindo a metodologia de Akhtaki (2011), foi mensurada a nebulosidade de duas formas, primeiramente calculando a média diária de cloud-cover e definindo uma variável de clima extremo para distinguir dias completamente livres de nuvens de dias com clima adverso. Esta variável é igual a 1 para dias nublados, 0 para dias com clima intermediário e -1 para dias de céu limpo. Segundo Akhtaki (2011), esta variável de clima extremo serve para capturar a possibilidade de diferenças em retornos para mudanças imediatas de clima são relativamente pequenas. Além disso, Akhtaki (2011) acrescenta um comentário feito por Saunders (1993) que

---

<sup>7</sup> Fonte: [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com).

<sup>8</sup> <https://www.ncdc.noaa.gov/>.

dias apenas parcialmente nublados não são particularmente deprimentes, deste modo, teriam baixa ou quase nenhuma influência no humor dos indivíduos.

Já para a análise da performance financeira do índice de mercado financeiro, será utilizado o valor histórico do Índice Dow Jones – DJI (Dow Jones Industrial Average) com os dados obtidos do site da rede de notícias Yahoo! Finance ([www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)), cobrindo o período extenso de observação desde a data de 01 de julho de 1948 até 31 de dezembro de 2019, assim mantendo o objeto de estudo dos artigos anteriores, porém ampliando o período de observação. Com o intuito de manter o modelo de observação consistente com os outros estudos, serão computadas as seguintes variáveis exatamente como foi feito no artigo Akhtaki (2011), como retorno simples bruto, além de calcular a rentabilidade retornada em 24 horas em logaritmo natural, como a diferença entre o preço de fechamento do dia e o preço de fechamento do dia anterior.

Em Saunders (1993), o autor retira todas as observações de dias com retornos diários superiores à +2% ou inferiores -2%, pois julga que estes podem ser outliers, os quais estariam sendo afetados por outros eventos atípicos e atrapalhariam no estudo entre a correlação dos eventos, isso também foi utilizado neste trabalho.

### **3.2.1 Estatística Descritiva**

Segue abaixo tabela contendo descrições a respeito das variáveis utilizadas no modelo, como número de observações, valor máximo atingido pela variável durante o período de observação e valor mínimo atingido pela variável durante o período de observação:

**Tabela 1 – Estatística Descritiva das Variáveis**

Variável	Número de Observações	Valor Máximo	Valor Mínimo
lnrt	8310	0.0198	-0.0202
lnrt1	8310	0.0198	-0.0202
cloud	8310	1	-1
seg	8310	1	0
ter	8310	1	0
qua	8310	1	0
qui	8310	1	0
sex	8310	1	0
jan	8310	1	0
fev	8310	1	0
mar	8310	1	0
abr	8310	1	0
mai	8310	1	0
jun	8310	1	0
jul	8310	1	0
ago	8310	1	0
set	8310	1	0
out	8310	1	0
nov	8310	1	0
dez	8310	1	0

Fonte: Elaboração própria

Verifica-se que são 8.310 observações realizadas durante os anos de 1985 até 2019, sendo o maior retorno bruto diário observado +1,98% e o menor retorno bruto diário observado -2,02%.

Outro fator interessante a ser observado são os percentuais de ocorrência de dias com cloud entre 0-20, entre 30-90 e iguais a 100, os quais podem ser observados no quadro abaixo:

**Tabela 2 - Frequência de Ocorrência de cloud**

cloud	Número de Dias	Percentual de Ocorrência
0-20	860	10.35%
30-90	5570	67.03%
100	1880	22.62%
<b>TOTAL</b>	<b>8310</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria

Dado isso, observa-se que existe uma maior ocorrência de dias totalmente nublados (*cloud-cover* de 100%) em comparação com dias com poucas nuvens ou nenhuma (0% a 20% de *cloud-cover*).

Além disso, pode-se verificar abaixo a frequência da ocorrência de dias com variações positivas no DJIA, além de sua variação média para os percentuais máximos (100) e mínimos (0-20) de *cloud-cover*, com o intuito de verificar a diferença entre estes pontos, e para toda a observação, para servir como ponto de referência:

**Figura 1 - Retornos Diários por Extrato de *cloud-cover***

Período	Porcentagem diária de <i>cloud-cover</i>	Número de observações	DJIA	
			Variação percentual diária média	Percentual de dias que tiveram variações positivas
Início: 01/01/1985	0-100	8310	0.0507%	53.92%
Fim: 31/12/2019	0-20	860	0.0763%	55.00%
	100	1880	0.0352%	53.83%

Fonte: Elaboração própria

Aqui verifica-se que dias com 100% de *cloud-cover*, ou seja, dias totalmente nublados, apresentam menor variação percentual diária média – corresponde 46% do retorno para dias de *cloud-cover* 0-20 e 69% do retorno médio diário do período – assim já indicando que existe a possibilidade de que o *weekend-effect* seja real e esteja correto.

Por último, segue abaixo o retorno acumulado do Dow Jones Industrial Average durante o período observado:

**Figura 2 - Retorno Acumulado do DJIA (1985-2019)**



Fonte: Elaboração própria

O retorno acumulado do período é expressivo, com o índice multiplicado seu valor em quase 54 vezes.

#### 4 APLICAÇÃO AO ÍNDICE DOW JONES

O objetivo consiste em analisar o impacto de efeitos climáticos na performance financeira de um índice de mercado financeiro, devido a uma influência no processo de formação de expectativas dos agentes econômicos.

Para a obtenção desse resultado principal, os procedimentos específicos visam: 1) analisar o efeito psicológico de eventos climáticos no humor humano; 2) analisar como mudanças de humor podem causar mudanças de comportamento; 3) analisar como estas mudanças de comportamento causadas por eventos climáticos afetaria a tomada de decisão dos indivíduos; 4) questionar brevemente a real eficácia da Hipótese dos Mercados Eficientes.

**Figura 3 - Regressão (1985-2019)**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	8,310
Model	.00143256	17	.000084268	F(17, 8292)	=	1.52
Residual	.460905045	8,292	.000055584	Prob > F	=	0.0790
				R-squared	=	0.0031
				Adj R-squared	=	0.0011
Total	.462337605	8,309	.000055643	Root MSE	=	.00746

lnrt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnrt1	-.021482	.0109837	-1.96	0.051	-.0430128	.0000487
cloud	-.0001514	.0001496	-1.01	0.312	-.0004447	.0001419
seg	.0003379	.000263	1.28	0.199	-.0001777	.0008535
ter	-.000163	.0002568	-0.63	0.526	-.0006665	.0003404
qua	-.0000576	.0002564	-0.22	0.822	-.0005602	.0004451
qui	-.0000313	.0002586	-0.12	0.904	-.0005382	.0004756
jan	.0001178	.0004032	0.29	0.770	-.0006726	.0009081
fev	.0002493	.0004087	0.61	0.542	-.0005518	.0010504
mar	-.0002478	.0003976	-0.62	0.533	-.0010273	.0005317
abr	-.0001033	.0004009	-0.26	0.797	-.0008893	.0006826
mai	-.0004125	.0003976	-1.04	0.300	-.0011918	.0003669
jun	-.0005634	.0003982	-1.41	0.157	-.001344	.0002173
jul	.0001367	.0003994	0.34	0.732	-.0006462	.0009197
ago	-.0003999	.0003984	-1.00	0.315	-.0011809	.000381
set	-.0005519	.0004074	-1.35	0.176	-.0013505	.0002467
out	.0002401	.0004011	0.60	0.549	-.0005461	.0010263
nov	.0005237	.0004059	1.29	0.197	-.000272	.0013194
_cons	.0006157	.0003272	1.88	0.060	-.0000256	.0012571

Fonte: Elaboração própria utilizando a base de dados da meteoblue

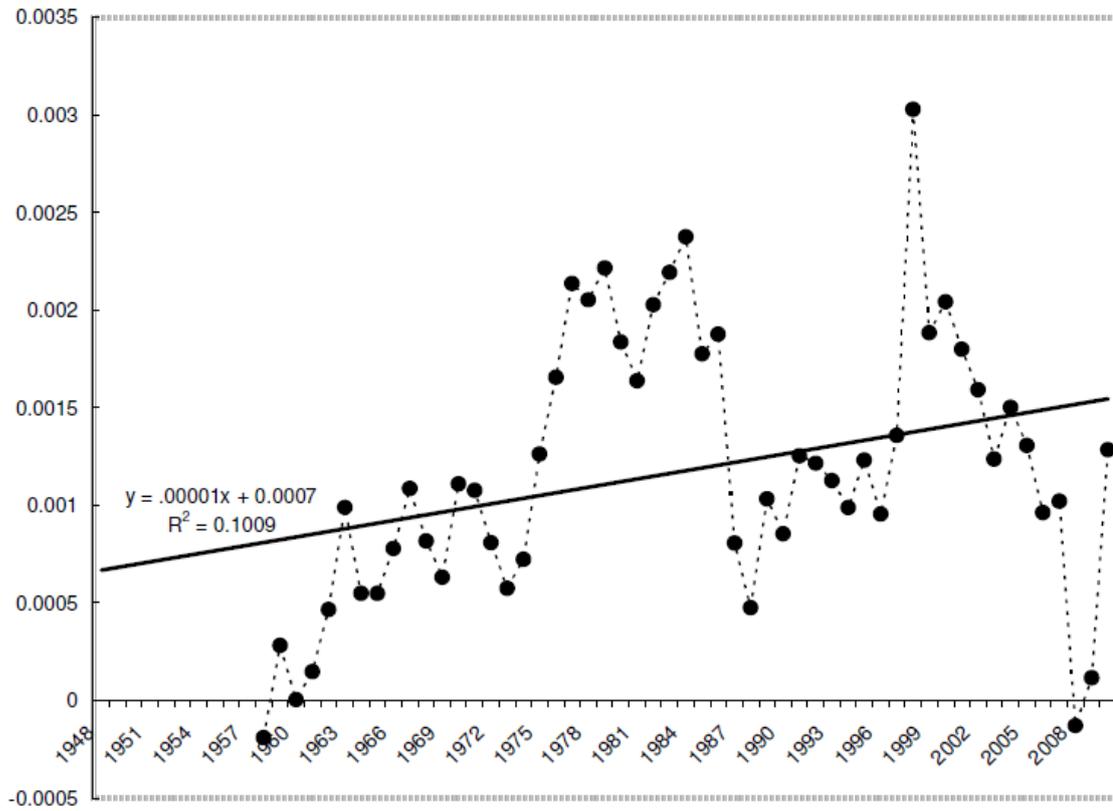
Para o período de 1985-2019, foi aplicada a metodologia abordada na seção 3.1. A figura 1 mostra o resultado da metodologia da seção 3.1 aplicada para esse período.

Como pode-se observar na Figura 1, para o período de 1985 até 2019 foi encontrado que *cloud-cover* não é estatisticamente significativa para as variações no DJIA. Todavia ainda mantenha seu caráter negativo, ou seja, em dias completamente nublados (*cloud-cover* de 100) o índice Dow Jones varia em média -0,015%. Deste modo, o modelo segue representando a hipótese defendida em estudos anteriores, como os de Saunders (1993), Akhtari (2011) e Hirshleifer and Shumway (2003), os quais verificam que dias mais nublados de fato afetam negativamente os mercados, assim abrindo espaço para questionamentos sobre a Hipótese dos Mercados Eficientes (EMH).

O fato de *cloud-cover* não ser estatisticamente significativa nesta observação é, de certa forma, esperado, uma vez que no trabalho de Akhtari (2011), o autor demonstra que o *Weather-effect* – sendo esse o efeito que eventos climáticos possam afetar emoções, que por sua vez afetam sentimentos e conseqüentemente o comportamento e as ações dos indivíduos – oscila sua intensidade durante os períodos diferentes e, naturalmente, possam haver observações que serão estatisticamente significantes e outras não. Isso também é citado por Akhtari (2011) quando prova isso a partir da comparação entre uma série do período de 01/01/1975 até 31/12/1985 e 01/01/1987 até 31/12/1989, em que nesta diferença de 2 anos, os resultados encontrados foram distintos, sendo estatisticamente significativa e insignificante, respectivamente.

Uma possível explicação de Akhtari (2011) para essa oscilação de intensidade do *Weather-effect* seria o fato de que este efeito se mostra mais forte durante períodos de *bull-market* (mercado com tendência de alta) e mais fracos durante *bear-markets* (mercado com tendência de baixa), em momentos de alta, é natural que mais investidores individuais (pessoa-física e não profissionais) adentrem o mercado, assim, ao se elevar o rateio de investidores individuais em relação aos investidores institucionais (pessoa jurídica e profissionais), existe uma maior porção neste momento de agentes com menor conhecimento de mercado e conseqüentemente, mais susceptíveis a efeitos de eventos de racionalidade limitada (como o *Weather-effect*). Todavia, esta hipótese, embora que inicialmente faça sentido, já existem trabalhos anteriores, como o de Schiller (1990) que demonstra que tanto os modelos de precificação utilizados tanto por investidores institucionais, quanto individuais estão sujeitos a eventos de racionalidade limitada. Dado isso, são apresentados indícios de que em períodos de euforia, todos os agentes são mais sensíveis a eventos de racionalidade limitada.

**Figura 4 - Média Móvel da Diferença Residual do Retorno do DJI (1958-2010)**



Fonte: Akhtari (2011)

Diante disso, foi feita uma análise para recortes de períodos durante esta longa base de dados de 1985 até 2019, com o intuito de analisar se de fato uma diferença de períodos utilizados nas observações é capaz de tornar o efeito mais potente ou mais fraco, além disso, com o intuito de verificar se realmente durante períodos de *bull-market* o efeito é mais significativo ou então se a euforia – sendo ela representada pela volatilidade dos mercados – é o fator que alimenta a ocorrência do *weekend-effect* durante os períodos. Dado isso, a divisão foi feita visando analisar períodos de grande euforia nos mercados, marcados por seu fim através de uma crise significativa na história econômica dos Estado Unidos, os períodos foram divididos da seguinte forma: 1985-2001 assim capturando o comportamento até a Bolha do Dot Com; 2002-2008 assim capturando o comportamento até a Crise do Subprime; e 2009-2019 assim capturando o comportamento pós-Crise de 2008 e pré-Crise do COVID-19, sendo todos estes momentos de euforia nos mercados de capitais americanos.

## 4.1 PERÍODO DE 1985-2001:

**Figura 5 - Regressão (1985-2001)**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	4,080
Model	.001858096	17	.0001093	F(17, 4062)	=	1.92
Residual	.231469596	4,062	.000056984	Prob > F	=	0.0129
Total	.233327692	4,079	.000057202	R-squared	=	0.0080
				Adj R-squared	=	0.0038
				Root MSE	=	.00755

lnrt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnrt1	.0013375	.0156948	0.09	0.932	-.0294328	.0321079
cloud	.0000946	.0002185	0.43	0.665	-.0003337	.0005229
seg	.0006926	.0003809	1.82	0.069	-.0000541	.0014393
ter	-.0001916	.0003731	-0.51	0.608	-.0009231	.00054
qua	-.0002446	.0003711	-0.66	0.510	-.0009721	.000483
qui	-.0003347	.0003747	-0.89	0.372	-.0010693	.0004
jan	.0004194	.0005815	0.72	0.471	-.0007207	.0015595
fev	-.0002828	.0005915	-0.48	0.633	-.0014425	.0008769
mar	-.0000756	.0005765	-0.13	0.896	-.0012058	.0010547
abr	-.0004485	.0005837	-0.77	0.442	-.0015928	.0006958
mai	-.0002986	.0005763	-0.52	0.604	-.0014285	.0008313
jun	-.0007199	.0005735	-1.26	0.209	-.0018442	.0004045
jul	-.0000379	.0005751	-0.07	0.947	-.0011654	.0010895
ago	-.0009623	.0005729	-1.68	0.093	-.0020855	.0001608
set	-.0018074	.0005898	-3.06	0.002	-.0029637	-.0006511
out	-.000186	.0005809	-0.32	0.749	-.0013249	.0009529
nov	.0002513	.0005846	0.43	0.667	-.0008949	.0013974
_cons	.0009804	.000474	2.07	0.039	.0000511	.0019096

Fonte: Elaboração própria utilizando a base de dados da meteoblue

Para este período também é encontrado um valor estatisticamente insignificante para cloud-cover, porém desta vez o efeito observado é positivo no DJIA, em que dias completamente nublados (cloud-cover de 100) o índice Dow Jones varia em média +0,009%. Este resultado é inesperado, uma vez que em trabalhos anteriores esta variação costuma ser negativa para todos os períodos observados, como visto em Saunders (1993), Hirshleifer e Shumway (2003) e Akhtari (2011).

## 4.2 PERÍODO DE 2002-2008:

Figura 6 - Regressão (2002-2008)

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1,613
Model	.001226139	17	.000072126	F(17, 1595)	=	1.19
Residual	.096842902	1,595	.000060717	Prob > F	=	0.2660
				R-squared	=	0.0125
				Adj R-squared	=	0.0020
Total	.098069042	1,612	.000060837	Root MSE	=	.00779

lnrt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnrt1	-.0543622	.0249856	-2.18	0.030	-.1033704	-.005354
cloud	-.0007393	.0003529	-2.10	0.036	-.0014314	-.0000472
seg	.0004081	.0006218	0.66	0.512	-.0008115	.0016278
ter	.0001104	.0006067	0.18	0.856	-.0010797	.0013004
qua	.0009196	.0006047	1.52	0.129	-.0002665	.0021057
qui	.0003643	.0006116	0.60	0.551	-.0008353	.0015638
jan	-.0005241	.000951	-0.55	0.582	-.0023895	.0013413
fev	.0002905	.000962	0.30	0.763	-.0015965	.0021775
mar	-.0012663	.0009409	-1.35	0.179	-.0031118	.0005791
abr	-.0001947	.0009416	-0.21	0.836	-.0020416	.0016522
mai	.0002064	.0009329	0.22	0.825	-.0016235	.0020363
jun	-.0010314	.000941	-1.10	0.273	-.0028771	.0008144
jul	-.0003988	.000956	-0.42	0.677	-.0022741	.0014764
ago	.0001819	.0009474	0.19	0.848	-.0016765	.0020403
set	.0007901	.0009749	0.81	0.418	-.001122	.0027023
out	.0001777	.0009653	0.18	0.854	-.0017156	.0020711
nov	.0006759	.0009764	0.69	0.489	-.0012393	.0025911
_cons	-.0001216	.0007696	-0.16	0.874	-.0016312	.001388

Fonte: Elaboração própria utilizando a base de dados da meteoblue

Já para este período de observações, foi encontrado que *cloud-cover* é estatisticamente significativa à 5% para as variações no DJIA, somado a isso, a variável apresenta seu caráter negativo, ou seja, em dias completamente nublados (*cloud-cover* de 100) o índice Dow Jones varia em média -0,074%. Aqui é clara a relação com as observações de Saunders (1993), Hirshleifer e Shumway (2003) e Akhtari (2011), já que *cloud-cover* tem efeito negativo no retorno do Dow Jones e este efeito é estatisticamente significativo, assim, contribuindo para

provar que, de fato, a intensidade do *Weather-effect* oscila a depender o período observado – como mencionado em Akhtari (2011).

#### 4.3 PERÍODO DE 2009-2019:

**Figura 7 - Regressão (2009-2019)**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	2,617
Model	.001238643	17	.000072861	F(17, 2599)	=	1.47
Residual	.129231031	2,599	.000049723	Prob > F	=	0.0978
Total	.130469673	2,616	.000049874	R-squared	=	0.0095
				Adj R-squared	=	0.0030
				Root MSE	=	.00705

Inrt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Inrt1	-.0540915	.0195929	-2.76	0.006	-.0925108	-.0156723
cloud	-.0001834	.0002515	-0.73	0.466	-.0006766	.0003098
seg	-.0003009	.0004434	-0.68	0.497	-.0011703	.0005685
ter	-.0003123	.0004312	-0.72	0.469	-.0011579	.0005333
qua	-.0003805	.0004334	-0.88	0.380	-.0012303	.0004693
qui	.0001832	.0004352	0.42	0.674	-.0006701	.0010364
jan	.0000156	.0006846	0.02	0.982	-.0013268	.0013579
fev	.0011615	.0006911	1.68	0.093	-.0001936	.0025167
mar	.0001071	.0006683	0.16	0.873	-.0012034	.0014176
abr	.0005794	.0006732	0.86	0.389	-.0007406	.0018995
mai	-.0009619	.0006723	-1.43	0.153	-.0022801	.0003564
jun	.0000205	.000677	0.03	0.976	-.001307	.001348
jul	.0007889	.0006745	1.17	0.242	-.0005338	.0021116
ago	.0001558	.0006764	0.23	0.818	-.0011704	.0014821
set	.0007025	.0006828	1.03	0.304	-.0006364	.0020413
out	.0009036	.0006689	1.35	0.177	-.000408	.0022152
nov	.0008737	.0006827	1.28	0.201	-.000465	.0022123
_cons	.0004907	.0005526	0.89	0.375	-.0005928	.0015743

Fonte: Elaboração própria utilizando a base de dados da meteoblue

Neste último período novamente é encontrado um valor estatisticamente insignificante para cloud-cover e o efeito observado é negativo no DJIA, em que dias completamente nublados (cloud-cover de 100) o índice Dow Jones varia em média -0,018%. Assim sendo uma

observação consistente com a primeira observação demonstrada na figura 1 e parcialmente consistente em relação ao exibido na secção 4.2 Período 2002-2008 e em Saunders (1993), Hirshleifer e Shumway (2003) e Akhtari (2011), já que *cloud-cover* possui efeito negativo sobre o retorno do Dow Jones, entretanto, esse efeito é estatisticamente insignificante.

#### 4.4 ANÁLISE DOS PERÍODOS ABORDADOS:

Como mencionado nos segmentos anteriores, Akhtari (2011) chega à conclusão de que o *Weather-effect* possui intensidades variadas ao longo dos anos e isso leva ao fenômeno de ocorrerem períodos em que *cloud-cover* será estatisticamente significativa e outros que não será. Um dos motivos defendidos por Akhtari (2011) seria a ocorrência do efeito com maior intensidade – consequentemente, estatisticamente significativa – durante *bull-markets*, pois este evento atrairia investidores menos experientes e possivelmente mais susceptíveis ao *Weather-effect* – um evento não-econômico que acaba sendo levado em consideração durante o processo de tomada de decisão, assim sendo uma atitude que se distancia da racionalidade econômica. Todavia, nas observações descritas nas secções 4.1, 4.2, 4.3 e na observação geral posta na figura 1 é visto um resultado diferente ao levantado por Akhtari (2011).

Com utilização da base de dados retirada do site da rede de notícias Yahoo! Finance ([www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)) pode ser calculado o retorno anualizado do Dow Jones Industrial Average de 1948 até 2019, período de observação de Akhtari (2011), e encontra-se uma rentabilidade do DJIA de 7,03% a.a., a qual será utilizada aqui como retorno histórico do índice. Também foram calculados os retornos anualizados para cada uma das observações mencionadas no parágrafo anterior, seguem os resultados na tabela abaixo:

**Tabela 3 - Retornos Anualizados**

<b>Período</b>	<b>Retorno Acumulado</b>	<b>Retorno Anualizado</b>
1985-2001	735.92%	12.83%
2002-2008	-12.88%	-1.88%
2009-2019	215.03%	10.61%
1948-2019	15717.38%	7.03%
1985-2019	2274.08%	9.14%

Fonte: Elaboração própria utilizando como base os dados do Yahoo! Finance

A partir dos dados apresentados na tabela 1 observa-se que 1985-2019 foi um período de retornos acima do retorno histórico do DJIA (1948-2019) – desse modo caracterizando o período como um *bull-market* – e mesmo assim, esse período (1985-2019) apresentou que *cloud-cover* é estatisticamente insignificante. Já quando se analisa os períodos de 1985-2001 e 2009-2019, que também apresentaram um *cloud-cover* estatisticamente insignificante, percebe-se que também demonstraram retornos superiores ao retorno histórico (7,03% a.a.) e ao retorno anualizado de 1985-2019 (9,14% a.a.), diante disso, também classificando esses períodos como anos de *bull-market*. Por outro lado, 2002-2008 foi o único período que apresentou *cloud-cover* estatisticamente significativa, com efeito negativo sobre o retorno do Dow Jones e, conseqüentemente, condicente com os trabalhos anteriores de Saunders (1993), Hirshleifer e Shumway (2003) e Akhtari (2011), além disso, ao se analisar o retorno anualizado apresentado para este período, observa-se que foi o único período analisado que teve retorno negativo (-12,88% de retorno acumulado, que equivale a -1,88% a.a.), assim caracterizando este período como um *bear-market*.

Diante disso, as evidências históricas levantadas por Akhtari (2011), de que o motivo de haver uma inconsistência na ocorrência do *Weather-effect* em decorrência de períodos de *bull-market* mostram-se contrárias nestas novas observações, assim, contribuindo para a hipótese de trabalhos anteriores, como o de Schiller (1990), o qual identifica que tanto investidores institucionais, quanto individuais estão sujeitos a eventos de racionalidade limitada econômica. Uma conclusão tirada por Schiller (1990) é de que os agentes econômicos estão mais sensíveis a este distanciamento da racionalidade econômica durante momentos de euforia, estes podem ser definidos por períodos de maior volatilidade nos mercados de capitais. Dado isso, através

dos dados cedidos pelo FRED<sup>9</sup> foi possível calcular tanto o valor máximo, quanto a variância nos períodos mencionados para o CBOE DJIA Volatility Index (VXD), índice que mede a volatilidade do índice Dow Jones Industrial Average. Seguem abaixo os resultados aferidos:

**Tabela 4 - Volatilidade VXD**

<b>Período</b>	<b>VXD Máximo</b>	<b>Variância VXD</b>
1985-2001	42.95	20.70
2002-2008	74.60	93.68
2009-2019	50.19	39.05

Fonte: Elaboração própria utilizando como base os dados do FRED

A partir da tabela 2, observa-se que 2002-2008 é o período de maior variância e maior valor do VXD dentre os três períodos observados, além de este ser o único período observado em que cloud-cover é negativo e estatisticamente significativo. Logo, conclui-se que durante períodos de maior volatilidade nos mercados que eventos como o *Weather-effect* possuem maior intensidade entre os agentes econômicos.

<sup>9</sup> Fonte: <https://fred.stlouisfed.org/series/VXDCLS>

## 5 CRÍTICAS A METODOLOGIA E PESQUISA FUTURA

### 5.1 CRÍTICAS A METODOLOGIA

Trombley (1997) contradiz o artigo publicado previamente por Saunders (1993), que avalia a existência de uma correlação entre dias com mais cobertura de nuvens no céu e uma performance inferior em relação a dias ensolarados e sem nuvens. Trombley traz um contraponto importante aqui, buscando analisar mais profundamente os dados, metodologia e resultados obtidos por Saunders.

Trombley começa sua crítica a partir da coleta de dados e metodologia utilizada por Edward Saunders, uma vez que o fato de Saunders fazer a comparação entre dias 100% cobertos de nuvens e dias com 0% a 20% de cobertura de nuvens é um fator primordial para se encontrar o resultado expressivo divulgado por Saunders.

O autor segue para analisar com evidência empírica as inconsistências do artigo predecessor, criticando principalmente a falta de consistência na significância estatística dos dados apresentados, uma vez que em determinados cenários, dias com porcentagens de cobertura de nuvens no céu diferentes possuíam significâncias estatísticas diferentes em cenários diferentes, não mantendo a constância e robustez dos dados, segundo o autor. Isso é provado por Trombley através de uma série de seis painéis, em que apenas metade se apresenta estatisticamente significativa a um nível de 5% e isso é mensurado através de um código de letra de um “Grupo de Duncan” e se a média for designada com letras diferentes, esta será considerada estatisticamente significativa a um nível de 5%. As críticas em relação a metodologia se estendem também a comentários sobre a regressão múltipla utilizada para encontrar correlações entre dias da semana e performance do índice, além de ser aplicada também para encontrar correlações entre meses do ano e a performance do índice e como esta deveria ter sido realizada de outra maneira para garantir a consistência e fortalecer a falta de clareza dessa correlação encontrada pelo artigo publicado previamente em 1993.

Trombley conclui o artigo deixando claro que acha que o artigo publicado previamente por Edward Saunders em 1993 tirar conclusões muito precipitadas de seus resultados encontrados em seu estudo e reforça que existe pouca ou quase nenhuma correlação entre o efeito do clima

no comportamento dos agentes e como isso afetaria o processo de precificação dos ativos. Deste modo, o autor traz uma crítica pertinente a qual é tratada por outros pesquisadores em estudos futuros, assim aprimorando a discussão relevante trazida por Saunders no início da década de 1990.

Além disso, como a principal variável que está sendo estudada no modelo (cloud-cover) não possui uma constância de significância estatística, devido à grande oscilação entre períodos observados descrito em Akhtari (2011), isso dificulta a análise da variável quanto a sua real relevância para o estudo e fragiliza o modelo, embora exista todo um arcabouço teórico capaz de suplantar o racional do modelo aplicado.

## 5.2 PESQUISA FUTURA

Para futuros trabalhos a respeito do tema, pesquisas relacionadas sobre o motivo real da intensidade do *weekend-effect* mostram-se necessárias, uma vez que tal motivação permanece obscura e este é o principal foco das críticas relacionadas ao modelo e ao tema em geral. Dado isso, o estudo de maiores correlações a respeito da volatilidade dos mercados de capitais e os eventos climáticos são interessantes para a continuação da pesquisa realizada, assim também dando seguimento ao trabalho de Symeonidis, et al. (2008), que iniciou a pesquisa sobre o assunto.

Outro ponto fundamental para pesquisas futuras é a construção de um modelo de precificação de ativos que passe a levar em consideração fatores comportamentais, com o intuito de dar maior verossimilhança ao modelo, uma vez que, existem diversos eventos que fogem da racionalidade e possuem efeitos permanentes sobre o mercado, assim como foi mencionado no referencial teórico deste trabalho, a exemplo de Huberman e Regev (2001).

Deste modo, o tema poderá ser melhor estruturado e formulado com maior robustez, visto que passará a ter não apenas uma evidência empírica e referencial teórico favorável, mas contará também com uma maior robustez do modelo e este poderá servir para um propósito fora da comprovação de que a EMH possui falhas que devem ser corrigidas, sendo capaz de contribuir para uma melhor previsão em modelos de precificação de ativos.

## 6 CONCLUSÃO

O problema central do trabalho é identificar se de fato eventos não-econômicos interferem na tomada de decisão dos agentes supostamente racionais, através da análise da influência de dias com o céu completamente coberto de nuvens na cidade de Nova York com o retorno do índice de Dow Jones Industrial Average – DJIA, índice este referente às trinta maiores e mais importantes companhias dos Estados Unidos da América. Desse modo, caso comprovada tal influência, isso contribui para a crítica à Hipótese dos Mercados Eficientes – EMH.

A base de dados utilizada para a obtenção desta análise mencionada é dividida entre I) dados meteorológicos e II) dados financeiros. Para I) foi cedida a base de dados da companhia suíça meteoblue, a qual cobre o período de 1985 até 2019 com os dados diários de *cloud-cover* (percentual de cobertura de nuvens no céu). Já para II) foi utilizada a base de dados do site Yahoo! Finance para o valor diário de fechamento do pregão do DJIA no período de 1985 até 2019.

A metodologia do trabalho se baseia nos artigos de Saunders (1993) e Akhtari (2011), através de um modelo adaptado, o qual utiliza o logaritmo natural do retorno diário e da variável atrasada (*lagged variable*). Esta transformação é realizada com o intuito de trazer a variável de rentabilidade bruta mais próxima de uma distribuição normal, assim mitigando o erro na previsão. Além disso, são retirados da amostra os dias com retornos diários superiores à 2% ou inferiores à -2%, visando retirar outliers, assim como foi trabalhado em Saunders (1993) e Akhtari (2011).

Dado que a EMH defende a existência de apenas indivíduos racionais economicamente – o *homo economicus*<sup>10</sup> – para a EMH não seria possível com que em um mercado eficiente – composto de indivíduos estritamente racionais – os agentes estivessem se utilizando de fatores não-econômicos e vieses cognitivos para a sua tomada de decisão, logo, a presença de resultados como os encontrados neste trabalho e em Saunders (1993) provam a necessidade de revisão da EMH e levanta dúvidas sobre análises que se utilizam apenas desta hipótese para suas modelagens.

---

<sup>10</sup> O tema pode ser mais aprofundado em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Homo\\_economicus](https://pt.wikipedia.org/wiki/Homo_economicus).

## REFERÊNCIAS

AKHTARI, Mitra. Reassessment of the Weather Effect: Stock Prices and Wall Street Weather. **Undergraduate Economic Review**, v. 7, n. 1, art. 19, 2011.

CAMERER, C.; LOEWENSTEIN, G. Behavioral Economics: Past, Present, Future. **Caltech**, 2002.

HIRSHLEIFER, D.; SHUMWAY, T. Good day sunshine: Stock returns and the weather. **Journal of Finance**, v. 58, p. 1009-1032, 2003.

HOWARTH, E.; HOFFMAN, M. S. A multidimensional approach to the relationship between mood and weather. **British Journal of Psychology**, v. 75, p. 15-23, 1984.

HUBERMAN, Gur; REGEV, Tomer. Contagious Speculation and a Cure for Cancer: A Non-Event that Made Stock Prices Soar. **Journal of Finance**, v. 56, n. 1, p. 387-396, fev. 2001.

KAMSTRA, Mark J., Lisa A. KRAMER, and Maurice D. LEVI. Losing sleep at the market: The daylight-savings anomaly. **American Economic Review**, v. 90, p. 1005-1011, 2000.

LOEWENSTEIN, G. Emotions in economic theory and economic behavior. **American Economic Review**, v. 65, p. 426-432, 2000.

LUCEY, B.M.; DOWLING, M. The role of feelings in investor decision-making. **Journal of Economic Surveys**, v. 19, p. 211-237, 2005.

PERSINGER, M. S. Lag responses in mood reports to changes in the weather matrix. **International Journal of Biometeorology**, v. 19, p. 108-114, 1975.

RIND, Bruce. Effects of beliefs about weather conditions on tipping. **Journal of Applied Social Psychology**, v. 26, p. 137-147, 1996.

SAUNDERS, Edward M. Stock prices and Wall Street weather. **American Economic Review**, v. 83, p. 1337-1345, 1993.

SHILLER, Robert J. Conversation, Information, and Herd Behavior. **American Economic Review**, v. 85, p. 181-185, 2000.

SHILLER, Robert J. Speculative prices and popular models. **Journal of Economic Perspectives**, v. 4, p. 55-65, 1990.

SYMEONIDIS, Lazaros; DASKALAKIS, George; MARKELLOS, Raphael N. Does the weather affect stock market volatility?. **Working Paper, SSRN.com**, 2008.

THALER, Richard H. Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency. **Economic Letters**, v. 8, p. 201-207, 1981.

TROMBLEY, Mark A. Stock prices and Wall Street weather: Additional evidence. **Quarterly Journal of Business and Economics**, v. 36, p. 11-21, 1997.

TVERSKY, Amos; KAHNEMAN, Daniel. The framing of decisions and the psychology of choice. **Science**, v. 211, n. 4481, p. 453-58, 1981.